



2021

VII

міжнародної
науково-практичної
конференції

**«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

**МАТЕРІАЛИ
КОНФЕРЕНЦІЇ
ТОМ 2**



.....
**«SUBSOIL USE IN UKRAINE.
PROSPECTS FOR INVESTMENT»**

СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"**

Україна, м. Львів, 2021 р.

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ТОМ 2

SEVENTH SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE

**"SUBSOIL USE IN UKRAINE.
PROSPECTS FOR INVESTMENT"**

Ukraine, Lviv, 2021



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**



**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ГЕОЛОГІЇ ТА НАДР УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА КОМІСІЯ УКРАЇНИ ПО ЗАПАСАХ КОРИСНИХ КОПАЛИН**



**Державна служба геології та надр України
Львівський національний університет імені Івана Франка
Івано-Франківський національний технічний університет нафти та газу
ННІ «Інститут геології» КНУ імені Тараса Шевченка
ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України»
Інститут геологічних наук Національної академії наук України
ПрАТ «НАК «Надра України»
АТ «Укргазвидобування»
ТОВ "Геологічна інвестиційна група"**

СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"**

Україна, м. Львів, 2021 р.

SEVENTH SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE

**"SUBSOIL USE IN UKRAINE.
PROSPECTS FOR INVESTMENT"**

Ukraine, Lviv, 2021

КИЇВ – 2021



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

**ШАНОВНІ УЧАСНИКИ, ГОСТІ ТА ОРГАНІЗАТОРИ
СЬОМОЇ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»!**



Україна є державою з унікальною мінерально-сировинною базою. За обсягом розвіданих запасів низки корисних копалин наша країна належить до провідних у світі. З їх видобутком та використанням пов'язано близько половини промислового потенціалу країни та до 20% її трудових ресурсів. Видобувні галузі здійснюють прямий внесок у ВВП України в розмірі близько 6%, а за рахунок експорту мінеральної сировини та продуктів її переробки держава отримує близько 60% від загальної суми експортних надходжень.

Україна започаткувала важливе співробітництво з Європейським Союзом щодо розробки критичних корисних копалин – на рівні керівництва нашої держави та ЄС підписано Меморандум про стратегічне партнерство у сировинній галузі між Україною та Європейським Союзом, а також відповідну дорожню карту заходів.

В українських надрах наявні 20 з 30 критичних копалин, що містяться в переліку критичних для ЄС. Це літій, титан, цирконій, тантал, ніобій, нікель, кобальт та інші.

Ми запрошуємо вітчизняних та іноземних інвесторів розвідувати та розробляти ділянки надр із покладами критичної сировини шляхом участі в електронних аукціонах, а також долучатися до діючих проектів на вже заліцензованих об'єктах.

Завдяки реалізації проектів у галузі критичної сировини та батарей за підтримки міжнародних інвестицій Україна має всі шанси інтегруватися в сучасні високотехнологічні процеси з видобутку, збагачення та виготовлення «металів майбутнього», як сталий елемент спільних ланцюгів постачання з нашими державами-партнерами.

Я переконаний, що надра можуть стати драйвером національної економіки. Вітчизняний видобуток дасть змогу розвивати в Україні нові галузі переробної промисловості, забезпечить підприємства власною сировиною та знизить залежність від імпорту.

З повагою,

Голова

Державної служби геології та надр України

Роман Опімах

УДК 504+550+553+556

Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали Сьомої міжнародної науково-практичної конференції (2021 р., м. Львів). Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). – Том 2. – К.: ДКЗ, 2021. – 419 с.

© Державна комісія України по запасах корисних копалин, 2021



ЗМІСТ

ЕНЕРГЕТИЧНА НЕЗАЛЕЖНІСТЬ УКРАЇНИ. НАРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ДЕРЖАВИ	9
<i>Петровський О.П., Петровська Т.О., Штурмак І.Т. Як забезпечити Україну власними вуглеводневими ресурсами, максимізувати дохід від видобутку вуглеводнів і знизити ризик буріння непродуктивних свердловин</i>	10
<i>Бакаржів Ю.А., Лисенко О.А., Синчук В.В. Уран як запорука енергетичної безпеки України та джерело чистої енергії</i>	18
<i>Бодлак В.П., Дорохов М.В., Владика В.М., Багнюк М.М., Андрейчук М.М., Дмишко О.О., Дяків Н.В. Нові напрямки пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ в Західному нафтогазоносному регіоні</i>	24
<i>Федорів В., Манюк В. Прогнозування зон розвитку високопроникних колекторів за методикою гідравлічних одиниць потоку</i>	27
<i>Гораль Л.Т., Якубишин О.П., Хвостіна І.М., Степ'юк М.Д. Техніко-економічні детермінанти впливу на розподіл природного газу</i>	29
<i>Гнилко О.М., Гнилко С.Р. Стратиграфія чорносланцевих товщ Українських Зовнішніх Карпат</i>	33
<i>Іваніна А.В., Гоцанюк Г.І., Шайнога І.В. Регіональний прогноз нафтозаноносності за паліногеохімічними даними – інноваційний підхід до розшироків вуглеводнів</i>	38
<i>Колодій І.В., Анікеєва О.В. Критерії нафтогазоносності верхньоярських відкладів північно-західної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину</i>	43
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М. Результати рекогносцирувального обстеження прямопошуковими методами нафтогазоперспективних ділянок на півдні України</i>	47
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М. Рекогносцирувальне обстеження районів розміщення виснажених родовищ газу України прямопошуковими методами</i>	54
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М. Результати рекогносцирувальних досліджень на вуглеводні та водень в Карпатському регіоні</i>	61
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М. Результати обстеження зон водневої дегазації на території України частотно-резонансним методом обробки даних ДЗЗ</i>	68
<i>Манюк М., Манюк В. Створення геологічної моделі теригенного колектора з врахування неоднорідності його фільтраційно-ємнісних властивостей</i>	75
<i>Наумко І.М., Павлюк М.І., Локтєв А.А., Хоха Ю.В., Сахно Б.Е., Белецька Ю.А., Сава Н.Г. Термобарогеохімічні показники перспектив газоносності Закарпатського прогину України</i>	77



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

<i>Павлюк М.І., Шлапінський В.Є., Тернавський М.М. Перспективи відкриття промислової нафтоносності на ділянці Чорний Потік Слобода Рунгурської антикліналі Бориславсько-Покутського покриву Передкарпатського прогину</i>	84
<i>Ткаченко Ю.О., Боднарук Р.І., Бодлак В.П. Аналіз нафтогазових систем – 1000 сторінок в 1 слайді</i>	88
<i>Владика В.М., Федоришин Ю.І., Мончак Ю.Л., Туркус П.Б. Вплив тектонотермальних процесів на нафтогазоносність олігоценів відкладів Кросненської зони Карпат</i>	93
<i>Берлоус М.В. «Північний потік–2» як загроза для діяльності газотранспортної системи України</i>	98
<i>Галамай А.Р., Максимук С.В., Сидор Д.В. Геохімічні особливості впливу нафтогазових покладів на покриваючі солі Карпатської нафтогазоносної провінції</i>	100
<i>Павлунь М.М., Крупський Ю.З., Марусяк В.П., Михайловський І.Р., Циганчук Р.А. Можливості швидкого збільшення видобутку вуглеводнів та приросту їх ресурсів і запасів у Західному нафтогазоносному регіоні України</i>	106
<i>Орловський В.М., Білецький В.С., Похилко А.М. Тампонажні матеріали пониженої густини</i>	113
<i>Скакальська Л.В., Назаревич А.В., Косарчин В.І. Петрофізичні застосування теоретико-емпіричної методики прогнозування нафтогазоносності свердловин</i>	119
<i>Дучук С.В., Старинський В.О. Обґрунтування постановки сейсморозвідувальних робіт на в межах Волино-Подільської нафтогазоносної області з метою виявлення покладів вуглеводнів</i>	125
<i>Федоришин Д.Д., Трубенко О.М., Федоришин С.Д., Федоришин Д.С. Оцінка характеру насичення пластів і прогнозування складу притоку за даними каротажу з застосуванням критичних значень їх водонасиченості</i>	133
<i>Федорович І.В., Метюшоп І.М. Моделювання та прогнозування показників надійності транспортування природного газу</i>	136
<i>Куровець І.М., Грицик І.І., Куровець С.С., Грицан І.Ю. Про вплив деяких чинників на ємнісно-фільтраційних характеристики теригенних колеторів</i>	140
ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ У ЗВ'ЯЗКУ З РОЗРОБКОЮ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН	144
<i>Дяків В.О., Брода А.А., Думич О.Я., Ковальчук М.М., Яремович М.В. Природні трансформаційні процеси еволюції виїмки сірчаного кар'єру у стійку водну екосистему та потенційні джерела антропогенного впливу на акваторію і прибережні ландшафти озера Яворівське</i>	145
<i>Дяків В.О., Гайдін А.М. Ретроспективний аналіз розвитку соляного карсту, ефект самотампонування карстового каналу та перспективи відновлення спелеолікарні в шахті № 9 у межах Солотвинського родовища</i>	157



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

<i>Дяків В.О., Хевпа З.З., Драновська А.В. Сучасний стан рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал» та його вплив на карстологічну ситуацію (за результатами моніторингових спостережень, експериментального та матеріально-балансового моделювання)</i>	169
<i>Гайдін А.М., Дяків В.О. Геодинамічні процеси, що супроводжують розвиток техногенно-активізованого соляного карсту</i>	182
<i>Іванов Є.А., Андрейчук Ю.М. Розміщення та динаміка порушених і відпрацьованих земель у Львівській області</i>	190
<i>Іванов Є.А., Біланюк В.І. Розвиток і поширення небезпечних екзогенних процесів у Львівській області</i>	195
<i>Конанець Р.М. Порівняння технологій очищення підтериконових вод від важких металів</i>	200
<i>Кураєва І.В., Бодюк А.В., Кошлякова Т.О. Економічні та екологічні наслідки залізрудного гірництва та металургійного виробництва</i>	202
<i>Манюк О., Манюк В. Формування техногенних ландшафтів під впливом Калуш-Голинського родовища калійних солей</i>	207
<i>Науменко У.З., Ремезова О.О., Василенко С.П. Регіональні проблеми екології бурштинового Полісся</i>	210
<i>Назаревич Л.Є., Назаревич А.В. Нові дані про сейсмічність в зонах Тинівського і Північно-Долинського родовищ Передкарпаття</i>	216
<i>Рудько Г.І., Курило М.М., Озерко М.В. Екологічні наслідки видобування польовошпатової сировини на вітчизняних родовищах</i>	223
<i>Трофимчук О.М., Триснюк В.М. Оцінка екологічної безпеки Карпатського регіону в умовах техногенного пилового забруднення атмосферного повітря</i>	229
<i>Тузяк Я.М. Світові тенденції щодо прикладних засобів оцінки окремої категорії кам'яних ресурсів (природного декоративного каміння) та їх родовищ для надання їм статусу національного або світового надбання</i>	238
<i>Яковлєв Є.О., Чумаченко С.М., Кураєва І.В., Сплодитель А.О. Вміст забруднюючих речовин в водах шахти «Золоте» державного підприємства «Первомайськвугілля»</i>	244
<i>Ярошовець К.А., Вдовиченко А.І. Торф'яний потенціал у вирішенні соціально-економічних та екологічних проблем</i>	248
<i>Гайдін А.М. Лімнологія кар'єрних озер</i>	255
<i>Куроєдова С.В., Маринченко М.Є. Вплив геолого-техногенних чинників на розвиток та активізацію екзогенних геологічних процесів</i>	261
<i>Улицький О.А., Бойко К.Є. Визначення особливостей формування режиму підземних вод навколо затоплених вугільних шахт</i>	267



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

<i>Улицький О.А., Сухіна О.М. Методологія оцінювання вартості асиміляційного потенціалу озелених територій</i>	271
<i>Джумеля Е.А., Джумеля В.А. Система екологічного моніторингу територій впливу видобувних і переробних підприємств</i>	275
<i>Тиханович Є.Є., Біланюк В.І., Андрейчук Ю.М., Хоменко К.С. Землевикористання торфовищ Львівської області у контексті природної безпеки України</i>	278
ВИКОРИСТАННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД. ПЕРЕОЦІНКА ЗАПАСІВ ТА РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД	283
<i>Адаменко О.М., Михайлюк Р.Й., Мандрик О.М., Качала С.В. Наслідки, причини та можливості прогнозування катастрофічних наводків на ріках Західної України</i>	284
<i>Бацевич Н.В., Панченко А.В., Яремович М.В., Базіляй С.Б. Повторна геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів ділянок «Кришталеве джерело-1» і «Кришталеве джерело-2» Голубинського родовища мінеральних лікувально-столових вод</i>	289
<i>Комлєв О.О., Бейдик О.О., Бортник С.Ю., Спиця Р.О., Жилкін С.В., Філоненко Ю.М. «Геодинамічне тіло» геоморфолітосфери Києва як природна модель вивчення динаміки підземних вод</i>	295
<i>Панов Д.Г., Гарасимчук В.Ю., Соловей Т.В., Януш Л.О., Сокоренко С.М., Павлюк Н.М. Оцінка ресурсів підземних вод транскордонної між Україною та Польщею території в рамках проекту “EU-WATERRES: європейська інтегрована система управління транскордонними ресурсами підземних вод та антропогенними небезпеками”</i>	299
<i>Панова О.А., Привалов В.О., Кураєва І.В., Кошлякова Т.О. Шахтні води як альтернативний ресурс</i>	305
<i>Радловська К.О., Зорін Д.О. Про швидкість активізації зсувних та карстових процесів у Дністровському каньйоні</i>	308
<i>Саніна І.В., Люта Н.Г. Перспективи використання експлуатаційних запасів питних підземних вод в Україні</i>	311
<i>Шлапінський В.Є., Кондратюк Є.І., Савчак О.З., Тернавський М.М. Промислові йодо-бромні води в свердловинах площі Вовче Кросненського покрову Українських Карпат</i>	314
<i>Бодюк А.В. Екологічний фіскальний платіж за забруднення водних об’єктів</i>	318
<i>Павлюк В.І., Ванькович Д.М. Перспективи та доцільність приросту ресурсів підземних вод вищої якості для водозабезпечення Львова</i>	322
<i>Бабов К.Д., Погребний А.Л., Олійник Н.П., Гуца С.Г. Мінеральні радонові води України. Ресурсний потенціал та сучасне використання</i>	327



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

<i>Стеценко Б.Д. Про проблему розвитку Канева в умовах конфліктних ускладнень з його водозабезпеченням</i>	333
<i>Сивий М.Я., Довганик О.З. Про природну захищеність підземних вод Тернопільської області</i>	337
<i>Шестопалов В.М., Моїсєєва Н.П., Лесюк Г.В. Нові горизонти застосування мінеральних вод</i>	344
<i>Мацієвська О.О. Аналіз вимог до якості питної води в Україні та Польщі</i>	347
<i>Кондратюк Є., Чертков Ю. Мінеральні води в долині річки Ріки Закарпатської області</i>	350
ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ. ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ ТА ЇЇ РОЗВИТОК В УКРАЇНІ	357
<i>Фик І.М., Фик М.І., Аббуд М.Х. Геотермальний шлях зеленої енергетики в нафтогазовій промисловості</i>	358
<i>Лопушанська М.Р., Теслович М.В., Іванов Є.А. Стан і перспективи розвитку відновлюваної енергетики у гірській частині Львівської області в карантинний період</i>	363
<i>Михайлова Г.Ю., Лень Є.Г., Галстян І.Є., Якимчук М.М., Рудь М.О., Шевченко М.Я., Герасимов О.Ю. Нанокмполити для альтернативної енергетики</i>	372
<i>Башинська Ю.І. Відновлювана енергетика: стан і перспективи</i>	376
<i>Горванко Г.Д., Галіпчак Х.Ю., Войтович Я.В. Річкові артерії Закарпаття їх розвиток та проблеми захисту</i>	378
<i>Поп С.С., Шароді І.С. Розвиток відновлюваної енергетики Закарпатської області – внесок у декарбонізацію енергетики України</i>	381
<i>Матківський С.В. Утилізація техногенного діоксиду вуглецю в нафтогазових родовищах – шлях до декарбонізації енергетичного сектору України</i>	387
<i>Петровський О.П., Трачук А.Ю. Підземна утилізація CO₂. Можливості дистанційного контролю за закачуванням CO₂ у підземні сховища</i>	393
<i>Яремович М.В., Дяків В.О., Джумеля Е.А., Погребенник В.Д. Ефекти «парасолі», концентрування зливових опадів, активізації ерозійних процесів та зміни інженерно-геологічних умов ґрунтів при експлуатації сонячних електростанцій побудованих у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств</i>	398
<i>Семенюк М.В., Козак М.С. Історія нафтогазової промисловості Галичини (1924 рік)</i>	408
<i>Сворень Й.М. Про фундаментальну геохімію в незалежній Україні</i>	413

**ЕНЕРГЕТИЧНА
НЕЗАЛЕЖНІСТЬ УКРАЇНИ.
НАРОЩУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОГО
ПОТЕНЦІАЛУ ДЕРЖАВИ**





УДК 550.8.053

ЯК ЗАБЕЗПЕЧИТИ УКРАЇНУ ВЛАСНИМИ ВУГЛЕВОДНЕВИМИ РЕСУРСАМИ, МАКСИМІЗУВАТИ ДОХІД ВІД ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ І ЗНИЗИТИ РИЗИК БУРІННЯ НЕПРОДУКТИВНИХ СВЕРДЛОВИН

Петровський О.П., д. фіз.-мат. н., професор, oleksandr.petrovskyy@deproil.com,

Петровська Т.О., к. фіз.-мат. н., tetyana.fedchenko@gmail.com,

Штурмак І.Т., к. геол.-мін. н., iruna.shturmak@gmail.com,

НТК «ДЕПРОІЛ ЛТД.», м. Івано-Франківськ, Україна

Розроблена унікальна технологія «Картування промислових резервуарів вуглеводнів різної морфології та походження».

Фактична ймовірність успіху (POS) картування просторового положення резервуару, визначення об'єму запасів та початкового дебіту свердловин становить – 85% . Активне застосування технології у пошуково-розвідувальному процесі забезпечить швидке і суттєве нарощування видобутку вуглеводнів в Україні.

HOW TO PROVIDE THE COMPANY WITH OWN HYDROCARBON RESOURCES, TO MAXIMIZE THE INCOME FROM HYDROCARBON PRODUCTION AND TO REDUCE RISKS OF DRILLING NON-PRODUCING WELLS

Petrovskyy O., Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor, oleksandr.petrovskyy@deproil.com,

Petrovska T., Cand. Sci. (Phys.-Math.), tetyana.fedchenko@gmail.com,

Shturmak I., Cand. Sci. (Geol.-Min.), iruna.shturmak@gmail.com,

STC "DEPROIL LTD", Ivano-Frankivsk, Ukraine

The unique technology «Commercial hydrocarbon-bearing reservoirs mapping of different type and origin» has been developed and implemented in Ukraine.

The probability of success (POS) in reservoir mapping, estimation of the hydrocarbon resources in place and initial flow rate in wells is 85%. Active use of technology in the exploration process will ensure a rapid and significant increase in hydrocarbon production in Ukraine.

На нинішньому етапі економічного розвитку перед нафтогазовим сектором України постали такі виклики:

- припинення транспортування газу через територію України;
- припинення постачання газу з боку Росії або суттєве підвищення ціни постачання газу;
- забезпечення населення країни газом.

Тому протягом короткого часу необхідно забезпечити збільшення власного видобутку газу, відновити ресурсну базу вуглеводнів в першу чергу за рахунок відкриття нових, в тому числі, крупних родовищ, оптимізувати процес розробки вже відкритих родовищ.

Для вирішення цих питань доцільно впровадити розроблену в Україні технологію «Картування промислових резервуарів вуглеводнів різної морфології та походження» на основі створення інтегральних 3D моделей густини та щільності запасів вуглеводнів за гравіметричними даними 3D, яка забезпечить пошук нових умов формування значних скупчень вуглеводнів, залучення в розробку неструктурних резервуарів, картування нових перспективних об'єктів на великих глибинах, зменшить ризики буріння «сухих» свердловин та збільшить прибутковість нафтогазових компаній.

Розробником технології є науково-технічна компанія ДЕПРОІЛ, яка з 2000 року успішно співпрацює з українськими та міжнародними нафтовими і газовидобувними компаніями, забезпечує геофізичний супровід пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ на всіх стадіях пошуково-розвідувального процесу, розробки родовищ та експлуатації підземних сховищ газу.

Результати досліджень втілені в унікальну, розроблену під керівництвом професора О. П. Петровського, технологію «Картування промислових резервуарів вуглеводнів різної



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

морфології та походження» [1-3]. Дана технологія та програмне забезпечення GCIS для спільної інверсії 3D гравіметричних даних разом із свердловинними та сейсмічними даними 2D та 3D використовує площинні гравіметричні спостереження, як незалежне джерело 3D інформації та забезпечує створення геологічно змістовної детальної 3D моделі густини породи складно побудованого осадового басейну із горизонтальним розрішенням 100м та вертикальним-до 1м, в якій безпосередньо відображаються нафтогазоперспективні ділянки і промислові резервуари вуглеводнів. Картування вуглеводневнонасичених резервуарів проводиться згідно з нижче наведеним алгоритмом (рис. 1).

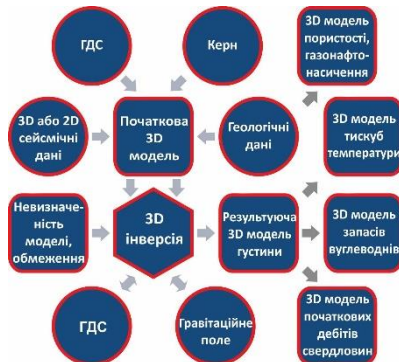


Рис. 1. Алгоритм інтерпретації геолого-геофізичних даних

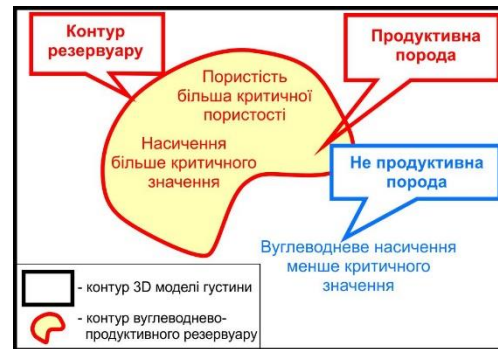


Рис. 2. Вуглеводнево продуктивна порода та промисловий резервуар вуглеводнів

Технологія дозволяє: картувати значні за розмірами резервуари вуглеводнів довільного морфологічного типу і генезису, розташовані на глибинах від денної поверхні до 7 км і глибше; до початку буріння визначити просторове положення промислового резервуару вуглеводнів (ПРВ), його загальні і дреновані запаси та початковий дебіт майбутньої свердловини; при закладанні нових свердловин звести до мінімуму ризик отримати в результаті буріння «суху» свердловину та забезпечити максимальний початковий дебіт. Основним об'єктом досліджень технології є «Промисловий резервуар вуглеводнів».

Виходячи із визначення «вуглеводневопродуктивної породи», як ізольованого об'єму середовища, в межах якого пористість та коефіцієнт вуглеводневого насичення мають значення більші, ніж критичні, можна весь простір «пласт» розділити на дві частини. Одна – це вуглеводневопродуктивна (рис. 2), а інша не продуктивна порода. Базуючись на цьому, «контуром вуглеводневопродуктивного резервуару» буде замкнена поверхня, яка охоплює вуглеводневопродуктивну породу і характеризується наступними параметрами:

1. Стратиграфічний рівень (глибина).
2. Контур резервуару (планове положення).
3. Загальні та дреновані запаси (ресурси).
4. Початковий дебіт свердловин.

Технологія забезпечує визначення всіх цих параметрів. Це дає можливість до початку буріння свердловини визначити економічну доцільність такого буріння. Для цього необхідно мати оцінку фактичної ймовірності визначення зазначених параметрів і, як наслідок, всього резервуару.

З точки зору пошуків покладів нафти і газу густина породи є найчутливішим петрофізичним параметром, так як залежить від таких характеристик як пористість та вуглеводневнонасичення, а формування промислового резервуару вуглеводнів пов'язане із появою у породі пористості (пустоти) та заповнення порового (пустотного) простору вуглеводневим флюїдом.

Використовуючи залежність густини породи від пористості та вуглеводневнонасичення, можна стверджувати, що густина вуглеводневопродуктивної породи буде завжди менша, ніж



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

густина не продуктивної породи. Це пов'язано з тим, що збільшення пористості приводить до зменшення об'єму скелету породи і як наслідок, до зменшення густини породи. Відповідно, збільшення вуглеводневонасичення приводить до зменшення в поровому (пустотному) просторі породи частки вільної води, густина якої є більшою, ніж густина вуглеводнів, що так само приводить до зменшення густини породи. Базуючись на цій властивості вуглеводневопродуктивної породи «контур вуглеводневопродуктивного резервуару» картується як замкнений контур, який охоплює породи з меншою густиною, ніж густина на цьому контурі (рис. 2). Відповідно, «промисловий резервуар вуглеводнів» – простір в межах контуру вуглеводневопродуктивного резервуару.

Таким чином, наявність достовірної інформації щодо характеру зміни густини вуглеводневопродуктивних пластів забезпечує можливість надійного картування положення промислового резервуару вуглеводнів.

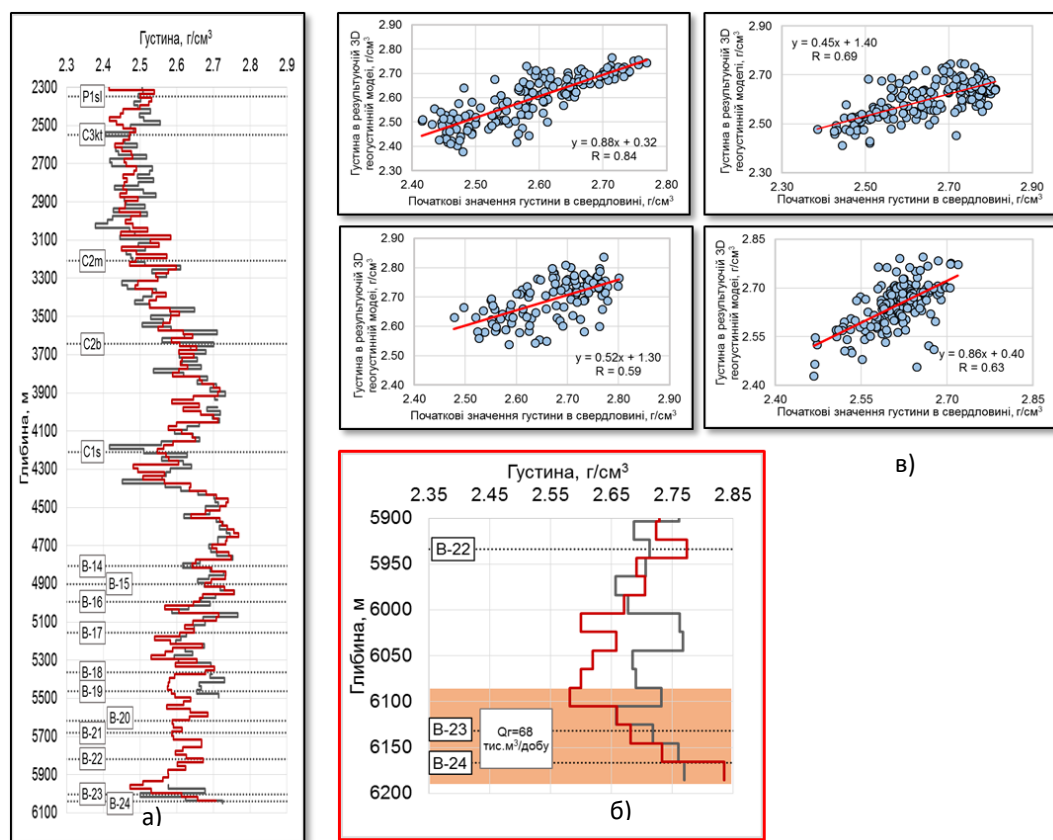


Рис. 3. Приклади порівняння густини порід за даними буріння свердловин та раніше створеної 3D моделі густини порід Скиданівської ліцензійної ділянки: а) Криві густини: чорним кольором- густина розрахована за даними АК, які були виміряні у 2018-2020 роках, червоним кольором – густина з результуючої 3D моделі 2017 року; б) Коефіцієнти кореляції по 4 свердловинах; в) – співставлення густинних кривих з інтервалом перфорації промислового резервуару газу

За 20 років виробничого досвіду із застосуванням Технології розроблено і впроваджено 21 регіональний проект на площі 628 тис.км², 68 пошуково-розвідувальних проектів на площі 72,4 тис.км², для отримання надійних гравіметричних і магнітометричних даних проведено 24 проекти високоточних гравіметричних спостережень на площі 7,1 тис.км², 18 проектів високоточних магнітометричних спостережень на площі 5,3 тис.км². За цей час замовниками робіт на ділянках досліджень пробурено 80 нових свердловин та проведено в них 164 випробування.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Для оцінки ризику визначення стратиграфічного рівня (глибини) резервуару проведено співставлення прогнозової та фактичної густини порід промислового резервуару вуглеводнів за результатами буріння нових свердловин та випробувань на ділянках, де були закартовані промислові резервуари вуглеводнів (рис. 3). Результати співставлення по 10 свердловинах, пробурених до глибини 6200 м показали, що коефіцієнт кореляції змінювався від 59% до 91%, що дало можливість оцінити фактичний ризик визначення глибинного положення резервуару на рівні 31%.

Для оцінки ризику визначення контуру ПРВ (рис. 4) всі ВИПРОБУВАННЯ по горизонтах прогнозу згідно із створеними 3D моделями і закартованими контурами промислових резервуарів вуглеводнів були віднесені до одного із чотирьох класів:

А. ВИПРОБУВАННЯ знаходиться в межах контуру і отриманий приплив вуглеводнів або вуглеводневе насичення за даними ГДС – підтвердження позитивного прогнозу позначення – **А**).

В. ВИПРОБУВАННЯ знаходиться за межами контуру прогнозу і при цьому приплив вуглеводнів не отриманий або відсутнє вуглеводневе насичення за даними ГДС – підтвердження негативного прогнозу (позначення – **В**)

С. Результати ВИПРОБУВАННЯ не підтверджують зроблений прогноз – прогноз не підтверджений (позначення – **С**)

Д. По горизонту до якого відносяться випробування прогноз перспектив нафтогазоносності не виконувався – дані для аналізу не застосовуються (позначення – **Д**)

За даними випробування в пробурених свердловинах з використанням технології встановлено, що ризик картування контуру нафтогазонасиченого резервуару за даними буріння становить 18% (табл. 1).

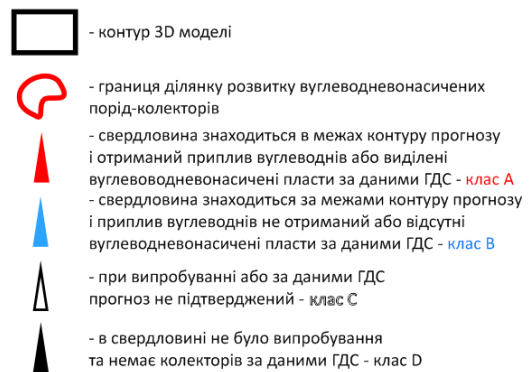
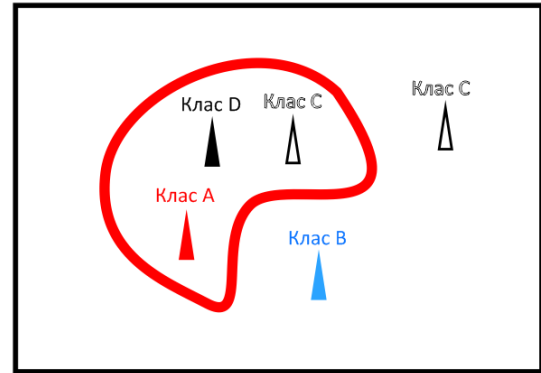


Рис. 4. До методики оцінки фактичних ризиків буріння непродуктивних свердловин

Таблиця 1

Аналіз оцінки ризиків буріння

Замовник	Площі	Пробурено свердловин	Всього випробувань	Випробування підтвердили прогноз	Випробування прогноз не підтвердили	Успішність POS	Глибина випробувань
НАК Нафтогаз	2	2	2	2	0	100%	3256-3264
Укргазвидобування	13	54	138	109	29	79%	170-6276
ДТЕК Нафтогаз	1	6	5	4	1	80%	5133-5319
SMART ENERGY-1	2	3	3	3	0	100%	4802-5308
SMART ENERGY-2	1	2	2	2	0	100%	4515-4559
SMART ENERGY-3	1	2	2	2	0	100%	3307-3324



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Замовник	Площі	Пробурено свердловин	Всього випробувань	Випробування підтвердили прогноз	Випробування прогноз не підтвердили	Успішність POS	Глибина випробувань
ВАТ Укрнафта	3	10	11	10	1	91%	
ГАЗ ІНВЕСТ	1	1	1	1	0	100%	
Разом	24	80	164	134	30	82%	170-6276

Для розрахунку загальних та дренажних запасів вуглеводнів НТК ДЕПРОІЛ ЛТД вперше застосовується параметр 3D моделі щільності запасів вуглеводнів, який відображає кількість запасів вуглеводнів в одиниці об'єму породи колектора і є фактичним відображенням товарних запасів в пустотному просторі породи, звільненим від інших геологічних чинників, а також метод стохастичного моделювання – Монте-Карло. Обидва методи оперують одними і тими самими параметрами критичної пористості, вуглеводневонасичення, тиску, температури, коефіцієнта стиснення вуглеводнів і їх густини в пластових умовах. Відмінність 3D моделі щільності запасів вуглеводнів полягає в більш коректному врахуванні структури розподілу властивостей резервуарів в 3D просторі. Метод Монте-Карло для моделювання тих же особливостей застосовує статистичні розподіли для перелічених параметрів резервуарів. Для розрахунку ризику визначення загальних та дренажних запасів (ресурсів) вуглеводнів використано результати оцінки перспективних ресурсів газу по горизонту В-19 Скиданівської ліцензійної ділянки, виконаної методом Монте-Карло у 2017 році з результатами буріння свердловини 1-Жемчужна, яка в цьому горизонті відкрила промисловий резервуар вуглеводнів (родовище). Співставлення зробленого прогнозу 2,0 млрд. м³ із оприлюдненими даними про запаси Жемчужного родовища, показує, що ризик становить 15%.

Важливим питанням застосування технології є розуміння мінімальних запасів вуглеводнів, які можуть бути закартовані. Для його вирішення був розроблений спеціальний метод. Враховуючи, що картування ПРВ відбувається в результаті розв'язку оберненої задачі гравіметрії, похибка спостереження гравітаційного поля є тою величиною, яка контролює мінімальні запаси резервуару, які визначаються як маса вуглеводнів, розташованих на різних глибинах, яка створює на денній поверхні гравітаційне поле, що дорівнює цій похибці.

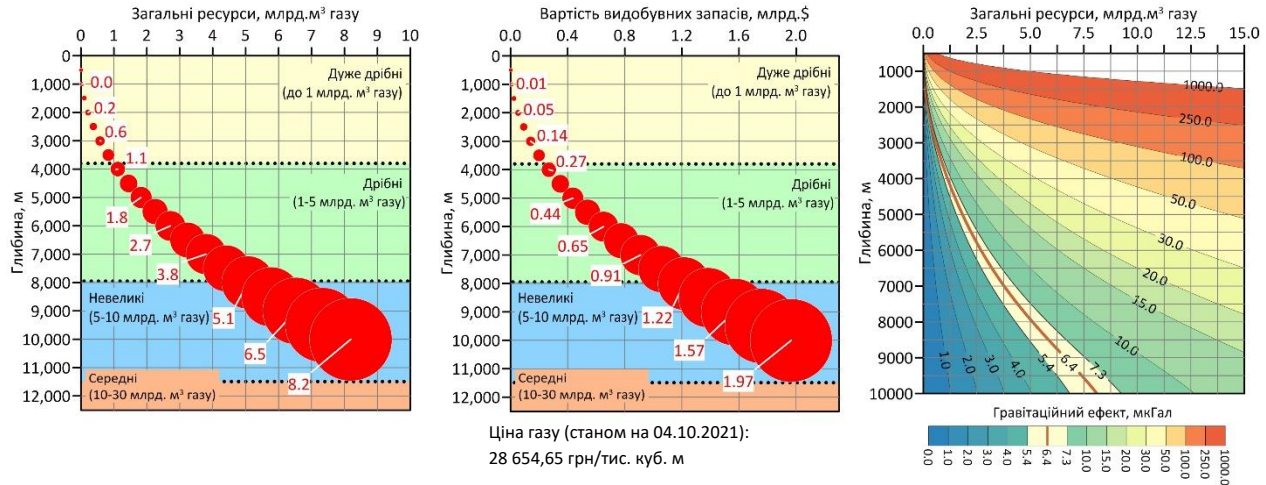
Із досвіду виконаних 10 польових гравіметричних проектів з 2009 до 2020 року, середня похибка спостереження гравітаційного поля становить 6,4 мкГал.

Проведені розрахунки мінімальних запасів показали, що технологія дозволяє успішно картувати всі економічно доцільні резервуари: від поверхні до глибини 4 км – дуже дрібні, з запасами до 1 млрд м³ газу, від поверхні до 8 км – дрібні із запасами в межах від 1 до 5 млрд м³ газу, від поверхні до 11 км – невеликі із запасами 5-10 млрд м³, від поверхні до 12 км і глибше – середні із запасами 10-30 млрд м³ (рис. 5).

Для перевірки коректності оцінки мінімальних запасів газу використане пряме 3D моделювання ПРВ із запасами 7,3 млрд.м³ Комишнянського газоконденсатного родовища, які залягають на глибинах 5-6 км. Результати моделювання показали, що ПРВ Комишнянського родовища створюють гравітаційну аномалію 20 мкГал. Аналогічна аномалія 21 мкГал була отримана на основі використання розробленого методу оцінки мінімальних запасів ПРВ Комишнянського родовища, що підтверджує достовірність отриманих результатів.(рис. 6).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Ціна газу (станом на 04.10.2021):
28 654,65 грн/тис. куб. м

Рис. 5. Мінімальні запаси вуглеводнів, які можуть бути закартовані за допомогою технології залежать від глибини їх залягання і відповідають мінімальній похибці спостереження гравітаційного поля 6,4 мкГал (розрахунки проведені для умов центральної частини ДДЗ).

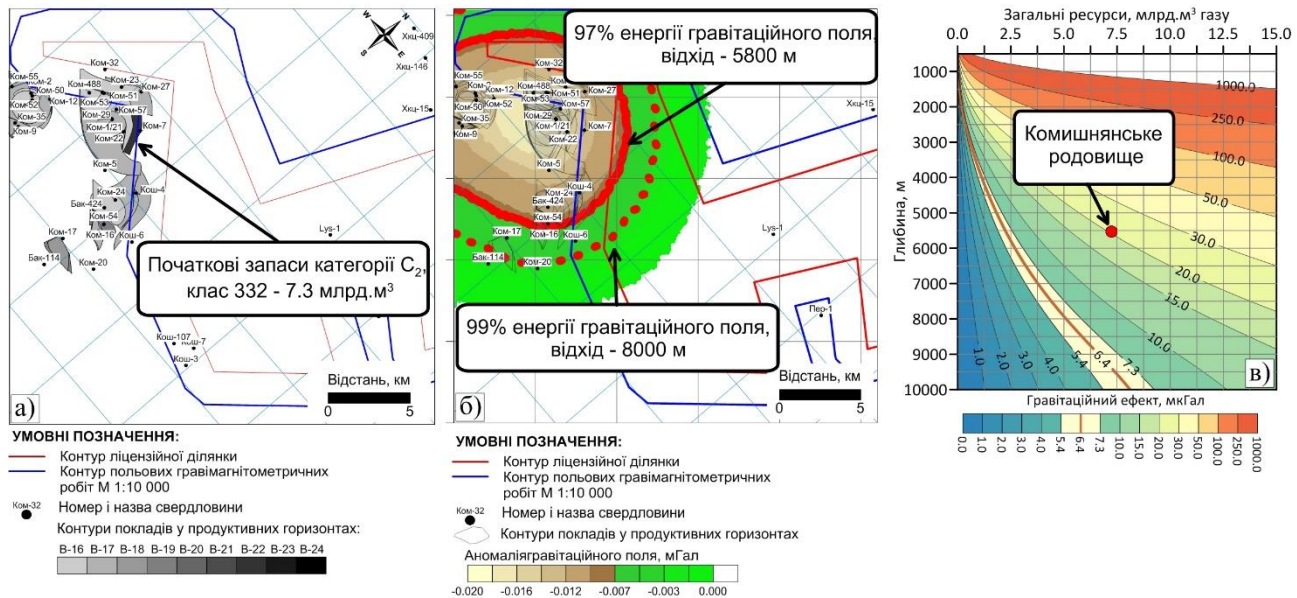


Рис. 6. Гравітаційна аномалія, яку створюють резервуари вуглеводнів Комишнянського газоконденсатного родовища. а) Положення резервуарів; б) Пряме 3D моделювання аномалій густини – 20 мкГал; в) Оцінка аномалій – 21 мкГал.

Одним із найбільш важливих параметрів ПРВ з точки зору ефективності його експлуатації є початковий дебіт свердловини, яка його розкрис. Для оцінки початкового дебіту застосовується встановлена прямопропорційна залежність між густинною аномальністю вуглеводневопродуктивної породи по відношенню до густини на контурі промислового резервуару вуглеводнів (рис. 7а-г) або щільністю запасів вуглеводнів (рис. 7д) та початковим дебітом свердловини. Результати аналізу початкового дебіту визначеного за результатами випробування горизонту В-22 Скиданівського та Комишнянського родовищ і В-19 Жемчужного родовища показали, що фактичний ризик визначення початкового дебіту свердловини із застосуванням Технології не перевищує 21%



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

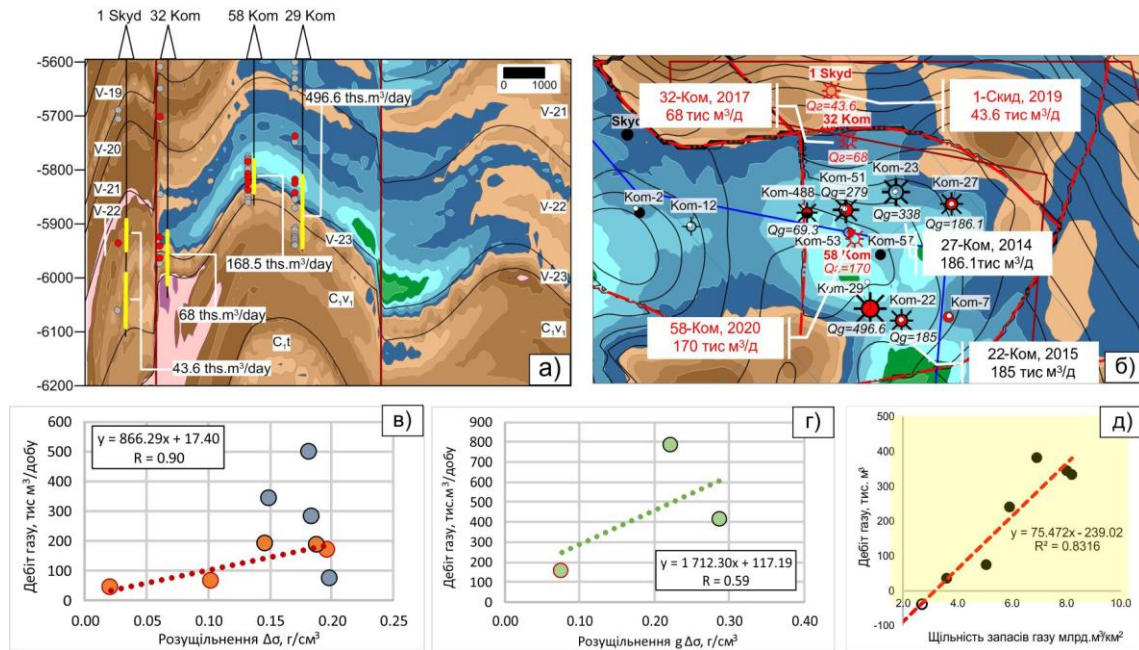


Рис. 7. Залежність початкового дебіту свердловин від ступеня аномальності (розушцінення) густини порід або щільності запасів вуглеводнів в межах ПРВ на основі даних Скиданівського та Комишнянського родовищ: (а) розріз 3D густинної моделі через пробурені свердловини; б) зріз 3D моделі густини породи по горизонті В-22; (в) залежність дебіту газу від аномальності породи колектора горизонті В-22, (г) горизонті В-19, та (д) щільністю запасів газу на Мачухському газовому родовищі

Таблиця 2

Ймовірність успіху картування резервуарів вуглеводнів за результатами випробування свердловин на конкретних родовищах

№ п/п	Родовище	Замовник	Рік буріння свердловин	Свердловина	Успішність POS
1	Ім. Субботіна нафтове	НАК Нафтогаз України	2010-2012	3-Субботіна	100%
2	Ім. академіка Шпака нафтове	НАК Нафтогаз України	2013	110 – Південно Рунівщинська	100%
3	Микуличинське нафтове	ВАТ Укрнафта	2004-2020	7, 8, 9, 10, 25, 26, 33-Мкл	87.5%
4	Солотвинське газове	ГПУ «Львівгазвидобування»	2005 2011 2012	23, 28, 15	100%
5	Скиданівська ЛД, Жемчужне-газове	ГПУ «Полтавагазвидобування»	2017-2020	4	86%

В результаті досліджень встановлено, що представлена технологія «Картування промислових резервуарів вуглеводнів різної морфології та походження» забезпечує фактичну ймовірність успіху (POS) картування просторового положення резервуару, визначення об'єму запасів та початкового дебіту нових свердловин на рівні 85%.

1. Ризик картування стратиграфічного рівня (глибини) – 31%.
2. Ризик картування контуру резервуару (планове положення) – 18%.
3. Ризик оцінки загальних та дренажних запасів (ресурсів) – 15%.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

4. Ризик визначення початкового дебіту свердловин – 21%.

Активне застосування технології картування промислових резервуарів вуглеводнів у процесі пошуків, розвідки та розробки газу та нафти забезпечує умови для суттєвого, швидкого та економного (вартість застосування технології не перевищує 30% від вартості широкоазимутальної 3D сейсморозвідки) збільшення видобутку, запасів та ресурсів вуглеводнів, а завдяки цьому забезпечення населення України газом власного видобутку.

Список використаних джерел:

1. Петровский А.П. Математические модели и информационные технологии интегральной интерпретации комплекса геолого-геофизических данных (на примере нефтегазопроисловых задач) // Диссертация доктора физ.-мат. наук: 04.00.22.. - Киев : [б.н.], 2004 г. Гнатюк О., Бодлак П., Цюха О. Перспективи відкриття нових родовищ нафти і газу на невеликих глибинах у Складчастих Карпатах [Збірка доповідей] // Матеріали молодіжної наукової конференції «Наука про Землю-2001». - Львів : ЛНУ, 2001.
2. Петровский А.П. Информационное обеспечение и модельные представления интегральной интерпретации геолого-геофизических данных при изучении нефтегазоносных структур [Журнал] // Геофизический журнал. - 2004 г. - №3 : Т. 26. - стр. 77-86. - А.П. Петровский.
3. Петровський О.П. Автоматизована система кількісної комплексної інтерпретації геофізичних даних GCIS як основа технології інтегральної інтерпретації комплексу геолого-геофізичної інформації для пошуків нафти і газу [Журнал] // Геоінформатика. - 2003 р. - №2. - сс. 25-34. - О.П. Петровський, О.І. Кобрунов, Н.С. Ганженко, В.М. Суятінов.



УДК 646.791:351.338(477)+620.9

УРАН ЯК ЗАПОРУКА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ ТА ДЖЕРЕЛО ЧИСТОЇ ЕНЕРГІЇ

Бакаржієв Ю.А., y.bakarzhiev@nucsystems.com.ua;

Лисенко О.А., к. геол. н., o.lysenko@nucsystems.com.ua;

Синчук В.В., v.synchuk@nucsystems.com.ua,

ТОВ «Атомні енергетичні системи України, м. Київ, Україна

Світова енергетика, за вимогами часу, змінює вектор в напрямку використання більш екологічних джерел. Швидко розвивається «зелена» енергетика, яка базується на відновлюваних джерелах енергії. Зміцнює свої позиції атомна. Основу енергетики України становить атомний сектор. Запасів вітчизняного урану вистачить не менше як на 100 років. Проте видобувна галузь знаходиться в занепаді. Повне забезпечення електростанцій ядерним паливом можливе за рахунок збільшення видобутку руд на діючих рудниках та залучення до експлуатації нових родовищ рентабельних руд.

URANIUM AS A GUARANTEE OF UKRAINE'S ENERGY SECURITY AND A SOURCE OF CLEAN ENERGY

Bakarzhiev Yu., y.bakarzhiev@nucsystems.com.ua;

Lysenko O., Cand. Sci. (Geol.), o.lysenko@nucsystems.com.ua;

Synchuk V., v.synchuk@nucsystems.com.ua,

Nuclear Energy Systems of Ukraine LLC, Kiev, Ukraine

The world energy industry is changing the vector towards the use of more environmentally friendly sources following the requirements of modern times. "Green" energy, which is based on renewable energy sources, is developing rapidly. Nuclear energy strengthens its position. The foundation of Ukraine's energy industry is the nuclear energy sector. Domestic uranium reserves are sufficient for at least 100 years. However, the mining industry is in decline. Power plants can be fully supplied with nuclear fuel by increasing uranium production at existing mines and involving new profitable ore deposits in the operation.

Хто володіє енергією, володіє світом

Зміна парадигми в енергетиці

Людство вступило в епоху драматичних змін клімату через глобальне потепління, викликане антропогенними викидами парникових газів.

Генеральний секретар ООН Антоніу Гутерріш у своєму виступі 17 вересня 2021 року попередив, що, згідно з доповіддю Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, світ перебуває на шляху до катастрофічного потепління – на 2,7 градуса за Цельсієм до 2030 року.

"Ми порушуємо дану шість років тому обіцянку досягти мети Паризької угоди – обмежити глобальне потепління 1,5 градусами. Немоżliвість досягти цієї мети призведе до величезних втрат життів і засобів до існування", – йдеться в заяві Гутерріша за доповіддю про зміну клімату.

Гутерріш зазначив, що наука свідчить про необхідність скоротити шкідливі викиди на 45 % до 2030 року, щоб досягти вуглецевої нейтральності до середини століття.

Однак доповідь Рамкової конвенції ООН передбачає, що якщо країни світу не змінять своєї політики щодо захисту клімату, обсяг шкідливих викидів збільшиться на 16 % до 2030 року порівняно з рівнем 2010 року.

Усвідомлення світовою спільнотою цієї глобальної загрози привело до зміни парадигми в енергетиці – енергетика, яка в 20 сторіччі домінувала і базувалась на використанні викопного палива, в 21 сторіччі стрімко замінюється енергетикою, яка базується на відновлюваних джерелах енергії (ВДЕ) – «зеленої» або «чистої» енергетики.

У 2020 році виробництво електроенергії в країнах Європейського союзу з ВДЕ зросло до 1052582 ГВт*год, що на 29 994 ГВт*год більше, ніж вироблення з викопного палива [1]. У 2019 цей показник становив 979 866 ГВт*год, в той час як в 1990 році – 303 279 ГВт*год.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Виробництво електроенергії з викопного палива в Європейському союзі (ЄС) у 2020 році знизилося на 9,8 % – до найнижчої точки за 30 років: з 1133402 ГВт*год в 2019 році до 1022589 ГВт*год у 2020 році. У 1990 році цей показник становив 1226156 ГВт*год, а в 2007 році він досяг піку в 1584005 ГВт*год.

У 2020 році нові потужності «чистої» енергії в США перевершили викопне паливо: 80 % новостворених енергетичних проєктів виявилися сонячними (38 %) або вітряними (42 %) [3]. Крім того, відновлювані джерела енергії за підсумками 2020 року обійшли за обсягом вироблення вугільні та атомні електростанції.

В Україні ситуація кардинально інша. Лідером з виробництва електроенергії є АЕС (54 % від всієї виробленої енергії за 1 півріччя 2021 року), далі йдуть ТЕС та ТЕЦ (29,6 %), ГЕС та ГАЕС – (8 %), ВДЕ – (7,3 %), блок-станції – 1,1 % [3]. Цілком очевидно, що Україна, хоч вона за підсумками 2020 року займає 31 місце у світі за викидами парникових газів (0,5 % від загального викиду), не зможе залишитися осторонь від світового тренду розвитку енергетики.

Разом з тим, якщо віднести ядерну енергію до «чистої», на що є всі підстави, які будуть розглянуті пізніше, то загальна частка «чистої» і «зеленої» енергії в Україні станом на кінець 1 півріччя 2021 року складає 69,3 % – ГЕС і ГАЕС – 8 %, АЕС – 54 %, ВДЕ – 7,3 %.

Ядерна енергетика - чиста енергетика

З технічної точки зору відповідь на це питання є однозначною – так, ядерна енергія є «чистою». Якщо звернутися до інформації щодо питомих викидів в еквіваленті вуглекислого газу для різних генерацій, яка опублікована Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату (IPCC), що є органом Організації Об'єднаних Націй з оцінки науки, пов'язаної зі зміною клімату, то спостерігається наступна закономірність.

Питомий викид в еквіваленті вуглекислого газу (г на 1 кВт/год (з урахуванням всього циклу від виробництва сировини та обладнання до виробництва енергії) складає: вугілля – 820, спільне спалювання вугілля і біомаси – 740, природний газ – 490, біомаса – 230, комунальна сонячна енергія – 48, сонячна енергія з дахів будинків – 41, геотермальна енергія – 38, концентратори сонячної енергії – 27, гідроелектростанції – 24, ядерна енергія – 12, морські вітроелектростанції – 12, берегові вітроелектростанції – 11.

Коментарі зайві, питомі викиди від ядерної енергії є одними з найменших із всіх генерацій.

З законодавчої точки зору – Європейська комісія, яка розробила першу в світі класифікацію екологічно стійких видів діяльності, не віднесла атомну енергетику до класифікації екологічно стійкої діяльності на тій основі, що радіоактивні відходи можуть потенційно загрожувати ґрунту та, таким чином, не відповідають максимумам «не зашкодь».

Кілька країн-членів, у тому числі Франція, виступили проти цієї класифікації, звинувативши Єврокомісію у застосуванні ідеологічного підходу під тиском Австрії, Німеччини та Люксембургу, що суперечить усім науковим обґрунтуванням.

Але наскільки мудрим є прислів'я: «хочеш розсмішити бога – розкажи йому про свої плани».

Ситуація різко змінилась, як тільки в другій половині 2021 року в Європі стала стрімко розвиватися енергетична криза, викликана драматичним зростанням цін на природний газ.

У вересні 2021 року єврокомісар з питань внутрішнього ринку Тьєррі Бретон безапеляційно заявив про необхідність експлуатувати АЕС до 2050-х років.

«Однозначно потрібно зберігати атомну енергетику. Ті, хто думає, що можна здійснити зелений безвуглецевий перехід без ядерної енергетики, помиляються», – сказав чиновник.

На тлі цих оголошень компанія Rolls-Royce оголосила про свою готовність побудувати 16 нових міні-реакторів на півночі Англії, а міністр бізнесу та енергетики Великобританія Кваси Квартинг готовий схвалити цей крок.

Влада Сполученого Королівства хоче продовжити зупинене в 2020 році через брак фінансування будівництво атомної електростанції (АЕС) Уїлф в Уельсі.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Прем'єр-міністр Борис Джонсон зобов'язався до 2025 року побудувати хоча б один великий ядерний реактор. Уряд також обговорює з французькою енергетичною компанією Electricite de France фінансування британської АЕС Sizewell C.

В тому ж 2021 році Комітет з досліджень ЄС (JRC) прийшов до висновку, що «Аналізи не виявили ніяких наукових доказів того, що ядерна енергія завдає більшої шкоди здоров'ю людини або навколишньому середовищу, ніж інші технології виробництва електроенергії, вже включені в Таксономію ЄС в якості видів діяльності».

Міжурядова група експертів ООН зі зміни клімату (IPCC) вже включила ядерну енергетику до загального енергетичного балансу як рівноправний вид альтернативної енергетики.

Таким чином, включення ядерної енергетики до «зеленої таксономії» ЄС є лише питанням часу, скоріш за все його незначного проміжку.

Якщо це станеться, Україна займе дуже достойну позицію у світовому рейтингу країн з переважною часткою зеленої енергії в енергобалансі – 4-6 місця поряд з Канадою і Швецією.

Стратегія розвитку ядерної енергетики України

Сьогодні на українських АЕС працює п'ятнадцять енергоблоків, з них тринадцять – з реакторною установкою типу ВВЕР-1000, а два – ВВЕР-440 встановленої потужністю 13835 МВт. Україна посідає дев'яте місце у світі за показником встановленої потужності АЕС. АЕС України, оператором яких є ДП «НАЕК «Енергоатом», забезпечує близько 54 % потреби України в електроенергії, а в осінньо-зимові періоди цей показник досягає 70 % [3].

В Енергетичній стратегії України до 2035 року, затвердженій Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р, Україна розглядає атомну енергетику як одне з найбільш економічно ефективних низьковуглецевих джерел енергії. Подальший розвиток ядерного енергетичного сектору на період до 2035 року прогнозується виходячи з того, що частка атомної генерації в загальному обсязі виробництва електроенергії зростатиме.

Найменування складових структури генерації електричної енергії (базовий сценарій)	Одиниця виміру	2015 рік	2020 рік	2025 рік	2030 рік	2035 рік
АЕС	млрд. кВт-год	87,6	85	91	93	94

Прогноз динаміки виробництва електроенергії на АЕС України

Згідно до Стратегії у секторі ядерного палива першочерговим завданням є забезпечення приросту видобутку урану й цирконію.

Ключовим завданням є актуалізація загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на довгостроковий період з метою розширення власної ресурсної бази урану, інших корисних копалин шляхом здійснення розвідки, розроблення та введення в експлуатацію нових родовищ урану.

На сьогодні потреба АЕС України у природному урані складає близько 2500 тон, до 2035 року вона зросте до 2700-2800 тон.

З метою реалізації завдань Енергетичної стратегії під час візиту Президента України до США між ДП НАЕК "Енергоатом" та Westinghouse Electric підписано меморандум про спільне будівництво енергоблоку Хмельницької АЕС.

Як уточнює прес-служба президента України, документ передбачає залучення технології компанії Westinghouse Electric до будівництва ядерного реактора проекту AP1000 з електричною потужністю близько 1,1 ГВт.

"Реалізація Меморандуму відкриє можливість залучити інвестиції для будівництва п'яти блоків вартістю близько \$25 млрд – крім обліку прямих інвестицій, буде локалізовано частину



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

виробництва, бюджет отримає додаткові податкові надходження", – наголошується в повідомленні.

Атомна промисловість України – сировинна база ядерної енергетики

Україна є однією із небагатьох держав з атомною енергетикою, яка здатна повністю забезпечити потреби АЕС в природному урані на період близько ста років за рахунок видобутку його на своїй території.

Згідно з даними по родовищах, відомості про запаси яких є відкритими, опублікованими в публікації «Uranium 2020: Resources, Production and Demand», яка підготовлена Nuclear Energy Agency та the International Atomic Energy Agency, розвідані запаси урану з урахуванням вилучення урану з надр складають:

Категорія запасів за розвіданістю)	Вартісні категорій, USD/кг урану			
	< 40	< 80	< 130	< 260
C ₁ (Reasonably assured conventional resources), тонн		46230	74850	122092
C ₂ (Inferred conventional resources), тонн		26686	33818	64804
ВСЬОГО, тонн		72916	108668	186896

При поточній потребі АЕС України 2500 тонн на рік, забезпеченість розвіданими запасами тільки по родовищах, інформація про запаси яких є відкритою, складає $186896/2500 = 75$ років. Важливо зазначити, що при детальній розвідці цих родовищ використовувалась гірничо-бурова розвідка, завдяки чому достовірність оцінки запасів є дуже високою.

За результатами геолого-економічної переоцінки запасів урану Мічурінського родовища, виконаної ДП «СхідГЗК» в 2016 році, похибка в оцінці запасів урану при детальній розвідці склала 2 %.

Таким чином, запаси урану, які наведені в публікації МАГАТЕ, визначені з високою достовірністю.

В Енергетичній стратегії України до 2035 року у секторі ядерного палива першочерговими завданнями є забезпечення приросту видобутку урану й цирконію.

Яким чином виконується це завдання?

Ситуація є типовою для України – на найвищому державному рівні приймаються правильні рішення, але як тільки справа доходить до міністерств і інших державних відомств, ніхто не вважає за потрібне виконувати ці рішення.

Діючий виробничий центр з видобутку уранових руд і їх переробки – державне підприємство «Східний гірничо-збагачувальний комбінат».

Протягом 2014-2018 року комбінат виробляв близько 800 тонн концентрату природного урану на рік, забезпечуючи 32 % потреб АЕС в природному урані.

У першому півріччі 2021 року, за інформацією Міністерства, ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» виробив 227,8 тонн концентрату природного урану [4].

У другому півріччі ситуація не поліпшується, тому за підсумками 2021 року максимально можливий обсяг виробництва концентрату природного урану складе 450-460 тонн, що забезпечить близько 18 % потреб АЕС. Падіння, а не приріст видобутку урану, складає 340 тонн на рік.

Спусковим гачком такого катастрофічного падіння видобутку урану стало рішення НКРЕКП встановити на 2019 рік ціну на концентрат природного урану виробництва ДП «СхідГЗК» нижче фактичної собівартості на 30-35 %.

Далі почалась ланцюгова реакція розпаду уранового підприємства. Основні етапи цієї реакції:

- Вимивання обігових коштів через збитковість виробництва;
- Зменшення обсягів гірничих робіт з підготовки запасів до видобування;



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

- Зменшення забезпеченості гірничих підрозділів комбінату готовими до видобування запасами і викликане цим зменшення обсягів видобутку;
- Затримки з виплатою заробітної плати;
- Заборгованість перед постачальниками матеріалів та реагентів, що призвело до зупинки постачання життєво необхідних матеріалів і реагентів;
- Зупинка планово-попереджувальних ремонтів гірничошахтного обладнання;
- Масові звільнення з роботи за власним бажанням працівників основних професій (прохідників, бурильників, робітників очисного вибою);
- Падіння обсягів виробництва нижче рівня беззбитковості.

Якщо не буде прийнято екстрених заходів, досить скоро слід очікувати фінальної стадії розпаду – зупинки виробництва.

Створення нових виробничих центрів з видобутку уранових руд і їх переробки.

У листопаді 2018 та травні 2019 року вперше в історії України приватна компанія – ТОВ «Атомні енергетичні системи України» отримало спеціальні дозволи на користування надрами з метою геологічного вивчення 3 уранових родовищ піщовикового типу та 1 родовища в тріщинуватих породах кристалічного фундаменту. При цьому дозволи були видані на 3 роки, а не на 5 років, як це передбачено законодавством України.

Тим не менше, ТОВ «АЕСУ» вчасно виконало програму робіт, розробило матеріали геолого-економічної оцінки і затвердило запаси і ресурси по всіх чотирьох родовищах.

По одному родовищу – Сафонівському – протокол ДКЗ був введений в дію Держгеонадра, по інших родовищах протоколи до цього часу ще не затверджені. В серпні 2020 року ТОВ «АЕСУ» подало матеріали на отримання спеціального дозволу на користування надрами з метою видобування урану. Але до цього часу спеціальний дозвіл не отримано. В результаті Україна в найближчий час не дорахується 200-250 тонн урану, які могли б видобуватися на Сафонівському родовищі щорічно протягом 10-12 років.

Залучення інвестицій в будівництво нових виробничих центрів.

Фахівцям є цілком очевидним необхідність створення нових підприємств з видобутку урану. Це викликано як необхідністю повного забезпечення потреб власних АЕС, так і перспективою експорту концентрату природного урану.

Останнім часом активно рекламується «Інвестиційний атлас надрокористувача. Стратегічні та критичні мінерали». Проте, в цьому атласі відсутня інформація, яка визначає економіку виробництва і є найбільш важливою для інвестора, а саме: спосіб розробки; технологія переробки руди; товарна продукція підприємства; річна продуктивність; термін відпрацювання; капітальні витрати; експлуатаційні витрати; ціна реалізації; прибуток; чиста приведена вартість проекту; внутрішня норма дохідності і т.д.

Викликає питання вибір деяких об'єктів до цього атласу. Наприклад, в атлас внесено родовище нікелю Липовеньківське, балансові запаси якого становлять 4,7 тис т., вартість запасів в надрах в цінах на 1.10.2021 – 84,6 млн. доларів. В той же час не внесено в інвестиційний атлас родовище нікелю Девладівське. Запаси нікелю (без залізо-нікелевих руд) – 79 тис т., вартість запасів в надрах – 1,42 млрд. доларів.

В атласі взагалі відсутні великі уранові родовища метасоматичного типу, вартість запасів в надрах кожного з яких при сьогоднішніх цінах становить 5-6 млрд. доларів. Питання (скоріше риторичне) – чи сприяє це виконанню завдань Енергетичної стратегії України?

Висновки

1. Продовження згубної політики надання переваги поставкам «дешевого» урану із зарубіжних джерел, яку реалізують відповідні відомства України всупереч рішенням вищого політичного керівництва держави, призведе до повного знищення уранової промисловості України.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

2. Період низьких цін на уран безповоротно відходить в минуле, в найближчі 3-5 років світові ціни на уран стануть на 30-40 % вищими від тих, які могла б забезпечувати уранова промисловість України.

3. Високорентабельні родовища урану, які є джерелом відносно дешевого урану, вже давно розподілені за потужними в економічному і політичному плані державами – США, Китай, РФ, Японія, Франція, Канада. Було б наївним сподіватися, що Україна може посперечатися з цими гігантами в розподілі цього урану.

4. Тривала стагнація ринку урану після 2011 року (аварія на Фукусімі) призвела до зупинки низки проєктів створення нових потужностей з видобутку урану, а також до зупинки рудників, які раніше працювали. Така ситуація не може тривати довго, вже зараз провідні аналітики ринку урану роблять заяви про дефіцит потужностей з видобутку урану, який почнеться за різними сценаріями в 2022-2025 рр. Японія, до речі, вже відновлює потужності зупинених АЕС.

5. Враховуючи тривалий життєвий цикл введення в експлуатацію уранового рудника (7-10 років), Україна вже зараз має вживати невідкладних заходів стосовно будівництва нових уранових рудників. Особливо велике значення мають рудники свердловинного підземного вилуговування, зокрема Сафонівський рудник, який може розпочати видобуток через 2-3 роки після початку будівництва.

Список використаних джерел:

1. В ЄС кількість енергії з ВДЕ перебільшила кількість енергії з нафтопродуктів. <https://geonews.com.ua/news/detail/v-es-kilkist-energii-z-69556>.

2. Міненерго США запропонувало план повного переходу на ВДЕ до 2050 року <https://geonews.com.ua/news/detail/minenergo-ssha-zaproponovalo-plan-povnogo-70053>.

3. Виробництво електроенергії в Україні за I півріччя 2021 року. ЕнергоВсесвіт <https://vse.energy/news/pek-news/electro/1716-power-generation-202106>.

4. Виробництво уранового концентрату на «СхідГЗК» скоротилося на 45 % <https://geonews.com.ua/news/detail/virobnictvo-uranovogo-koncentratu-na-shidgzk-696>.



УДК 553.98.048 (477.83)

НОВІ НАПРЯМКИ ПОШУКОВО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА НАФТУ І ГАЗ В ЗАХІДНОМУ НАФТОГАЗОНОСНОМУ РЕГІОНІ

Бодлак В.П., vasyi.bodlak@ndigas.com.ua;
Дорохов М.В., maksym.dorokhov@ndigas.com.ua;
Владика В.М., vladika.vitaliy@ndigas.com.ua;
Багнюк М.М., к. геол. н., mykhaylo.bahnyuk@ndigas.com.ua;
Андрейчук М.М., к. геол. н., mykhailo.andreichuk@ndigas.com.ua;
Дмишко О.О., oleksandra.dmyshko@ndigas.com.ua;
Дяків Н.В., nadiia.diakiv@ndigas.com.ua,
Львівське відділення УкрНДІгазу, м.Львів, Україна

Незважаючи на тривалий час розвідки та розробки нафтогазоконденсатних покладів Західного нафтогазоносного регіону України його енергетичний потенціал залишається достеменно не визначеним. Значний розвиток технічних та дослідницьких технологій нафтогазовидобувної галузі дозволяє розширити перспективи пошуково-розвідувальних робіт та збільшити ресурсну базу та інвестиційну привабливість регіону.

NEW DIRECTIONS OF OIL AND GAS EXPLORATION IN THE WESTERN OIL AND GAS REGION

Bodlak V., vasyi.bodlak@ndigas.com.ua;
Dorokhov M., maksym.dorokhov@ndigas.com.ua;
Vladyka V., vladika.vitaliy@ndigas.com.ua;
Bahnyuk M., Cand. Sci. (Geol.), mykhaylo.bahnyuk@ndigas.com.ua;
Andreichuk M., Cand. Sci. (Geol.), mykhailo.andreichuk@ndigas.com.ua;
Dmyshko O., oleksandra.dmyshko@ndigas.com.ua;
Diakiv N., nadiia.diakiv@ndigas.com.ua,
Lviv Branch of the Ukrainian Research Institute of Gas, Lviv, Ukraine

Despite the long period of exploration and development of oil and gas condensate deposits in the Western oil and gas region of Ukraine, its energy potential remains uncertain. Significant development of technical and research technologies of the oil and gas industry allows to expand the prospects of exploration and increase the resource base and investment attractiveness of the region.

Західний нафтогазоносний регіон України є одним з найстаріших у світі. Видобуток вуглеводнів тут розпочався ще у 18 столітті, а більшість великих родовищ до глибини 2500 м відкрито у 50 роках ХХ століття.

Згідно нафтогазогеологічного районування Західний нафтогазоносний регіон України поділений на Закарпатську ГО, Карпатську, Передкарпатську і Волино-Подільську НГО. У кожній із нафтогазоносних і газонасної областей відкрита і розвідана низка родовищ вуглеводнів. Щільність розвіданих запасів на окремих ділянках дуже велика, проте значна частина регіону потребує детального геолого-геофізичного довивчення на предмет нафтогазоносності із залученням нових наукових напрямків та новітніх технологій проведення геологорозвідувальних робіт.

На території Закарпатського прогину доведено продуктивність верхнього палеогену, мезозою і нижнього неогену. Припливи газу з палеогенових і мезозойських відкладів одержали лише на Дібровській площі та Русько-Комарівському родовищі відповідно. Дебіти газу з вказаних відкладів характеризувалися малими величинами. Промислові поклади у відкладах неогену розкриті на всіх п'яти відомих родовищах. На Солотвинському родовищі продуктивна новоселицька світа баденського ярусу, на Русько-Комарівському – верхній баденій і нижній сармат (доробратівська і луківська світи), на Станівському родовищі – нижній сармат, на Королівському родовищі – ізівська світа панону. Газопрояви відмічено також під час буріння і



випробування нижньотереблянської, солотвинської, тересвинської і терешульської світ на Солотвинському родовищі і Грушівській площі. Незначні припливи газу були отримані також з шопурського флішу (палеоген) на Солотвинському родовищі із відкладів крейди – на Тереблянській площі. Газопрояви мали місце і з доломітів тріасу в свердловині 3-Сокириця (3044–2958 м). На території Австрії в доломітах тріасового віку відомі газові родовища.

При визначенні пріоритетних напрямків прогнозування покладів вуглеводнів в **Закарпатській ГО** використано досвід пошуково-розвідувальних робіт по сусідніх країнах (Словаччина, Угорщина, Румунія). В результаті аналізу доступної інформації встановлені певні закономірності розташування родовищ і покладів нафти і газу, які можуть бути успішно застосовані при нафтогазопошукових роботах на споріднених за геологічною будовою ділянках України. Дрібні газові родовища відкриті в осадовому чохла містять газ зі значним вмістом неуглеводневих компонентів. Проте поклади у базальній частині чохла характеризуються переважно метановим газом. Тому основні зусилля при пошуку вуглеводнів у Закарпатській ГО слід зосередити на вивченні будови фундаменту в межах Солотвинської западини, що представлений дислокованими відкладами пухівської світи та базальними верствами грушівської, буркалівської та терешульської світ.

Найскладнішою для проведення геологорозвідувальних робіт є **Карпатська НГО**, що зумовлено складними поверхневими умовами (гірська частина), значною літологічною мінливістю осадового чохла, та складною насувною тектонікою. Одним з основних напрямків пошуків вуглеводнів є вивчення нафтогазоносності відкладів стрийської світи верхньої крейди. На даному етапі проаналізовано геологічну інформацію по свердловинах, в яких з вище згаданих відкладів на незначних глибинах (до 1,5 км) отримано промислові припливи вуглеводнів. Незважаючи на складну покривну будову на основі результатів поверхневої геологічної зйомки, сейсморозвідувальних робіт та глибокого буріння можна з впевненістю прогнозувати розвиток півантикліналей карпатського типу, приурочених до фронтальних частин регіональних та локальних насувів, в яких породами-колекторами будуть пісковики, а покришками глинисто-аргілітові породи стрийської світи. Розвиток таких об'єктів простежується по всій протяжності української частини Карпат.

Передкарпатська НГО характеризується найкращою вивченістю. Щороку тут відбувається незначний приріст запасів та відкриття нових дрібних покладів поряд з відомими старими родовищами.

В Бориславсько-Покутській зоні як новий пошуковий об'єкт можна рекомендувати відклади перехідної крейдово-палеогенової товщі, в тому числі і в межах відомих родовищ, що перебувають на завершальній стадії промислового освоєння.

В межах Більче-Волицької зони поклади вуглеводнів містяться переважно у теригенних колекторах дашавської, косівської світ та відкладах карпатію у склепінних, тектонічно екранованих та літологічно обмежених пастках.

Основним об'єктом вивчення, з яким пов'язуються перспективи відкриття нових родовищ є зарифові і передрифові фації мезозою, в яких обґрунтовано можливість існування пластових гідродинамічно-ізолюваних систем з оптимальними умовами для нафтогазонагромадження.

Одним з нових напрямків пошуків вуглеводнів в межах **Волино-Подільської НГО** постає вивчення рифових побудов силуру, які доволі легко ідентифікуються у часовому сейсмічному полі. Як правило, вони приурочені до зон регіональних тектонічних порушень і можуть формувати пастки вуглеводнів. Крім того, ці біогермні побудови мали значний вплив на розвиток девонських валоподібних структур. З подібною структурою пов'язане Локачинське родовище, в розрізі якого продуктивні теригенно-карбонатні відклади середнього девону.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

Список використаних джерел:

1. Атлас родовищ нафти і газу України//Т. 5-6. – Л.: В-во «Центр Європи». – 1998.
2. М.В. Харченко, А.М. Коваль, Т.Є. Довжок, Н.В. Юник, О.О. Маслюк. Уточнення ресурсної бази вуглеводнів Закарпаття. 2009.



УДК (553.98/982)

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОН РОЗВИТКУ ВИСОКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРІВ ЗА МЕТОДИКОЮ ГІДРАВЛІЧНИХ ОДИНИЦЬ ПОТОКУ

Федорів В., к. геол. н., доцент, volodimir_fedoriv@email.ua;

Манюк В., vitalikmanuk24032002@gmail.com,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

На підставі проведених досліджень з використанням методики розрахунку гідравлічних одиниць потоку для вигодської світи Північно-Долинського родовища встановлено 3 класи (типи) колекторів. Передбачається, що запропонований варіант групувань теригенних колекторів з виділенням їх класів дозволить суттєво підвищити ефективність прогнозування продуктивності розрізів свердловин.

FORECASTING OF ZONES DEVELOPMENT WITH HIGH-PERMEABLE COLLECTORS ACCORDING TO THE METHOD OF HYDRAULIC FLOW UNITS

Fedoriv V., Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., volodimir_fedoriv@email.ua;

Maniuk V., vitalikmanuk24032002@gmail.com,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Three classes (types) of reservoir rocks have been determined based on conducted researches through flow zone indicator within Vyhoda age of North-Dolyna deposit. It is considered that the suggested variant of the grouping of terrigenous reservoir rocks with the identifying of classes will considerably increase the efficiency of section productivity prediction.

Аналіз багаторічного досвіду ведення геологорозвідувальних робіт у межах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину показав, що основні нафтогазоносні комплекси є гетерогенними, дуже складними різнофасціальними об'єктами, що обумовлено локальними змінами умов осадконагромадження. Успішність подальших пошуково-розвідувальних робіт у межах прогину потребує детальних досліджень нафтогазосних товщ з метою прогнозування їх фільтраційно-ємнісних властивостей (ФСВ). Проблемою дослідження є низька достовірність обчислень проникності в породах-колекторах стандартними методами петрофізичних даних, тому на сьогодні можливість прогнозування зон розвитку високопродуктивних порід-колекторів є особливо актуальною.

На жаль, на сьогоднішній день питання застосування концепції гідравлічних одиниць потоку для теригенних колекторів в Україні залишається відкритим. У той час, як за кордоном ця концепція (гідравлічних одиниць потоку) має широке поширення, і застосовується вона як для теригенних, так і карбонатних колекторів по всьому світу [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Проведені нами детальні петрофізичні дослідження вигодських відкладів Північно-Долинського родовища показали, що ці відклади (які вважались масивними, витриманими по площі товстошаруватими однорідними пісковиками) характеризуються суттєвими неоднорідностями та слабкою узгодженістю петрофізичних властивостей, для вивчення яких нами використано методику аналізу ФСВ на основі концепції гідравлічних типів колектора [2].

Нами виконано розрахунок індексу якості колектора (Reservoir Quality Index – RQI) та індикатора гідравлічної одиниці потоку (Flow Zone Indicator – FZI) ґрунтуючись на даних аналізу керну; проведена ув'язка за глибиною кернових даних з каротажними даними. (відбиття продуктивного пласта були ідентифіковані за аномаліями ПС та ГК); після ув'язки керна та каротажів за глибиною для всіх зразків керну в кожній свердловині було проведено розрахунок параметрів індикатора гідравлічної одиниці (FZI) та індексу якості колектора за методикою [2]; проаналізовано залежність індикатора гідравлічної одиниці потоку (FZI) від даних каротажу по свердловинах з позицій рівняння множинної регресії; проінтерпритовано каротажні матеріали ГДС (обчислення пористості з прив'язкою до індикатора гідравлічної одиниці потоку); побудовано стратиграфічний графік Лоренца та виділено гідравлічні одиниці потоку (HFU). Відповідно за



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

отриманими даними нами встановлено 3 класи (типи) колекторів вигодської світи, які характеризуються близькими характеристиками порового простору.

Перший тип колектора – пісковики з високими колекторськими властивостями зосереджені переважно у середній частині розрізу вигодської світи. За описом кернового матеріалу це пісковики середньо-, дрібнозернисті типових дельтових відкладів палеорічок.

Другий тип колектора – це алевроитисто-піщані, типові руслові відклади, ефективною пористістю порядку 0,38-0,190 та проникністю 0,001-2,42 мд.

Третій тип колектора – глинисто-алевритисті, типові заплавні, озерно-болотні відклади, ефективною пористістю порядку 0,30-0,171 та проникністю 0,001-0,58 мд.

Для того, щоб коректно розрахувати проникність у свердловині без керну використано формулу Кармена-Козені [2] та виконано перевірку розрахованої проникності за керновими даними у свердловинах з максимальним відбором керну. Встановлено, що отримані нами результати проникності досить коректно визначають її зміну за розрізом.

Вважаємо, що результати даної роботи можуть бути використані для уточнення властивостей геологічної моделі еоцеонового покладу Північно-Долинського родовища, а також для виділення гідравлічних одиниць потоку у теригенних породах-колекторах аналогічного генезису на інших родовищах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

Список використаних джерел:

1. Al-Ajmi, F., Holditch, S.A. Permeability Estimation Using Hydraulic Flow Units in a Central Arabia Reservoir, paper SPE 63254 prepared for 89 presentation at the 2000 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Dallas, Texas, 1-4 October, 2000.
2. Abbas, M.A., Lawe, E.M. Clustering Analysis and Flow Zone Indicator for Electrofacies Characterization in the Upper Shale Member in Luhais Oil Field, Southern Iraq, SPE-197906-MS, 2019.
3. Amaefule, J.O., Altunbay, M., Tiab D, Kersey D.G., and Keelan D.K, Enhanced Reservoir Description: Using core and log data to identify Hydraulic (Flow) Units and predict permeability in uncored intervals/wells, SPE 26436, presented at 68th Ann. Tech. Conf. And Exhibit., Houston, Tx., 1993.
4. D'Windt, A., Quint, E., Al-Saleh, A., Dashti, Q Bayesian-Based Approach for Hydraulic Flow Unit Identification and Permeability Prediction: A Field Case Application in a Tight Carbonate Reservoir, SPE 193752, 2020.
5. Forest, N.B., Abbotts, F., Baines, V., Boyd, A. Identifying Reservoir Rock Types Using a Modified FZI Technique in the Brazilian Pre- Salt, OTC29694-MS, presented at Offshore Technology Conference Brasil, Rio de Janeiro, October 2019.
6. Gunter, G.W., Finneran, J.M., Hartmann, D.J., Miller, J.D., Early Determination of Reservoir Flow Units Using an Integrated Petrophysical Method. - paper SPE 38679 pre-pared for presentation at the 1997 SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in San Antonio, Texas, 5-8 October, 1997.



УДК 658.2:622.691.4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ ВПЛИВУ НА РОЗПОДІЛ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Гораль Л.Т.¹, д. екон. н., професор, liliana.goral@gmail.com;

Якубишин О.П.², fd@kltec.if.ua;

Хвостіна І.М.¹, к. екон. н., доцент, inesa.hvostina@gmail.com;

Степ'юк М.Д.¹, к. техн. н., mstepuk@gmail.com,

1 – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна,

2 – Калуська ТЕЦ, Україна

Здійснено аналіз наукових досліджень економічних детермінант. Підкреслено необхідність постійного моніторингу за системою тарифоутворення у зв'язку із залежністю української економіки та домашніх господарств від безперервного постачання природного газу. Актуалізовано формування прозорої тарифної політики, яка б сприяла енергетичній безпеці держави та сталому розвитку галузі.

TECHNICAL AND ECONOMIC DETERMINANTS OF INFLUENCE ON NATURAL GAS DISTRIBUTION

Goral L.¹, Dr. Sci.(Econ.), Professor, liliana.goral@gmail.com;

Yakubishin O.², fd@kltec.if.ua;

Khvostina I.¹, Cand. Sci. (Econ.), Assoc. prof., inesa.hvostina@gmail.com;

Stepyuk M.¹, Cand. Sci. (Eng.), mstepuk@gmail.com,

1 - Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine,

2 - Kalush TPS, Ukraine

The analysis of economic determinants scientific researches carried out. Emphasized the need for constant monitoring of the tariff system in connection with the dependence of the Ukrainian economy and households on the continuous supply of natural gas. The formation of a transparent tariff policy that would contribute to the energy security of the state and sustainable development of the industry has been updated.

Соціальні збурення, які щороку виникають в період початку опалювального сезону, змушують державні органи влади, установи та організації, підприємства, які причетні до постачання природного газу, шукати компромісних рішень між об'єктивними ринковими умовами, які існують на газовому ринку та тим соціально-економічним станом, в якому перебуває переважна більшість населення. При цьому не беруться до уваги наукові підходи та напрацювання щодо методики формування тарифної політики, яка потребує суттєвих змін.

Метою дослідження є напрацювання комплексу рішень для підвищення раціонального енергоспоживання та зменшення соціального напруження, викликаного підвищенням комунальних тарифів, зокрема на послуги з транспортування природного газу, шляхом встановлення основних техніко-економічних детермінант та шляхів їх імплементації в економіку держави. Багато українських вчених поверталися в своїх працях до визначення економічної суті детермінант, їх класифікації, ролі та впливу на соціум. Однак незначна кількість науковців займаються проблематикою техніко-економічних детермінант в енергетиці.

Бабиць Т.О. провела глибокі дослідження економічних детермінант зміни технологічних укладів, серед яких виокремила зміну відносної структури витрат, чітке бачення прибуткових напрямів розвитку з використання нових технологій виробниками або споживачами, відповідну організаційну практику бізнесу [1].

Балакірєв О.М. зі співавторами визначили специфіку трансформації детермінант соціально-економічної нерівності в умовах перебудови суспільства; виявили структурні зміни ролі соціокультурних компетенцій окремих соціальних груп; дослідили ключові критерії соціально-економічної нерівності та соціально-економічного розшарування населення; визначили вплив громадянського суспільства на розвиток соціально-економічної поведінки та стан українського соціуму та запропонували рекомендації щодо гармонізації соціальної політики та процесів розвитку ринкової економіки [2].



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Дані детермінанти можна продовжувати структурувати на первинні, які залежать від типу моделі, обраної для відображення реальної ситуації прийняття рішень (або, коротко, моделі прийняття рішення); кількості альтернатив, які охоплені моделлю; цільових показників (величин), відповідно до яких оцінюються альтернативи; цільової функції тощо, і вторинні, (соціально-економічні), які характеризують фактори рішення (суб'єктивні якості персоналу та об'єктивні обмеження зовнішнього середовища на умови діяльності трудового колективу) [3].

Економічними детермінантами для нафтогазових підприємств є рівень монополізації ринку; система тарифоутворення для магістрального транспортування та зберігання вуглеводнів та рівень децентралізації в управлінні компанією [4].

Природний газ, як найбільш важливий вид палива на енергетичному ринку, має ряд переваг перед іншими енергоресурсами, зокрема низькі інвестиційні витрати, високу калорійність, найкращий CO₂-баланс з усіх видів викопного палива, гнучко поєднується з технологіями, які використовують відновлювані джерела енергії. Споживання первинної енергії в Україні покривається за рахунок газу (36 %), вугілля (26 %), нафти (18 %) та ядерної енергії (17 %) [5]. Такий стан залежності української економіки та приватних господарств від безперервного постачання природного газу потребує постійного моніторингу за системою тарифоутворення, та формування такої тарифної політики, яка б унеможливила (чи суттєво зменшувала) ризик «тарифного» майдану.

Проте є і інший погляд на проблему газопостачання. Низька ціна на природний газ сприяє його неефективному використанню, зменшенню швидкості переходу на альтернативні (екологічно чисті) джерела енергії, пришвидшенню вичерпності запасів природного газу та економічної (політичної) залежності від зовнішніх постачальників природного газу. На жаль, Україна є однією з найбільш енергонеефективних країн у світі. Базуючись на даних Світового банку, з 1 кг нафтового еквівалента енергії в Україні виробляють 3 долари доданої вартості, в той час в Угорщині та Румунії, економіка майже в три рази енергоефективніша, ніж українська. Завдяки зростанню цін на газ ефективність використання енергії в українському промисловому секторі поліпшується, однак Україна все ще сильно залежить від імпорту газу, незважаючи на істотний внутрішній видобуток [6].

Так як проблема енергетичної бідності в країні є актуальною, то спонукає суспільство чутливо реагувати на зміни в ціноутворенні на природний газ та його постачання. З моменту запровадження дії закону «Про ринок природного газу» кілька разів в Україні діяв механізм PSO (Public Service Obligations) – регульованих цін у вигляді покладання спеціальних обов'язків на АТ «Нафтогаз України» та регіональні газозбутові компанії (РГК), який негативно впливав на розвиток ринкових відносин у сфері газопостачання. Зокрема, при використанні PSO існують корупційні, фінансові, економічні та репутаційні ризики. Світові механізми ціноутворення на природний газ у енергетичній практиці та в Європі визначаються ринком, в основному, відповідно до світових цін на нафту і за наявності опорного розрахункового періоду (6–9 місяців) є менш схильними до різких змін порівняно з коливаннями світових цін на нафту. На рис. 1 зображено динаміку ціни на природний газ для населення за даними аналітичного порталу «Слово і Діло» Бачимо кореляційний зв'язок між середньомісячною заробітною платою і вартістю природного газу.

Однак, в даному статистичному огляді не враховано рівень реальної інфляції та наявність плати за транспортування природного газу мережами низького тиску, яка введена в дію відповідно до постанови НКРЕКП від 24.12.2019 №3013.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Рис. 1. Динаміка середньомісячної зарплати та вартості природного газу за період незалежності України [7]

На газовому ринку, як і зрештою, на будь-якому іншому, ціну має визначати попит і пропозиція. Вільний газовий ринок сприяє росту конкуренції і зменшенню ціни. Однак, послуги з транспортування природного газу підлягають під дію механізму тарифоутворення, так як газові мережі є складними інженерними спорудами з підвищеними вимогами щодо надійності і безперервності їх роботи. При формуванні тарифів на розподіл природного газу не враховано фізичний стан багатьох лінійних ділянок газопроводів низького та середнього тиску та створення їх вартості за рахунок домогосподарств. В період всебічної цифровізації, існування циклічної (кругової) економіки, потребує докорінної зміни парадигма тарифоутворення на постачання енергоносіїв та виявлення закономірностей впливу цінової політики в енергетиці на соціум.

Вважаємо, що нагальними є наступні завдання, які стоять перед науковцями і практиками для активізації дії техніко-економічних детермінант на розподіл природного газу. Зокрема слід:

- обґрунтувати теоретичний підхід до формування тарифної політики держави в сфері газопостачання із врахуванням рівня цифровізації галузі в умовах циклічної економіки, що дозволить забезпечити гнучкість і оперативність адаптації до конкретних регіональних умов;
- здійснити цифрову картографію газових мереж із урахуванням частки приватної власності в їх спорудження, що стане базисом побудови економічної моделі тарифу на транспортування природного газу та забезпечить підвищення рівня взаємодії громадянського суспільства та газорозподільних компаній;
- удосконалити методологічні підходи до побудови механізму формування тарифу на розподіл енергоносіїв, що включатимуть кількісні та якісні групи показників, які взаємопов'язані та взаємодоповнені, що дозволить визначити основні техніко-економічні детермінанти на послуги газопостачання;
- сформувані наукові підходи до розвитку соціальної відповідальності газового бізнесу при задіюванні стейкхолдерського підходу на основі врахування емпіричних характеристик легітимності приватної власності;
- розвинути наукові підходи до визначення стадій і фаз впливу реальних медійних повідомлень на стабільність сприйняття суспільством змін у тарифній політиці держави в сфері газопостачання, що дозволить сформувані державну медіа політику у використанні медіа інновацій;
- удосконалити методичні підходи до формування інноваційних змін в системі розрахунків за спожитий природний газ із врахуванням ринкового середовища на основі



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

використання двовимірних масивів даних, що на відміну від існуючих, підвищить економічну та соціальну ефективність в сфері газопостачання.

Впровадження наукових підходів в практику тарифоутворення дозволить прозоро і на ринкових умовах формувати енергетичну політику держави.

Список використаних джерел:

1. Бабич Т.О. Економічні детермінанти зміни технологічних укладів. Актуальні проблеми міжнародних відносин. 2015. Випуск 126 (частина I). С. 167-181.
2. Детермінанти соціально-економічної нерівності в сучасній Україні : монографія / за ред. О.М. Балакіревої. Київ: НАН України Ін-т екон. та прогнозув, 2011. 592 с.
3. Детермінанти (фактори) рішення. URL: https://stud.com.ua/12691/menedzhment/determinanti_faktori_rishennya (дата звернення: 04.04.2019).
4. Гавриленко М.М. Економічні детермінанти в управлінні бізнес-моделлю нафтотранспортних підприємств: дисертація на здоб. наук. ступ. канд. екон. наук, 2020, Івано-Франківськ
5. Крістіне Розенбергер. Політика України в галузі енергетики / Фонд Конрада Аденауера. Представництво в Україні // режим доступу: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=0ff395f1-5626-4300-6e5f-98815dfc091c&groupId=252038
6. Загрози енергетичній безпеці України в умовах посилення конкуренції на глобальному та регіональному ринках енергетичних ресурсів: аналіт. доп. / А. Ю. Сменковський, С. Б. Воронцов, С. В. Бегун [та ін.]; упорядн. А. А. Білуха; за заг. ред. А. Ю. Сменковського. – К. : НІСД, 2012. – 136 с. ISBN 978-966-554-172-1
7. Ціна на газ в Україні: як вартість змінювалася в 1992-2020 роках // режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2020/07/21/infografika/suspilstvo/czina-haz-ukrayini-yak-vartist-zminyuvalasya-1992-2020-rokax>



УДК 551.76,77: 551.86,87(477.8)

СТРАТИГРАФІЯ ЧОРНОСЛАНЦЕВИХ ТОВЩ УКРАЇНСЬКИХ ЗОВНІШНІХ КАРПАТ

Гнилко О.М., д. геол. н., п. н. с., ohnilko@yahoo.com;

Гнилко С.Р., к. геол. н., s.hnylko@yahoo.com;

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, Україна

Потенційно нафтогазогенеруючі збагачені органічною речовиною чорносланцеві товщі розвинені у фліші Зовнішніх Українських Карпат, переважно в нижній крейді (спаська та шипотська світи) та олігоцені (менілітова світа), а також локально – у верхній крейді (березнянська світа Дуклянського покриву) та в еоцені (сойменська світа Сілезького покриву). Вони приурочені або до певних стратиграфічних рівнів, або до певних тектонічних елементів. Відповідно, їх накопичення пов'язано, або з домінуючим впливом глобальних/регіональних, або ж місцевих факторів.

STRATIGRAPHY OF THE OUTER UKRAINIAN CARPATHIAN BLACK SHALE FORMATIONS

Hnylko O., Dr. Sci. (Geol.), Leading Researcher, ohnilko@yahoo.com;

Hnylko S., Cand. Sci. (Geol.), s.hnylko@yahoo.com;

Institute of Geology and Geochemistry of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

Black shale strata (potentially sources of hydrocarbons) are developed in the flysch of the Outer Ukrainian Carpathians, mainly in the Lower Cretaceous (Spas and Shypot formation) and Oligocene (Menilite Formation), as well as locally in the Upper Cretaceous (Berezn Formation of the Dukla Nappe) and in the Eocene (Soimy Formation of the Silesian Nappe). They are confirmed to the stratigraphic levels or to tectonic units, Accordingly, their accumulation is due to the dominant influence either of global/regional factors or local ones.

Вступ. Необхідним елементом визначення перспектив нафтогазоносності регіону є всебічне вивчення потенційно нафтогазогенеруючих збагачених органічною речовиною товщ. В Українських Зовнішніх Карпатах такими товщами є тонколистуваті аргіліти (чорні сланці), які розвинені, головним чином серед нижньокрейдових (спаська, шипотська світи) та олігоценових (менілітова світа) відкладів, характеристика яких, як можливих джерел вуглеводнів, наводиться в роботах (Крупський і ін., 2014; Sachsenhofer & Koltun, 2012 і посилання там). Вважається, що головним джерелом нафти і газу у Зовнішніх (Флішових) Карпатах є чорносланцеві товщі менілітової світи (олігоцен – нижній міоцен) (Curtis et al., 2004; Picha & Golonka, 2005; Kotarba et al., 2009). Загальний вміст органічного вуглецю (англ. TOC – Total Organic Carbon) в чорних сланцях менілітової світи досягає 20%, хоча в середньому варіює між 4 і 8% в найбільш зовнішніх тектонічних елементах Карпат (Sachsenhofer & Koltun, 2012). В нижньокрейдових чорносланцевих породах вміст TOC зазвичай перевищує 2% і може досягати 8% (Sachsenhofer & Koltun, 2012).

Проте, у фліші Зовнішніх Карпат чорні сланці відомі не тільки в олігоцені та нижній крейді. Вони наявні і в еоценових відкладах Сілезького покриву (Hnylko, Hnylko, 2019). В Польських Карпатах в так званому “чорному еоцені” Сілезького покриву вміст TOC досягає 1–2% (Waskowska, 2015). Темний до чорного фліш зі збагаченими органікою глинистими породами розвинений місцями (зокрема Дуклянський покрив) і у верхній крейді.

Представлена робота ґрунтується як на опублікованих джерелах (Вялов и др., 1988 і посилання там), так і на власних геокартувальних, седиментологічних та біостратиграфічних дослідженнях. Вивчені відклади зіставлені зі Шкалою геологічного часу (рисунок).

Геологія регіону. Зовнішні (Флішові) Карпати складені потужним комплексом крейдового-міоценового флішу, зірваного зі своєї седиментаційної основи. Залишки цієї основи (тектонічні лінзи пізньоюрсько-неокомських базальтів океанічної і субокеанічної/перехідної кори) місцями підстелюють ранньокрейдовий фліш у деяких внутрішніх флішових тектонічних елементах, розміщених поблизу Мармароського кристалічного масиву (Кам'янопотоцький, Буркутський тектонічні покриви). Фліш (переважно турбідити) і моласи Зовнішніх Карпат складають ряд



тектонічних одиниць (покривів). Система цих покривів розглядається як крейдово-міоценова акреційна призма, утворена при субдукції основи Зовнішньокарпатського флішового басейну під мікроконтиненти океану Тетис (мікроконтиненти зараз складають метаморфічні масиви Внутрішніх Карпат). Зовнішньокарпатський басейн розміщувався між активними окраїнами цих мікроконтинентів і пасивною окраїною Євразії. Поступове закриття цього басейну внаслідок субдукції призвело до зростання акреційної призми, її насування на край Євразії, де утворився передовий неогеновий прогин і, зрештою – до її трансформації в сучасну орогенну споруду Зовнішніх Карпат (Гнилко, 2012, 2016; Kovač et al. 2016 і посилання там).

Чорносланцеві товщі в Зовнішніх Карпатах приурочені або до певних стратиграфічних рівнів (нижня крейда, олігоцен), або до певних тектонічних елементів (чорний еоцен Сілезького покриву, верхня крейда Дуклянського покриву). Відповідно, їх накопичення пов'язано, або з домінуючим впливом глобальних/регіональних, або ж місцевих факторів.

Стратиграфія чорносланцевих відкладів.

Нижня крейда. Барем-альб (Вялов и др., 1988). Чорні збагачені органічною речовиною аргіліти приурочені до флішових відкладів спаської (Бориславсько-Покутський та Скибовий покриви) та шипотської (Сілезький, Дуклянський, Чорногорський, Свидовецький та Красношорський покриви) світ. Вони регіонально розвинені в Карпатах, за винятком деяких флішових одиниць, прилеглих до Мармароського масиву.

Спаська світа (пот. до 200 м) складена переважно геміпелагічними утвореннями (темні до чорних аргіліти, прошарки силіцитів) з пропластками дрібнозернистих турбідитів (алевроліти, “склисті” пісковики) та лінзами (пот. 20-30 м) грейнітів (масивні “тершівські пісковики”). Нижня межа світи зрізана насувами (поверхня зриву флішу Зовнішніх Карпат з седиментаційної основи). Спаська світа перекрита мергелистими переважно геміпелагічними утвореннями головнинської світи.

Шипотська світа (пот. до 500-600 м) в типовому вигляді представлена в нижній частині темними геміпелагітами (чорні аргіліти, сидерити), відкладами течій і слабких турбідитних потоків (суттєво кварцові “склисті” алевроліти), а у верхній – “класичними” турбідитами з текстурами типу T_{abcde} , T_{bcde} (темний фліш зі “склистими” пісковиками). Нижня її межа, як і спаської, зрізана насувами. Перекрита строкатими (зеленими та червоними) аргілітами яловецької світи

Верхня крейда–палеоцен. Сантон–даній (Гнилко і ін., 2019). Чорні аргіліти та мергелисті утворення розвинені в Дуклянській одиниці і представлені березнянською світою. Нижня частина світи складена тонко- і середньоритмічним темно-сірим піщано-глинистим флішем. Характеризується наявністю прошарків як сірих, так і збагачених органікою чорних аргілітів і мергелистих порід. Потужність 300–500 м. Верхня частина складена темно-сірим середньо- і товстошаруватим піщаним флішем. Переважають поліміктові пісковики, трапляються прошарки темно-сірих мергелів. Потужність – до 500 м. У нижній частині розрізу світи домінують текстури Боума T_{bcde} , T_{cde} , а у верхній – T_{abcde} , T_{abc} .

Слід зауважити, що в Зовнішніх Карпатах чорні аргіліти та мергелі розвинені і в інших відкладах цього віку, наприклад у лонинській світі (Вялов и др., 1988) Свидовецького покриву. Ці відклади потребують подальшого цілеспрямованого вивчення.

Еоцен. Чорносланцева товща цього віку розвинена в межах Сілезького покриву і представлена сойменською світою (Вялов и др., 1988). Її нижні контакти зрізані розривами, а верхні – виражені поступовим переходом до олігоцену менілітової світи. В басейні р. Ріка поблизу с. Сойми, світа складена темним до чорного середньоритмічним флішем (середньозернистими турбідитами), місцями з потужними пластами суттєво кварцових пісковиків (вірогідно, відкладів зернових потоків). Присутні прошарки чорних аргілітів, які характеризуються тонкопаралельношаруватими і гомогенними текстурами, що вказують на (гемі)пелагічне походження. У верхів'ях басейнів рік Стрий і Латориця сойменська світа розвинена в структурі



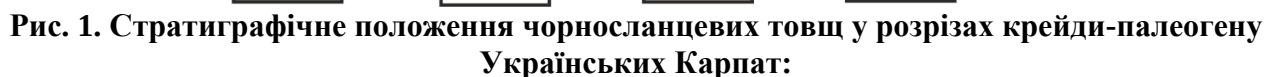
СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Сможе, де підрозділена на три підсвіти (загальною потужністю до 800 м) – нижня і верхня з яких складена тонко- середньоритмічним флішем, а середня – пісковиками. У покрівлі світи розвинений шешорський горизонт (“глобігеринові мергелі”), що виражений темно-сірими і сірими гомогенними і паралельношаруватими мергелями геміпелагічного походження (Hnylko, Hnylko, 2019 і посилання там).

Олігоцен-нижній міоцен. У відкладах цього вікового інтервалу присутні чорносланцеві товщі менілітової світи, які, як зазначалось, вважаються (Curtis et al., 2004; Picha & Golonka, 2005; Kotarba et al., 2009) головним джерелом нафти і газу у Зовнішніх (Флішових) Карпатах. Менілітова світа (потужністю до ~ 1500 м) згідно залягає на зеленкуватому фліші бистрицької світи та її аналогах і перекривається сірим флішем кросненської або поляницької світ. В найбільш зовнішніх (північно-східних) елементах Карпат світа підрозділена на три підсвіти: нижня та верхня з вираженим домінуванням чорних збагачених органікою «менілітових сланців»; середня – зі значним вмістом сірих глинистих утворень. В низах світи розвинений горизонт-маркер темних до чорних кременів з прошарками скременілих аргілітів, місцями світло-сірих кременистих мергелів і вапняків. Основна частина світи – це чорні і темно-коричневі невапнисті листуваті аргіліти, що перешаровуються з пісковиками, місцями сірими аргілітами (Вялов и др., 1988).

Відклади менілітової світи містять планктонні та бентосні форамініфери (Вялов и др., 1988 і посилання там), проте вони часто збіднені залишками біоти, а чорні бітумінозні «менілітові сланці» (як і подібні сланці інших стратонів) майже не містять мікрофауни. Поширення і розподіл у цих відкладах мікрофауни, зокрема форамініфер, як показників віку і умов палеосередовища потребують подальших досліджень.

Висновки. Потенційно нафтогазогенеруючі збагачені органічною речовиною чорносланцеві товщі розвинені на різних стратиграфічних рівнях флішу Зовнішніх Карпат. В нижній крейді чорносланцеві утворення представлені спаською та шипотською світами (Бориславсько-Покутський, Скибовий, Сілезький, Дуклянський, Черногорський, Свидовецький та Красношорський покриви), у верхній – березнянською світою (Дуклянський покрив), в еоцені – сойменською світою (Сілезький покрив), в олігоцені-міоцені – менілітовою світою та її аналогами, поширеними в більшості тектонічних елементів Карпат. Необхідно зауважити, що чорносланцеві товщі не обмежуються тільки вищеназваними стратонами і їх поширення та детальна стратифікація потребують подальшого вивчення. Вони приурочені або до певних стратиграфічних рівнів (нижня крейда, олігоцен), або до певних тектонічних елементів (чорний еоцен Сілезького покриву, верхня крейда Дуклянського покриву). Відповідно, їх накопичення пов’язано, або з домінуючим впливом глобальних/регіональних, або ж місцевих факторів. Важливим з таких факторів може бути часткова або і повна ізоляція Карпатського басейну чи окремих його частин внаслідок колізійних процесів в океані Тетис.



36



Список використаних джерел:

1. Вялов О. С., Гавура С. П., Даныш В. В. и др. Стратотипы меловых и палеогеновых отложений Украинских Карпат. – К.: Наук. думка, 1988. – 204 с.
2. Гнилко О.М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреції на призма. // Геодинаміка. – 2012. – № 1 (12). – С. 67–78.
3. Гнилко О.М. Геологічна будова та еволюція Українських Карпат. – Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 – загальна та регіональна геологія (геологічні науки). – Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, 2016.
4. Крупський Ю.З., Куровець І.М., Сеньковський Ю.М., Михайлов В.А., Чепіль П.М., Дригант Д.М., Шлапінський В.Є., Колтун Ю.В., Чепіль В.П., Куровець С.С., Бодлак В.П. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: монографія. Кн. 2. Західний нафтогазоносний регіон. – Київ: Ніка-Центр, 2014. – 400 с.
5. Curtis, J.B., Kotarba, M.J., Lewan, M.D., Wiclaw, D. Oil/source correlations in the Polish Flysch Carpathians and Mesozoic basement and organic facies of the Oligocene Menilite Shales: insights from hydrous pyrolysis experiments // Organic Geochemistry. – 2004. – No 35. – P. 1573–1596.
6. Hnylko, O., Hnylko, S., 2019. Geological environments forming the Eocene black-shale formation of the Silesian Nappe (Ukrainian Carpathians). *Geodynamics*, 1(26), pp. 61–68. <https://doi.org/10.23939/jgd2019.01.060>
7. Kotarba, M.J., Curtis, J.B., Lewan, M.D. Comparison of natural gases accumulated in Oligocene strata with hydrous pyrolysis from Menilite Shales of the Polish Outer Carpathians // Organic Geochemistry. – 2009. – No 40. – P. 769–783.
8. Kováč, M., Plašienka, D., Soták, J., Vojtko, R., Oszcypko, N., Less, G., Čosović, V., Fügenshuh, B., Králiková, S. Paleogene palaeogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas // Global and Planetary Change. – 2016. – No 140. – P. 9–27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.03.007>
9. Picha, F.J. and Golonka, J. (Eds.). Carpathian and their foreland: Geology and hydrocarbon resources. // AAPG Memory. – 2005. – V. 84.
10. Sachsenhofer, R.F., & Koltun, Y.V. Black shales in Ukraine – A review // Marine and Petroleum Geology. – 2012. – V. 31. – P. 125–136. doi:10.1016/j.marpetgeo.2011.08.016
11. Waśkowska, A. Stratigraphy of the Hieroglyphic Beds with “Black Eocene” facies in the Silesian Nappe (Outer Flysch Carpathians, Poland) // Annales Societatis Geologorum Poloniae. – 2015. – V. 85. – P. 321–343. doi: <http://dx.doi.org/10.14241/asgp.2015.011>



УДК 561.551.73(477.8)

РЕГІОНАЛЬНИЙ ПРОГНОЗ НАФТОЗАНОСНОСТІ ЗА ПАЛІНОГЕОХІМІЧНИМИ ДАНИМИ – ІНОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО РОЗШУКІВ ВУГЛЕВОДНІВ

Іваніна А.В., к. геол.-мін. н., доцент, antonina.ivanina@lnu.edu.ua;
Гоцанюк Г.І., к. геол. н., доцент, halyna.hotsanyuk@lnu.edu.ua;
Шайнога І.В., к. геол. н., доцент, ihor.shaynoha@lnu.edu.ua,
Львівський національний університет імені І. Франка, Україна

На прикладі вивчення девонсько-кам'яновугільного комплексу порід Волино-Подільської нафтогазоносною області висвітлено методику новітнього підходу до розшуків вуглеводнів – регіонального прогнозу нафтогазоносності за паліногеохімічними даними. Наведено характеристику головного органічного компоненту осадових порід – керогену – нерозчинної дисперсної органічної речовини (НДОР), компоненти якої визначені палінологічним методом. Виконано діагностику мікрокомпонентів НДОР, визначено склад, генетичний тип, характер зміни і ступінь катагенетичних перетворень дисперсної органіки, рівні термічної та геохімічної зрілості вмісних порід. Завдяки регіональному узагальненню результатів досліджень керогену виділено три зони за ступенем перетворення органіки: Західну, Центральну та Східну. Перша – Західна зона, з аномальним складом НДОР, яка подібна до складу органічних компонентів нафтогазоматеринських товщ з вичерпаним потенціалом. Друга зона – Центральна, займає південно-східну ділянку Львівського прогину і характеризується специфічним складом НДОР, серед компонентів якої домінують фрагменти інертиніту, спостерігаються також ліптинітові елементи, але поганої збереженості. Ступінь їхньої зміни відповідає головній фазі газоутворення. Третя зона – Східна, з нормальним виділенням НДОР, яка складена компонентами гумусової і ліптинітової груп в різних співвідношеннях. Виявлені особливості поширення НДОР є критерієм нафтогазоносності девонсько-кам'яновугільного комплексу порід Волино-Поділля.

REGIONAL PROGNOSIS OF OIL AND GAS BEARING CAPACITY BY PALYNOGEOCHEMICAL DATA - AN INNOVATIVE APPROACH TO HYDROCARBON SEARCHES

Ivanina A., Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Assoc. Prof., antonina.ivanina@lnu.edu.ua;
Hotsanyuk H., Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., halyna.hotsanyuk@lnu.edu.ua;
Shaynoha I., Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., ihor.shaynoha@lnu.edu.ua,
Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

On the example of the study of the Devonian-Carboniferous complex of rocks of the Volyn-Podillya oil and gas region, the method of the latest approach to hydrocarbon exploration - the regional prognosis of oil and gas capacity according to palynogeochemical data is highlighted. The characteristics of the main organic component of sedimentary rocks - kerogen - insoluble dispersed organic matter (NDOR), the components of which are determined by the palynological method. is singled out. NDOR microcomponents diagnosis are done, the composition, genetic types, nature and extent of catagenetic changes of dispersed organic transformations, the degree of maturation and thermal alteration of inclosing rocks. Through regional generalization of kerogen research and by the transformation degree of organic matter three zones are singled out: Western, Central and Eastern and their oil and gas capacity are determined. The first – the Western – with the anomalous composition of NDOR. It is very much alike to the composition of organic components of oil-gas-source rock masses with the exhausted potential. The second zone – the Central – occupies the southeastern part of the Lviv deep and is characterized by the substantial content of NDOR, among which at inertinite dominating also liptinite elements are observed, but with very bad preservation. The degree of their change corresponds with the basic phase of gas generation. The third zone – the Eastern – with the normal singling out of NDOR, which is represented by the elements of humus and liptinite groups in the different ratios. Preservation and color correspond with the basic phase of oil generation. The established peculiarities of NDOR distribution can serve as an additional criterion of Volyn-Podillia Devonian-Carboniferous complex oil-and-gas- bearing capacity.

Видобувна галузь України має важливе завдання – суттєво збільшити видобуток власного газу. Але виконати таке амбітне завдання лише завдяки інтенсифікації технологічних процесів на родовищах, які вже давно експлуатуються, складно. Наростити видобуток вуглеводнів без введення в експлуатацію нових перспективних ділянок, комплексів і структур є неможливим. Традиційні методики пошуку таких перспективних площ передбачають всебічний аналіз великого



масиву геологічних даних. Оцінку перспектив нафтогазоносності та розшук нових покладів вуглеводнів можна спростити використовуючи інноваційну методику регіонального прогнозу нафтогазоносності за паліногеохімічними даними. За осадово-міграційною теорією вуглеводні походять з дисперсної сингенетичної біоорганічної речовини осадів, яка під час діагенезу та катагенезу під впливом температури та тиску внаслідок геолого-тектонічних умов розвитку нафтогазоносних басейнів змінюється. Дисперсна органіка є невід'ємним мікрокомпонентом осадової породи. Здатність осадових комплексів генерувати вуглеводні визначається генезисом, складом, вмістом і ступенем перетворення органічної речовини, яку досліджують методами органічної геохімії. Починаючи з кінця 60-х років XX ст. під час вивчення нафтогазоносності поряд з геохімічними методами застосовують і паліногеохімічний аналіз, за допомогою якого досліджують головний органічний компонент осадових порід – нерозчинну дисперсну органічну речовину (НДОР) або кероген. Органічні компоненти НДОР складені значно конденсованими складними карбоциклічними хімічно стійкими структурами, що добре зберігаються у викопному стані і подібні елементам органічної маси вугілля. Тому складові НДОР за аналогією з вугіллям, морфологічними особливостями, походженням, характером консервації поділені на дві групи: гумусову (вітреніт, інертиніт) і сапропелево-ліптинітову (спори, пилок, акритархи, водорості, фрагменти кутикул; аморфна речовина тощо). За співвідношенням елементів визначають тип НДОР. Кожному генетичному типу НДОР властиві свої масштаби генерації і фазовий стан вуглеводнів. Гумусовий кероген продукує переважно газові вуглеводні, а сапропелевий – нафту. Під час літогенезу з НДОР відбуваються еволюційні катагенетичні перетворення. Вона повільно деградує за реакцією конденсації [2], змінюються загальний баланс, біохімічний і таксономічний склад, фізико-хімічні властивості, колір, погіршується збереженість, вуглефікуються (до повного зникнення) сапропелево-ліптинітові елементи. Визначено [3-9], що мікрофітофосилії є індикаторами катагенетичних перетворень органічної речовини, і є прямий кореляційний зв'язок між кольором, збереженістю, складом паліноморф та палеотемпературами, під впливом яких перетворювалась дисперсна органіка і визрівали вуглеводні. За п'ятнадцятирічний період (з 1967 по 1982 роки) розроблено експресну методику оптичного визначення типу органічної речовини та рівня її катагенетичного перетворення і стандартну шкалу зміни кольору паліноморф [3-9 та ін.], яка ув'язана з шкалою палеотемператур, показником відбиття вітреніту, стадією катагенезу, ступенем зрілості, нафтогазовим потенціалом вмісних порід. Зокрема визначено, що головній фазі нафтоутворення (так зване «нафтове вікно») відповідають такі показники: колір мікрофітофосилій (визначений за модифікованою семибальною шкалою Ф. Степліна [8, 9]) з індексом 3–5 змінюється від темно-жовтого до темно-коричневого, показник відбиття вітреніту (R_o) – 0,65–1,4%, рівень термічних змін від 3 до 5/6, палеотемператури – 65–170°. Для «газового вікна» властиві зміна забарвлення сапропелево-ліптинітових елементів від коричневого до чорного (індекси 5–7), R_o – 0,8–3,0%, рівень термічних змін від 4/5–6/7, палеотемператури – 120–200° [5]. Сьогодні ця стандартна шкала є головним і надійним інструментом для оптичного визначення генераційного потенціалу, ступеня термічної і геохімічної зрілості порід за палінологічними даними.

Для оцінювання перспектив нафтогазоносності за паліногеохімічними даними НДОР вивчають НДОР конкретних розрізів. Порівнюючи їх з еталонною шкалою, отримують важливу геохімічну інформацію про рівень термічних і геохімічних перетворень НДОР. Регіональне узагальнення отриманих даних є основою для новітнього підходу – регіонального зонального прогнозу перспектив нафтогазоносності, методологію якого розроблено на прикладі вивчення девонсько-кам'яновугільних відкладів Волино-Подільської нафтогазоносної області (ВП НГО).

Головною метою досліджень є всебічний аналіз НДОР для визначення нафтогазогенераційного потенціалу девонсько-кам'яновугільного комплексу порід. Для досягнення мети потрібно вирішити такі завдання: діагностика мікрокомпонентів та генетичного типу НДОР; визначення ступеня катагенетичних перетворень дисперсної органіки, рівня термічної



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

та геохімічної зрілості вмісних порід; узагальнення результатів досліджень для регіональної оцінки нафтогазоносності і виявлення перспективних ділянок і комплексів з оптимальними температурними умовами і високим генераційним потенціалом.

Загалом досліджено 108 розрізів свердловин. Результати досліджень викладені нижче.

У девонсько-камяновугільних породах ВП НГО в складі НДОР визначені гумусові, ліптинітові і сапропелеві компоненти, за вмістом та співвідношеннями яких виявлено три генетичних типи НДОР: гумусовий (характеризується домінуванням конденсованих ароматичних вуглеводнів, збіднених воднем) з двома підтипами – синседиментаційний, або первинний, утворений під час седоментогенезу, відображає вихідний склад органіки; післяседиментаційний (або вторинний) – утворений на стадії діа- і катагенетичних перетворень, його склад залежить від інтенсивності вторинних процесів, що призводять до зменшення участі (до повного зникнення) і погіршення збереженості сапропелево-ліптинітових елементів; сапропелевий (збагачений воднем, складений аліфатичними і аліциклічними структурами у вигляді коломорфними форм); змішаний тип – гумусо-сапропелевий – містить головні компоненти НДОР (спори, гумусові елементи, кутикули, трахеїди, мікрофітопланктон, аморфну речовину) приблизно в однаковій кількості.

Склад НДОР, збереженість і колір ліптинітових елементів, особливості розподілу компонентів НДОР на площі і у розрізі девону і карбону ВП НГО свідчать про таке.

Більша частина НДОР девону та карбону, за винятком невеликих локальних ділянок сходу регіону, катагенетично змінена. Перетворення відбувалися в широкому діапазоні від стадії метаморфізму ПК₂, що відповідає буровугільній групі 02 стадії літогенезу до МК₅ (антрацитова група У стадії літогенезу) та схарактеризовані показниками відбиття вітреніту (R^0) від 0,33 до 2,21 %.

Інтенсивність катагенетичних перетворювань зростала з глибиною та з сходу на захід. У глибину вторинні зміни зростали або поступово, лінійно (коли в межах одного розрізу з збільшенням глибини метаморфізм збільшувався на одну стадію; як приклад св. № 1 – Ліщинська, № 1 – Глиняни тощо), або циклічно – ділянки розрізу, що містять темніші мікрофосилії, чергуються з інтервалами, де вони світліші. Латеральні зміни рівня катагенезу НДОР контрастніші. На сході ВП НГО катагенетичні перетворення порід девонсько-карбового розрізу є на початкових стадіях (ПК₁–МК₁), що відповідає 01–І стадіям літогенезу і $R^0 = 0,33$ –0,76 %. В центральній частині (свердловини площ буріння Великі Мости, Стремінь, Добротвір тощо) рівень катагенезу значно вищий. Тут визначені катагенетичні стадії МК₄–АК₁ або ІУ, У стадії літогенезу, для яких характерним є $R^0 = 1,32$ –2,21 %. На заході серед складових НДОР ліптинітових елементів нема. Тут поширений лише вторинний гумусовий підтип НДОР. Зникнення ліптинітових елементів свідчить, що тут відбувались метагенетичні зміни органіки під впливом значних температур.

Діапазон палетемператур, під дією яких відбувались катагенетичні зміни порід, широкий – від 30 до 200 і більше градусів. Рівень термічних змін наростав з сходу на захід і змінювався від 2 до 6/7 і більше.

За ступенем геохімічної зрілості в розрізах девону і карбону ВП НГО визначені такі категорії порід: незрілі (мало поширені – визначені лише на локальних ділянках карбового розрізу сходу регіону), перехідні до зрілих (поширені і в девоні, і в карбоні і займають крайні східні ділянки Волино-Поділля (свердловини площі Горохів, Тихотин, Ренів), зрілі, перехідні до перезрілих (поширені на значній території) і перезрілі (визначені на заході – свердловини площ буріння Любеля, Дубляни, Крехів, Нестерів тощо).

За палінологічними даними відклади девону і карбону загалом (за винятком заходу і крайнього сходу) перспективні на вуглеводні. На більшій частині регіону рівень катагенетичних змін відповідає головним фазам нафто- і газоутворення.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Регіональне узагальнення отриманих палінологічних даних і визначення рівня катагенетичних перетворень показало, що за ступенем термічної і геохімічної зрілості девонсько-кам'яновугільних відкладів ВП НГО територія Волино-Поділля – неоднорідна.

За геологічними особливостями, складом, характером розподілу НДОР, ступенем збереженості і кольором паліноморф на ВП НГО виділено три зони (з заходу на схід) [1]. Перша – Західна – з аномальним складом органічної речовини, займає територію між Рава-Руським розломом (на заході) і Бутинь-Хлівчанською зоною розломів (на сході). Для НДОР властиві такі особливості. Склад НДОР і для девонських, і для кам'яновугільних відкладів однотипний: є лише дрібні кутасті видовженої або ізометричної форми фрагменти інертиніту. Ліптинітових елементів нема. Тип НДОР гумусовий, підтип вторинний післяседиментаційний. Склад органіки у Західній зоні найбільше подібний до складу органічних компонентів нафтогазоматеринських товщ з вичерпаним потенціалом (перезрілих товщ). Інтенсивні післяседиментаційні перетворення органічної речовини відбувались при температурах понад 200°, які, скоріше за все, призвели до значних змін дисперсної органіки – її механічного дроблення, знищення ліптинітових елементів, руйнування органічних молекул і до активної міграції вуглеводнів. Тому сподіватися тут скупчень вуглеводнів не варто.

Друга зона – Центральна, з специфічним складом НДОР, займає південно-східну частину Львівського прогину, лінійно витягнута, розширюється з північного заходу від Великих Мостів в напрямку площ буріння Глиняни, Новий Витків. Оглядів. Для НДОР цієї зони характерні: домінування серед складових НДОР фрагментів інертиніту; компоненти ліптинітової групи є, але поганої збереженості, колір паліноморф за шкалою Л. В. Ровніної з індексом 6, 7; домінує гумусовий генетичний тип НДОР, другий післяседиментаційний підтип. Рівень катагенетичних перетворень НДОР відповідає стадіям МК₄– МК₅ або ІУ, У стадії літогенезу, для яких характерним є $R^0=1,32-2,21\%$, рівень термічних змін 5–6/7 і палеотемператури 120–200°. За ступенем термічної і геохімічної зрілості тут поширені товщі перехідні до перезрілих (домінують у розрізах) і перезрілі. Ступінь їхньої зміни відповідає головній фазі газоутворення. Центральна ділянка перспективна на газ (Великомостівське газове родовище тому доказ).

Третя зона – Східна – з нормальним виділенням НДОР, займає значну територію на північному сході, знаходиться в межах просто побудованого зовнішнього крила Львівського прогину. Відклади зони характеризуються сильним ступенем концентрації органіки. Вона різноманітна і представлена елементами гумусової і ліптинітової груп в різних співвідношеннях. Тут визначені всі генетичні типи НДОР, крім вторинного гумусового підтипу. Колір паліноморф 2–4, переважає темно-жовте забарвлення сапропелево-ліптинітових компонентів. Катагенетичні перетворення порід девонсько-карбонів розрізу є на початкових стадіях (ПК₁–МК₁), що відповідає 01–І стадіям літогенезу і $R^0=0,33-0,76\%$ і вказують на оптимальні умови формування покладів вуглеводнів. У розрізах поширені переважно зрілі товщі, перспективні як на газ, так і на нафту.

Отже, вперше для девону та карбону ВПО СЕП за численними паліно-геохімічними даними визначено склад, генетичний тип, характер зміни і ступінь перетворення НДОР конкретних розрізів, зроблено регіональне узагальнення результатів досліджень і за ступенем геохімічної зрілості та нафтогазогенераційним потенціалом визначено три зони: Західну – мало перспективну, з вичерпаним потенціалом, Центральну, перспективну на газ, і Східну – зону, оптимальну для пошуків вуглеводнів. Підтвердженням сказаному є відкриття Великомоствівського газового (в межах Центральної зони) і Локачинського нафтового (в Східній зоні) родовищ і безрезультативність пошуків вуглеводнів на заході території.

Склад НДОР, ступінь її перетворення, особливості регіонального поширення є індикатором геохімічної зрілості порід та додатковим критерієм нафтогазоносності і є важливими під час оцінювання вуглеводневого потенціалу відкладів.



Список використаних джерел:

1. Іваніна А. В. Нерозчинна дисперсна органіка як показник нафтогазоносності девонсько-кам'яновугільних відкладів Волино-Поділля / А. В. Іваніна // Палеон. зб. – 2003. - № 35. - С. 56–61.
2. Корчагина Ю. И. Методы исследования рассеянного органического вещества осадочных пород / Ю. И. Корчагина, О. П. Четверикова. - М.: Недра, 1976.
3. Ровнина Л. В. Определение исходного типа и уровня катагенеза рассеянного органического вещества палинологическим методом: методическое руководство / Л. В. Ровнина. - М., 1984. - 19 с.
4. Ровнина Л. В. Рассеяное нерастворимое органическое вещество или кероген / Л. В. Ровнина // Методические аспекты палинологии. - М.: Недра, 1987. - С. 185–194.
5. Batten D. J. Use of transmitted light microscopy of sedimentary organic matter for evaluation of hydrocarbon source potential / D. J. Batten // Proc. 4th International Palynological Conference, Lucknow, 1976–1977. - N 2. - 1980. - P. 589–594.
6. Correia M. Relation possibles entre l'état de conservation des elements figures de la matiere organique (microfossiles palynoplantologiques) et l'existence de gisements d'hydrocarbures / M. Correia // Revue de L'Institut Francais du Petrole. - N 22. - 1967. - S. 1285–1306.
7. Correia M. Diagenesis of sporopollenin and other comparable organic substances: application to hydrocarbon research / M. Correia // Sporopollenin. - London: Academic Press, 1971. – P. 569–620.
8. Staplin F. L. Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence / F. L. Staplin // Bull. Can. Petrol. Geol. - N 17. - 1969. - P. 47–66.
9. Staplin F. L. Interpretation of thermal history from colour of particulate organic matter – a review / F. L. Staplin // Palynology. - N 1. - 1977. - P. 9–18.



УДК 551.7:551.8:551.49:553.98(477.8)

КРИТЕРІЇ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВЕРХНЬОЮРСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Колодій І.В., к. геол. н., ivannakolodiy@gmail.com;

Анікеєва О.В., к. геол. н., geolena@ukr.net,

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна

Приведена класифікація комплексу критеріїв нафтогазоносності для оцінки як регіонального так і локального прогнозу нафтогазоносності верхньоюрських відкладів Передкарпатського прогину. Визначені та систематизовані гідрогеологічні ознаки нафтогазоносності, які в комплексі з іншими критеріями геологічного і геохімічного характеру можуть з успіхом використовуватись в оцінці перспектив не тільки великих регіонів, але і окремих структур. За комплексом критеріїв визначені ділянки, перспективні для подальших геологорозвідувальних робіт.

CRITERIA FOR OIL AND GAS POTENTIAL OF THE UPPER JURASSIC DEPOSITS OF THE NORTH-WESTERN PART OF THE OUTER ZONE OF THE CARPATHIAN FOREDEEP

Kolodiy I., Cand. Sci. (Geol.), ivannakolodiy@gmail.com;

Anikeyeva O., Cand. Sci. (Geol.), geolena@ukr.net,

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine)

The classification of a set of oil and gas potential criteria for the analysis of both regional and local prognosis of oil and gas potential of the Upper Jurassic deposits of the Carpathian Foredeep is given. The hydrogeological features of oil and gas potential are identified and systematized. In combination with other criteria of geological and geochemical nature they can be successfully used in evaluation the prospects not only of large regions, but also of local structures. The areas perspective on a complex of criteria are determined.

Вступ. З карбонатними відкладами верхньої юри пов'язані родовища нафти та газу Центральноєвропейського, Англо-Паризького, Західно-Англійського нафтогазоносних басейнів, Перської затоки, Мексиканської затоки, Туранської нафтогазоносної провінції. На території Українського Передкарпаття карбонатні відклади верхньої юри розкриті свердловинами на території Передкарпатського прогину і прилеглої окраїни Східноєвропейської платформи.

Перспективність нафтогазоносності верхньоюрських карбонатних відкладів Передкарпатського прогину визначається, передусім, особливостями тектонічної будови, літолого-фаціальним складом порід, що зумовлюють утворення літологічних і тектонічних пасток вуглеводнів, достатніми ємнісно-фільтраційними властивостями порід-колекторів, гідрогеологічними показниками нафтогазоносності. Серед останніх виділяють загальногідрогеологічні, гідродинамічні та гідрогеохімічні. За рейтингом серед них виділені показники наявності покладів вуглеводнів, умов формування скупчень нафти і газу, умов збереження покладів, наявності пасток нафти і газу.

Мета та методи – узагальнити критерійні ознаки перспектив нафтогазоносності верхньоюрських відкладів фундаменту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину за комплексом методів, систематизувати і доповнити гідрогеологічні критерії за аналізом літературних джерел та результатами власних досліджень.

Результати. Попередніми дослідженнями (Дулуб, 2003, Крупський, 2001, Карпенчук, 2006, та ін.) встановлено, що відклади верхньої юри являють собою латеральний ряд рифогенних фацій – передрифові, рифові та зарифові утворення. Рифові споруди приурочені до крайової частини платформи – зони між Городоцьким та Судово-Вишнянським регіональними розломами та заміщуються на захід глибоководними передрифовими відкладами і на схід мілководними зарифовими утвореннями. Фаціальні зони простягаються майже субмеридіанальними смугами довжиною до 100 км, їх ширина змінювалась впродовж пізньої юри залежно від тектонічної



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

обстановки та евстатичних змін (Карпенчук, 2006, Жабіна, 2015). Верхня частина верхньоюрських відкладів значно еродована, з проявами карсту, перекрита утвореннями крейди або міоцену. Усі фаціальні зони розкриті бурінням лише у північно-західній частині прогину (від кордону з Польщею до долини р. Стрий).

Найперспективнішими для пошуку вуглеводнів є рифові і зарифові відклади кімериджитону. Для рифових і біогермних фацій характерна висока пористість – 15-20% і проникність до $100 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$ (Куровець, 2008).

Регіональною покрішкою вважається гіпсоангідритовий горизонт міоцену (тираська світа) і глини косівської світи. Окрім нього, виділяються локальні покрішки – глиниста пачка у підшві ставчанської світи (нижня крейда), внутрішні літологічні неоднорідності (наявність щільних глинистих вапняків та аргілітів) у зарифових відкладах верхньої юри (Жабіна, Анікеєва, 2015).

Гідрогеологічні показники. В працях А.А. Карцева, В.В. Колодія, В.А. Кудрякова вказувалось, що найбільш сприятливими для нафтонагромадження є гідрогеологічні умови елізійних природних водонапірних систем.

У межах глибокозанурених структур Зовнішньої зони Передкарпатського прогину встановлено існування елізійної водонапірної системи, гідробаричні вектори у якій спрямовані у сторону Східноєвропейської платформи (Карпатська..., 2004). Вуглеводневі поклади локалізуються у регіональній смузі гідробаричного зрівноваження (зона між Судово-Вишнянським і Городоцьким регіональними розломами).

До сприятливих **гідродинамічних** умов нафтогазоносності відносять сучасні квазізастійні (стагнаційні) умови в надрах в поєднанні наявністю пасток на ділянках, що характеризуються найменшим, стосовно фону, рівнем пластової енергії (п'єзометричні мінімуми). Звичайно гідрогеологічну закритість визначають за гідрогеохімічними показниками – вмістом Br, Cl/Br.

Рифогенні споруди знаходяться у смузі гідробаричного зрівноваження інфільтраційної та елізійної водонапірних систем, що заклало сприятливі флюїдодинамічні передумови локалізації тут вуглеводневих покладів та достатню гідродинамічну захищеність.

В межах північно-західної частини зони доволі чітко проявляються локальні гідробаричні вектори, обумовлені зростанням пластових тисків у напрямках до поперечних тектонічних порушень.

Гідродинамічно замкнені структури, якими часто є рифові та зарифові біогермні споруди, на загальному гідрогеохімічному тлі відображаються високомінералізованими водами хлоридно-кальцієвого, хлоридно-магнієвого типів, які зазнали змін в процесі метаморфізації.

Площі розвантаження (перспективні у плані пошуків нових покладів) характеризуються локальними п'єзомінімумами на тлі регіональних гідробаричних полів. Встановлено, що окремі рифогенні споруди (Рудківська та Летнянська структури) характеризуються п'єзомінімумами, що може вказувати на механізм вторинної латеральної міграції водо-вуглеводневих флюїдів та заповнення високопористих органогенних колекторів.

Гідрогеохімічні показники умов існування покладів – це, насамперед, регіональна гідрогеохімічна обстановка: поширення солянок хлоридного кальцієво-натрієвого типу, насичених вуглеводневими газами, парціальний тиск яких є достатньо високим (рис. 1).

Єдиної думки стосовно інформативності застосування мікроелементів (йоду, бром, амонію, кремнію, радію, стронцію, рідкісних лужних елементів) як ознак нафтогазоносності немає. Більшість дослідників вважає за доцільне використання окремих мікроелементів пластових вод як пошукових ознак. Щодо показника сульфатності $r\text{SO}_4 \cdot 100/r\text{Cl}$, то в Зовнішній зоні Передкарпатського прогину зменшення сульфатності властиве, за даними В.М. Щепака, як крайовим водам газових покладів, так і водам, віддаленим від покладів, але розкритим у зонах розломних шляхів вертикальної міграції газу.

Найбільш універсальними для прогнозування нафтогазоносності виявилися **газогідрогеохімічні** ознаки – за складом водорозчинених газів і тиском насичення. Отримання



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

потрібних даних є простим, а результати – достатньо надійними. Максимальна газонасиченість підземних вод встановлена в приконтурних зонах газових родовищ Зовнішньої зони, де вона перевищує 2000 см³/л, а значення тиску насичення наближається до пластового тиску. Газонасиченість вод зростає також із зростанням глибини їхнього залягання, пластового тиску і температури (Карпатська..., 2004).

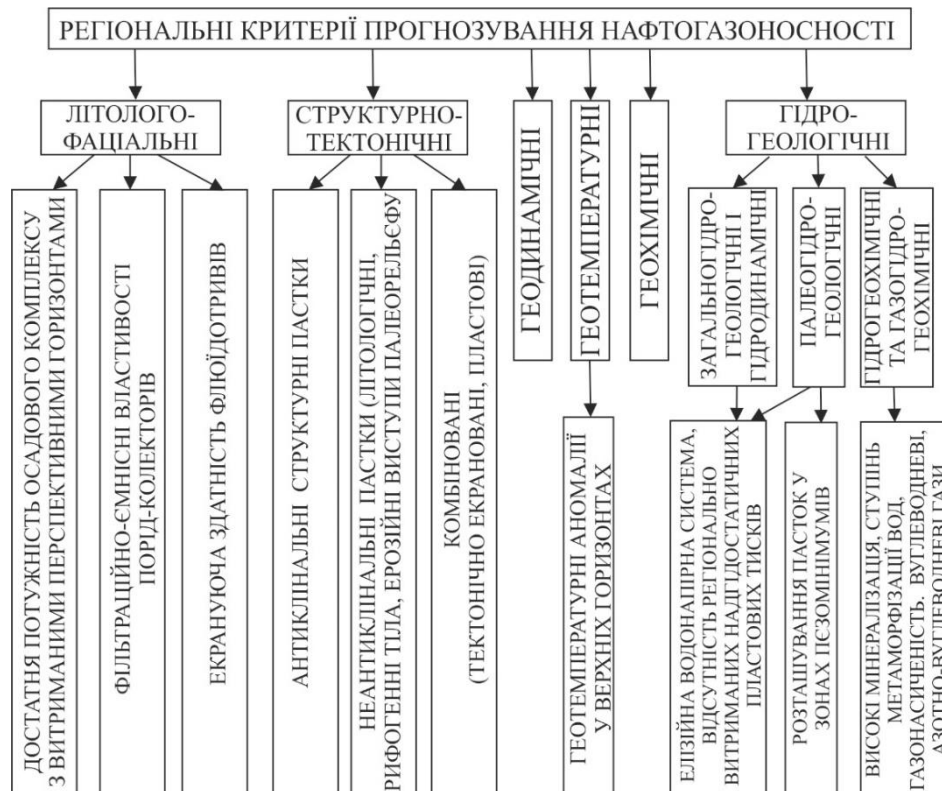


Рис. 1. Регіональні критерії прогнозування нафтогазоносності (за матеріалами В.В. Колодія, М.І. Євдошука, В.М. Щепака, Ю.З. Крупського, доповнено)

До прямих ознак нафтогазоносності належать водорозчинні органічні речовини нафтового походження – бітуми, феноли, водорозчинні вуглеводні, нафтенові кислоти тощо. Вони проявляються у вигляді дифузійних ореолів розсіювання вуглеводневих скупчень, а їхній вміст зростає в міру наближення до покладів від фонових до підвищених значень зазвичай у декілька разів. Сюди ж належать водорозчинені гази вуглеводневого складу, тиск насичення яких зростає до пластового в міру наближення до покладу. Як пряму ознаку нафтогазоносності можна використати присутність конденсаційних і солюційних вод і їхню суміш із пластовими водами (Колодій, 1975). Ці води, значно меншої порівняно з гідрогеохімічним фоном мінералізації, мають специфічний строкатий іонно-сольовий склад, збагачені в більшості випадків НСО₃, аж до гідрокарбонатно-натрієвого типу, за класифікацією В. Суліна (гідрокарбонатно-хлоридного натрієвого). У конденсаційних водах присутні мікроелементи, відносний вміст яких часто більший, ніж у солянках фону: J – до 13, В – до 2, Br – до 61, Si – до 200, NH₄ – до 150 мг/л, фенолів: нелетких з водяною парою – більше ніж 1,5 мг/л, летких – 10–12 мг/л і більше. Такі води одержані на Летнянському і Рудківському родовищах.

Новизна дослідження. Гідрогеологічні ознаки нафтогазоносності в комплексі з структурно-тектонічними, літолого-фаціальними, геохімічними та ін. можуть з успіхом використовуватись в оцінці перспектив не тільки великих регіонів (див. рис. 1) але і окремих зон і структур (рис. 2). За структурними, літолого-фаціальними та гідрогеологічними ознаками перспективною є передрифова фация (зона між Краковецьким і Судово-Вишнянським



регіональними розломами – площі Грушів, Нікловичі, Орховичі та ін.), де верхньоярські відклади залягають на глибинах від -2000 м до понад -5000 м. За результатами наших досліджень, з врахуванням результатів ГДС (Ізотова, 2005) та поверхневої газогеохімічної зйомки (Губич, 2008), перспективною є Новоселицька площа, де відклади верхньої юри розкриті 11 свердловинами, але не випробувані.



Рис. 2. Локальні критерії прогнозування нафтогазоносності згідно гідрогеологічних ознак (за даними В.В. Колодія, В.Ю. Гарасимчука, В.М. Щепака та ін. з доповненнями І.В. Колодій)

Список використаних джерел:

1. Гарасимчук В., Лук'янчук Д. Гідрогеологічні аспекти газоносності верхньобаденських відкладів зовнішньої зони Передкарпатського прогину. Геологія і геохімія горючих копалин. 2010. 3–4. 125–140.
2. Губич І.Б., Сирота Т.О., Яронтовський О.Г., Барчук В.В. Флюїдодинамічна модель формування покладів вуглеводнів в утвореннях мезозою Косівсько-Угерської підзони // 36. наук. пр. УкрДГРІ. 2008. № 1. 136-142.
3. Дулуб В.Г., Жабіна Н.М., Огороднік М.Є., Смірнов С.Є. Пояснювальна записка до стратиграфічної схеми юрських відкладів Передкарпаття (Стрийський юрський басейн). Львів: ЛВ УкрДГРІ. 2003. 32 с.
4. Жабіна Н.М., Анікеєва О.В. Палеогеографія та умови седиментації території Українського Передкарпаття в оксфорд–валанжині. Геологічний журнал. 2015. № 4 (353). 49–56.
5. Ізотова Т.С., Пуш А.О., Бондаренко О.В., Вертепний Т.В., Кушта Г.Й. Характеристика колекторів рифогенного комплексу верхньої юри північно-західної частини Передкарпатського прогину та перспективи нафтогазоносності. Перспективи нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів осадових басейнів України. 36. наук. праць. Івано-Франківськ, 2005. 95-99.
6. Карпатська нафтогазоносна провінція / під ред. В.В. Колодія. Львів–Київ: ТОВ “Український видавничий центр”. 2004. 390 с.
7. Карпенчук Ю.Р., Жабіна Н.М., Анікеєва О.В. Особливості будови і перспективи нафтогазоносності верхньоярських рифогенних комплексів Більче-Волицької (Зовнішньої) зони Передкарпатського прогину. Геологія і геохімія горючих копалин. Львів, 2006. № 2. 44–52.
8. Колодій В.В. Подземные конденсационные и солюционные воды нефтяных, газоконденсатных и газовых месторождений. К.: Наук. думка, 1975. 124 с.
9. Крупський Ю.З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. К.: УкрДГРІ, 2001. 144 с.
10. Новосилецкий Р.М. Зоны аномально высоких давлений и их нефтегазоносность// Геол. журн. 1982. Т. 42. № 3. 60–70.
11. Щепак В.М. Гидрогеологические условия Внешней зоны Предкарпатского прогиба в связи с газонефтеносностью. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Киев : Гос. ун-т им. Т.Г. Шевченко, 1965. 22 с.



УДК 528+550.837+553.98

РЕЗУЛЬТАТИ РЕКОГНОСЦІРУВАЛЬНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ПРЯМОПОШУКОВИМИ МЕТОДАМИ НАФТОГАЗОПЕРСПЕКТИВНИХ ДІЛЯНОК НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Якимчук М.А.¹, д. ф.-м. н., проф., yakymchuk@gmail.com;

Корчагін І.М.², д. ф.-м. н., проф., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ, Україна,

2 – Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

Представлені результати рекогносцирувальних досліджень в межах великих площ на півдні України і шельфі Чорного моря. Експерименти з використанням прямопошукової технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків проведені з метою виявлення зон і ділянок, перспективних на проведення детальних пошукових робіт на нафту і газ. В межах Придніпровської площі виявлено чотири вулканічні комплекси, в контурах яких на глибині 57 км здійснюється синтез ВВ, а також базальтовий вулкан, по якому відбувається міграція водню в атмосферу. В цілому, результати досліджень підтверджують припущення фахівців про міграцію вуглеводнів на площі з глибинних горизонтів розрізу. Чотири з п'яти обстежених локальних ділянок в межах Придністровської площі є перспективними для проведення детальних пошукових робіт з метою виявлення та локалізації промислових скопчень нафти і газу. В контурах п'яти з дев'яти обстежених локальних ділянок на крупній території в районі розміщення Олешкінських пісків в Херсонській області прогнозується можливість виявлення покладів нафти і газу

RESULTS OF RECONNAISSANCE SURVEY BY DIRECT-PROSPECTING METHODS OF OIL AND GAS PROSPECTS IN THE SOUTH OF UKRAINE

Yakymchuk M.¹, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., yakymchuk@gmail.com;

Korchagin I.², Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine,

2 – Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of reconnaissance studies within large areas in the south of Ukraine and the Black Sea offshore are presented. Experiments with the use of direct-prospecting technology of satellite images frequency-resonance processing were carried out in order to detect zones and areas promising for carrying out detailed prospecting works for oil and gas. Within the Pridniprovsk area, four volcanic complexes were discovered, in the contours of which hydrocarbons are synthesized at a depth of 57 km, as well as a basalt volcano along which hydrogen migrates into the atmosphere. In general, the research results confirm the assumptions of specialists about the migration of hydrocarbons in the area from the deep horizons of cross-section. Four out of five surveyed local areas within the Pridnistrovsk area are promising for conducting detailed prospecting work in order to detect and localize industrial accumulations of oil and gas. In the contours of five out of nine surveyed local areas on a large territory in the area of the Oleshkinsky sands in the Kherson region, the possibility of discovering oil and gas deposits is predicted.

Вступ. У 2021 р тривала апробація мобільних прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків [2, 3] з метою вдосконалення методики їх застосування при пошуках родовищ вуглеводнів, рудних корисних копалин, водоносних колекторів та природного водню. Значний обсяг експериментальних робіт виконано також в різних регіонах України. У доповіді представлені результати додаткового рекогносцирувального обстеження перспективних на нафту і газ площ на півдні України.

Придніпровська площа. Матеріали геолого-геофізичних і геохімічних досліджень в районі Придніпровської площі на північно-західному шельфі Чорного моря представлені в [1]. Для проведення рекогносцирувальних досліджень на цій площі на супутниковий знімок (рис. 1а) нанесені контури ділянки, положення пробуреної свердловини і контури труб дегазації, виявлених за даними комплексної інтерпретації геолого-геофізичної і геохімічної інформації [1]. Фрагменти супутникового знімка площі, частотно-резонансна обробка яких проводилася в рекогносцирувальному режимі окремо, позначені на рис. 1а прямокутниками 1-6. Результати виконаних інструментальних вимірювань зводяться до наступного.



Ділянка в прямокутнику 1. В процесі обробки знімка всієї площі з поверхні зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, бактерій метаноокислюючих (інтенсивні) (бактерії, популяції яких аналізуються в методі мікробіологічної розвідки на нафту і газ компанії MicroPro GmbH, ФРН), фосфору (червоного, чорного, білого, жовтого), горючого сланцю, газогідратів, антрациту, водню, бактерій водневих, живої води, мертвої води, льоду, лонсдейліту, солі калійно-магнієвої і солі натрій-хлористої.

Зареєстровані сигнали від 1-6, 7-ї (вапняки), 8-ї (доломіти), 9-ї (мергелі) груп осадових порід і 6-ї (базальти), 6А (долерити і андезити), 6Б (лампроїти), 7-ї (ультрамафічні), 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18 груп магматичних і метаморфічних порід.

На поверхні синтезу ВВ 57 км отримані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (червоного, чорного, білого, жовтого), водню, живої води. Сигнали від мертвої води отримані на глибинах 13 км, 59 км і 71 км, а від живої - на 11 км, 57 км і 68 км.

Фіксацією відгуків на різних глибинах визначені корені наступних вулканів: 1-6 групи осадових порід - 470 км, вапняки - 99 км, доломіти - 99 км, мергелі - 99 км, кременисті породи - 723 км, базальти - 99 км, сіль - 723 км, ультрамафічні породи - 723 км, граніти - 996 км. Верхня кромка кременистих порід визначена на глибині 99 км, а гранітів - на 723 км.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу, вуглекислого газу, водню, фосфору, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

На поверхні синтезу ВВ 57 км відгуки від нафти отримані з солі, другої групи осадових порід (псаміти), вапняків і ультрамафічних порід (7-а група магматичних).

На другій поверхні синтезу ВВ 11 км відгуки від нафти отримані з псамітів, вапняків і ультрамафічних порід; сигнали від нафти з солі були відсутні.

Скануванням розрізу з поверхні до 6000 м, крок 50 см, відгуки на частотах газу отримані з інтервалів: 1) 865-1100 м, 2) 1400-1780 м, 3) 2170-(2400-інтенсивний) - (2650-дуже інтенсивний-2700) - (2780-2800-дуже інтенсивний до 2900)-2940 м, 4) 3500-3690 м, 5) 4185-(5040-дуже інтенсивний)-5100 м, 5) 5445-(5560-інтенсивний)-5650 м. Сигнали від газу отримані також з нижньої частини розрізу на глибинах 6 км, 10 км і 14 км.

Прямокутник 2. При обробці частини знімка в другому прямокутнику зареєстровані сигнали тільки від 9-ї (мергелі) групи осадових порід. Нижня кромка мергелів зафіксована на глибині 99 км, а з інтервалів 99-218 км, 218-723 км і 723-996 км отримані відгуки від 10-ї групи осадових (кременистих) порід, солі і гранітів відповідно.

Прямокутник 3. В межах ділянки отримані сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (білого). Зареєстровані також відгуки від солі, доломітів і мергелів. Нижня кромка солі визначена на глибині 99 км, корені вулканів з доломітами і мергелями зафіксовані на глибині 723 км, а з інтервалів 218-470 км і 723-996 км отримані відгуки від кременистих порід і гранітів.

На поверхні синтезу ВВ 57 км зафіксовані сигнали від нафти, конденсату, газу і фосфору (білого). На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу і фосфору, що свідчить про їх міграцію в атмосферу. На глибині 1 км з верхньої частини розрізу отримані сигнали тільки від газу, а на 1.5 км - від газу конденсату і нафти.

Прямокутник 4. Зареєстровані сигнали тільки від мергелів. Нижня кромка мергелів зафіксована на глибині 218 км, а з інтервалів 218-723 км і 723-996 км отримані відгуки від 10-ї групи осадових (кременистих) порід і гранітів відповідно.

Прямокутник 5. В межах ділянки зареєстровані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів, льоду, антрациту і осадових порід 1-6 і 9-ї (мергелі) груп.

На глибині 57 км зареєстровані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору, живої води, а від вуглекислого газу і мертвої води – на глибині 59 км.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Корінь вулкана 1-6 груп осадових порід визначено на глибині 470 км, нижня кромка мергелів - на глибині 99 км, а з інтервалу 99-723 км отримані відгуки від кременистих порід.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу, вуглекислого газу і фосфору, що свідчить про їх міграцію в атмосферу. На глибині 1 км з верхньої частини розрізу отримані сигнали тільки від газу, а на глибині 1.5 км - від газу, конденсату та нафти.

Локальна ділянка в прямокутнику 6. Зафіксовані лише сигнали від доломітів з нижньою кромкою на глибині 99 км. Нижче отримані сигнали від кременистих порід.

Прямокутник 6, ділянка розміщення свердловини. З метою вивчення чутливості методу вертикального сканування розрізу, а також відпрацювання методики проведення інструментальних вимірювань проведено більш детальне обстеження трьох інтервалів в свердловині, в межах яких з використанням мас-спектрометричного хімічного аналізу визначені вмісти вуглекислого газу, азоту і газу (метану) в зразках керна [1, таблиця]. Інструментальні виміри в цих інтервалах розрізу проводилися з використанням установки з двома генераторами. Результати експериментів зводяться до наступного.

Інтервал 2142-2150 м: зареєстровані відгуки від вуглекислого газу, азоту, газу (метану), фосфору (жовтого) і 7-ої (вапняки) групи осадових порід.

Інтервал 2265-2275 м: сигнали від вуглекислого газу, азоту, і вапняків.

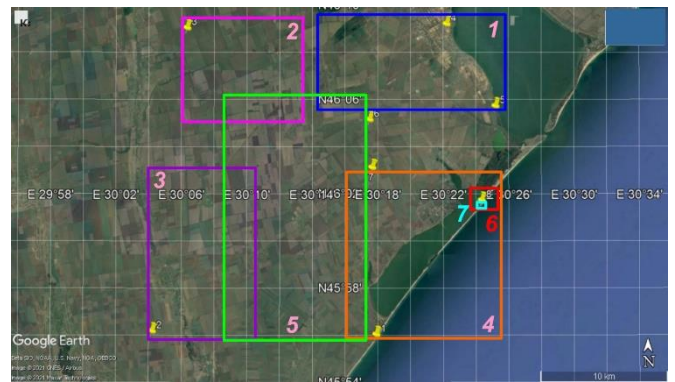
Інтервал 2370-2375м: відгуки від вуглекислого газу, азоту, газу, фосфору (жовтого).

Інтервал 2142-2375 м: зафіксовані сигнали від вуглекислого газу, азоту, газу, фосфору.

Додатково, в процесі обробки частини фотографії в прямокутнику 6 на ділянці розташування свердловини з поверхні зареєстровані відгуки від газу (дуже слабкої інтенсивності), бактерій (дуже слабкої інтенсивності), вуглекислого газу (слабкої інтенсивності), азоту (невисокої інтенсивності), фосфору (жовтого) і вапняків.



а)



б)

Рис. 1. Супутникові знімки Придніпровської (а) і Придністровської (б) площ

Прямокутник 1 без ділянок 1-6. При обробці цього знімка зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (жовтого, білого, червоного, чорного), горючого сланцю, газогідратів, льоду, антрациту, водню, бактерій водневих, води (живої і мертвої), лонсдейліту, солі калійно-магнієвої і солі натрій-хлористої. Зареєстровані сигнали від 1-6, 7, 8, 9, 10 груп осадових порід і 6, 6А, 6Б, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18 груп магматичних.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу зафіксовані відгуки від газу, вуглекислого газу, фосфору і водню, що свідчить про їх міграцію в атмосферу. На глибині 1 км з верхньої частини розрізу отримані сигнали від нафти, конденсату та газу.

Придністровська площа. Положення Придністровської площі показано на супутниковому знімку (рис. 1б) 8-ма пронумерованими маркерами. Прямокутниками на знімку позначені фрагменти, частотно-резонансна обробка яких проводилася окремо.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

В процесі частотно-резонансної обробки частини знімка, позначеного маркерами, з поверхні зафіксовані сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, фосфору (жовтого), і осадових порід 7-ої (вапняки), 8-ої (доломіти), 9-ої (мергелі) і 10-ої (кременисті) груп.

Фіксацією відгуків на різних глибинах визначені корені наступних вулканічних комплексів: 1) вапняки - 470 м, 2) доломіти - 470 м, 3) мергелі - 470 м, 4) кременисті породи - 723 м. Скануванням розрізу з поверхні, крок 10 см відгуки від вапняків почали фіксуватися з 58 м. На поверхні синтезу ВВ 57 км (в вапняках) зареєстровані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу і фосфору (жовтого).

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см відгуки на частотах нафти отримані з інтервалу 700-770 м (сканування глибше не проводилося).

При скануванні розрізу з поверхні до 5000 м, крок 50 см, відгуки на частотах газу отримані з інтервалів: 1) 310- (400-інтенсивний) (500-дуже інтенсивний) -560 м, 2) 910-(1060-інтенсивний)-1160 м, 3) 1645-(1845-інтенсивний)-2020 м, 4) 2425-(2530-інтенсивний)(2770-інтенсивний)-2810 м, 5) 3220-(3290-інтенсивний) (3550-інтенсивний)-3610 м, 6) 3920- (4110- інтенсивний) (4300-інтенсивний) (4560- інтенсивний) (4740- інтенсивний)-4820 м.

При проведенні інструментальних вимірювань з використанням двох генераторів відгуки на частотах нафти, конденсату та газу отримані також з інтервалів 5-10 км і 10-15 км.

В межах 7-ми прямокутних контурів на рис. 16 виконаний обмежений обсяг інструментальних вимірювань з метою локалізації зон нафтогазонакопичення.

Ділянка 1. Відгуки на частотах нафти, конденсату та газу зареєстровані.

Ділянка 2. Відгуки на частотах нафти, конденсату та газу при обробці знімка ділянки **не зареєстровані** з поверхні, а також на глибині 57 км. На поверхні 57 км отримані сигнали від доломітів, мергелів і кременистих порід.

Ділянка 3. Отримані відгуки від нафти, конденсату та газу слабкої інтенсивності, а також сигнали від газогідратів і антрациту. На глибині 57 км також зареєстровані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (жовтого), горючих сланців.

З поверхні зафіксовані відгуки від 1-6-ої груп осадових порід (слабкої інтенсивності), а також 9-ої (мергелі) і 10-ої (кременисті) груп. Скануванням розрізу з кроком 1 м верхня кромка 2-ї групи (псаміти) осадових порід визначена на глибині 5690 м.

На поверхні 5600 м з нижньої частини розрізу отримані сигнали від 1-6, 9-ої і 10-ої груп осадових порід, а також нафти, конденсату та газу. З верхньої частини розрізу на глибині 5600 м відгуки від нафти, конденсату, газу та псамітів не отримані. На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу відгуки від газу не отримані (відсутність міграції в атмосферу).

Ділянка 4. Відгуки на частотах нафти, конденсату та газу зареєстровані.

Ділянка 5. При обробці знімка ділянки з поверхні зареєстровані відгуки на частотах нафти, конденсату та газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (жовтого). Зафіксовані також сигнали від солі, вапняків і кременистих порід. На поверхні синтезу ВВ 57 км отримані відгуки від солі, кременистих порід, нафти з солі і нафти з вапняків. Сигнали від нафти з вапняків отримані також на глибині 11 км. На глибині 11 км відгуки від нафти з вапняків і з солі зареєстровані з верхньої частини розрізу.

Ділянка 6. При обробці знімка локальної ділянки на косі (спільно з зоною 7) зареєстровані сигнали від нафти, конденсату, газу, бактерій метаноокислюючих, осадових порід 7-ої (вапняки), 8-ої (доломіти) і 9-ої (мергелі) груп. Відгуки від нафти, конденсату, газу і осадових порід 7-ої, 8-ої і 9-ої груп зафіксовані також на поверхні синтезу ВВ 57 км.

Ділянка 7. При скануванні розрізу з поверхні до 5 км з кроками 10 см і 50 см відгуки на частотах нафти отримані з таких інтервалів: 1) 115-194 м, 2) 238-344 м, перехід на крок 50 см, 3) 430-475 м, 4) 710-1246 м, 5) 1510-1925 м, 6) 2080-(інтенсивний)-2310 м, 7) 2710-2790 м, 8) 3660-(інтенсивний-3900) (4050-інтенсивний) (4130-інтенсивний)-4340 м, 9) 4830-4870 м.

На поверхні 5 км відгуки від нафти отримані з нижньої частини розрізу.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

При проведенні інструментальних вимірювань з використанням двох генераторів відгуки на частотах нафти і конденсату отримані також з інтервалів 5-10 км і 10-15 км; сигнали від газу з цих інтервалів були відсутні. Відгуки від нафти, конденсату та газу отримані також на глибині 57 км.

Район розташування Олешкінських пісків. На рис. 2 представлений супутниковий знімок крупної території в районі розташування структури, в межах якої проведено додаткові дослідження з метою локалізації прогнозованих нафтогазоперспективних ділянок.

В процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка всієї території в районі розташування структури (рис. 2) з поверхні зареєстровані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, метаноокислюючих бактерій, фосфору (всі кольори), горючих сланців, газогідратів, антрациту, мертвої води, ртуті, золота, коесіту, лонсдейлітів, солі калійно-магнієвої, солі натрій-хлористої.

Інструментальними вимірами на площі обстеження встановлено наявність 1-6, 7-ої (вапняки), 8-ої (доломіти) і 9-ої (мергелі) груп осадових порід, а також 1-ої (граніти), 7-ої (ультрамафічні), 8, 9 і 10 груп магматичних і метаморфічних порід.

Корені вулканів, заповнених сіллю і 1-6 групами осадових порід, зафіксовані на глибинах 470 км, вулканічних структур, заповнених вапняками, доломітами, мергелями і ультрамафічними породами, - на глибині 723 км, а гранітного вулкана - на 996 км. З інтервалу 218-723 км зареєстровані також сигнали на частотах кременистих порід.

Результати обстеження 9-ти ділянок в прямокутниках (рис. 2) зводяться до наступного.

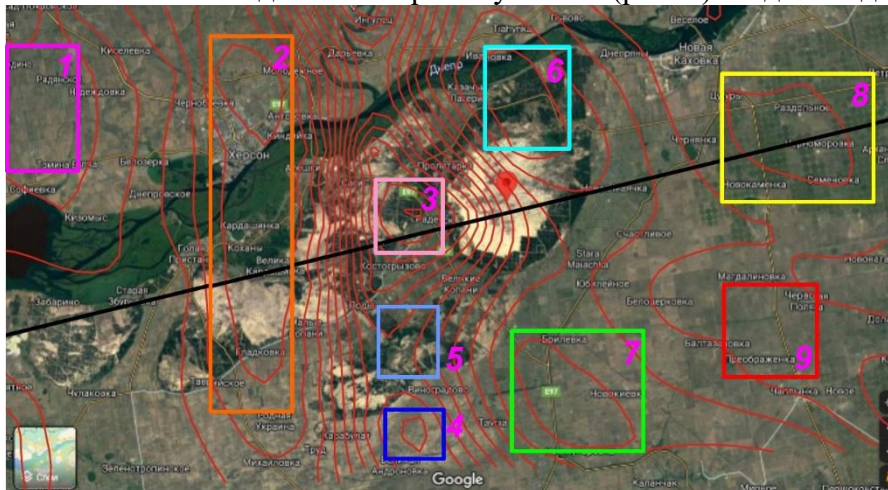


Рис. 2. Кільцева структура «Олешкінські піски» на супутниковому знімку території

Фрагмент 1. В процесі частотно-резонансної обробки частини знімка з поверхні зареєстровані відгуки на частотах фосфору (коричневий), мертвої води, ртуті, коесіту, графіту, осадових порід 1-6 груп і магматичних порід 1-ої групи (граніти).

Скануванням розрізу верхня кромка гранітів зафіксована на глибині 350 м. На поверхні 350 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки тільки від 1-6 груп осадових порід, від нафти сигнали не зафіксовано. Нижня кромка верхнього шару гранітів зафіксована на глибині 4700 м. Сигнали від другого шару гранітів отримані з інтервалу 18-30 км.

При використанні вимірювальної установки з двома генераторами з інтервалу 4.7-18 км (між шарами гранітів) отримані відгуки від 1-6 груп осадових порід. З цього ж інтервалу зареєстровані сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів і антрациту.

Фрагмент 2. Зареєстровані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, метаноокислюючих бактерій, фосфору (жовтого), горючого сланцю, антрациту, мертвої води і осадових порід 1-6 груп з коренем на глибині 470 км.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

На поверхні синтезу ВВ 57 км зафіксовані сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину та живої води, а від вуглекислого газу і мертвої води – на глибині 59 км.

При скануванні розрізу з кроком 1 м, відгуки на частотах нафти отримані з таких інтервалів: 930-1445 м, 2) 1580-1860 м, 3) 2150- (2400-інтенсивний)-2765 м, 4) 3170- (3553-інтенсивний)-3820 м, 5) 4620-4930 м (до 5 км простежено). Відгуки від нафти слабкої інтенсивності отримані також з нижньої частини розрізу на глибинах 5 км, 10 км і 15 км.

Фрагмент 3. На ділянці обстеження зареєстровані сигнали від солі і вапняків. Корінь соляного вулкана визначено на глибині 723 км, а верхня кромка солі – на глибині 180 м. На поверхні 180 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від вапняків.

На поверхні 57 км зафіксовані сигнали від нафти, конденсату, газу, фосфору (білого).

При скануванні розрізу з 180 м до 5000 м з кроком 1 м, відгуки на частотах нафти отримані з таких інтервалів: 1) 1710-(2200-інтенсивний) (2700-дуже інтенсивний)-3165 м, 2) 4180-(4500-інтенсивний) (4600-дуже інтенсивний)-4710 м. Відгуки від нафти отримані також з нижньої частини розрізу на глибинах 5 км, 10 км і 15 км.

Фрагмент 4. При обробці знімка зафіксовані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, метаноокислюючих бактерій, фосфору (білого), солі, мергелів і живої води. Відгуки слабкої інтенсивності від вуглекислого газу і мертвої води зафіксовано на глибині 59 км. Верхня кромка солі визначена скануванням з кроком 1 м на глибині 190 м.

Фрагмент 5. Зареєстровані сигнали від вапняків, мергелів і кременистих порід, а також солі. Верхня кромка кременистих порід зафіксована на глибині 800 м. При скануванні розрізу з поверхні до 800 м, крок 1 м, відгуки від мергелів зареєстровані з інтервалу 80-255 м, від вапняків - 270-490 м і від солі - 480-800 м.

Фрагмент 6. Зареєстровані сигнали від 1-6 груп осадових порід з коренем на глибині 470 км. З інтервалів 470-723 км і 723-996 км отримані відгуки від кременистих порід і гранітів. На поверхні 57 км зафіксовані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору і живої води, а від вуглекислого газу і мертвої води отримані на глибині 59 км.

Фрагмент 7. З поверхні зафіксовані сигнали від мергелів. На глибинах 470 км, 480 км і 722 км з нижньої частини розрізу зареєстровані відгуки від гранітів.

Фрагмент 8. Зареєстровані відгуки від кременистих порід з коренем на глибині 723 км. З інтервалу 723-996 км отримані сигнали від гранітів. На поверхні 724 км зафіксовані сигнали від коесіту і ртуті, від золота сигнали не отримані.

Фрагмент 9. З поверхні зафіксовані сигнали від вапняків з коренем на глибині 723 км. З поверхні, а також на глибині 57 км відгуки від нафти на цій ділянці не отримані. Сигнали від мертвої води зафіксовані на поверхнях 0 км і 48 км, а живої – на глибині 46 км.

Відзначимо також, що при обробці всього знімка на рис. 2 без фрагментів в 9-ти прямокутних контурах з поверхні зареєстровані відгуки на частотах золота, а сигнали від ртуті не отримані. Це свідчить про те, що «молодий» гранітний вулкан із золоторудною мінералізацією розташований за межами 9-ти прямокутних ділянок.

Основні висновки. В межах Придніпровської площі виявлено чотири вулканічні комплекси, в контурах яких на глибині 57 км здійснюється синтез ВВ, а також базальтовий вулкан, по якому відбувається міграція водню в атмосферу. Чотири з п'яти обстежених локальних ділянок в межах Придністровської площі є перспективними для проведення детальних пошукових робіт з метою виявлення та локалізації промислових скупчень нафти і газу. В контурах п'яти з дев'яти обстежених локальних ділянок на крупній території в районі розміщення Олешкінських пісків в Херсонській області прогнозується можливість виявлення покладів нафти і газу.

Список використаних джерел:

1. Наумко І. М., Кадурін В. М., Янко В. В., Зінчук І. М., Сахно Б. Е., Кадурін С. В., Какаранза С. Д., Дікол О. С. Глибинна природа вуглеводневого флюїду на шельфі Чорного моря за



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

включеннями в аутигенних мінералах. Геологічна наука в незалежній Україні: Збірник тез наукової конференції (Київ, 8-9 вересня 2021 р.). / НАН України, Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка. – Київ, 2021. – С. 68-71.

2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.

3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62.



УДК 528+550.837+553.98

РЕКОГНОСЦИРУВАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ РАЙОНІВ РОЗМІЩЕННЯ ВИСНАЖЕНИХ РОДОВИЩ ГАЗУ УКРАЇНИ ПРЯМОПОШУКОВИМИ МЕТОДАМИ

Якимчук М.А.¹, д. ф.-м. н., проф., yakymchuk@gmail.com;

Корчагін І.М.², д. ф.-м. н., проф., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ, Україна,

2 – Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

Представлені результати рекогносцирувальних досліджень в районах розміщення виснажених родовищ газу України – Західно-Хрестищенського, Шебелинського, Яблунівського, Єфремовського і Мелехівського. Дослідження проведені з використанням прямопошукової технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків з метою оцінки перспектив нафтогазоносності глибинних горизонтів розрізу. В обстежених районах розміщення виснажених родовищ газу України зареєстровано сигнали (відгуки) на резонансних частотах нафти і газу з глибинних горизонтів розрізу. Це свідчить, що ці райони перспективні на виявлення покладів ВВ в промислових (комерційних) обсягах. У зв'язку з цим, вивчення глибинних горизонтів в межах «виснажених» родовищ газу на Україні заслуговує на увагу в силу того, що на цих родовищах вже існує вся необхідна для видобутку нафти і газу інфраструктура. Застосування технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків може принести значний ефект при пошуках нафти і газу в глибинних горизонтах розрізу, а також промислових скупчень ВВ в нетрадиційних колекторах (в районах поширення сланців, вугленосних формацій, кристалічних порід, в тому числі).

RECONNAISSANCE SURVEY OF REGIONS OF DEPLETED GAS DEPOSIT'S LOCATION IN UKRAINE BY DIRECT-PROSPECTING METHODS

Yakymchuk M.¹, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., yakymchuk@gmail.com;

Korchagin I.², Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine,

2 – Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of reconnaissance research in the regions of depleted gas fields of Ukraine – West-Khrestyshchenske, Shebelinske, Yablunivske, Efremivske and Melekhivske – are presented. The research was carried out using direct-search technology of frequency-resonance processing of satellite images and photographs in order to assess the prospects of oil and gas potential of deep horizons of cross-section. Signals (responses) at resonant frequencies of oil and gas from deep cross-section horizons were registered in the surveyed regions with depleted gas fields in Ukraine. This indicates that these regions are promising for the detection of hydrocarbon deposits in industrial (commercial) volumes. In this regard, the study of deep horizons within the "depleted" gas fields in Ukraine deserves attention due to the fact that these fields already have the entire necessary infrastructure for oil and gas production. The use of technology of satellite images and photographs frequency-resonance processing can have a significant effect during the search for oil and gas in the deep horizons of cross-section, as well as industrial clusters of hydrocarbon in unconventional reservoirs (in areas of shale, coal formations, crystalline rocks, including).

Вступ. У зв'язку з офіційною інформацією [2] про виснаження п'яти великих родовищ газу в Україні (Західно-Хрестищенського, Шебелинського, Яблунівського, Єфремівського і Мелехівського) доцільною стала проблема оцінки перспектив виявлення скупчень ВВ в глибинних горизонтах розрізу цих родовищ з використанням мобільних прямопошукових методів [5, 6]. Результати досліджень рекогносцирувального характеру на ділянках розташування цих родовищ наведені нижче.

Перш ніж перейти до викладу результатів робіт, зазначимо наступне. У грудні 2019 року на Шебелинському газоконденсатному родовищі почалося буріння глибокої свердловини 888 [3]. Відомості про геологічну будову родовища і локальної ділянки буріння представлені в статті [1]. В інформаційному повідомленні [3] наведені фотографії ділянки буріння, фрагмент однієї з яких (рис. 1) був використаний для частотно-резонансної обробки.

Щодо інших зазначених вище родовищ, було прийнято рішення проводити обробку супутникових знімків не ділянок їх розташування, а знімків районів, в яких ці родовища



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

знаходяться: Лохвицького (Яблунівське), Первомайського (Єфремівське), Нововодолазького (Мелехівське) і Красноградського (Західно-Хрестищенське) (рис. 2-5). Цілком зрозуміло, що використання матеріалів обробки супутникових знімків районів з відомими родовищами підвищить інформаційну змістовність результатів, отриманих на площах розміщення районів, в межах яких родовища ВВ не виявлені.

Фотознімок ділянки буріння свердловини 888 на Шебелинському ГКР. Опрацьовано невеликий фрагмент знімка в правому нижньому кутку (рис. 1). Отримані в цій ситуації оцінки параметрів розрізу можна вважати точковими, не інтегральними.

При обробці фрагмента фотознімка з поверхні зафіксовані відгуки від нафти, конденсату (інтенсивніші), газу та солі. Фіксацією відгуків на різних глибинах (75, 150, 250, 450, 550, 470 км) корінь соляного вулкана встановлено на глибині 470 км.

На поверхні 1 км зареєстровані відгуки від 2-ї групи осадових порід (псаміти) з нижньої частини розрізу, а на глибині 2 км відгуки від цих порід вже були відсутні.

На поверхні 2 км отримані сигнали від 4-ї групи осадових порід (аргіліти каолінітові).

Скануванням розрізу з 2 км, крок 1 м, відгуки на частотах газу отримані з таких інтервалів розрізу, м: 1) 2230-2350; 2) 2780-2890; 3) 3250-3430; 4) 3680-3850; 5) 4800-4920; 6) 5170-5300; 7) 5860-5970; 8) 6390-6560; 9) 6990-7120; 10) 7680-7800; 11) 8400-(9000-дуже інтенсивний)-9500; 12) 10200-10300; 13) 10500 -(інтенсивний)-11800, (простежено до 15 км).



Рис. 1. Фотознімок на ділянці буріння свердловини 888. Опрацьовано фрагмент фотографії в правій нижній частині знімка.

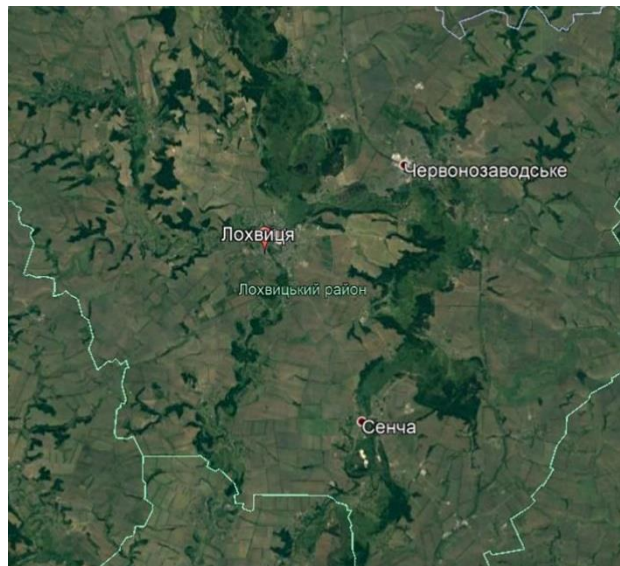


Рис. 2. Супутниковий знімок території Лохвицького району, в межах якого розташоване Яблунівське родовище.

Сигнали від газу отримані також на глибині 57 км. На поверхні 2 км з верхньої частини розрізу були відсутні відгуки від газу, конденсату та нафти, а на поверхні 3 км отримані сигнали від газу.

На майданчику буріння свердловини в виділених інтервалах відгуків на частотах газу було проведено сканування, крок 1 см, (1-7 інтервали) і 5 см (8-11 інтервали), для виділення окремих пластів. Отримані наступні результати:

1) 2230-2350: з глибини 2220 м, крок 1 см: 1) 2229,76-2234,30; 2) 2237,58 (інтенсивний до 2248 м)-2250,30 м;



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

2) 2780-2890: з глибини 2778 м, крок 1 см: 1) 2783-2785; 2) 2797-2805; 3) 2809,56- (2815-інтенсивний)- (2827-інтенсивний) 2846 (**36 м пласт**); 4) 2855-2859; 5) 2867-(2874-інтенсивний)- (2880-інтенсивний)-(2887 -інтенсивний)-2890,53 м;

3) 3250-3430: з глибини 3250 м, крок 1 см: 1) 3252.61 -(інтенсивний) -3272; 2) 3332- 3351; 3) 3352.7-3378; 4) 3393-3419; 5) 3442-3444 м;

4) 3680-3850: з глибини 3680 м, крок 1 см: 1) 3682-3713.50; 2) 3780-3793; 3) 3794- 3804; 4) 3831-3848 м;

5) 4800-4920: з глибини 4800 м, крок 1 см: 1) 4801,71-4803,40; 2) 4869-(інтенсивний) - 4881,32; 3) 4910,16-4918,38 м;

6) 5170-5300: з глибини 5170 м, крок 1 см: 1) 5171,38-5194,87; 2) 5196,73-5205,41; з 5205 м перехід на крок 10 см: 3) 5268,61- (1см) -5270,27; 4) 5272,84-5273,65; 5) 5276-5277,35; 6) 5281,5-5282,17; 7) 5288,12-5289,12; 8) 5298,38-5299,75; 10) 5301,64-5302,40;

7) 5860-5970: з глибини 5860 м, крок 1 см: 1) 5862,73-5876,17; 2) 5883-5884; 3) 5891,35 - 5892,12; 4) 5896,67-5897,35; 5) 5905,57-5906,29; 6) 5925,75-5929,00; перехід на крок 2см: 7) 5956,82-5959,10; 8) 5964,68-5966,24; 9) 5968,32-5970,34 м;

8) 6390-6560: з глибини 6390 м, крок 5 см: 1) 6396-6403; 2) 6427,75-6434,20; 3) 6451,25 - 6458,20; 4) 6513,15-6518,15; 5) 6555-6561,75 м;

9) 6990-7120: з глибини 6990 м, крок 5 см: 1) 6995,75-6997,00; 2) 7030,65-7036,00; 3) 7061,80-7065,35; 4) 7084,65-7093,05; 5) 7106,50-7124 м;

10) 7680-7800: крок 5 см: 1) 7687-7694; 2) 7704-7710; 3) 7751,75-7756; 4) 7772- 7785,85; 5) 7795,40-7802; уточнення: з глибини 7751,85 м, крок 1 см: 1) 7752,61-7753,57; 2) 7755,07-7756,26 м;

11) 8400-9500: крок 5 см: 1) 8408-8412; перехід на крок 10 см з глибини 8450 м: 2) 8509-(інтенсивний) -8539; 3) 8680-8694; 4) 8780-8796; 5) 8804- (інтенсивний) -8909; 6) 8996- 9010; 7) 9025- (9065 - 9110 - дуже інтенсивний) -9212; 8) 9273- (9320 - інтенсивний) - 9346; 9) 9431- 9493 м.

З інтервалу глибин 2230 - 15000 м отримані відгуки від солі, а з інтервалу 0 - 2200 м - від солі, 1-6 і 10-ї груп осадових порід.

Лохвицький район (Яблунівське родовище). При частотно-резонансній обробці знімка району (рис. 2) з поверхні зареєстровані відгуки на резонансних частотах нафти, конденсату, газу (інтенсивний), бурштину, горючого сланцю, води живої та мертвої води. Зафіксовані сигнали від 1-8-ї груп осадових порід. Фіксацією відгуків на різних глибинах від осадових порід різних груп визначені глибини розташування коренів наступних вулканів: 1) 1-6-ї груп - 470 км; 2) 7-ої групи - 723 км; 8-ої групи - 470 км.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м, відгуки на частотах газу зафіксовані з наступних інтервалів, м: 1) 1730-2248, 2) 4700- (5500- інтенсивний) -5718; 3) 7246- (7500- інтенсивний) -8228; 4) 10200- (10900- інтенсивний) -12520; 14130-15706 м.

Відгуки від нафти, конденсату та газу зареєстровані на поверхні 57 км.

Первомайський район (Єфремівське родовище). З поверхні при частотно-резонансній обробці знімка району (рис. 3) зареєстровані відгуки від нафти (слабкої інтенсивності), конденсату, газу, солі калійно-магнієвої і солі (слабкої інтенсивності).

Зафіксовані сигнали від 9-ї (мергелі) і 10-ї (кременисті породи) груп осадових порід, а також 7-ї групи магматичних (ультрамафічних) порід і лонсдейлітів. Фіксацією відгуків на різних глибинах корені вулканів, заповнених мергелями і кременистими породами, визначені на глибині 470 км, а ультрамафічними - на глибині 723 км. Скануванням розрізу з глибини 5 км, крок 50 см, верхня кромка ультрамафічних порід зафіксована на глибині 5135 м.

На поверхні 57 км отримані відгуки від нафти, конденсату та газу.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см, відгуки на частотах газу зафіксовані в наступних інтервалах, м: 1) 888-1004; 2) 1518-1767; 3) 2185-2430; 4) 4392-4730 м.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

На поверхні 5135 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу в мергелях, а з нижньої частини - в ультрамафічних породах. Скануванням розрізу з кроками 50 см, 5 м і 10 м відгуки від газу з ультрамафічних порід фіксувалися в інтервалі 5237 м - 57,030 км!

На поверхні 5135 м отримано відгуки від конденсату в ультрамафічних породах з нижньої частини розрізу. Скануванням з глибини 5135 м, крок 50 см сигнали зареєстровані з наступних інтервалів глибин, м: 1) 5213-5360; 2) 5751-6160; з глибини 6300 - крок 1 м: 3) 6615-7198; перехід на крок 5 м: 4) 8146-9831 м; 5) 14600- (17700 -інтенсивний) -20100 м (надалі не простежено).

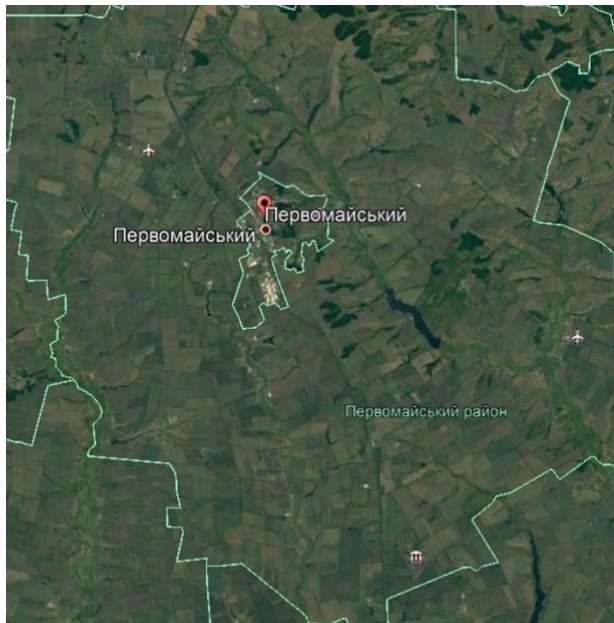


Рис. 3. Супутниковий знімок території Первомайського району, в межах якого розташоване Єфремівське родовище

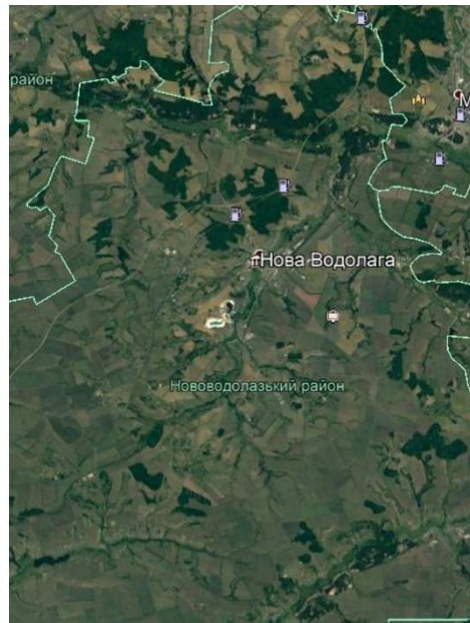


Рис. 4. Супутниковий знімок території Нововодолазького району, в межах якого розташоване Мелехівське родовище

Скануванням розрізу з глибини 5135 м, крок 1 м, з глибини 6 км - крок 5 м, відгуки від нафти з ультрамафічних порід отримані в інтервалі глибин 7054-10024 м (до 15 км простежено). Відзначимо також, що на поверхні 15 км відгуки на частотах нафти з ультрамафічних порід зафіксовані також з нижньої частини розрізу.

Нововодолазький район (Мелехівське родовище). В процесі обробки знімка району (рис. 4) з поверхні зареєстровані відгуки тільки від конденсату, газу, мергелів і 1-ої (граніти), 2-5-ї груп магматичних порід. Верхня кромка гранітів визначена на глибині 5500 м, а корінь – на 996 км. На поверхні 5500 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від мергелів і солі (дуже слабкі), також зафіксовані відгуки від газу і конденсату з мергелів, а з нижньої частини від газу, конденсату та нафти з гранітів.

На поверхні 57 км отримано сигнали від нафти, газу і конденсату з гранітів.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м, відгуки від газу з мергелів зафіксовані в інтервалі 2344-2820 м. Далі до глибини 5500 м сигнали були відсутні.

При скануванні з 5500, крок 1 м відгуки від газу з гранітів почали фіксуватися з глибини 5720 м і простежені з глибини 7 км, крок 5 м, і 10 км, крок 10 м, до глибини 15 км!

Скануванням розрізу з глибини 5500, м, крок 10 м, відгуки від конденсату з гранітів зареєстровані в інтервалі 7550-9700 м. Глибше, до глибини 15 км відгуки були відсутні. Відгуки від нафти з гранітів зареєстровані в інтервалі 7450-10000 м.

Красноградський район (Західно-Хрестищенське родовище). При частотно-резонансній обробці супутникового знімка району (рис. 5) з поверхні зафіксовані сигнали від нафти (слабкий), конденсату (інтенсивний), газу (інтенсивний), солі калійно-магнієвої, мергелів, кременистих



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

порід, а також гранітів. Верхня кромка гранітів визначена на глибині 4180 м, а корінь гранітного вулкана - на глибині 470 км.

На поверхні 4200 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу і конденсату з мергелів, а з нижньої частини - від нафти, конденсату та газу з гранітів. Відгуки від нафти з гранітів зафіксовані також на поверхні 57 км.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см, відгуки від газу зафіксовані з наступних інтервалів, м: 1) 290-328; 2) 1636-1767; 3) 3904-4175 м.

При скануванні з глибини 4176 м, крок 50 см сигнали від газу з гранітів зафіксовані з наступних інтервалів розрізу, м: 1) 4304-4347; 2) 4960- (5350 - інтенсивний) -6358 м; з 6500 - крок 5 м: 3) 12100-16100 м (простежено до глибини 16 200 м). Сигнали від газу з гранітів зареєстровані на поверхнях 56 (інтенсивний) і 57 км.

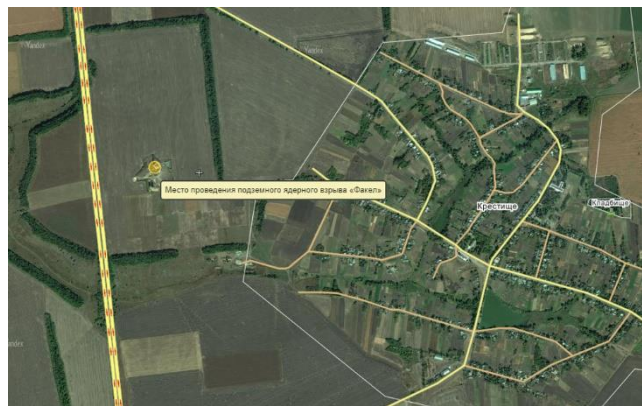
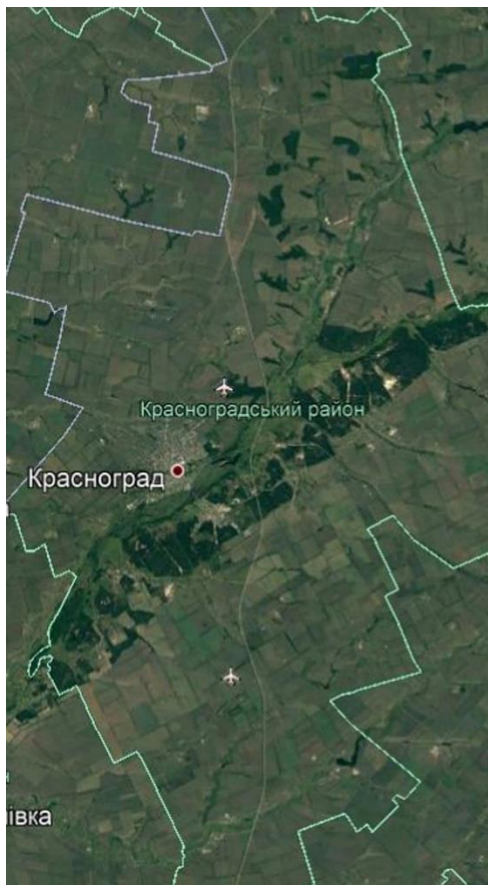


Рис. 6. Супутниковий знімок ділянки розташування аварійної свердловини і місця проведення ядерного вибуху на Західно-Хрестищенському родовищі

Рис. 5. Супутниковий знімок території Красноградського району, в межах якого розташоване Західно-Хрестищенське родовище

Скануванням розрізу з глибини 4420 м, крок 5 м, сигнали від конденсату з гранітів зафіксовані з інтервалів, м: 1) 5895-7900, 2) 13800-16700; простежено до 16800 м. Сигнали від нафти з гранітів зафіксовані з інтервалу 7140-7590 м, простежено до 15 км.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см, сигнали від конденсату отримані з таких інтервалів, м: 1) 1083-1180; 2) 1795-2416; (простежено до глибини 4180 м).

На поверхні 4200 м з верхньої частини розрізу були відсутні відгуки від конденсату і газу з 10-ї групи осадових порід (кременисті породи).

Ділянка розташування аварійної свердловини на Західно-Хрестищенському родовищі. У 1971 р. на одній зі свердловин стався аварійний викид газу, для ліквідації якого був проведений ядерний вибух [4]. Доцільність обстеження цієї ділянки не викликає сумнівів.

Супутниковий знімок ділянки розташування аварійної свердловини і ядерного вибуху «Факел» на родовищі представлений на рис. 6 [4]. У процесі його частотно-резонансної обробки з



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

поверхні отримані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, горючого сланцю, вугілля, антрациту, води і солі.

Зареєстровані сигнали від 1-6-ї груп осадових порід і гранітів. Фіксацією відгуків на глибинах 3, 4, і 5 км встановлено, що верхня кромка солі розташована в інтервалі глибин 3-4 км, а фіксацією відгуків на різних глибинах від 2-ої групи осадових порід (псаміти) визначено корінь глибинного каналу, заповненого осадовими породами 1-6-ї груп, на глибині 470 км. На поверхні 57 км зафіксовані відгуки від нафти, конденсату та газу.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см, відгуки на частотах газу отримані з таких інтервалів, м: 1) 745-807; 2) 1072-1450; 3) 1915-2310; 4) 3144-3333; 5) 4600-4640; 6) 4725- (інтенсивний) -6400; 7) 7160-7220; 8) 7745-7975 (інтенсивний); з глибини 9,5 км - крок 5 м: 9) 12570-13330 м; 10) 13840-15350 м (простежено до глибини 15.5 км).

З поверхні зафіксовані також відгуки від вуглецю і водню; від полонію, радію, урану, плутонію сигнали не отримані з поверхні і на глибині 2 км.

Глибока свердловина в Китаї. У статті [7] представлена детальна інформація про пробурену свердловину Luntan-1 в Китаї, в якій отримані притоки нафти і газу з інтервалу великих глибин: 8203-8260 м. У зв'язку з цим, на ділянці розташування свердловини проведена апробація методу вертикального сканування (зондування) розрізу.

При частотно-резонансній обробці фотознімка розміщення бурової установки сигнали від нафти, конденсату (слабкої інтенсивності) і газу з інтервалу 8203-8260 м зафіксовані.

Скануванням розрізу з 8200 м, крок 5 мм відгуки від нафти отримані з пластів: 1) 8204-8216 м; перехід на крок 1 см, 2) 8220-8235 м; 3) 8242-8248.5 м (проскановано до 8270 м). На поверхні 8270 м відгуки на частотах нафти з нижньої частини розрізу також зафіксовані.

При скануванні з 8200 м, крок 1 см відгуки на частотах газу отримані з інтервалів (пластів): 1) 8204-8205 м; 2) 8236.5-8241.5 м (проскановано до 8260 м).

В діапазоні 8203-8260 м скануванням розрізу з 8203 м, крок 1 см, відгуки від доломітів зареєстровані з інтервалів: 1) 8203.5-8220 м; 2) 8225-8238 м; 3) 8241-8255.5 м; 4) 8257 ... (за межу інтервалу простежено). Скануванням розрізу з 8219, крок 1 см відгуки від мергелів отримані з інтервалу 8220-8225 м.

Основні висновки. Дослідженнями рекогносцирувального характеру в районах розміщення «виснажених» родовищ газу в ДДЗ отримані відгуки (в тому числі і інтенсивні) на резонансних частотах газу з глибинних горизонтів розрізу. Відзначимо при цьому, що сканування розрізу проводилося до 15 км. Крім того, в Первомайському районі виявлено вулкан ультрамафічних порід з коренем на глибині 723 км. Скануванням розрізу в цьому районі відгуки на частотах газу з ультрамафічних порід фіксувалися в інтервалі 5237 м - 57.030 км! В Нововодолазькому районі встановлено наявність гранітного вулкана з коренем на глибині 996 км. При скануванні розрізу відгуки від газу з гранітів почали фіксуватися тут з 5720 м і простежені до 15 км! Далі сканування не проводилося. У Красноградському районі також виявлено гранітний вулкан, але з коренем на глибині 470 км. При скануванні розрізу сигнали від газу з гранітів зафіксовані з наступних інтервалів: 1) 4304-4347 м; 2) 4986- (5350-інтенсивний) -6358 м; 3) 12100-16100 м (до 16200 м простежено). Потужні інтервали відгуків на частотах газу в нижніх горизонтах розрізу зареєстровані також на ділянці розташування аварійної свердловини Західно-Хрещищенського родовища. Тут також може бути присутнім глибинний канал міграції флюїдів і мінеральних речовин.

Список використаних джерел:

1. Кривуля С.В., Лизанець А.В., Мачужак М.І. Перспективи газоносності та особливості геологічної будови глибокозалягаючих горизонтів Шебелинського газоконденсатного родовища. Нафтогазова галузь України. 2016/3. С. 7-12.

2. Крупнейшие месторождения газа Украины истощены.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

<https://korrespondent.net/business/companies/4188034-krupneishye-mestorozhdeniya-haza-ukrayny-ystoscheny>

3. Нафтогаз начал бурить сверхглубокую газовую скважину – фото.

<https://biz.liga.net/ekonomika/tek/novosti/naftogaz-nachal-burit-sverhglubokuyu-gazovuyu-skvajinu---foto>

4. Ядерный взрыв в Харьковской области. Как это было

<https://dralexandra.livejournal.com/286463.html>

5. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.

6. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62.

7. Yang Haijun, Chen Yongquan, Tian Jun, Du Jinhu, Zhu Yongfeng, Li Honghui, Pan Wenqing, Yang Pengfei, Li Yong1, An Haiting. An important discovery in Well Luntan-1 of the Tarim Basin, China, and its significance for ultra-deep oil and gas exploration. China petroleum exploration. Volume 25, Issue 2, March 2020. P. 1-12.



УДК 528+550.837+553.98

РЕЗУЛЬТАТИ РЕКОГНОСЦІРУВАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ВУГЛЕВОДНІ ТА ВОДЕНЬ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

Якимчук М.А.¹, д. ф.-м. н., проф., yakymchuk@gmail.com;

Корчагін І.М.², д. ф.-м. н., проф., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ, Україна,

2 – Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

Представлені результати рекогносцирувального обстеження із застосування мобільної прямопошукової технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків локальних ділянок і окремих площ в районі Українських Карпат. Експериментальні дослідження проведені з метою вивчення особливостей глибинної будови та оцінки перспектив виявлення покладів нафти, конденсату, газу, природного водню та живої (цілющої) води. На всіх обстежених ділянках виявлені вулканічні комплекси, в яких існують умови для синтезу нафти, конденсату і газу на межі 57 км, а також базальтові вулкани по яких здійснюється міграція природного водню та живої води. Інструментальними вимірами підтверджено факти міграції газу (метану), фосфору, вуглекислого газу та водню в атмосферу. На обстежених ділянках, в межах яких зафіксовані факти міграції водню і червоного фосфору в атмосферу, доцільно провести детальні пошукові роботи та буріння з метою оцінки перспектив організації заходів з видобутку природного водню. В результаті проведених експериментальних робіт отримані додаткові свідчення на користь вулканічної моделі формування структурних елементів Землі та родовищ корисних копалин.

RESULTS OF RECONNAISSANCE RESEARCH FOR HYDROCARBONS AND HYDROGEN IN THE CARPATHIAN REGION

Yakymchuk M.¹, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., yakymchuk@gmail.com;

Korchagin I.², Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine,

2 – Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of the reconnaissance survey with the application of mobile direct-prospecting technology of satellite images and photographs frequency-resonant processing of local sites and individual areas in the Ukrainian Carpathians are presented. Experimental studies were conducted to study the features of the deep structure and assess the prospects for the detection of deposits of oil, condensate, gas, natural hydrogen and living (healing) water. Volcanic complexes were found in all surveyed areas, in which there are conditions for the synthesis of oil, condensate and gas at the border of 57 km, as well as basalt volcanoes through which the migration of natural hydrogen and living water are carried out. Instrumental measurements confirmed the migration of gas (methane), phosphorus, carbon dioxide and hydrogen into the atmosphere. In the surveyed areas, within which the facts of migration of hydrogen and red phosphorus into the atmosphere are recorded, it is advisable to conduct detailed exploration and drilling to assess the prospects for the organization of measures for the natural hydrogen extraction. As a result of the conducted experimental works, additional evidence was obtained in favor of the volcanic model of the formation of the structural elements of the Earth and mineral deposits.

Вступ. В 2020 р. в Карпатському гірському регіоні європейського континенту з використанням прямопошукових методів проведені дослідження рекогносцирувального характеру, спрямовані на вивчення глибинної будови, а також оцінки перспектив нафтогазоносності і рудоносності окремих ділянок. До теперішнього часу проведена частотно-резонансна обробка супутникових знімків локальних ділянок, розташованих в 44-х точках вздовж чотирьох профілів [4]. В доповіді представлені результати обстеження окремих площ в Карпатах в 2021 р.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру проводяться з використанням мало-витратної прямопошукової технології, що включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків і фотознімків, вертикального електрорезонансного зондування (сканування) розрізу і методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності) великих пошукових блоків і локальних ділянок [2]. В модифікованих версіях методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків, а також вертикального зондування (сканування) розрізу



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

використовуються існуючі бази (набори, колекції) осадових, метаморфічних і магматичних порід (<http://rockref.vsegei.ru/petro/>), мінералів і хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань описані більш детально в [2-4].

Обстеження ділянок розташування аномалій теплового потоку. Супутникові знімки двох зон з підвищеними значеннями теплового потоку в Карпатському регіоні представлені на рис. 1 і 2. Координати положення маркерів в межах цих зон надані чл.-кор. НАН України Р.І. Кутасом. Результати проведених інструментальних вимірювань зводяться до наступного.

Ділянка обстеження на півночі. В процесі частотно-резонансної обробки локального фрагмента знімка в районі точки (рис. 1, малий прямокутник, маркер - 49°00'N, 24°00'E) зареєстровані сигнали тільки від 7-ої (вапняки) групи осадових порід. Корінь вулкана вапняків зафіксований на глибині 470 км. З інтервалу 470-996 км отримані відгуки від «старих» гранітів. З усіх зразків вапняків сигнали зафіксовані тільки від лівосторонніх (зі зворотною поляризацією).

З поверхні отримані також сигнали на частотах нафти, конденсату, газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (жовтого). На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу і фосфору (жовтого), що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

На поверхні синтезу ВВ 57 км отримані відгуки від нафти, конденсату, газу, фосфору живої води (слабкої інтенсивності). Відгуки від мертвої води зафіксовано на глибині 59 км.

При обробці всього знімка (рис. 1, великий прямокутник) з поверхні зареєстровані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, бактерій метаноокислюючих, фосфору (червоного, коричневого, жовтого), горючого сланцю, газогідратів, льоду, антрациту, водню, бактерій водневих, живої води, базальтів глибинних, лонсдейліту.

Відгуки від мертвої води отримані на глибинах 13, 48, 59 і 71 км, а від живої - на 11, 46, 57 і 69 км. На поверхні зареєстровані сигнали від 1-6 і 7-ої (вапняки) груп осадових порід, 6-ої (базальти), 6А (долерити і андезити), 6Б (лампроїти), 7-ої (ультрамафічні), 8, 9, 10, 14, 15, 16 груп магматичних.

Фіксацією відгуків на різних глибинах визначені корені наступних вулканів: 7-а група магматичних (ультрамафічних) порід - 99 км; 7-а група осадових - 470 км; базальти - 723 км; граніти - 996 км. З інтервалу 99-723 км отримані відгуки від кременистих порід.

На поверхні 57 км отримані відгуки від нафти, конденсату, газу та бурштину, а також фосфору (червоного і жовтого), а на глибині 11 км - від нафти, конденсату та газу, сигнали від бурштину не отримані. Відгуки від вуглекислого газу на глибині 13 км були відсутні.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від газу, вуглекислого газу і фосфору (жовтого і червоного), що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

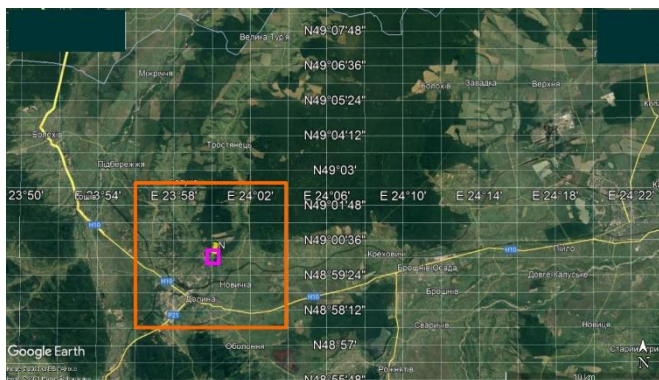


Рис. 1. Супутниковий знімок території в районі північної ділянки обстеження

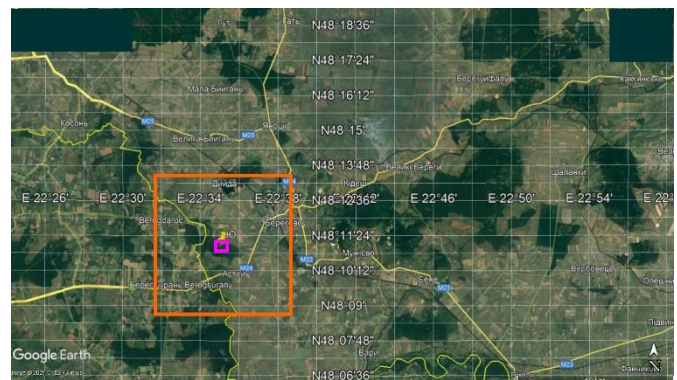


Рис. 2. Супутниковий знімок території в районі південної ділянки обстеження

Ділянка обстеження на півдні. В процесі частотно-резонансної обробки локального фрагмента знімка в районі точки (рис. 2, малий прямокутник, маркер - 48°11'N, 22°35'E) з поверхні



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

зафіксовані сигнали від фосфору (червоного), водню, бактерій водневих, живої води і базальтів. Корінь базальтового вулкана визначено на глибині 470 км, а з інтервалу 470-996 км отримані відгуки від «старих» гранітів. Верхня кромка базальтів зафіксована скануванням з кроком 50 см на глибині 450 км (сигнали простежено з різним кроком до 20 км). При аналізі зразків базальтів і габро сигнали отримані тільки від лівосторонніх (зі зворотною поляризацією).

Відгуки від живої води зареєстровані тільки на глибині 68 км; на глибинах 11, 46, 57 і 69 км сигнали були відсутні.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від водню і фосфору (червоного), що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

На глибині 450 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від 1-6 груп осадових порід, сигнали від водню і живої води були відсутні. Скануванням розрізу з 450 м, крок 5 см відгуки від живої води почали фіксуватися з 481 м, а від водню - з 463 м. В інтервалі 0-450 м сигнали від водню при скануванні не отримані.

При обробці супутникового знімка в великому прямокутнику на рис. 2 зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, вуглекислого газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (чорного, коричневого, червоного, білого, жовтого), горючих сланців, газогідратів, водню, живої води, льоду, ртуті, золота, коесіту, лонсдейліту (слабкої інтенсивності), солі калійно-магнієвої. Зареєстровані сигнали від солі, осадових порід 1-6 груп, 1-ої (граніти «молоді»), 2, 3, 5, 6-ої (базальти), 7-ої (ультрамафічні), 8, 9, 10, 15, 16 груп магматичних.

Корінь вулкана 1-6 груп осадових порід зафіксовано на глибині 99 км, базальтів і ультрамафічних порід - на 470 км, солі - на 723 км, гранітів - на 996 км. З інтервалу 99-723 км отримані відгуки від кременистих порід.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від водню і фосфору (всі кольори), що свідчить про їх міграцію в атмосферу. На глибині 57 км зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (коричневого, чорного, жовтого).

На поверхні 11 км зафіксовані сигнали від нафти (слабкої інтенсивності), конденсату, газу і фосфору (жовтого). Відгуки від живої води отримані на глибинах 11 км, 57 км (слабкої інтенсивності) і 68 км.

Короткі коментарі. Обстежені ділянки є перспективними для пошуків корисних копалин, нафти, газу і природного водню в тому числі.

Отримано свідоцтва про можливий синтез нафти, конденсату та газу на межі 11 км.

Інструментальні виміри на ряді об'єктів обстеження дозволяють сформулювати припущення, що в складаючих розріз групах порід зі зразками зворотної поляризації (лівосторонніми) розподіл зарядів сприяє підвищенню температури на ділянці їх розміщення, а, отже, і теплового потоку.

Площі обстеження в районі розташування Тинівського газового родовища. Супутникові знімки території обстеження представлені на рис. 3.

В процесі обробки знімка на рис. 3а з поверхні зафіксовані сигнали від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу (слабкої інтенсивності), фосфору (жовтого), горючого сланцю, газогідратів.

Зареєстровані сигнали від солі, осадових порід 1-6, 7-ої (вапняки), 8-ої (доломіти) груп і магматичних порід 6-ої групи (базальти). Корені вулканів: сіль - 11 км, доломіти - 99 км, 1-6, 7-а (вапняки) групи осадових порід - 470 км, базальти - 470 км. З інтервалів 99-470 км і 470-996 км отримані відгуки від кременистих порід і гранітів, відповідно.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м, верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 1300 м. На поверхні 1300 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від доломітів і водню, а також водню з доломітів безпосередньо.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

У процесі сканування розрізу з кроком 10 см, відгуки від водню з доломітів зафіксовані з наступних інтервалів: 1) 94-(140-інтенсивний)-168 м, з 200 м, крок 50 см, 2) 261-310 м, 3) 580-(700-інтенсивний) (920-інтенсивний -980 м, 4) 1165-1360 м.

На глибині 11 км отримані сигнали на частотах газу з солі. Відгуки від живої води зафіксовано на глибинах 46 км, 57 км і 68 км, а від мертвої - на 48 км, 59 км і 71 км.

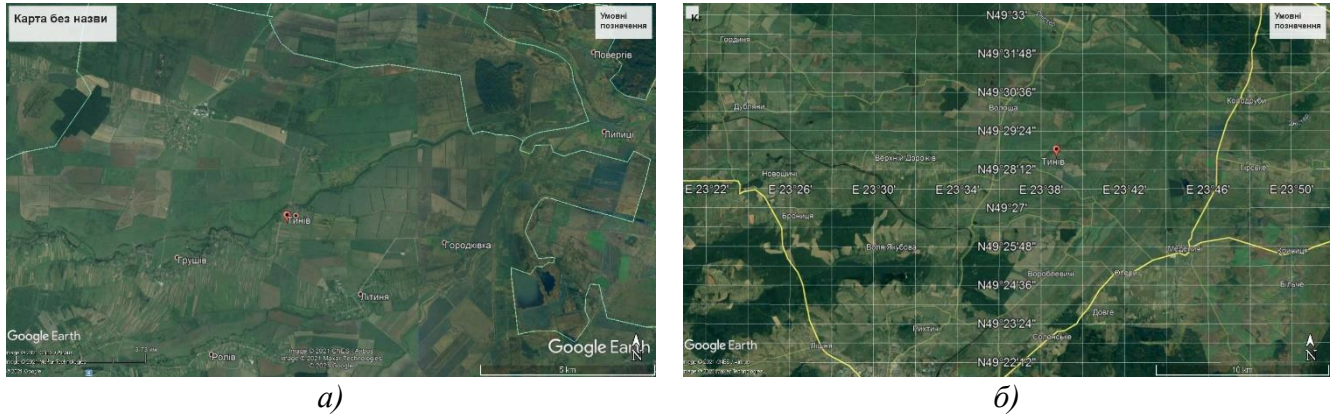


Рис. 3. Супутникові знімки території в районі розташування Тинівського газового родовища

При обробці знімка більшої площі на рис. 3б з поверхні зафіксовані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (червоного, білого, жовтого), горючих сланців, газогідратів, антрациту, водню, бактерій водневих, живої та мертвої води, льоду, солі (слабкої інтенсивності).

Зареєстровані сигнали від 1-6, 7-ої (вапняки - слабкої інтенсивності), 8-ої (доломіти), 9-ої (мергелі), 10-ої (кременисті) груп осадових порід і 6-ої (базальти) групи магматичних порід. Корені вулканів 1-6 груп осадових порід, вапняків, мергелів, кременистих порід і базальтів зафіксовані на глибині 470 км, доломітів - на 99 км, солі - на 11 км, а з інтервалу 470-996 км отримані відгуки від гранітів («старих»).

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від газу, водню, вуглекислого газу і фосфору (жовтого, білого), що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

Відгуки на частотах нафти з солі отримані на поверхні і глибині 11 км, газу з солі - на 11 км з верхньої і нижньої частин розрізу.

Обстеження ділянки розташування джерела підземних вод в Івано-Франківській області. Результати геофізичних досліджень на ділянці розташування джерела підземних вод були представлені в доповіді [1] на конференції у Львові 7 жовтня 2021 р Супутниковий знімок ділянки обстеження з презентації доповіді представлено на рис. 4.

В процесі частотно-резонансної знімка ділянки (рис. 4) з поверхні зареєстровані сигнали на частотах фосфору (червоного), азоту, кисню, водню, вуглецю, бактерій водневих, живої води і магматичних порід 6-ої (базальти), 6А (долеріти і андезити), 6Б (лампроїти) груп. Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 320 м.

На глибині 320 м з верхньої частини розрізу зафіксовані відгуки від 2-ої (псаміти) і 9-ої (мергелі) груп осадових порід, живої води і водню.

При скануванні розрізу з поверхні, крок 1 см відгуки від осадових порід 1-6 груп фіксувалися до 15 м. На глибині 15 м з нижньої частини розрізу отримані відгуки від 9-ої (мергелі) групи осадових порід.

У процесі сканування розрізу з 15 м, крок 10 см відгуки від водню з мергелів отримані з інтервалів: 1) 58- (87-інтенсивний) -189 м, 2) 241- (285-інтенсивний) -320 м.

На глибині 320 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від живої води і дуже слабкої інтенсивності від мертвої.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

При скануванні розрізу з поверхні, крок 10 см, відгуки від живої води почали фіксуватися з 1 м і простежені до 397 м. Другий інтервал відгуків почався з 405 м.

Результати рекогносцирувального обстеження локальної ділянки свідчать про перспективність району її розташування для пошуків природного водню і живої (цілющої) води.

Ділянка в районі н. п. Великі Лази. При обробці частини фотографії ділянки (рис. 5) з поверхні зафіксовані відгуки від фосфору (білого), водню, води глибинної і води мертвої.

Зареєстровані відгуки від 9-ої групи осадових порід (мергелі) і 6-ої групи магматичних (базальти). Нижня кромка базальтів встановлена на глибині 98 км.

В інтервалі 98-723 км отримані відгуки від 10-ї групи осадових (кременистих) порід.

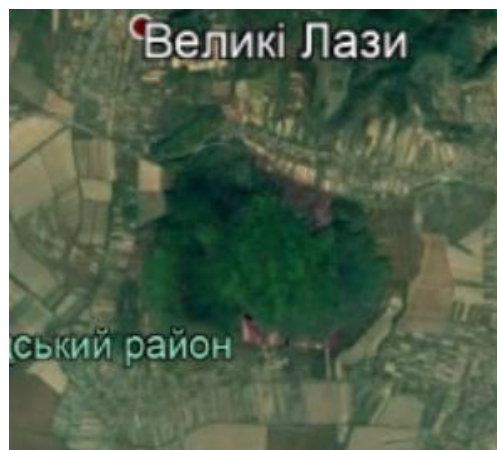


Рис. 5. Супутниковий знімок ділянки в районі н.п. Великі Лази

Рис. 4. Супутниковий знімок ділянки з джерелом підземної води

Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см відгуки від мергелів зафіксовані з інтервалу 220-555 м. При скануванні з 555 м, крок 5 см відгуки від базальтів фіксувалися з 557 м.

На поверхні 555 м відгуки від водню отримані з верхньої і нижньої частин розрізу. У процесі сканування з 555 м, крок -10 см (вгору) сигнали від водню отримані з інтервалів 1) 540-528 м, 2) 516 (490-інтенсивний)-462 м.

При скануванні розрізу з 555 м, крок 10 см відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 575 м, а від води - з 590 м. На поверхні 0 м сигнали від водню і фосфору з верхньої частини розрізу не отримані, що свідчить про відсутність їх міграції в атмосферу.

На поверхні 68 км зафіксовані відгуки від води глибинної, а на поверхні 71 км - від мертвої. На глибині 220 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від вапняків, верхня кромка яких визначена скануванням розрізу з кроком 5 см на глибині 7 м.

Результати досліджень в районі у м. Трускавець (Львівська область). Останнім часом почалося рекогносцирувальне обстеження локальних ділянок з джерелами мінеральних вод з метою вивчення глибинної будови площ їх розміщення. Невеликий обсяг інструментальних вимірювань такого характеру виконано в районі м. Трускавець.

В процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка території в районі розташування м. Трускавець (рис. 6а) з поверхні зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, бактерій метаноокислюючих, фосфору (червоного, коричневого, жовтого), горючих сланців, газогідратів, антрациту, азоту, кисню, вуглецю, водню, бактерій водневих, води живої, води мертвої, алмазів, графіту, золота, коєситу, базальтів глибинних.



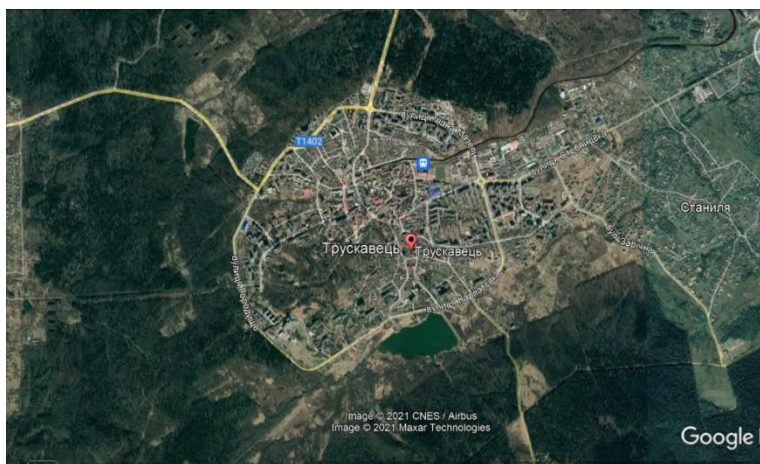
СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Зареєстровані сигнали від 1-6 груп осадових порід та 1-ї (граніти: молоді, старі і до 13 км), 6-ої (базальти), 6А (долерити і андезити), 6Б (лампроїти), 11-ої (кімберліти), 12, 13 і 14-ої груп магматичних порід.

При обробці знімка західної частини м. Трускавець (рис. 6б) з поверхні зафіксовані відгуки тільки від фосфору (червоного), азоту, кисню, вуглецю, водню, бактерій водневих, живої води, осадових порід 1-6 груп і магматичних порід 6-ої (базальти), 6А, 6Б груп.

Фіксацією відгуків на різних глибинах корінь базальтового вулкана зафіксовано на глибині 470 км, а з інтервалу 470-996 км отримані відгуки від гранітів (старих). Скануванням розрізу з поверхні, крок 50 см, верхня кромка базальтів визначена на глибині 280 м.

На глибині 280 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від 1-6 груп осадових порід і 14-ої групи магматичних (метаморфічні породи групи гнейсів, 26 зразків).



а)



б)

Рис. 6. Супутникові знімки ділянок обстеження в районі м Трускавець

На глибині 280 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від фосфору (червоного), азоту, кисню, вуглецю, водню.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки від фосфору (червоного), азоту, кисню, водню, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

При скануванні розрізу з поверхні (0 м), крок 10 см відгуки на частотах водню отримані з інтервалу 138- (200-інтенсивний) -222 м.

На поверхні 138 м з верхньої частини розрізу зареєстровані сигнали тільки від 14-ї групи метаморфічних порід, а з нижньої частини - від 1-6 груп осадових порід.

Короткий коментар. Обстежені ділянки в районі м. Трускавець є перспективними для пошуків корисних копалин, нафти, газу і природного водню в тому числі.

На ділянці в м. Трускавець зафіксований скануванням інтервал відгуків на частотах водню розташований під метаморфічними породами групи гнейсів безпосередньо. Ця обставина свідчить про те, що ці породи можуть бути ефективними покривками для колекторів з природним воднем. Раніше проведені експериментальні дослідження на ділянках розташування базальтових комплексів показали, що покривками для формування скупчень водню можуть також служити кременисті породи.

Висновки. На обстежених ділянках доцільно провести детальні пошукові роботи та буріння з метою оцінки перспектив організації заходів з видобутку природного водню.

Список використаних джерел:

1. Едуард Кузьменко, Сергій Багрій, Ігор Чепурний, Микола Штогрин. Геофізичні дослідження з метою виявлення інженерно-геологічних та гідрогеологічних особливостей джерела



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

підземних вод. VIII Міжнародна наукова конференція „Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища”. 5-7 жовтня 2021 р., м. Львів.

2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоінформатика. 2019. № 1. С. 5-27.

3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоінформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоінформатика. 2019. № 4. С. 30-58. Часть III. Геоінформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоінформатика. 2020. № 3. С. 29-62.

4. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Янушкевич К.П. Особенности глубинного строения и перспективы нефтегазоносности Карпатского региона по результатам частотно-резонансного зондирования разреза. Геоінформатика. 2020. № 2. С. 50-68.



УДК 528+550.837+553.98

РЕЗУЛЬТАТИ ОБСТЕЖЕННЯ ЗОН ВОДНЕВОЇ ДЕГАЗАЦІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНИМ МЕТОДОМ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЗЗ

Якимчук М.А.¹, д. ф.-м. н., проф., yakymchuk@gmail.com;

Корчагін І.М.², д. ф.-м. н., проф., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ, Україна,

2 – Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

Представлені результати застосування мобільної прямопошукової технології частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків на ділянках водневої дегазації в Україні. Експериментальні дослідження рекогносцирувального характеру проведені з метою вивчення особливостей глибинної будови зон водневої дегазації. На обстежених ділянках виявлені базальтові вулкани з воднем і живою (цілющою) водою. Практично на всіх обстежених площах вимірами зафіксовані факти міграції водню в атмосферу. При скануванні розрізу відгуки від водню фіксуються від верхніх кромок базальтових вулканів до їх коренів. Сигнали на частотах водню зареєстровані також із перекриваючих базальти зверху вапняків, доломітів і мергелів (в тому числі і на невеликих глибинах). Результати експериментальних досліджень в Україні та в інших регіонах світу свідчать про доцільність застосування мало-витратних методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків для виявлення зон скупчення водню в районах розташування базальтових вулканів, а також на ділянках водневої дегазації. Застосування мобільної і мало-витратної технології дозволить істотно прискорити геологорозвідувальний процес на водень, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

RESULTS OF HYDROGEN DEGASATION ZONES SURVEY ON THE UKRAINE TERRITORY BY FREQUENCY RESONANCE METHOD OF REMOTE SENSING DATA PROCESSING

Yakymchuk M.¹, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., yakymchuk@gmail.com;

Korchagin I.², Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., korchagin.i.n@gmail.com,

1 – Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine,

2 – Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

The results of application of mobile and direct-prospecting technology of o satellite images and photographs frequency-resonance processing in the areas of hydrogen degassing in Ukraine are presented. Experimental studies of a reconnaissance nature were conducted to study the features of the deep structure of hydrogen degassing zones. Basalt volcanoes with hydrogen and living (healing) water were found within the surveyed areas. In almost all surveyed areas, measurements recorded the facts of hydrogen migration into the atmosphere. When scanning the cross-section, the responses from hydrogen are recorded from the upper edges of basaltic volcanoes to their roots. Signals at hydrogen frequencies are also recorded from the overlying basalts of limestone, dolomite and marl (including at shallow depths). The results of experimental studies in Ukraine and other regions of the world indicate the feasibility of using low-cost methods of frequency-resonance processing of satellite images and photographs to identify sites of hydrogen accumulation in areas of basaltic volcanoes, as well as in areas of hydrogen degassing. The use of mobile and low-cost technology will significantly accelerate the exploration process for hydrogen, as well as reduce the financial costs of its implementation.

Вступ. У 2019-2020 рр. проводились експериментальні дослідження з метою апробації частотно-резонансних методів обробки і декодування супутникових знімків та фотознімків [1, 2], а також вдосконалення методичних прийомів їх практичного застосування при вирішенні геологорозвідувальних задач різного характеру. В процесі проведення робіт додатково вивчалася можливість цілеспрямованого застосування мобільної прямопошукової технології для виявлення скупчень водню на ділянках видимої водневої дегазації і оцінки (визначення) глибин (інтервалів) їх залягання. З огляду на те, що водень може стати екологічно чистим паливом майбутнього, останнім часом проблема пошуків його скупчень і організації видобутку стає досить актуальною. Деякі результати експериментів такого характеру опубліковані в [3, 4]. В доповіді представлені матеріали додаткових експериментальних робіт по водневій проблемі, отримані останнім часом на Україні.



Обстеження ділянок водневої дегазації в Україні. При аналізі супутникових знімків території України виявлені чисельні зони видимої водневої дегазації. В межах багатьох ділянок розташування зон дегазації проведені дослідження рекогносцирувального характеру.

Район м. Бориспіль (Київська область). Зони водневої дегазації можна спостерігати на знімках північніше аеропорту «Бориспіль» (рис. 1). В процесі частотно-резонансної обробки супутникового знімка на рис. 1а з поверхні зареєстровані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, бактерій (водневих), живої води, базальтів (старих), золота (слабкої інтенсивності), коеситу (слабкої інтенсивності). Сигнали від УВ, алмазів, мертвої води, солі калійно-магнієвої і солі натрій-хлористої не отримані.

Зафіксовані відгуки від 1-6 груп осадових порід, гранітів (слабкої інтенсивності) і базальтів. Корені вулканів, заповнених осадовими породами 1-6 групи, а також базальтами, визначені на глибині 723 м, а гранітами - на 996 м. Скануванням розрізу з поверхні з кроками 1 м і 1 см верхня кромка базальтів зафіксована на глибині 298 м.

На поверхні 298 м з верхньої частини розрізу зареєстровані сигнали від 1-6 груп осадових порід і водню (слабкої інтенсивності). Скануванням розрізу з 298 м, крок 10 см відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 340 м, а живої води - з 362 м.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 10 см, відгуки на частотах водню з 2-ої групи осадових порід (псаміти) отримані з інтервалів 62-107 м і 240-260 м, а від фосфору (червоного) з 63-108 м і 240-260 м. Такі результати свідчать про те, що фосфор (червоний) міститься в водні.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки слабкої інтенсивності від водню і фосфору (жовтого), що свідчить про їх міграцію (слабку) в атмосферу.

На поверхні синтезу ВВ 57 км сигнали від нафти і бурштину не отримані. Відгуки від живої води зафіксовані на глибинах 57 км і 46 км.

Сигнали від живої води отримані тільки з псамітів, з гранітів та базальтів відгуки були відсутні. Сигнали живої води з базальтів зафіксовані на поверхні 69 км.

Відгуки від мертвої води зареєстровані на глибинах 48 км і 71 км.



а)



б)

Рис. 1. Супутникові знімки ділянок водневої дегазації в районі м. Бориспіль

При обробці знімка з локальною зоною водневої дегазації (рис. 1б) з поверхні зареєстровані відгуки від водню, водневих бактерій, фосфору (червоного і жовтого) і живої води. Відгуки від УВ, вуглекислого газу, метаноокислюючих бактерій і солі не отримані.

Зареєстровані сигнали від базальтів. Верхня кромка базальтів визначена скануванням з кроками 1 м і 10 см на глибині 120 м. На поверхні 120 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від 8-ої (доломіти), 2-ої (псаміти) груп осадових порід і водню.

При скануванні розрізу з 120 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 145 м, а від живої води - зі 156 м. А при скануванні з поверхні, крок 10 см, відгуки від водню з доломітів (або псамітів) зафіксовані з інтервалу 47-107 м.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

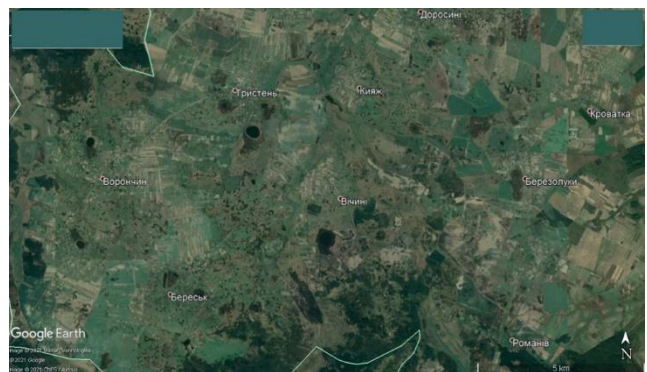
На поверхні 0 м зафіксовані сигнали (слабкої інтенсивності) від водню з верхньої частини розрізу, що свідчить про його міграцію в атмосферу.

Ділянки обстеження в Рожищенському районі Волинської області. При обробці знімка локальної ділянки водневої дегазації (рис. 2а) з поверхні зафіксовані відгуки від фосфору (червоного і жовтого), водню, водневих бактерій, живої води.

Встановлено наявність базальтового вулкана, який перекрито зверху вапняками. Фіксацією відгуків на різних глибинах (50, 99, 218, 480, 700, 724 км) корінь базальтового вулкана визначено на глибині 723 км, а верхня кромка базальтів встановлена скануванням розрізу з кроком 1 м на глибині 270 м. На поверхні 270 м з верхньої частини розрізу фіксувалися відгуки тільки від 7-ої групи осадових порід (вапняки).



а)



б)

Рис. 2. Супутникові знімки ділянок водневої дегазації в Рожищенському районі Волинської області

При скануванні розрізу з 270 м, крок 10 см, відгуки від водню з базальтів почали фіксуватися з 300 м, а від живої води - з 320 м.

На поверхні 0 м відгуки від водню зафіксовані з верхньої частини розрізу, що свідчить про його міграцію в атмосферу. Скануванням розрізу з кроком 5 мм відгуки від водневих бактерій фіксувалися з поверхні до глибини 530 см.

В процесі обробки супутникового знімка відносно великої площі (рис. 2б) зареєстровані відгуки від 1-6, 7 (вапняки) і 8-ої (доломіти) груп осадових порід, а також 1-ої (граніти), 2, 3, 6-ої (базальти), 7-ої (ультрамафічні), 8, 9, 10, 11-ої (кімберліти), 12, 13 груп магматичних порід. Корені вулканів, заповнених осадовими породами 1-6 групи і гранітами зафіксовані на глибині 470 км, а вапняками, базальтами і кімберлітами - на 723 км. З інтервалів 99-470 км і 218-723 км зафіксовані відгуки від солі і кременистих порід відповідно.

З поверхні зафіксовані відгуки від лонсдейлітів, солі калій-магнієвої, базальтів (глибинних), золота, ртуті, алмазів (слабкої інтенсивності), живої води, водню, антрациту, горючих сланців, газогідратів, фосфору (білого, чорного, коричневого, червоного), бактерій, вуглекислого газу, бурштину, газу, конденсату, нафти, водневих бактерій. Зареєстровані також відгуки від літію, від нікелю і міді сигнали не отримані.

При скануванні розрізу з поверхні, крок 1 м, відгуки від нафти зафіксовані з інтервалу 480- (600 - інтенсивний) -1000 м. Далі сканування не проводилося.

При скануванні розрізу з 0 м, крок 1 м, відгуки від газу почали фіксуватися з 260 м, водню - з 230 м, живої води - з 320 м, золота - з 620 м, алмазів - з 780 м. Відстеження інтервалів відгуків не проводилося.

В процесі частотно-резонансної обробки знімка території на рис. 3 з поверхні зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, водню, води (глибинної), а також від 7-8 груп осадових і 1-6 груп магматичних порід.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Фіксацією відгуків на різних поверхнях корені каналів (вулканів) 7-8 груп осадових і 6-ої групи магматичних порід визначені на глибині 723 км.

На поверхні 57 км отримані відгуки від нафти, конденсату, газу та води; від води отримані також сигнали на поверхні 69 км. На глибині 68 км відгуки від води отримані з осадових порід 7-8 груп, а також з 6-ї групи магматичних.



Рис. 3. Супутниковий знімок ділянки водневої дегазації в Рожищенському районі Волинської області

Вода в базальтах почала фіксуватися з 120 м, відгуки простежено до 69 км.

При скануванні з поверхні, крок 1 м відгуки від базальтів отримані зі 120 м, а від водню - з 260 м і простежені до 723 км.

Фіксація відгуків від нафти на різних поверхнях показала, що прогнозні колектори можуть бути розташовані в інтервалі глибини 4-9 км. Скануванням розрізу з 4000 м, крок 1 м сигнали від нафти отримані з інтервалів: 1) 4215-5010 м; 2) 5325- (інтенсивний) (6000- інтенсивний) (дуже інтенсивний) -6910 м; 3) 7080- (інтенсивний) (8000- інтенсивний) -8570 м (до 9 км простежено).

Відгуки від газу при скануванні з поверхні, крок 1 м зареєстровані в інтервалах: 1) 470- (1000 - інтенсивний) -1280 м; 2) 1600-1700 м; 3) 2660- (інтенсивний) (3000- інтенсивний) -3220 м; 4) 5010- (інтенсивний 5600) -5730 м; 5) 6835- (7200- інтенсивний) (7500- інтенсивний) (інтенсивний) -8400 м.

Локальна ділянка в районі с. Топільно. В процесі аналізу супутникового знімка території району увагу привернув великий вигин русла р. Стир в районі с. Топільно (рис. 4). Тут відразу виникло припущення, що русло річки огинає якусь природну перешкоду. У заплаві річки видно також локальні зони, характерні для ділянок видимої водневої дегазації. Ці особливості території обумовили доцільність обробки знімка її розташування.

При частотно-резонансній обробці супутникового знімка ділянки з поверхні зафіксовані сигнали від фосфору, водню, води глибинної і 6-ої групи магматичних порід (базальти), відгуки на частотах нафти, конденсату та газу були відсутні.

Нижня кромка базальтового вулкана визначена на глибині 98 км. На поверхні 99 км отримані відгуки від 10-ї групи осадових порід (кременисті) з корінем на глибині 723 км.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м відгуки від базальтів отримані з 460 м.

Сигнали від водню зафіксовані з нижньої частини розрізу на поверхнях 57, 67, 77, 97 і 107 (слабкий) км. Відгуки від води глибинної не отримані на поверхнях 57, 67, 68 км. Від мертвої води сигнали зафіксовані на глибині 71 км

На поверхні 71 км отримані відгуки від водню, заліза, кобальту, літію, берилію, аргону, нікелю, калію, скандію, кальцію, титану, хрому (слабкий), марганцю, міді. На глибині 71,1 км відгуки від міді з нижньої частини розрізу вже були відсутні, а з верхньої - зафіксовані.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

На поверхнях 0 м і 1 м отримані сигнали від водню з верхньої частини розрізу, що свідчить про його міграцію в атмосферу.

При обробці невеликого фрагмента знімка в нижній частині рис. 4 (локальна ділянка вигину річки) також зафіксовані сигнали від водню, живої води і базальтів з нижньою кромкою на глибині 98 км. Корінь розташованого під базальтами вулкана кременистих порід зафіксований на глибині 723 км. Вимірами підтверджено факт міграції водню в атмосферу.

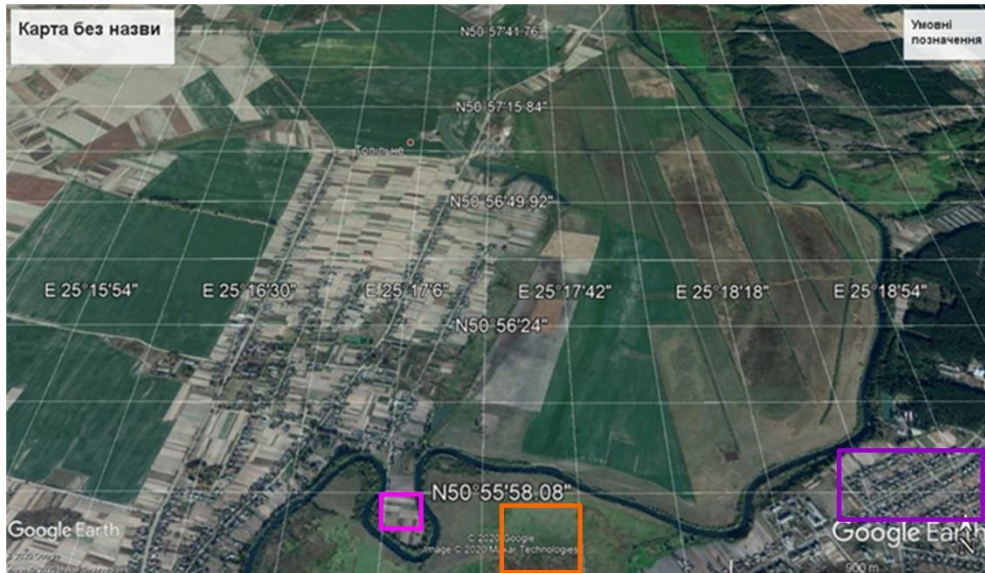


Рис. 4. Супутниковий знімок ділянки обстеження в районі с. Топільно (Рожищенський р-н, Волинська область).

При обробці другого невеликого фрагмента знімка в нижній частині рис. 4 (прямокутний контур в центрі) з поверхні зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору, горючого сланцю, брекчії аргілітової, породи газогідратів, газогідратів, льоду, вугілля, антрациту. Сигнали від водню і води глибинної були відсутні.

Зафіксовані інтенсивні сигнали від 1-6 груп осадових порід, від магматичних порід (в тому числі і базальтів) відгуки були відсутні.

Фіксацією відгуків на різних глибинах (50, 150, 450, 550, 470 км) корінь вулкана осадових порід 1-6 груп визначено на глибині 470 км.

Скануванням розрізу з поверхні, крок 1 м встановлено перший інтервал відгуків від нафти - 300-1630 м. Глибше сканування не проводилося.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані відгуки тільки від газу, чим підтверджено факт його міграції в атмосферу.

Третій локальний фрагмент обробки розташований в правому нижньому кутку на рис. 4. У процесі обстеження в його межах зафіксовані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору, горючого сланцю, брекчії аргілітової, породи газогідратів, газогідратів, льоду, вугілля, антрациту. Відгуки від водню і води глибинної не отримані.

Зареєстровані сигнали тільки від 1-6 груп осадових порід. Корінь вулкана цих порід визначено на глибині 470 км.

На поверхні 57 км отримані відгуки від нафти, конденсату, газу, бурштину та фосфору, а на глибині 57,1 км відгуки від цих речовин і елементів вже були відсутні.

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від газу – підтверджено факт його міграції в атмосферу.

При скануванні розрізу з поверхні, крок 1 м відгуки від нафти почали фіксуватися з 300 м. Однак інтервали фіксації відгуків не визначалися.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Дослідження в басейнах сланцевого газу показали, що сигнали від такого газу фіксуються з брекчії аргілітової. При скануванні розрізу з поверхні, крок 1 м відгуки від газу з брекчії аргілітової отримані в інтервалі 420-540 м.

Враховуючи, що відгуки від нафти почали фіксуватися з 300 м на ділянці проведені додаткові експерименти з метою визначення факту наявності (відсутності) нафти в інтервалі 420-540 м. У першому варіанті експериментів використовувався апаратурний вимірювальний комплекс з двома генераторами. Відгуки від нафти з цього інтервалу не отримані.

При скануванні розрізу з 420 м, крок 10 см, відгуки від нафти почали фіксуватися тільки з 540 м. А при скануванні з 426 м, крок -10 см (від низу до верху) відгуки від нафти почали фіксуватися з 419 м.

Основні результати. Результати проведених експериментальних досліджень на ділянках видимої водневої дегазації в різних регіонах дозволяють констатувати наступне.

1. На площах і ділянках розташування базальтових вулканів з коренями на різних глибинах практично завжди реєструються сигнали на частотах водню з поверхні.

2. Відгуки від водню фіксуються при скануванні розрізу практично від верхніх кромek базальтових вулканів до їх коренів. Ця особливість дозволяє припустити, що базальтові вулкани є свого роду каналами, по яких здійснюється активна міграція водню в верхні горизонти розрізу і далі в атмосферу.

3. В деяких типах базальтових вулканів на глибині 68 км відбувається синтез води глибинної (живої). Збагачена воднем вода є цілющою і може бути використана для оздоровчих цілей. Доцільно ще раз наголосити, що всі обстежені зони і ділянки довголіття на Землі розташовані в межах (контурах) базальтових вулканів, в яких синтезована на глибині 68 км вода мігрує до поверхні і використовується для водопостачання і питних цілей.

4. Поклади водню можуть бути сформовані базальтовими вулканами в наявних поруч з базальтами колекторах, перекритих покришками. Ділянка видобутку водню в Малі розташована поза контуром базальтового вулкана; відгуки від водню зафіксовані на майданчику розташування свердловини з мергелів. На острові довгожителів Ікардія, а також на локальних ділянках обстеження в Карпатах сигнали від водню отримані з доломітів та мергелів [4].

5. Сформовані поруч з базальтовими вулканами поклади водню в колекторах різного типу можуть бути оперативно виявлені і локалізовані при проведенні площинних пошукових робіт з використанням методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків.

6. Заслуговує уваги проблема вивчення колекторів в кристалічних породах (в базальтах в тому числі). Прямопошукова технологія може також бути використана для цих цілей.

Висновки. Представлені матеріали, а також опубліковані в [3, 4] результати експериментальних робіт в різних регіонах свідчать про доцільність застосування прямопошукових методів частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків і фотознімків для виявлення і локалізації зон скупчення водню в районах розташування базальтових вулканів, а також на ділянках водневої дегазації. Застосування супер-оперативної і мало-витратної прямопошукової технології дозволить істотно прискорити геологорозвідувальний процес на водень, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

Список використаних джерел:

1. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. Геоинформатика. 2019. № 1. С. 5-27.

2. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. Геоинформатика. 2019. № 3. С. 29-51. Часть II. Геоинформатика. 2019. № 4.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

С. 30-58. Часть III. Геоинформатика. 2020. № 1. С. 19-41, Часть IV. Геоинформатика. 2020. № 3. С. 29-62.

3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и фотоснимков: результаты использования для определения участков миграции газа и водорода на поверхность и в атмосферу. Геоинформатика. 2020. № 3. С. 3-28.

4. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и фотоснимков: потенциальные возможности и перспективы использования для поисков скоплений природного водорода. Геоинформатика. 2020. № 4. С. 3-41.



УДК (553.98/982)

СТВОРЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕРИГЕННОГО КОЛЕКТОРА З ВРАХУВАННЯ НЕОДНОРІДНОСТІ ЙОГО ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Манюк М., к. геол. н., доцент, manukomv@i.ua;

Манюк В., vitalikmanuk24032002@gmail.com,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Проаналізовано сучасний стан розробки нафтових і газових родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину. Запропоновано алгоритм побудови геологічної моделі теригенного колектора з врахування неоднорідності його фільтраційно-ємнісних властивостей.

При розробці геологічної моделі запропоновано використовувати методику гідравлічних одиниць потоку (колектора) в комплексі з вивченням умов їх формування. Такий підхід дозволить прорахувати найбільш ефективний варіант подальшої розробки родовища при нових значеннях проникності та гідродинамічних параметрів.

CREATION A GEOLOGICAL MODEL OF TERRIGENE COLLECTOR WITH TAKING INTO ACCOUNT THE INHOMOGENEITY OF ITS FILTRATION-CAPACITY PROPERTIES

Maniuk M., Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., manukomv@i.ua;

Maniuk V., vitalikmanuk24032002@gmail.com,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The current state of development oil and gas fields in the Inner Zone of the Pre-Carpathian Foredeep is analyzed. An algorithm for constructing a geological model of a terrigenous reservoir taking into account the heterogeneity of its filtration-capacitive properties is proposed.

In developing a geological model, it is proposed to use the technique of hydraulic units of flow (collector) in combination with the study of conditions their formation. This approach will allow to calculate the most effective option for further development of the field at new values of permeability and hydrodynamic parameters.

Сучасний стан розробки нафтових і газових родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину характеризується виснаженням запасів вуглеводнів більшості родовищ, високою обводненістю вилученої продукції, різким зростання відсотку важковидобувних запасів, та наявністю величезного фонду бездіяльних свердловин, що обумовлює удосконалення методів та засобів проектування операцій по запровадженню технологій, таких як гідророзрив пластів, буріння горизонтальних свердловин і т.д. За таких обставин, на сьогодні, назріла необхідність суттєво підвищити ефективність прогнозування продуктивності розрізів свердловин з врахування їх значної неоднорідності.

Відомо, що родовища вуглеводнів Внутрішньої зони Передкарпатського прогину мають складну геологічну будову, відзначаються неоднорідним характером розподілу продуктивних горизонтів у межах покладу, невитриманістю товщин колекторів і їх фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЕВ), як за розрізом так за площею, відзначаються суттєвим впливом тектонічної складової у формування колекторів і покладів нафти.

Для врахування неоднорідності ФЕВ колекторів при розробці геологічної моделі нами пропонується використовувати методику гідравлічних одиниць потоку (колектора) [1] в комплексі з вивченням умов їх формування. Вважаємо, що такий підхід дозволить не змінюючи величини балансових запасів покладу прорахувати найбільш ефективний варіант подальшої розробки родовища при нових значеннях проникності та гідродинамічних параметрів. А враховуючи те, що структура пустотного простору колектора визначає динаміку руху рідкої фази, вважаємо що використання гідравлічних типів колектора дозволить значно підвищити достовірність прогнозу моделі природного резервуару.

На нашу думку алгоритм створення геологічної моделі теригенного колектора повинен включати наступні основні етапи:

- 1 Побудова літолого-седиментаційної моделі;



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

- 2 Виділення типів колектора;
- 3 Побудова петрофізичної моделі.

Перший етап геологічного моделювання теригенного колектора – створення літолого-седиментаційної моделі. Він характеризує розвиток осадконакопичення в часі і просторі, сама ж процедура відновлення умов формування повинна базуватись на комплексуванні геолого-геофізичних даних і методик, які включатимуть: систематизацію проведених досліджень продуктивних горизонтів; проведення сейсмофаціального аналізу, детальної інтерпретації сейсмічних матеріалів на основі аналізу сейсмічних товщ, контролю моделей відображень і вивчення послідовності відкладень сейсмічних товщ; інтерпретацію матеріалів геофізичних досліджень свердловин (ГДС) з метою палеорекоonstrukцій із застосуванням електрофаціального аналізу; вивчення кернавого матеріалу з позиції літолого-фаціального аналізу, тобто визначення основних ознак, необхідних для ідентифікації ситуацій накопичення відкладів (гранулометричний склад, сортування матеріалу, текстура (шаруватість), наявність і кількість органіки, контакти і переходи; аналіз карт ізопахіт і даних біостратиграфічних і палеонтологічних досліджень.

Наступний етап – виділення типів колектора. З цією метою нами пропонується використання класифікації гідравлічних одиниць потоку (HFU), що базується на розрахунку параметра індикатора гідравлічної одиниці (Flow Zone Indicator (FZI), що представляє собою унікальний синтетичний параметр, який враховує такі геологічні атрибути, як структура породи, особливості мінералогії та структуру геометрії порового простору відкладів, які утворились в конкретних умовах осадконакопичення.

Третій етап – створення петрофізичної моделі колектора. Цей етап повинен включати в себе: виділення гідравлічних одиниць потоку (класів колекторів); розрахунок індивідуальних для досліджуваного ділянки залежностей пористості і проникності для кожної із літофацій; розрахунок пористості за даними ГДС; розрахунок тривимірної моделі проникності за кубом пористості з використанням отриманих залежностей пористості-проникності; побудова просторової моделі розподілу класів колекторів.

Отже, на відміну від класичних моделей розподілу пористості – проникності [2] запропонована нами модель колектора буде враховувати ємнісну неоднорідність порового простору і дасть можливість значно точніше розрахувати значення проникності в міжсвердловинному просторі. Що в кінцевому результаті дасть змогу суттєво підвищити ефективність прогнозування продуктивності розрізів свердловин з врахування їх значної неоднорідності, та сприятиме підвищенню ефективності розробки нафтових та газових родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину.

Список використаних джерел:

1. Kassen A.L., Mike O.O. A robust Approach to flow unit zonation// SPE paper 98830, presented at the 29th Annual SPE International Technical Conference and Exhibition in Abuja. August 1 – 3. 2005–Nigeria. Abuja. 2005-15p.
2. Петрофизика. В.М. Добрынин, Вельденштейн Ю.Ю., Кожевников Д.А. – М.: Недра, 1991. – 368 с.



УДК 548.4:550.4:551.263.036/037 (477.8)

ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРСПЕКТИВ ГАЗОНОСНОСТІ ЗАКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ УКРАЇНИ

Наумко І.М.¹, д. геол. н., проф., чл.-кор. НАН України, naumko@ukr.net;

Павлюк М.І.¹, д. г.-м. н., проф., ак. НАН України, igggk@mail.lviv.ua;

Локтєв А.А.², к. геол. н., shon327@hotmail.com;

Хоха Ю.В.¹, к. геол. н., khoha_yury@ukr.net;

Сахно Б.Е.¹, igggk@mail.lviv.ua; Белецька Ю.А.¹, dijumast@ukr.net;

Сава Н.Г.¹, bardaksava@gmail.com,

1 – Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна,

2 – ТОВ «Інститут геології», Київ, Україна

Обговорено термобарогеохімічні показники перспектив газонасності Закарпатського прогину України. Вперше показано, що склад газів включень у мінералах і закритих порах порід перспективно газонасних геологічних структур у Мукачівській і Солотвинській западинах співпадає з виявленою перевагою у родовищах Закарпатської газонасної області метану і його гомологів, з одного боку, та діоксиду вуглецю – з іншого. Це можна пояснити існуванням двох крайніх гілок геохімічної спеціалізації палеофлюїдів (відновного чи окисного типу), які реалізовувалися у надрах. Перша характеризується значним вмістом сполук відновного характеру (метану та його гомологів), друга – окислених сполук (головно, CO₂), що свідчить про відмінності у первинному складі абіогенного високотермобарного глибинного флюїду: вуглеводневмісного чи діоксидвуглецевовмісного. Це вказує на принципово відмінні джерела газових складових і розмаїті шляхи міграції палеофлюїдів, як доказ можливості формування у регіоні родовищ природних газів двох типів: переважно вуглеводневих та переважно діоксидвуглецевих.

THERMOBAROGEOCHEMICAL INDICATORS OF PROSPECTS GAS CONDUCTIVITY OF THE TRANSCARPATHIAN DEPRESSION OF UKRAINE

Naumko I.¹, Dr. Sci. (Geol.), Prof., Corresponding Member of the NAS of Ukraine, naumko@ukr.net;

Pavlyuk M.¹, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Academician of the NAS of Ukraine, igggk@mail.lviv.ua;

Loktiev A.², Cand. Sci. (Geol.), shon327@hotmail.com;

Khokha Yu.¹, Cand. Sci. (Geol.), senior researcher, khoha_yury@ukr.net;

Sakhno B.¹, igggk@mail.lviv.ua; Beletska Yu.¹, dijumast@ukr.net;

Sava N.¹, bardaksava@gmail.com,

1 – Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine,

2 – LLC «Institute of Geology R&D», Kyiv, Ukraine

Thermobarogeochemical indicators of gas bearing capacity prospects of the Transcarpathian Depression of Ukraine are discussed. For the first time it is shown that the composition of fluid inclusion gases and closed pores in rocks of promising gas-bearing geological structures along the sections of exploratory wells drilled in Mukachevo and Solotvyno depressions coincides with the revealed advantage in natural gases of fields of Transcarpathian gas-bearing area the methane and its homologues in hydrocarbon fields, and carbon dioxide – on the other in carbon dioxide deposits. This can be explained by the existence of two extreme branches of geochemical specialization of paleofluids (reductive or oxidative type), which were realized in the bowels. The first is characterized by a significant content of reducing compounds (methane and its homologues), the second – oxidized compounds (mainly CO₂), which indicates differences in the primary composition of abiogenic high-thermobaric deep fluid: hydrocarbon-containing or carbon dioxide-containing. This points to fundamentally different sources of gas components and various migration routes of paleofluids, as evidence of the possibility of forming in the region of natural gas deposits of two types: mainly hydrocarbons and mainly carbon dioxide.

Вступ. Закарпатський внутрішній прогин відносять до одного з високоперспективних теренів Західного нафтогазоносного регіону України [1, 4, 3]. Відкриття у його межах низки газових родовищ дало змогу виокремити тектонічно відповідну йому Закарпатську газонасну область у складі Карпатської нафтогазоносної провінції. Водночас за результатами подальшого пошукового буріння на низці площ скупчень газу чи нафти не виявили [6]. Тому залишається відкритим питання щодо з'ясування умов газонасності території, зокрема збереження газових



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

сполук у породах-колекторах перспективних структур. Застосування для його вирішення методів термобарогеохімії, якими ідентифікують леткі сполуки у реліктах флюїдного середовища – включеннях у мінералах і закритих порах порід, сприятиме відтворенню етапів генерації, міграції і акумуляції вуглеводне-водних палеофлюїдів [10–12]. Оскільки флюїдні включення і леткі компоненти у них як індикатори умов мінералогенезу [2, 5] є достовірним джерелом інформації про газовий режим флюїдів, позаяк РТ-параметри та склад включень від часу захоплення дотепер не змінилися і на них не впливають процеси інтенсивного новогазоутворення в осадовій товщі, це, в комплексі, дасть змогу ефективніше прогнозувати сприятливі зони для пошуків покладів природних газів.

Мета роботи визначається потребою отримання даних про склад і співвідношення летких сполук у флюїдних включеннях у мінералах і в закритих порах вмісних порід та їхні відносні газо- і водонасиченості як передумову відтворення газового режиму мігрувальних флюїдів у межах перспективних площ Закарпатського внутрішнього прогину України, що, в свою чергу, дасть змогу підвищити ефективність геологорозвідувальних робіт в регіоні.

Стислі відомості про геологічну будову. Закарпатський внутрішній або тилловий прогин – це геологічна структура у складі Карпатської складчастої споруди [1, 3, 20]. Породи-колектори мають вік від тріасу до неогену та розмаїтий склад на різних стратиграфічних рівнях, зумовлений гетерогенною блоковою будовою фундаменту: це – пісковики, алевроліти, аргіліти, доломіти, туфіти, габродіорити [7, 8]. Значно поширені прожилки і вкраплення, представлені, головн., кальцитом (рис. 1). Як природний феномен літосфери Землі [13], прожилково-вкраплена мінералізація є важливим показником вуглеводненасиченості перспективно газonosних геологічних розрізів.



Рис. 1. Типовий вигляд прожилків кальциту в алевроліті.
Св. 23-Солотвинська, гл. 2198–2203 м (зр. Сол2198-2).

Об’єкт досліджень – леткі сполуки флюїдних включень у прожилково-вкраплений мінералізації і закритих пор порід за розрізами свердловин у перспективних структурах Мукачівської і Солотвинської западин прогину.

Методи. Склад та відносні газо- і водонасиченість включень флюїдів у мінералах і закритих пор порід визначали мас-спектрометричним хімічним методом на часопротітному мас-спектрометрі-хронометрі МСХ-3А (1–200 а. о. м.).

Результати та їхнє обговорення. Склад летких сполук включень у прожилково-вкраплений мінералізації і закритих пор порід перспективно газonosних геологічних розрізів Закарпатського прогину визначається співвідношенням метану, діоксиду вуглецю і пари води (табл. 1). Значно варіюють і значення відносних газо- і водонасиченостей та вмісту органічного вуглецю (ТОС).

Аналізуючи ці вперше отримані оригінальні результати, наголосимо на перевазі метану у зразках з керну свердловин на площах Бородівсько-Новосільська, Грушівська, Данилівська, Солотвинська. Так, у св. 1-Грушівська (інтервал глибин 3270–3275 м) вміст метану складає 95,1 об. %, CO₂ – 4,9 об. % при вмісті пари води (87,0 об. %), у св. 1-Данилівська (інтервал глибин



1261–1266 і 2361–2363 м) – 94,6–95,8 і 5,4–4,2 об. %, відповідно. Водночас у св. 1-Бородівсько-Новосільська (інтервал глибин 1650–1656 м) заледве виявлено сліди метану (у прожилку) і практично 100 об. % пари води (у породі). Важливо, що у св. 28-Солотвинська і в кальциті прожилково-вкрапленої мінералізації, і в породі містяться лише вуглеводневі гази, причому у кальциті встановлено метан (98,2 об. %), етан (1,2 об. %) і пропан (0,6 об. %), а також, що у кальциті з прожилку відносна газонасиченість (5,33 Па) понад на порядок вища порівняно з породою (0,27 Па). Принципово інший склад має газ (100 % – CO₂) у включеннях у мінералі (цеоліт ?) з гнізд і вкраплень у аргіліті св. 1-Буштинська (інтервал 403–411 м).

Таблиця 1

**Склад летких компонентів флюїдних включень у прожилках
і закритих пор у вмісних породах перспективно газонасних геологічних розрізів
Закарпатського прогину (за даними мас-спектрометричного хімічного аналізу*)**

Номер зразка	Опис зразка, вік	Інтервал відбору, м	Компоненти, об. %		Відносна газонасиченість ΔР, Па	Водонасиченість C _{H2O} , об. %	Вміст C _{орг} (ТОС), % [7]
			CO ₂	CH ₄			
1-Буш403	Аргіліт N _{1sl}	403–411	сліди	–	<0,07	–	0,27
1-Буш403а	Цеоліт (?) з вкраплень	403–411	100,0	–	0,40	–	
4-Груш3270	Пісковик P ₃	3270–3275	сліди	–	<0,07	83,0	0,84
4-Груш3270	Кальцит з прожилка	3270–3275	4,9	95,1	0,10	87,0	
28-Сол2351	Аргіліт P ₃	2351–2353	–	100,0	0,27	–	0,70
28-Сол2351а	Кальцит з прожилка	2351–2353	–	CH ₄ 98,2 C ₂ H ₆ 1,2 C ₃ H ₈ 0,6 C ₄ H ₁₀ сліди	5,33	–	
1-Дан1261	Аргіліт N _{1tb2}	1261–1266	5,4	94,6	0,12	–	0,25
1-Дан1607	Пісковик N _{1tb1}	1607–1614	–	сліди	<0,07	–	0,08
1-Dan2361	Доломіт N _{1tr}	2361–2363	4,2	95,8	0,10	–	0,95
1-BN1650	Глинистий вапняк J–T	1650–1656	–	–	<0,01	100,0	0,08
1-BN1650а	Кальцит з прожилка	1650–1656	–	сліди	<0,07	–	

*Аналітик Б.Е. Сахно, мас-спектрометр MSX-3A (ІГТГК НАН України, м. Львів).

Для Карпатського регіону загальновідомо, що встановлення перших гомологів метану у складі реліктових включень флюїдів підвищує оцінку перспектив газонасності тих чи інших теренів, тому вперше виявлені нами у межах вивченої території значний вміст насичених вуглеводнів (метану, етану, пропану) в газовій фазі і висока відносна газонасиченість флюїду (див. табл. 1) набуває важливого значення як можлива сприятлива ознака перспективно нафтогазонасних земель. Це й підтверджено відкриттям Солотвинського газового родовища, у складі природних газів якого домінує метан за наявності етану, пропану і бутану [1].

З іншого боку, у породах деяких структур, зокрема Буштинської, у св. 1-Буштинська газ у включеннях у мінералі (вірогідно, цеоліті) з гнізд і вкраплень представлений діоксидом вуглецю,



як можливою складовою і передумовою відкриття родовищ вуглекислого газу типу Мартівського, в якому вміст CO_2 перевищує 98 % [4].

Вміст CO_2 у флюїді за даними термодинамічного моделювання [16] у рівновазі з H_2O може вказувати на термобаричні умови, за яких відбувалося формування флюїду. Встановлена тенденція обернено пропорційної зміни мольної частки вуглекислого газу та води із зростанням тиску та температури із зануренням, причому максимальна кількість CO_2 утворюється за умов помірних тисків та температур на незначних глибинах, що цілком корелюється із результатами дослідження зразків, поданих у табл. 1.

У всіх проаналізованих зразках зовсім відсутній азот, хоча, до прикладу, у складі природних газів Солотвинського родовища його вміст складає 23,06 % [1]. Це може вказувати на малу кількість пор у вивчених утвореннях. На цьому наголошують у праці [14], бо тоді й інші молекулярні гази захоплюються слабше, чим створюють низьку відносну газонасиченість на межі «сухого» газу ($<0,07$ Па). З іншого боку, якщо інтерпретувати азот, як індикатор глибинного походження вмісту включень, то можна припустити генетичну вторинність досліджуваного флюїду. Для підтвердження чи спростування цього припущення необхідно провести додаткові дослідження, зокрема, термобарогеохімічні і термодинамічні.

Низькі значення відносної газонасиченості флюїдних включень і закритих пор у вмісних породах вказують ще й на те, що перетворення органічної речовини як можливого джерела летких сполук «сухого» газу проходили за невисоких (головно, літостатичних) тисків, що підтверджують термодинамічні розрахунки Е.Б. Чекалюка [18] про граничні тиски генерації газів у процесі дегідратації органічної речовини. На противагу цьому, у кальциті прожилково-вкрапленої мінералізації відносна газонасиченість значно вища, ніж у вмісній породі. Це може свідчити про відносно високі тиски у включеннях-дефектах у кальциті, які створено захопленими ними мігрувальними флюїдами, що надходили з глибинних горизонтів системами розвинених вертикальних (субвертикальних) тріщин, і, відповідно, на існування значно вищих тисків у глибинних осередках нафтидогенезу.

У цьому контексті важливо було проаналізувати можливу наявність сприятливих умов для генерації природних газів у межах осадового чохла. Результати досліджень керну з 57 інтервалів різновікових породних комплексів Закарпатського прогину на вміст органічного вуглецю (ТОС) [7] свідчать про широкий діапазон величин вмісту $S_{\text{орг.}}$: 0,05–2,73. Породи з вмістом $S_{\text{орг.}}$ понад 1 %, які, згідно з критеріями оцінки нафтогазогенераційного потенціалу материнських порід на основі вмісту $S_{\text{орг.}}$ [19], володіють добрим і дуже добрим нафтогазогенераційним потенціалом, трапляються як у донеогеновому складчастому фундаменті, так і в моласовій товщі неогену.

Однак треба бути обережним в такій оцінці, бо слід для вирішення цих питань включати [19] повну інтеграцію даних ТОС і Rock-Eval, доповнення піролізно-газовою хроматографією даних Rock-Eval та використання діаграм історії занурень для інтерпретації відбивної здатності вітриніту. В цьому аспекті наголосимо, що вторгнення інтрузивних тіл в осадово-вулканогенні верстви, збагачені розсіяною органічною речовиною, з одного боку, може загалом поліпшити їхні ємнісні характеристики при утворенні вторинного колекторського простору внаслідок розвитку постседиментогенних змін (насамперед, мінерального складу цементу, типу цементациї тощо), тріщинуватості і флюїдизації, і, з огляду на це, невитриманістю за площею і розрізом показників пористості й проникності, з іншого – стимулювати й інтенсифікувати природний крекінг-процес з утворенням газоподібних і рідких вуглеводнів. Тому й набуває першорядного значення вирішення проблеми прогнозування інтрузивних тіл [6].

Крім того, флюїд, насичений кислими газами і водою, має кислотні властивості. Кислотність флюїду може надати відомості щодо хімізму руйнації карбонатного цементу із збільшенням пористості колекторів, а саме: переходу карбонатів у розчинні гідрокарбонати під впливом вуглекислого газу у водному середовищі. Вплив кислого гідросульфідного іону SH^- на



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

карбонатні породи складніший, втім загальна протонізація системи сприятиме розчиненню цементу та міграції флюїду у породи-провідники і породи-колектори [16].

Досліджені зразки (див. табл. 1) характеризуються дуже низьким вмістом C_{org} , який, до речі, не корелює з жодним із показників, визначених методом хімічної мас-спектрометрії. Це може свідчити, що вуглеводні могли генеруватися при перетворенні органічної речовини частково (за термодинамічними розрахунками Е.Б. Чекалюка [18]), джерелом іншої, значно переважальної, є середовище високоенергетичного [15] – абіогенного високотермобарного) глибинного флюїду [9], що фіксується у значно вищій відносній газонасиченості кальциту прожилково-вкрапленої мінералізації порівняно з вмісною породою, зумовленій відносно високими тисками у включеннях–дефектах у кальциті, який капсулював глибинний флюїд.

Для порівняння вкажемо [21], що у кальциті з прожилків і виділень у породах св. 1-Русько-Комарівці в інтервалах 2804–2814, 3369–3374, 3873–3881 м вміст CO_2 , азоту і метану у включеннях складає (об. %), відповідно, 46,6, 13,9 і 39,5; 5,8, 15,7 і 78,5; 97,3, 2,7 і 0,0, причому включення, за найвищою відносною газонасиченості 2,93 Па (головно по CH_4) і 4,93 Па (по CO_2), збагачені й парою води: 91,0 і 76,3 об. %. Водночас у св. 1-Лесарня за вмісту 92,7 об. % CH_4 і 7,3 – CO_2 зафіксували ще вищу відносну газонасиченість – 8,80 Па, однак водонасиченість тут є незначною (13,6 об. %) [21].

Зауважимо, що сумарний компонентний склад газів нафтогазових родовищ Західного нафтогазоносного регіону України при термодинамічному аналізі вказує як на можливість біогенного, так і на ймовірність абіогенного походження, тобто на «полігенез нафти» [15]. Власне з природних систем вимогам до моделі, яка передбачає перебування у рівновазі системи, що складається з керогену та вуглеводневих газів, найкраще відповідають системи, де рівновага реалізується в елементах закритої пористості: флюїдних включеннях у мінералах і закритих порах порід [17], що можна поширити, зокрема, і на наш випадок.

Висновки.

1. Обговорено термобарогеохімічні показники перспектив газонасиченості Закарпатського внутрішнього прогину (в межах України) за даними перших визначень складу летких сполук та відносних газо- і водонасиченості флюїдних включень у мінералах і закритих порах порід. Спостережувана нерівномірність розподілу у них метану, діоксиду вуглецю, пари води і відсутність азоту, вірогідно, залежить від стабільності флюїдних мігрувальних систем, що визначається геофлюїдодинамічними чинниками формування осадово-вулканогенних верств і прожилково-вкрапленої мінералізації.

2. Виявлена за співвідношенням окислених і відновлених сполук вуглецю істотна відмінність складу газів у включеннях флюїдів і закритих порах порід, ідентифікованих за розрізами свердловин, пробурених у перспективних структурах, співпадає з виявленою перевагою у природних газах родовищ Закарпатської газонасної області: з одного боку, метану і його гомологів в родовищах вуглеводнів, з іншого – діоксиду вуглецю в родовищах вуглекислого газу. Це можна пояснити наявністю двох гілок геохімічної спеціалізації мігрувальних флюїдів, які функціонували у надрах: однієї зі значним вмістом сполук відновного характеру (метану та його гомологів), іншої – з окислених сполук (головно, CO_2), як доказ, що абіогенний високотермобарний глибинний флюїд може еволюціонувати як відновлений вуглеводневмісний чи окислений діоксидвуглецевмісний.

3. Даний факт набуває важливого значення щодо ідентифікації принципово відмінних джерел газових складових і розмаїтих шляхів надходження мігрувальних палеофлюїдів. Уявлення про можливість утворення вуглеводнів у широкому спектрі умов та первинного матеріалу («полігенез нафти») підвищують оцінки нафтогазоресурсності регіону, а відповідні полігенетичні підходи до процесів формування викопних вуглеводнів обґрунтовують й зміну стратегії геологорозвідувальних робіт у регіоні. Це зумовлює потребу інтенсифікації досліджень у галузі



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

геохімії і термобарометрії флюїдів мінералоутворювального середовища у перспективних структурах Закарпатської газоносної області, підкріплену термодинамічним аналізом, з метою наукового прогнозу наявності покладів висококалорійного газу та, відповідно, визначення пріоритетних напрямів пошуково-розвідувальних робіт у регіоні.

Список використаних джерел:

1. Атлас родовищ нафти і газу України. В 6-ти томах / За заг. ред. М.М. Іванюти, В.О. Федішина, Б.І. Денегі, Ю.О. Арсірія, Я.Г. Лазарука. Львів: Центр Європи, 1998. 2354 с.
2. Калюжный В.А. Основы учения о минералообразующих флюидах. Киев: Наук. думка, 1982. 240 с.
3. Колодій В.В. (головн. ред.). Карпатська нафтогазонасна провінція. Львів–Київ: ТОВ «Український видавничий центр», 2004. 390 с.
4. Крупський Ю.З. Геодинамічні умови формування і нафтогазонасність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. Київ: УкрДГРІ, 2001. 144 с.
5. Кульчеська Г.О. Леткі компоненти мінералів як індикатори умов мінералоутворення: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Київ, 2009. 40 с.
6. Локтев А. Проблеми прогнозування інтрузивних тіл як причина отримання від'ємних результатів при проведенні геологорозвідувальних робіт на нафту і газ у межах Чоп-Мукачівської западини Закарпатського прогину. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2011. № 1–2 (154–155). С. 90–91.
7. Локтев А. Кількісний показник Сорг. різновікових комплексів Закарпатського прогину як критерій оцінки нафтогазогенераційного потенціалу. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2019а. № 1 (178). С. 41–46.
8. Локтев А.А. Геологічні чинники газонасності Закарпатського прогину: *Автореф. дис. ... канд. геол. наук (прирівняно до PhD (Geology))*. Київ, 2019б. 20 с.
9. Наумко І.М., Сворень І.М. О важности глубинного высокотемпературного флюида в создании условий для формирования месторождений природных углеводородов в земной коре. *Новые идеи в науках о Земле: Мат-лы VI междунар. конф.* (Москва, 8–12 апреля 2003 г.). М., 2003. Т. 1. С. 249.
10. Наумко І.М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів). *Автореф. дис. ... д-ра геол. наук*. Львів, 2006. 52 с.
11. Наумко І.М. Мінералофлюїдологія і прогнозування вуглеводненасиченості надр. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*. Київ: ДКЗ України, 2019. Т. 1. С. 416–421.
12. Наумко І.М. Мінералофлюїдологія та синтез і генезис природних вуглеводнів у надрах Землі. *Геофиз. журн. (Geophys. Journ.)*. 2020. Т. 42, № 4. С. 72–96.
13. Сворень Й.М., Наумко І.М. Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазонасних областей і металогенічних провінцій – природний феномен літосфери Землі. *Доп. НАН України*. 2005. № 2. С. 109–113.
14. Файф У., Прайс Н., Томпсон А. Флюиды в земной коре. М.: Мир, 1981. 436 с.
15. Хоха Ю.В. Еволюція органічної речовини осадових комплексів нафтогазонасних регіонів України з позицій термодинаміки. *Автореф. дис. ... д-ра геол. наук*. Київ, 2021. 44 с.
16. Хоха Ю.В., Любчак О.В., Яковенко М.Б. Термодинаміка трансформації керогену II типу. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2019. № 3(180), С. 25–41.
17. Хоха Ю.В., Павлюк М.І., Наумко І.М. Термодинаміка еволюції органічної речовини в контексті полігенезу викопних вуглеводнів. *Геол. журн*. 2020. № 4 (373). С. 3–16.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

18. Чекалюк Э.Б. Предельные давления генерации угольных газов в процессе метаморфизма углей. *Геология и геохимия горючих ископаемых*. Киев: Наук. думка, 1990. Вып. 74. С. 1–4.

19. Dembicki Jr.H. Three common source rock evaluation errors made by geologist during prospect or play appraisals: *AAPG Bulletin*. 2009, V. 93, No 3 (March 2009). P. 341–356.

20. Dolton G.L. Pannonian Basin Province, Central Europe (Province 4808) – Petroleum Geology, Total Petroleum Systems, and Petroleum Resources Assessment: *U.S. Geological Survey Bulletin 2204-B*. Reston, Virginia, 2006. 47 p.

21. Naumko I.M., Kovalyshyn Z.I., Svoren' J.M., Sakhno B.E., Telepko L.F. Towards forming conditions of veinlet mineralization in sedimentary oil- and gas-bearing layers of Carpathian region (obtained by data of fluid inclusions research). *Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*. 1999. No. 3 (108). P. 83–91.



УДК 556.36 (477)

ПЕРСПЕКТИВИ ВІДКРИТТЯ ПРОМИСЛОВОЇ НАФТОНОСНОСТІ НА ДІЛЯНЦІ ЧОРНИЙ ПОТІК СЛОБОДА РУНГУРСЬКОЇ АНТИКЛІНАЛІ БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОГО ПОКРИВУ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Павлюк М.І., д. г.-м. н., проф., ак. НАН України, igggk@mail.lviv.ua;

Шлапінський В.Є., к. геол.-мін. н., vlash.ukr@gmail.com;

Тернавський М.М., miroslavtmm@gmail.com,

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, Україна

Перспективна ділянка розташована поблизу с. Чорний Потік Надвірнянського району Івано-Франківської області, в 50 км на південь від обласного центру і в 35 км західніше залізничної станції Коломия. У геологічному відношенні вона знаходиться в межах антикліналі Слобода Рунгурська Бориславсько-Покутського покриття Передкарпатського прогину. У 5 км південно-східніше села Чорний Потік існувало, вже відпрацьоване нафтове родовище Слобода Рунгурська. Пропонується буріння пошукової свердловини.

PROSPECTS FOR THE DISCOVERY OF INDUSTRIAL OIL IN THE BLACK STREAM OF THE SLOBODA RUNGUR ANTICLINE OF THE BORYSLAV- POKUT COVER OF THE PRE-CARPATHIAN DEPRESSION

Pavlyuk M., Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Prof., Academician of the NAS of Ukraine, igggk@mail.lviv.ua;

Shlapinskiy V., Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), vlash.ukr@gmail.com;

Ternavskiy M., lane eng. miroslavtmm@gmail.com,

The Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of National Academy of Sciences of Ukraine

Promising Square is located near the village of Chorny Potik, Nadvirna district, Ivano-Frankivsk region, 50 km north of the regional center and 35 km from the Kolomyia railway station. Geologically, it is located within the Sloboda Rungurska anticline of the Boryslav-Pokut cover of the Precarpathian Depression. Southeast of the village of Chorny Potik there was an already developed oil field Sloboda Rungurska. Drilling of an exploratory well is offered.

Тектонічне положення. За даними буріння і зйомки, ядерна частина антикліналі Слобода Рунгурська представлена породами крейдово-палеогенового флішу. Незважаючи на присутність стебницьких відкладів, які мають широкий розвиток в Самбірському покритті, цю антикліналь слід відносити до Бориславсько-Покутського покриття, як його найбільш північно-східну складову (4-й ярус складок).

За даними буріння і геологічної зйомки встановлено, що в неогеновому матриксі присутні олістоліти палеогену, проте бурові матеріали свідчать, що існує й флішове ядро (Рис. 1).

Деякі геологи, зокрема, польські, які працювали у передвоєнний час, не знаючи про існування олістостроми, з олістолітами олігоцену і еоцену у відкладах міоцену, вважали виходи цих олістолітів, як свідоцтво присутності декількох ліній складок. Здається, такі ж міркування були й в геологів-консультантів фірми "Дельта" у 90-і р. XX ст., які орієнтувалися на розбурюванні таких піднять, втім безрезультатно. Отже, дана антикліналь представляє собою нахилену на північний схід структуру, з крутим північно-східним крилом (40-50°) і більш похилим південно-західним (30-45°). У склепінній частині на денну поверхню, у декількох місцях виходять відклади палеогенової основи (Нижній Березів, Слобода Рунгурська і Чорний Потік). Складка, ундулюючі, занурюється у північно-західному напрямку. На р. Прут в районі Добротова спостерігається периклінальне замикання її по породах неогену. Поперечними порушеннями типу скидо-зсувів складка розділена на три тектонічні блоки: Слобода Рунгурський, Чорного Потока і Делятинський. Загальна протяжність складки більше 50 км, а максимальна ширина – 10 км (Рис. 2).

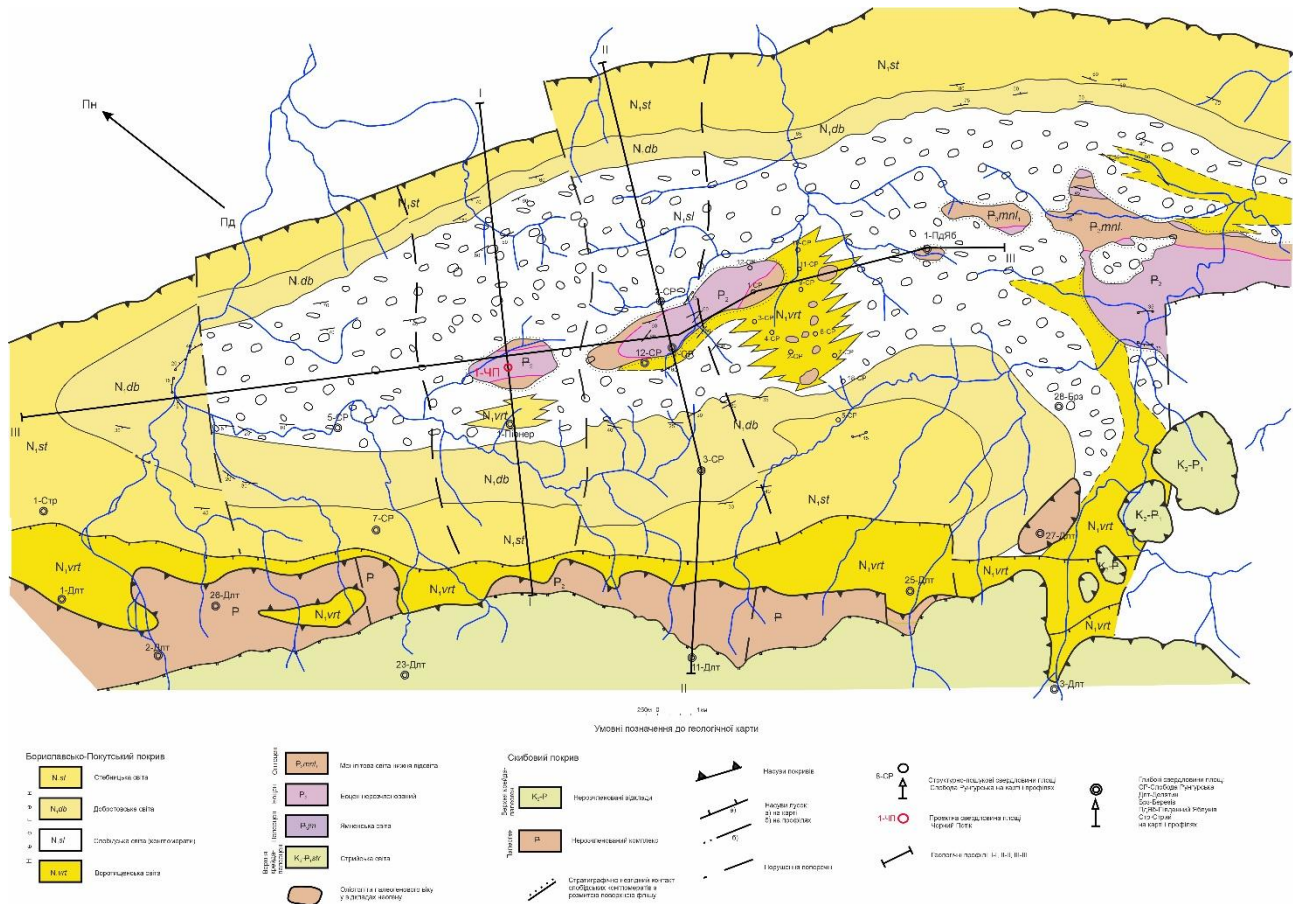


Рис. 1. Геологічна карта антикліналі Слобода Рунгурська. Масштаб 1 : 25 000

З південного заходу на антикліналь Слободи Рунгурської насунута більш внутрішня луска Бориславсько-Покутського покриву, а місцями тектонічні останці Скибового покриву. З південного сходу і північного заходу вона відокремлена поперечними порушеннями, від решти Бориславсько-Покутського покриву, а на північному сході вона насунута на Самбірський покрив.

Нафтогазоносність

Нафтопромисел Слобода Рунгурська є одним із старіших на заході України. У 1771 р. в криниці на глибині 25 м з'явилось "чорне масло". Відкриття нафти і наступна експлуатація, дали поштовх до проведення пошукових робіт. У 1875 р. було розпочато ударне буріння за допомогою дерев'яних штанг. У 1881 р. у свердловині "Ванда" з глибини 94,8 м отримали 12 т нафти на добу. У 1885 р. кількість свердловин зросла до 300, з яких 100 давали нафту. Глибини експлуатаційних свердловин дорівнювали 200-350 м. Тоді ж було видобуто максимальну кількість нафти за рік 25000 т. Пізніше видобуток почав падати. Всього з 1880 по 1941 р отримали 357896 т нафти. Максимальні початкові дебіти зафіксовані в 1884 р. в свердловинах "Вітовт" і "Гуцул", відповідно 50 т з глибин 284 і 250 т з глибини 271 м. Більшість свердловин мали дебіти 1-2 т/добу. Площа нафтопромислу дорівнювала 48 га.

Нафтопромисел діяв до кінця німецької окупації (1944 р). Фактично, родовище було майже вичерпане. Згідно літературних даних на родовищі експлуатувалися 3 нафтові горизонти.

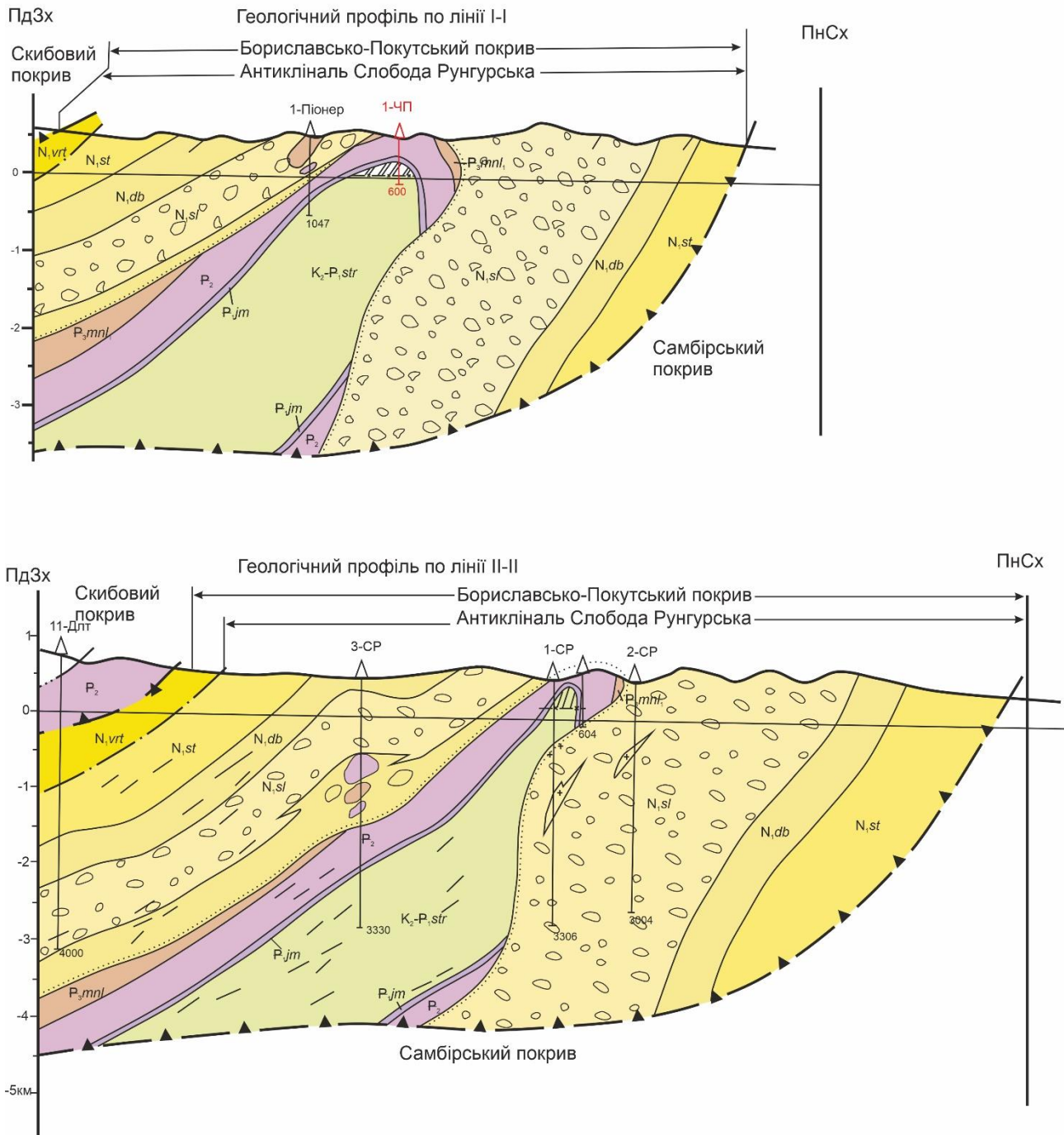


Рис. 2. Геологічні профілі через свердловини площі Слобода Рунгурська

Перший горизонт розміщувався під червоними аргілітами яремчанського горизонту, а два інших, у розташованих дещо нижче по розрізу піщаних пачках верхів стрийської світи. Фізичні властивості їх характеризуються значною мінливістю по площі поширення. Цим і пояснюється значна різниця в початкових дебітах свердловин. Деякі з них в межах нафтового поля не були продуктивні. Слід відзначити, що хоча нафтові горизонти залягають порівняно неглибоко, нафта



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

не є надто зміненою. Наприклад, питома вага нафти з глибини 235 м з свердловин №1 і №2 (Берль Лянтнер) дорівнює 0,84-0,838, а вміст бензиново-керосинової фракції складає 41,1 і 40,6 %.

Нафтопромисел тяжіє до піднятої ділянки складки, до виходу відкладів маньвської світи палеогенового ядра в районі Слобода Рунгурської. Така ж піднесена ділянка розташована північно-західніше в районі с. Чорний Потік. Тут покривля поверхні стрийських відкладів знаходиться дещо нижче, порівняно з тектонічним блоком Слобода Рунгурської, але склепінна частина складки прогнозується дещо ширшою. На південно-західному крилі складки була пробурена (1932-1935 р.р.) свердловина "Піонер-1", закладена, як вважали польські геологи, на менілітових відкладах вторинного підняття (насправді це скупчення олістолітів). Під час буріння в слобідських конгломератах фіксувались нафтогазопрояви. На глибині 159 м – сліди газу, 298 – газу і нафти. Інтенсивні нафтопрояви відзначались в еоцені на глибині 646-647,2 м. На протязі перших 6 годин одержали 1 кубометр нафти, а в подальші дні по 1,1 м³, пізніше дебіт поступово зменшився до 600, 500, а потім 300 л разом з соленою водою і врешті приплив нафти і води припинився (розріз свердловини наступний: 0-619 м – слобідські конгломерати, 619-745 м – еоцен, 745-845 – ямненські пісковики, 845-1047 – верхня крейда стрийська світа). У привибійній частині свердловини у відкладах стрийської світи мав місце приплив соленої води (абс. відмітка – 500 м). Гіпсометрично вище, ці ж пористі пісковики (абс. відм. +50м), можуть бути нафтонасиченими. До того ж слід очікувати значного покращення колекторських властивостей цих пісковиків за рахунок тріщинуватості, обумовленої вигином і розтріскуванням пластів у при склепінній частині складки. Припустимо, абсолютна відмітка контакту вода-нафта може дорівнювати +50 м. З врахуванням структурних побудов, площа контуру нафтоносності нафтонасичених пісковиків стрийської світи може дорівнювати 0,5 км², тобто приблизно так як на старому промислі Слобода Рунгурська (0,48 км²), де з цих же відкладів видобуто 350 тис. т нафти.

Там нафту видобували з трьох піщаних пачок, невідомо, чи ці ж пачки заповнені нафтою в межах контуру нафтоносності на ділянці Чорний Потік? Тому можна припустити, що видобувні ресурси цієї ділянки будуть становити половину загального видобутку старого промислу, тобто 175 тис. т. Глибина рекомендованої свердловини 1-Чорний Потік становить 600 м., проектний горизонт- верньострийська підсвіта верхньої крейди- палеоцену.

Список використаних джерел:

1. Вологдин А. Г. Геология и полезные ископаемые Западных областей УССР. Быховер Н. А., Вологдин А. Г., Матвеев А. К. Госгеолиздат– Ленинград, 1941. – 642 с.
2. Ладыженский Н. Р. Геология и газонефтеносность Советского Предкарпатья. – К.: изд-во АН УССР, 1955. – 383 с.
3. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. Ч. II / М. П. Габинет, Я. О. Кульчицкий, О. И. Матковский, А. А. Ясинская. – Львов: Вища школа, 1977. – 220 с.



УДК 553.98

АНАЛІЗ НАФТОГАЗОВИХ СИСТЕМ – 1000 СТОРІНОК В 1 СЛАЙДІ

Ткаченко Ю.О.¹, *yuliia.o.tkachenko@ugv.com.ua*;

Боднарук Р.І.¹, *roman.bodnaruk@ugv.com.ua*;

Бодлак В.П.², *vasyl.bodlak@ndigas.com.ua*;

1 – АТ «Укргазвидобування», м. Київ, Україна,

2 – Львівське відділення УкрНДІгазу, м. Львів, Україна

В роботі розглянуто основні принципи аналізу нафтогазових систем, що активно використовуються провідними західними нафтогазовидобувними компаніями. Запропоновано перейняти зарубіжний досвід для роботи з паперовими звітними матеріалами за використання інструментів аналізу нафтогазових систем з метою створення цілісної бази даних цифрових графічних звітів задля полегшення планування об'єму робіт на ділянках нафтогазорозвідки та встановлення їх перспективності.

PLAY BASED EXPLORATION – 1000 PAGES IN ONE SLIDE

Tkachenko Y.¹, *yuliia.o.tkachenko@ugv.com.ua*;

Bodnaruk R.¹, *roman.bodnaruk@ugv.com.ua*;

Bodlak V.², *vasyl.bodlak@ndigas.com.ua*;

1 – Joint-Stock Company «UKRGASVYDOBUVANNYA», Kyiv, Ukraine,

2 – Lviv branch of the Ukrainian scientific research Institute, Lviv, Ukraine

This paper relates to the Play Based Exploration foundations that are highly popular within leading western oil and gas companies. A new method of working with paper reports data using PBE tools to implement an integral database of digital graphic reports is suggested. This method is considered as a facilitator to plan a work scope on new areas of exploration activities and to define oil and gas prospectives.

Аналізуючи підходи до побудови стратегії геологорозвідувальних робіт, що застосовуються провідними західними нафтогазовидобувними компаніями, варто виокремити метод «плей-аналізу» (Play Based Exploration – PBE), що в останні роки стає популярним у нафтогазовій галузі України.

Даний метод дозволяє систематизувати різномірну інформацію про будову осадових басейнів та їх нафтогазоносність. В «плей-аналізі» деталізуючи геологічну будову цільового об'єкту (рухаючись від зонального (басейн) до локального прогнозу («проспект»)) стає можливим виявлення перспективних в плані нафтогазоносності об'єктів.

Прості для розуміння результати PBE привертають увагу серед все більшої кількості гігантів індустрії. Окрім швидкого аналізу ділянок осадконакопичення це також інструмент наочної демонстрації важливої інформації для топ-менеджменту.

Плей-аналіз виконується на трьох основних рівнях:

1. Басейн – найкрупніша одиниця, загальні тенденції умов утворення та нафтогазоносності подібні в різних її частинах.
2. «Плей» (нафтогазова система) – це група родовищ вуглеводнів та «проспектів».
3. «Проспект» – потенційна пастка, найвищий рівень деталізації «плею» з оціненими геологічними та технічними ризиками. Успішна реалізація проекту даного рівня – це родовище вуглеводнів.

В PBE особлива увага приділяється вивченню історії розвитку басейну, його тектонічній будові, часу та умовам формування основних структурно-тектонічних елементів, нафтогазогенераційному потенціалу порід.

Розуміння історії розвитку басейну допомагає вивчати та описувати нафтогазоматеринські породи, відклади з покращеними колекторськими властивостями (потенційні резервуари), слабопроникні та умовно-непроникні верстви, а також тріщинуваті зони які на певних етапах могли бути «транспортними коридорами» для вуглеводнів.

Тектонічна будова басейну включає в себе основні риси структурного плану, стратиграфічну характеристику розрізу та тепловий потік.



Нафтогазогенераційний потенціал басейну надає уявлення про розподіл материнських порід, порід-колекторів та покришок в межах мегапослідовностей.

На сьогоднішній день, знання про басейн, його нафтогазоносні зони та відкриті родовища, а також розповсюдження елементів нафтогазоносної системи (порода-колектор, покришка, нафтогазоматеринські відклади) раціонально відображати на картах РВЕ. Це і є діджиталізація геолого-геофізичних звітів минулих років. Даний процес за використання інструментів Play Based Exploration сприяє глибшому ознайомленню з ділянкою досліджень, а в результаті – зручне представлення колись паперових даних. Зокрема, цей підхід поєднує в собі узагальнення та зрозумілу візуальну демонстрацію будови району робіт.

Щоразу нова ітерація вивчення району робіт вимагає повторного аналізу великої кількості літературних джерел з залученням значних людських ресурсів. Саме тому, при геологорозвідці в межах нових ділянок, задля сприяння прийняттю швидких рішень, необхідним є використання постійно діючої бази даних фактажу.

В західній нафтогазовій індустрії використання елементів «плей-аналізу» застосовується вже десятки років. Як результат - різномірна геологічна інформація згрупована у наглядних картах та схемах.

Наприклад, починаючи досліджувати частину надр в межах Мексиканської затоки, можна знайти дані у вільному доступі про її геологічний розвиток, палеогеографію. Систематизований матеріал одразу надає уявлення про доцільність пошуків вуглеводнів на даній території. Наприклад, цікавими з точки зору розвідки є конуси виносу, місцезнаходження яких можна спостерігати на карті-схемі (рис. 1).

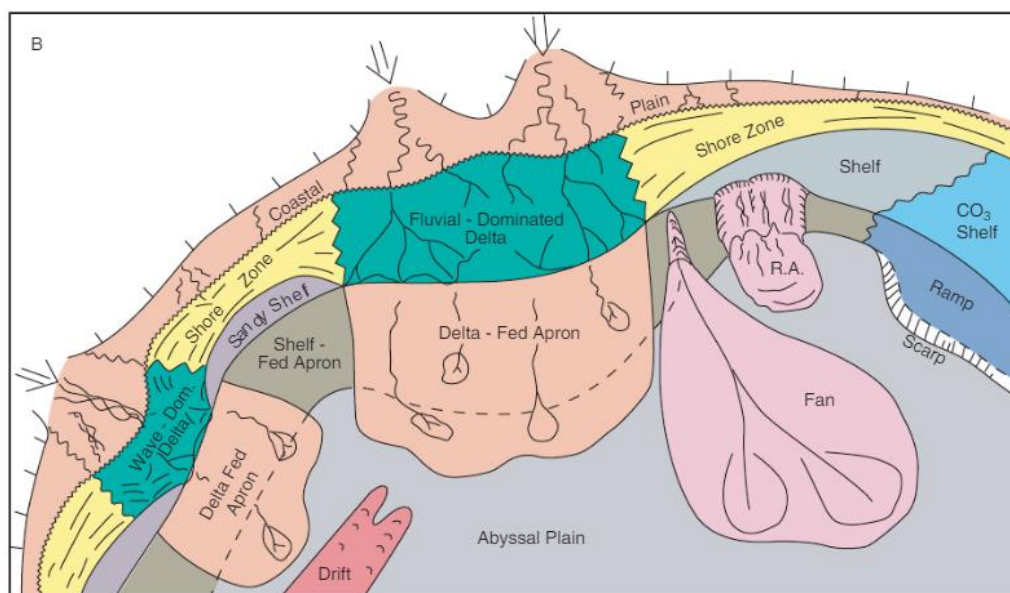


Рис. 1. Палеогеографія середовища осадконакопичення північної частини Мексиканської затоки [1]

На наступному етапі вивчення розробляється характеристика осадового наповнення басейну, його тектоно-стратиграфічне виповнення та виділяються послідовності, що ілюструються за допомогою геологічних розрізів та хроностратиграфічних колонок (рис. 2).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

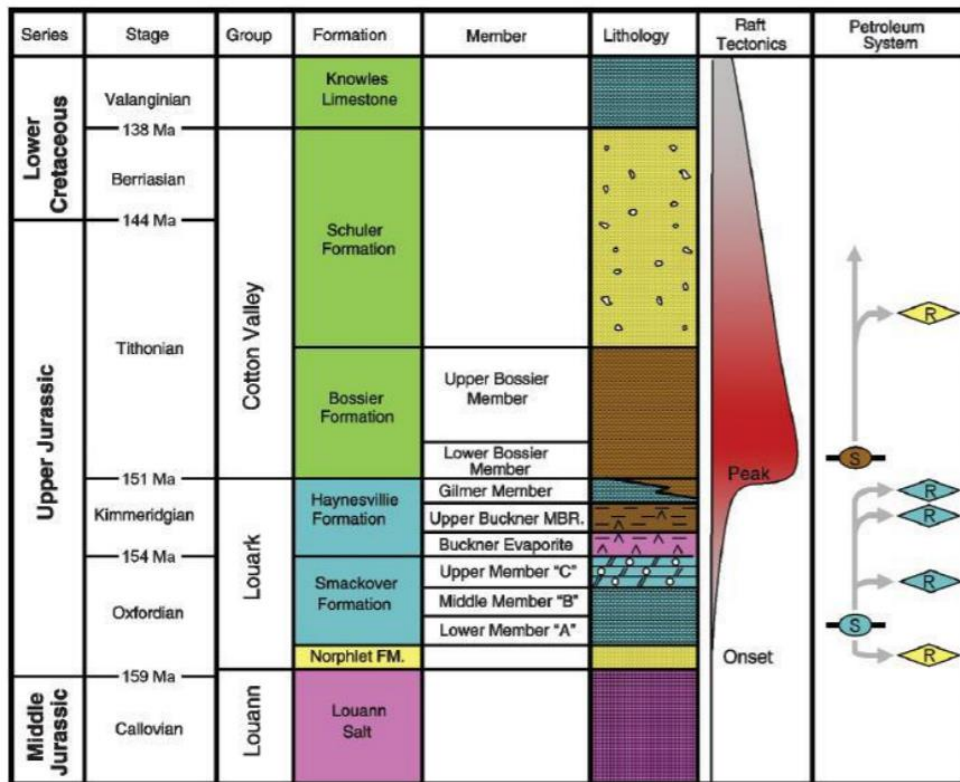


Рис. 2. Стратиграфічна колонка юрського та крейдового періодів північно-східної частини Мексиканської затоки із зазначенням тектонічних подій та елементів нафтогазової системи [2]

В подальшому виконується аналіз «сухих» свердловин з метою виявлення причин відсутності промислових припливів вуглеводнів, а саме розглядається якість покриток, порід-колекторів, нафтогазоматеринських відкладів. В результаті будуються відповідні мапи та таблиці з даними геолого-промислових досліджень свердловин (рис. 3).

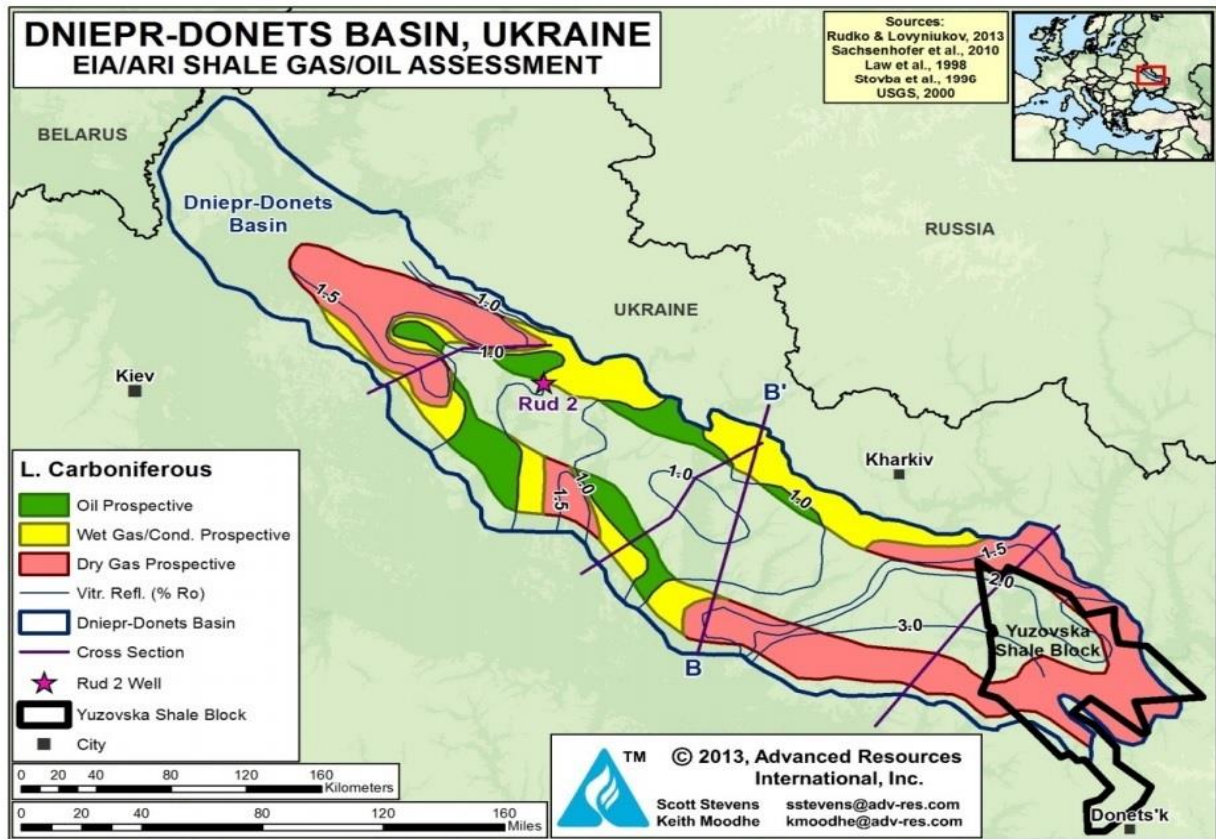
№	Св.	Площа	Горизонт							Легенда	
			A-1	A-2	A-3	A-4	B-2	B-3	B-5		
1	11	Родовище 1								flow of gas	positive
2	12	Родовище 2								gas shows	positive
3	13	Родовище 3								gas saturated	positive
4	14	Родовище 4								flow of oil	positive
5	15	Родовище 5								oil shows	positive
6	16	Родовище 6								oil saturated	positive
7	17	Родовище 7								water flow	negative
8	18	Родовище 8								water saturated	negative
										dry	negative
										tight	negative

Рис. 3. Приклад таблиці результатів геолого-промислових досліджень свердловин на родовищах

В Україні застосування подібної методики для відображення еволюції басейнів та побудови карт ризиків знаходиться на початковому етапі. Зокрема, подібні роботи проводилися в 2010-2014 роках під час реалізації проєктів Shell та Chevron (рис. 4).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Source: ARI, 2013

Рис. 4. Розподіл перспективних зон накопичення вуглеводнів в межах відкладів нижнього карбону Дніпровсько-Донецької западини (ARI, 2013)

Але дані роботи є точковими та несистематичними, що в свою чергу, нівелює попередні зусилля формування відповідних баз даних.

При діджиталізації звітів виокремлюється чотири періоди:

1. Вивчення регіональної геологічної будови району.
2. Систематизація інформації про геолого-промислові дослідження свердловин.
3. Побудова карт «сухих» свердловин.
4. Створення карт поширення колекторів, покриток та материнських порід.

Діджиталізація звітів відтворює кроки «плей-аналізу» і на основі отриманих даних будується карта ризиків нафтогазової системи з оцінками її елементів (рис. 5) та подальшим виділенням «світ-спотів».

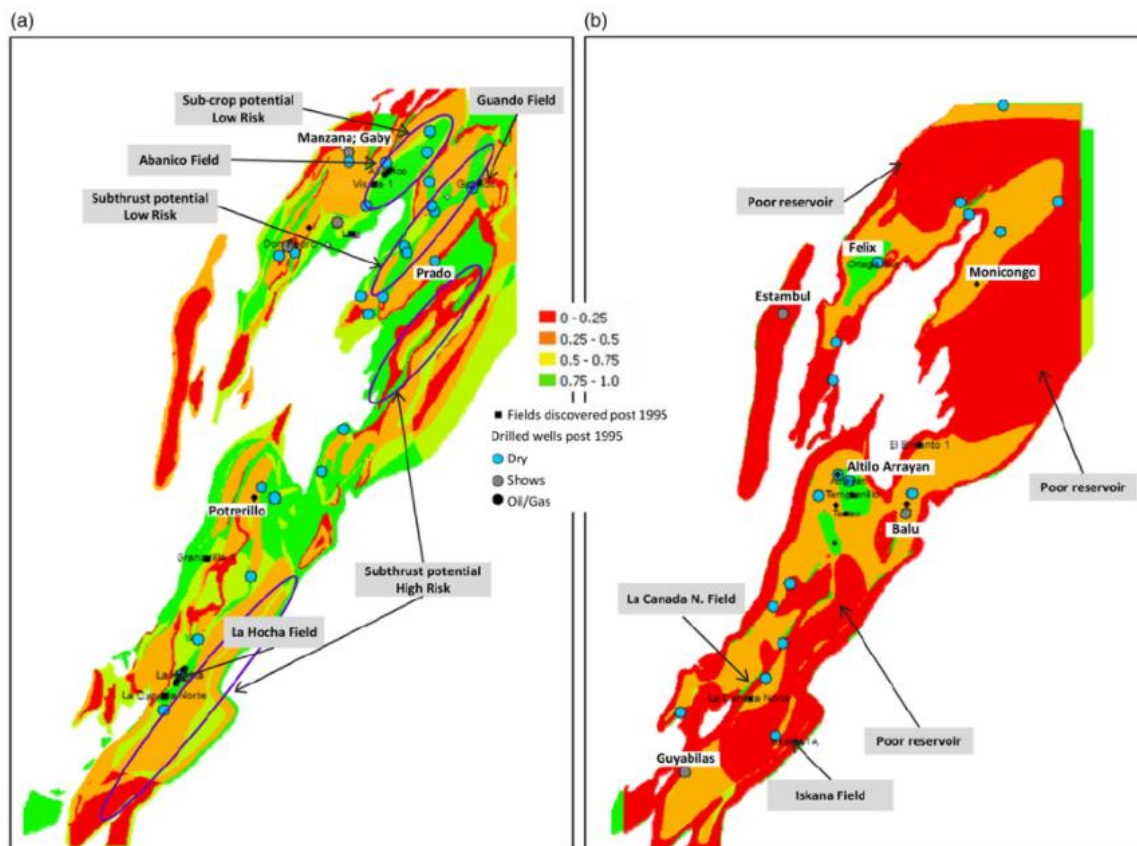


Рис. 5. Загальна карта ризиків для нафтогазоносних систем (а) Гваделупа та (б) Кабалос (басейн Верхня Магдалена, Колумбія) [3]

Кожен етап геологічного вивчення регіонів, їх басейнів, нафтогазоносних систем та перспективних ділянок повинен ілюструватися схемами згрупованої геолого-геофізичної інформації відповідного рівня. При застосуванні інструментів «плей-аналізу», з роками Компанія матиме узагальнену базу даних із наочною схематичною ілюстрацією ключових моментів. Безперечною також є простота доповнення даної бази новою інформацією. Оновлюючи мапи ризиків (з використанням ієрархічно збудованої бази даних), значно зменшиться ризик придбання неперспективних ділянок та зростуть шанси успішного буріння на нафту й газ.

Список використаних джерел:

1. Galloway W. Chapter 15 Depositional Evolution of the Gulf of Mexico Sedimentary Basin (2018). Sedimentary Basins of the World 5, 521.
2. Pilcher, R. S., Murphy, R. T., & Ciosek, J. M., 2014. Jurassic raft tectonics in the northeastern Gulf of Mexico. Interpretation, 39.
3. Lottaroli F., Craig J., Cozzi A. Evaluating a vintage play fairway exercise using subsequent exploration results: Did it work? (2017). Petroleum Geoscience 24(2):petgeo 2016-150, 6.



УДК 550.83:553.98

ВПЛИВ ТЕКТОНОТЕРМАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ НА НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ ОЛІГОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ КРОСНЕНСЬКОЇ ЗОНИ КАРПАТ

Владика В.М.¹; Федоришин Ю.І.¹, д. геол. н.,

Мончак Ю.Л.², к. геол. н., Туркус П.Б.¹, н. с.,

1 – Львівське відділення УкрНДІгазу, м. Львів, Україна,

2 – ГПУ «Львівгазвидобування», м. Львів, Україна

Впродовж останніх років ГПУ "Львівгазвидобування" у співпраці з Львівським відділенням УкрНДІгазу здійснює пошуково-розвідувальні роботи в межах Кросненської зони Складчастих Карпат з метою виявлення промислових покладів газу. В літолого-петрографічному відношенні стратиграфічний розріз вказаної зони вивчений, здебільшого, по природних відслоненнях. Однак, як показує практика, породи відслонень зазнали регресивних перетворень, що не дозволяє адекватно оцінити тектонотермальні зміни та ємнісно-фільтраційні параметри аналогічних порід, які залягають на різних глибинах.

Для визначення ознак, які могли суттєво вплинути на зміну ємнісно-фільтраційних параметрів, проведено літолого-петрографічне вивчення зразків керну зі свердловин, розташованих в межах Лютиянської та Жденіївської площ з точки зору стадіального аналізу на рівні зразків та шліфів. За новоутвореними структурно-текстурними та мінеральними парагенезами встановлено масштаби та інтенсивність поширення прогресивних вторинних перетворень у розрізі.

Прикладне значення проведених стадіальних досліджень спрямоване на встановлення можливих причин і механізмів, що могли призвести до зміни колекторських і флюїдоупорних властивостей, які набувались або втрачались породою у різні періоди її геологічного життя. Разом з тим, отримані результати планується використовувати для оцінки можливості відкриття комерційних покладів вуглеводнів, розрахунку геологічних ризиків при плануванні пошукових робіт в Кросненській зоні Карпат, планування вторинних методів розкриття та інтенсифікації об'єктів випробовування у свердловинах.

TECTONOTHERMAL PROCESSES INFLUENCE ON OIL GAS POTENTIAL OF OLIGOCENE STRATA OF THE KROSNO ZONE OF THE CARPATHIANS

Vladyka V.¹, Fedoryshyn Y.¹, Dr. Sci. (Geol.),

Monchak Y.², Cand. Sci. (Geol.), Tyrkus P.¹, senior researcher,

1 – Lviv division of the Ukrainian scientific research Institute, Lviv, Ukraine;

2 – GPU "Lvivgazvydobuvannya", Lviv, Ukraine

In recent years – GPU "Lvivgazvydobuvannya" in cooperation with the Lviv division of the Ukrainian scientific research Institute conducts exploration drilling to search for oil and gas deposits in the Krosno Zone. Lithological and petrographic properties of the stratigraphic section of this zone generally have been studied by natural outcrops, a rock formation that is visible on the surface. But as practice shows, the rocks of the outcrops does not allow to adequately assess the tectonothermal changes of similar rocks that occur at different depths and to correctly estimate their capacitive filtration parameters because regressive transformations.

To determine the characteristics, which could significantly affect to changing of capacitive and filtration parameters, we made a lithological and petrographic study of core samples from wells located within Lyutnyanska and Zhdeniivska areas, in terms of stage analysis at the level of samples and sections. Have found the sizes and intensity of distribution of secondary transformations in a section according for new structural-textural and mineral paragenesis.

Staged research allows us to identify the causes and mechanisms that could lead to changes in the reservoir and fluid-resistant properties which were acquired or lost by the rock at different periods of its geological life. The results will be used to assess the possibility of searching commercial hydrocarbon deposits, geological risk calculation during planning of exploration in the Krosno Zone and also planning testing and intensifying of testing objects in wells.

Згідно з існуючими даними [5], Кросненський покрив Складчастих Карпат є перспективним щодо промислових покладів вуглеводнів. Про це свідчать відкриті раніше невеликі родовища вуглеводнів, а в пробурених глибоких і одній параметричній свердловині відзначались інтенсивні прояви газу.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ «НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ. ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Враховуючи вище викладене, ГПУ "Львівгазвидобування" спільно з Львівським відділенням УкрНДІгазу впродовж останніх років проводять масштабні роботи в межах північно-західної частини Кросненського покриття (Лютнянська та Жденіївська площі), спрямовані на пошуки промислових покладів газу. Перспективи пов'язані, насамперед, з відкладами олігоцену.

З пробурених свердловин в межах Лютнянської і Жденіївської площі відібрано необхідний обсяг керна матеріалу, літолого-петрофізичне вивчення якого триває. Основна увага приділяється тим фрагментам розрізу, які, за геофізичними даними, можуть характеризуватись задовільними колекторськими властивостями та є максимально газонасичені.

Треба вказати, що особливості потенційних порід-колекторів Кросненського покриття вивчені недостатньою мірою, а інформативна база по породах обмежена. Вона базується, головним чином, на вивченні зразків з відслонень та, частково, з більш ранніх глибоких свердловин. До цього варто додати, що відібрані зразки з відслонень за рахунок впливу тривалих екзогенних процесів значною мірою змінені і не відповідають своїм глибинним аналогам за станом збереженості. Відповідно, літолого-петрофізичні характеристики таких порід можуть суттєво відрізнятись, оскільки [9] будь-який мінерал або гірська порода стійкі лише в умовах свого утворення, зі зміною цих умов вони стають нестійкими і прагнуть пристосуватись до нових умов.

Базуючись на вище вказаному постулаті та з метою встановлення глибини постседиментаційних змін в породах олігоценового віку, які можуть суттєво впливати на збереження колекторських властивостей, було проведене літолого-мінералогічне та петрографічне вивчення зразків керна з окремих свердловин, розташованих в межах Лютнянської та Жденіївської площі. Вивчення проводилось з позиції стадіального аналізу на рівні зразків та шліфів. Основна увага приділялась змінам прогресивного типу, пов'язаним з насувними та різнознаковими блоковими переміщеннями і супроводжуваними їх тектонотермальними процесами, які призводили до зміни ємнісних характеристик порід шляхом повного або часткового руйнування фільтраційних каналів. Відібрані для вивчення зразки керна представлені виключно теригенними породними відмінами.

Відомо [11], що зміст стадіального аналізу полягає у встановленні ознак зародження, зміни і зникнення в породах конкретних мінеральних і структурно-текстурних парагенетичних асоціацій, які мали місце впродовж тривалого часу формування та існування осадової товщі в умовах тектоно-термальних перетворень різної інтенсивності. Схема вивчення особливостей породних відмін включає: вивчення вторинних (новоутворених) структур та текстур, стадіальні перетворення алотигенних та утворення вторинних мінералів, механізми цих перетворень.

Абсолютні відмітки поширення порід охоплюють глибинний інтервал 1240 – >3000 м. Серед них діагностовані: пісковики дрібно- та середньозернисті, алевроліти, перехідні відміни між пісковиками та алевролітами, аргіліти у вигляді шарів та прошарків незначної товщини (від часток мм до перших мм) тощо. Цемент зазвичай карбонатний або слюдисто-карбонатний, інколи слюдисто-кремнистий. Залягання порід мінливе і змінюється від горизонтально-субгоризонтального до похилого і дуже похилого, кути нахилу можуть досягати 60-70°. Перешарування на інтервалах відбору керна не ритмічне та неправильне. Зразки характеризуються наявністю видимих тріщин, які утворюють декілька систем. В окремих випадках зустрічаються зони брекчіювання. Заповнення (цемент) брекчій представлене кристалічним кальцитом.

Існуючі дані вивчення зразків порід олігоценового віку характеризують їх як типово теригенні і не відображають можливі прогресивні перетворення. Проведене нами вивчення типових зразків порід показало, що їм властивий ряд структурно-текстурних та мінеральних особливостей, які виникають внаслідок тектоно-термальних процесів різної інтенсивності.

Структурні новоутворення. Вивчались з огляду на зміну форми та розмірів породоутворюючих компонентів, характеру контактів між ними, появи нових мінеральних парагенезисів у зв'язку з прогресивними змінами. В усіх випадках спостерігаємо сильне



ущільнення породи і мінімальний об'єм або практично повну відсутність цементу. Розвиток наложених (новоутворених) структурних парагенезисів, утворених в умовах динамотермальних (діа-, та катагенетичних, а можливо і передметаморфічних) процесів діагностовано по найбільш „чутливих“ алотигенних мінеральних індикаторах, поширених в теригенних породах даного району – кварцу, плагіоклазу та біотиту.

Структурні особливості зерен кварцу: *тріщинуватість* (початкова стадія перетворень при ущільненні під дією літостатичного тиску); *механічне ущільнення* у вигляді випукло-увігнутих конформних границь зерен; *конформно-інкорпораційні границі зерен* та *утворення мікростилолітів* – має місце при сильному зовнішньому навантаженні за обов'язкової присутності міжзернової водно-флюїдної фази; *структура зм'яття* кварцового зерна та *смуги деформації, новоутворення кварцу по границях смуг деформацій (рекристалізація), різнозернистий (рекристалізаційний) агрегат новоутвореного кварцу з реліктовими фрагментами вихідного зерна, „бородаті“ мінеральні нарости*. Перелік структурних новоутворень на прикладі уламків кварцу свідчить про практично повну внутрішню перебудову скелету породи і його структури. Аналіз відповідної літератури [11, 12, 3, 8] дає підстави стверджувати, що вторинні структурні зміни зумовлені тектоно-гравітаційними процесами у тісному поєднанні з хомогенними. Серед літологів такий механогенно-корозійний симбіоз отримав назву „фактор тиску“ [6]. Наслідком його дії є утворення на границях між притиснутими один до одного зернами (це можуть бути зерна кварцу або інших алотигенних мінералів) наступних структур [3]: *конформних* (дугоподібні з'єднання), *інкорпораційних* (клиноподібні проникання зерна в зерно) або ж *сутурних* (пильчасті границі між зернами). Спосіб та механізм формування цих структур в стратисфері пояснюється дією літостатичного або стресового тисків, за обов'язкової участі міжзернових водних флюїдів, дифузії і підвищених температур – від 50 до 200°C і вище.

На підстадії глибокого катагенезу до гравітаційно-корозійних структур зазвичай додаються структури регенераційні: хімічні компоненти з уламків, які надходять у розчин при корозійних процесах, реалізують себе „по сусідству“ (на ділянках відносно меншого тиску) у вигляді так званих „бородатих“ мінеральних наростів, утворених за „принципом Рікке“. Зазвичай такого роду структури разом із вище перерахованими більш ранніми структурами спостерігаємо у випадку інтенсивної складчастості, активної тектонічної діяльності, де вони зустрічаються у парагенезі з текстурами кліважу.

Зерен плагіоклазу у породі невелика кількість, однак вони також „зреагували“ на вторинні зміни прогресивного типу. Свідченням цього є активне заміщення плагіоклазу кварцом вздовж двійникових смуг та по тріщинах зерен, поділ зерна плагіоклазу на пластинки (пластинкування). Розвиток новоутворень кварцу по плагіоклазу зумовлений метасоматичними процесами, які не ототожнюються з аутигенним мінералогенезом так само як і процес трансформації мінералів. Вперше локальне окварцювання плагіоклазу і приуроченість його до катагенетичної стадії перетворень встановлено О.В. Копеліовичем [4] поблизу конформних і мікростилолітових контактів з кварцом. Затиснуті між зернами останнього уламки плагіоклазу виявляють ознаки пластичної і крихкої деформації з одночасним заміщенням іонів Ca^{+2} і Al^{+3} іонами Na^{+} і Si^{+4} меншого радіусу. В результаті наступаючої альбітизації отримуємо надлишок кремнезему, що реалізується у вигляді кварцу.

Надійним індикатором прогресивних вторинних перетворень виступає теригенний біотит, який зустрічається в породах у вигляді реліктів лусок, або продуктів заміщення у результаті прогресивних змін діагенетичного-катагенетичного характеру. Свідком прогресивних катагенетичних перетворень в даному випадку виступає хлорит, присутність якого вказує на передметаморфний характер змін [11].

Вторинні текстури. Результатом тектоно-термальних перетворень теригенних порід є не лише повна внутрішня перебудова і утворення нових структур, але і типоморфних для теригенних порід текстур. Найбільш поширеною є текстура кліважу. Вона представляє собою [2]



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

деформаційну текстуру уламкових порід, яка виникає в умовах низької – середньої температури (до 300-350 °C), оскільки при більш високих температурах відбувається суттєва зміна структури і мінерального складу породи під дією метаморфічних реакцій.

Виявлені у породах олігоцену деформаційні мікротекстури кліважу відрізняються морфологічно і приурочені до різних літологічних відмін. За морфологічними особливостями вони у більшості випадків можуть бути віднесені до кліважу агрегатного типу [2]. Періодичність розташування мікролітонів різна (від рідкої до частой) і залежить від типу породної відміни (пісковик, алевроліт, аргіліт). Кліважні шви дуже тонкі по відношенню до мікролітонів. В окремих випадках зустрічаємо дві або навіть три системи агрегатного кліважу, які утворились в різний час і приурочені до конкретних тектоно-термальних етапів еволюції. Мікролітони для цього типу кліважу представляють собою деформовані у тій чи іншій мірі фрагменти порід у вигляді скупчення окремих зерен, їхня щільність вища ніж тієї ж породи за межами мікролітону. Проміжки між зернами зазвичай заповнені аутигенними мінералами (кварцом, серицитом, кальцитом). Багато зерен зазнали гравітаційної корозії, на контактах зерен спостерігаються конформні і інкорпораційні структури. Помітним є орієнтування зерен. Форма мікролітонів різна – лінійно витягнута, лінзоподібна, неправильно-хвиляста, еліпсоподібна. Границі між кліважними швами і мікролітонами лінійно-хвилясті. В окремих випадках вони нагадують сутури. Кліважні шви, особливо в алевролітах, утворюють розгалужену дендритоподібну систему. Їхнє наповнення представляє собою суміш тонкодисперсного агрегату уламків, слюдистих і рудних (піриту) мінералів, органічної речовини. В аргілітах, рідко в алевролітах агрегатний кліваж належить до проникаючого типу, має вигляд плоскопаралельної мікротекстури. Головна його особливість полягає [10, 2] у чіткій диференційованості мікролітонів та кліважних швів.

Рідше зустрічається кліваж плейчатості. Це площинна мікротекстура з плоскопаралельним розташуванням зон концентрації слюдистих, глинистих, рудних мінералів і органічної речовини, приурочена просторово до мікроскладок або мікрODEФОРМАЦІЙ і часто накладена на кліважну мікротекстуру міжзернового або агрегатного кліважу. Формується тоді, коли навантаження орієнтовані ортогонально до шаруватості, що спричиняє розщеплення кліважних зон, їхнє віялоподібне розходження і переплетення, утворення лінзоподібних мікролітонів. Зазвичай така мікротекстура утворюється по мікрошаруватій (первинно-седиментаційній) текстурі. Розвиток текстур кліважу плейчатості є індикатором локальних структурних перебудов.

Крім розвитку кліважних текстур, зустрічаємо інші типи деформаційних утворень: брусоподібні структури у вигляді лінійно витягнутих і частково або повністю ізольованих фрагментів шарів, які часто об'єднують під назвою кліважні муліони. Вони морфологічно дуже подібні до будинажу, представлені лінійно витягнутими фрагментами певного літотипу, зазвичай утворюються у шаруватому середовищі при всебічному стисканні, яке супроводжується сегментацією. Розміри таких структурних утворень від перших мм до перших метрів. Структури такого типу є індикаторами обстановок розтягу. Найчастіше такі утворення формуються за рахунок паралельно орієнтованих перетиснених замків дрібних складок і є невід'ємною складовою шаруватих товщ на різних стадіях деформацій.

Висновки. Дослідження показали, що породи олігоцену Кросненської зони лише зовні нагадують звичайні осадові породи. Їхня внутрішня будова зазнала незворотніх змін, які за новоутвореними структурно-текстурними і мінеральними парагенезами відповідають глибоким катагенетичним і навіть ранньометаморфічним. Серед структурних новоутворень простежуються конформні, корозійні, інкорпораційні, стилітові, регенераційні, деформаційні та грануляційні. Новоутворені структури характеризуються широким розвитком у всіх без винятку породних відмінах. Вони є свідками того [3], що можливе зменшення розмірів зерен кварцу при корозії у теригенних породах всього лише на 5, 10 або 20 % могло призвести до розчинення відповідно 14,2; 27,1 і 48,8 % від початкового об'єму кварцового зерна. Звідси можна передбачити „гігантські“ масштаби ущільнення породних мас у порівнянні з початковим об'ємом порід,



враховуючи, що об'єм кварцових зерен у породах складає не менше 70 %. Як наслідок – повна ліквідація системи фільтраційних каналів у зазначених породних відмінах.

Серед текстурних новоутворень найбільше поширеним є кліваж агрегатного та плейчастого типів. Близькими за умовами утворення і генетично спорідненими з кліважом є брусоподібні сегментовані утворення типу будин, муліонів, а також тектонічні суміші типу меланжу. Текстури клівіжу виявляють також тісний генетичний зв'язок з мінеральними жилами кварцового або кальцитового складу. Дослідженнями доведено [7, 9,10,13], що до утворення текстур кліважу призводить не звичайне розщеплення порід у процесі їхньої деформації. Насправді вони представляють собою складні мінеральні утворення в породи, що зумовлені перерозподілом розчиненої речовини флюїдами в результаті деформації порід.

Доповнюють складну картину різні за своєю природою мінеральні новоутворення. До них відносяться продукти деградації біотиту, трансформації глинистих мінералів (серіцит), метасоматичний кварц по плагіоклазу, аутигенні борода кварцу і халцедону в порах, процеси децементатації-цементатації (кальцит), розвиток кальцитових прожилків.

Отже, встановлені свідчення тектонотермальних перетворень в породах олігоцену Кросненської зони є індикатором значного або повного руйнування первинної структури шаруватої товщі і негативного впливу на збереження природно обумовлених седиментогенними процесами колекторських властивостей. Однак, описані перетворення все ж таки залишають певні можливості для збереження фільтраційних властивостей порід. Відомо [1], що зони кліважу можуть виконувати роль каналів концентрованого флюїдоперенесення і завжди супроводжуються розгалуженою системою тріщин. Присутність останніх встановлена нами, що відкриває певні перспективи на утворення вторинної тріщинної пористості та проникності, які можуть забезпечити промислові припливи газового флюїду.

Список використаних джерел: 1. Галкин В.А. Роль флюидов в формировании деформационных структурных парагенезов // Вестник МГУ. Геология. 1993. № 5. С. 59-70.

2. Кирмасов А.Б. Основы структурного анализа. – М.: Научный мир, 2011. – 368 с.

3. Копелиович А.В. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. М.: Наука. 1965 (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 121, 310 с.).

4. Копелиович А.В. Явление эпигенетической альбитизации плагиоклаза в песчаниках древних толщ Приднестровья // Геология и петрология докембрия. Общие и региональные проблемы. М. Изд-во АН СССР. 1962. С. 109–122.

5. Крупський Ю.З., Куровець І.М., Сеньковський Ю.М. та ін. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: монографія. У 8 кн. Кн. 2. Західний нафтогазоносний регіон; Нац. Акціонерна компанія „Нафтогаз України“ та ін. – К. Ніка-Центр, 2014 – 400 с.

6. Логвиненко Н.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л.: Недра. 1987. 237 с.

7. Логвиненко Н.В. Постдиагенетические изменения осадочных пород. Л.: Наука, 1968, 92 с.

8. Симонович И.М. Кварц Песчаных пород. Труды ГИН АН СССР, Вып. 314. М.: Наука, 1978, 155 с.

9. Сауков А.А. Геохимия. М.: Наука, 1975. 480 с.

10. Талицкий В.Г., Галкин В.А. 1988. Морфологические и генетические различия кливажа и сланцеватости горных пород // Геотектоника. № 5. С. 15-24.

11. Япаскурт О.В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования. М.: ЭСЛАН. 2008 – 356 с.

12. Япаскурт О.В. Предметаморфические изменения пород в стратисфере: процессы и факторы. М.: Геос. 1999 – 252 с.

13. Япаскурт О.В. Стадийный анализ литогенеза: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 1995. 142 с.



УДК 339.92

«ПІВНІЧНИЙ ПОТІК–2» ЯК ЗАГРОЗА ДЛЯ ДІЯЛЬНОСТІ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Берлоус М.В., maria.berlous@nung.edu.ua;

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна

В тезах описано ситуацію, що склалася в світі навколо будівництва газопроводу «Північний потік–2». Описано причини виникнення цього проекту, наслідки для української газотранспортної системи і в цілому для енергетичної безпеки України. Розглянуто варіанти розвитку подій і реакцію світової спільноти.

"NORTH STREAM-2" AS A THREAT TO THE ACTIVITY OF THE GAS TRANSPORT SYSTEM OF UKRAINE

Berlous M., maria.berlous@nung.edu.ua;

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The abstracts describe the current situation in the world around the construction of the Nord Stream-2 gas pipeline. The reasons for this project, the consequences for the Ukrainian gas transportation system and in general for the energy security of Ukraine are described. Options for the development of events and the reaction of the world community are considered.

Підвищена увага до «Північного потоку–2» виникла з моменту його оголошення, адже проєкт планувався в контексті російської агресії щодо України. Він є розширенням «Північного потоку» і передбачає будівництво і роботу двох ниток газопроводу довжиною понад 1200 км та загальною потужністю 55 млрд кубометрів газу на рік від узбережжя Росії через Балтійське море до Німеччини [1]. Після побудови і введення в експлуатацію першого «Північного потоку» у 2012 році, та з початком війни у 2014, транзит газу через українську ГТС до ЄС впав з 83,7 до 59,4 млрд. кубометрів на рік, у той час, як її проєктна потужність складає 146 млрд. кубометрів на рік [2]. Причиною цього політичне рішення Росії переоплавлення газу в обхід України. Окрім того, що це позбавить нас геополітичної ваги, а ще й призведе до фінансових втрат в розмірі біля 3 млрд доларів від транзиту, що становить близько 3 відсотків ВВП України [3].

Розглянемо кілька варіантів розвитку подій навколо проєкту «Nord Stream–2». Перший, що пропонується урядами країн, які підтримують будівництво проєкту: реалізація «Північного потоку–2» з умовою, що транзит через українську ГТС збережеться. Проте, дуже мало ймовірно, що це влаштуватиме російську сторону.

Другий варіант: США накладуть санкції на проєкт. Але санкції можуть сильно погіршити трансатлантичні відносини, а будівництво самого потоку лише сповільнить, адже «Газпром» в змозі добудувати його своїм коштом. Перевагою для України буде час вивільнений, щоб провести модернізацію ГТС та довести країнам Європи надійність і безальтернативність українського постачальника.

Третій варіант: це пристосування «Північного потоку–2» та, відповідно, його наземного продовження EUGAL до норм європейського законодавства. Мало ймовірно, що «Газпром» власноруч відмовиться від монополії на свій проєкт. Тому цей варіант не влаштовує Україну, адже тоді головна політична мета проєкту буде виконана.

Четвертий варіант пов'язаний зі зміцненням безпеки самої української ГТС. Адже «Нафтогазу» також потрібно пристосуватися до вимог Третього енергетичного пакету, і створивши незалежного оператора газопостачання, Україна може переформувати свою ГТС у європейський газопровід, таким чином залучивши європейських інвесторів, які гарантуватимуть, що газовий потік через Україну буде стабільний, адже в нього вкладені гроші ЄС [4].

Хоча угода з ПАТ «Газпром» буде дійсна ще чотири роки, для її виконання існують зовнішні та внутрішні ризики політичного й економічного характеру. Важливим є недопущення подальшого зменшення ролі України як транзитної держави, зокрема шляхом посилення санкцій



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

щодо РФ через агресію на сході України та анексію Кримського півострова; а також блокування завершення будівництва та введення в експлуатацію газопроводу «Північний потік–2». У грудні 2020 року Палата представників Конгресу та Сенат США більшістю голосів підтримали законопроект про оборонний бюджет США на 2021 рік. Документ передбачає введення нових санкцій, пов'язаних з газопроводом «Північний потік–2». Так, штрафні заходи застосуватимуться до компаній, які сприяють продажу, оренді або наданню суден-трубоукладачів для будівництва газопроводів, а також до компаній, які надають страхове покриття суден, що беруть участь в будівництві. Крім того, 21 січня 2021 року Європейський парламент прийняв резолюцію, в якій Європейський Союз закликав критично переглянути співробітництво з Росією на різних платформах зовнішньої політики та зупинити останні етапи будівництва газопроводу «Північний потік–2». Компанія підтримує рішення Сполучених Штатів та Європейського парламенту, спрямовані на посилення конкуренції на енергетичних ринках та протидію завершенню Північного потоку–2. Спільні зусилля – основа колективної безпеки трансатлантичної спільноти.

Загалом ситуація нині склалася так, що Росія, попри збільшення потужностей з транспортування її газу до Європи в обхід території України, вже не може як ще з десяти років тому, по суті, диктувати Україні свої умови транзиту свого газу до Європи. Хоча фактичне зменшення обсягів транзиту російського газу українською територією, звичайно, змушує Україну вишукувати оптимальні шляхи вітчизняної ГТС. Ця ситуація так чи інакше знайшла своє відображення у новому 5-річному контракті «Нафтогазу України» з «Газпромом». За умовами цього контракту «Газпром» зобов'язався транспортувати через ГТС України не менше 40 млрд куб. м. газу в 2021–2024 рр. і не менше 65 млрд куб. м – у 2020 р. При цьому діє принцип «качай або плати», тобто «Газпром», згідно з міжнародною практикою, повинен оплачувати заброньовані потужності незалежно від фактичних обсягів прокачування його газу через українську ГТС.

Очевидні висновки: Росія вкотре використовує газ як засіб політичного тиску. формальний старт проєкту "Північний потік–2" дали лише у вересні 2015 року на тлі різкого загострення російсько-українських відносин через анексію Криму Росією і спроби Кремля створити на території України сепаратистську "Новоросію". Тоді в Москві прямо говорили про те, що завдання другого газопроводу на Балтиці і "Турецького потоку", який паралельно споруджували, полягає у припиненні транзиту російського газу нашою територією. Тому Україні слід активно лобіювати у європейських колах аргументи щодо небезпеки та шкідливості цього газопроводу, а також скористатися зміною політичного розкладу всередині Сполучених Штатів і перемогою Джозефа Байдена на останніх виборах, котрий займає проукраїнську позицію.

Список використаних джерел:

1. «Gazprom, E.ON, Shell and OMV agree upon developing gas transmission capacities to deliver Russian gas to Europe» / Прес-реліз «Газпрому». – 18 червня 2015 року.
2. Обсяги транзиту російського природного газу територією України [Електронний ресурс] / «Нафтогаз». – Режим доступу: <http://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/74B2346ABA0CBC69C22570D80031A365?OpenDocument>
3. Україна заробляє на транзиті газу близько 3 мільярдів доларів на рік [Електронний ресурс] / «Finance.ua». – Режим доступу: <https://news.finance.ua/ua/news/-/421860/ukrayina-zaroblyaye-na-tranzyti-gazu-blyzko-3-milyardiv-dolariv-na-rik>
4. Долінчук С. Хто та як розділить українську ГТС. Чого прагне Європа, а на що здатна Україна [Електронний ресурс] / С. Долінчук // Mind. – 29 березня 2018 року. – Режим доступу: <https://mind.ua/publications/20183086-hto-ta-yak-rozdilit-ukrayinsku-gts>



УДК 550.4: 553.3/9 (4)

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ НАФТОГАЗОВИХ ПОКЛАДІВ НА ПОКРИВАЮЧІ СОЛІ КАРПАТСЬКОЇ НАФТОГАЗОНОСНОЇ ПРОВІНЦІЇ

Галамай А.Р., к. геол. н., с. н. с., galamaytolik@ukr.net;

Максимук С.В., danaarsen@ukr.net;

Сидор Д.В., к. геол. н., dariyasydor@gmail.com,

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна

Термобарогеохімічними дослідженнями флюїдних включень у галіті з'ясовано геохімічні особливості впливу нафтогазових покладів на покриваючі солі. Текстурно-мікроструктурні особливості кам'яної солі досліджених площ поширення баденських евапоритів у Карпатському регіоні вказують на неодноразово поновлювані процеси тектонічної деформації солей із відповідною їхньою динамічною перекристалізацією, та захопленням мігруючих вуглеводнів у флюїдні включення у галіті.

GEOCHEMICAL FEATURES OF THE INFLUENCE OF OIL AND GAS DEPOSITS ON THE COVERING SALTS OF THE CARPATHIAN OIL AND GAS PROVINCE

Galamay A., Cand. Sci. (Geol.), Associate Professor, galamaytolik@ukr.net;

Maksymuk S., danaarsen@ukr.net;

Sydor D., Cand. Sci. (Geol.), dariyasydor@gmail.com,

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU, Lviv, Ukraine

Thermobarogeochemical studies of fluid inclusions in halite revealed the geochemical features of the influence of oil and gas deposits on the covering salts. The textural and microstructural features of rock salt of the studied areas of distribution of Badenian evaporites in the Carpathian region indicate repeatedly renewed processes of tectonic deformation of salts with their corresponding dynamic recrystallization and capture hydrocarbons migrating in fluid inclusions in halite.

Наявність флюїдоупору є важливим елементом нафтогазової системи осадових басейнів. У Карпатській нафтогазоносній провінції сіль також відіграє роль екрану і покривки та сприяє утворенню в структурно-літологічних колекторах родовищ нафти і газу. У низці соленосних басейнів світу, де продуктивні колектори з основними вуглеводневими скупченнями всебічно екрановані кам'яною сіллю, у зразках керну безпосередньо над і під ними, кам'яна сіль забарвлена в чорний колір твердими вуглеводнями, що передбачає попереднє перетікання нафти з колекторів у кам'яну сіль. Оскільки флюїдні включення у галіті є важливим джерелом інформації про фізико-хімічні умови формування евапоритів, включення з мікрокраплинами вуглеводнів можуть виступати показниками шляхів та умов їхньої міграції на постседиментаційному етапі геологічної історії соленосних відкладів. Метою наших досліджень було встановлення геохімічних ореолів розсіювання рідких вуглеводнів у баденських соленосних відкладах Карпатської нафтогазоносної провінції, визначення фізико-хімічних умов міграції вуглеводнів крізь ці відклади.

Баденська кам'яна сіль досліджувалась нами на 4-ох площах її поширення у Передкарпатті: а) Гринівка (українська частина прогину); б) Перемишль, Величка, Бохня (польська частина прогину); в) Сленік-Прахова (румунська частина прогину), та на низці площ Закарпаття: а) Мукачево–Свалява (українська частина прогину); б) Збудза (словацька частина прогину). На площі Гринівка (св. 525), Збудза (св. Ер-2) вона розкрита на незначних глибинах – у інтервалі 280–541 м та 130–246 м відповідно. На площах Величка, Бохня, Сленік-Прахова кам'яна сіль розкрита шахтними виробками від денної поверхні і до глибини близько 200 м. На площі Мукачево–Свалява (св. 6-Т) вона залягає на глибині 1047–1318 м, а на площі Перемишль (св. Хувнівки-1) – на глибині 4991–5002 м.

Макро- і мікроскопічні дослідження

На стінках залу соляної шахти Уніре (площа Сленік-Прахова) на горизонті 200 м кам'яна сіль містить нафтопрояви у вигляді чорних маслянистих виділень, які січуть соляні шари (рис. 1). Нафтові виділення зосереджені у зоні найбільш інтенсивної плікативної тектоніки і розривних



порушень. За формою та характером нафтопроявів є очевидним, що нафтові плями збільшилися у розмірі в результаті витискання з солей по січних тріщинах після зниження тиску. Нами відібраний галіт безпосередньо з цих ділянок, що дозволило порівняти вуглеводні флюїдних включень цього галіту з вуглеводнями у включеннях у галіті інших площ поширення баденських солей Карпатського регіону.

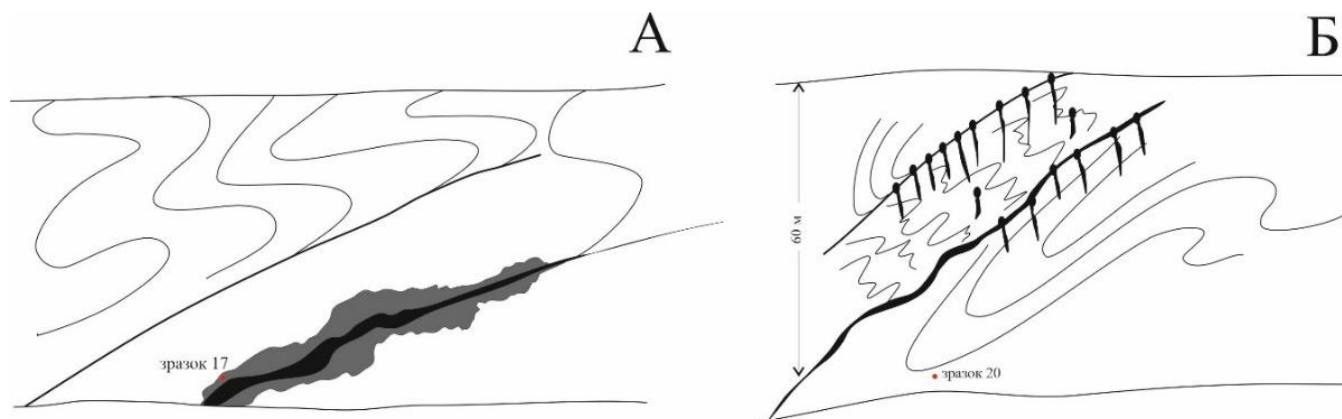
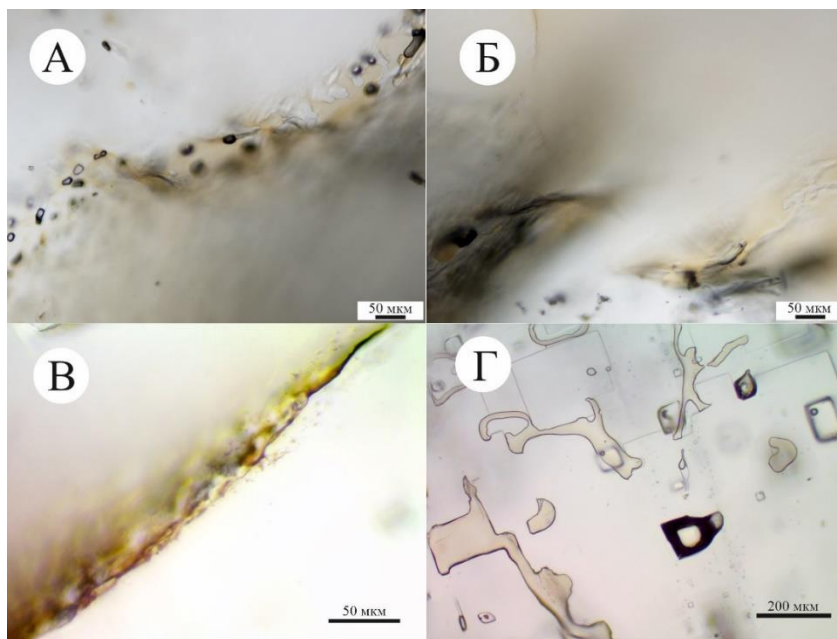


Рис. 1. Схематичні зарисовки стінок соляного залу шахти Уніре, II горизонт, 200 м від поверхні: А) ділянка, що просочена нафтою, довжина становить 7 метрів, шириною до 10 см. Ширина розводів довкола ділянки становить до 1 метра; Б) зона в антикліналі з нафтовими плямами. Нафтові плями приурочені до стінок антикліналі, у середині якої сіль зім'ята у дрібні складки

У соляній шахті Уніре результатом безпосередньої взаємодії кам'яної солі з розсолами і нафтою, що мігрували крізь неї, є наявність нафти на стику кристалів галіту та вздовж площин його спайності. Аналогічні утворення зустрічаються також у галіті інших площ поширення баденських соленосних відкладів Карпатського регіону – у свердловинах 6-Т, 525 і Хувніки-1 (рис. 2). Поза межами бурих нафтових плям, що встановлені на стінках підземних виробок шахти Уніре, у галіті виявлені численні флюїдні включення з рідкою вуглеводневою (ВВ) фазою від бурого до світло-жовтого забарвлення. В багатьох включеннях міститься одразу декілька кульок, які утворюють скупчення. Спектри комбінаційного розсіювання ВВ кульок мають сильну флуоресценцію у видимій частині спектру, характерну для сполук нафтового ряду.



**Рис. 2. Нафта у галіті на стику кристалів та вздовж площин спайності мінералу.
А, Б – шахта Уніре, горизонт II, 200 м від поверхні, зразок 17 (А, Б); св. Хувнівки-1, глибина 4996,6 м (В); св. 6-Т, інтервал 1189–1194 м (Г)**

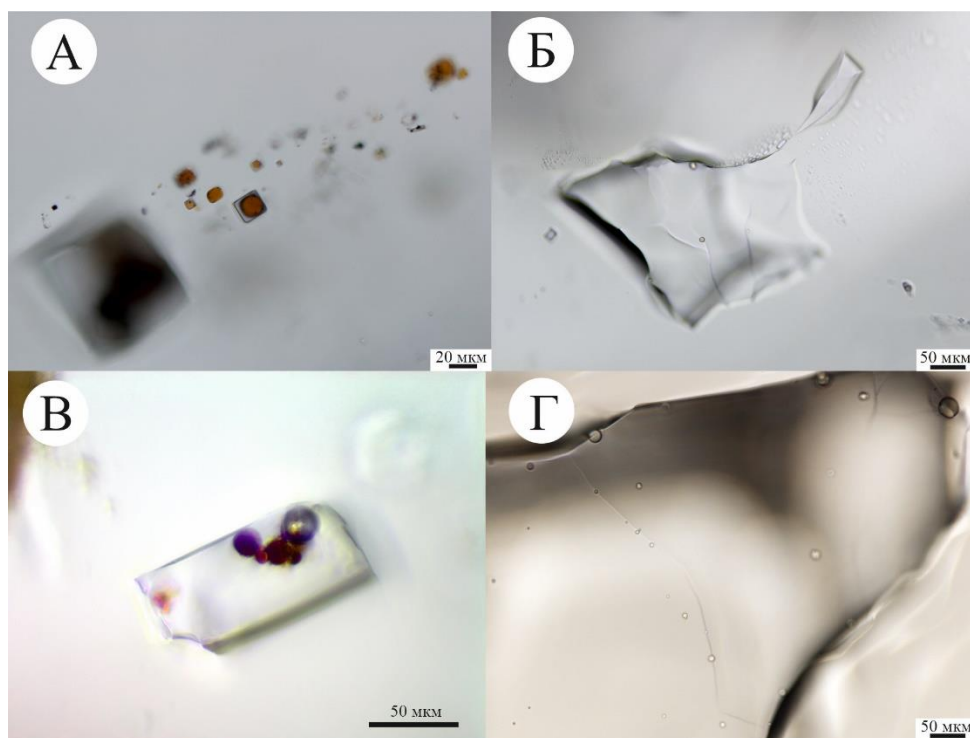


Рис. 3. Флюїдні включення у галіті з рідкою ВВ фазою від бурого до світло-жовтого забарвлення. Шахта Уніре, горизонт II, 200 м від поверхні, зразок 20 (А, Б); св. Т-6, інтервал 1189–1194 м (В); св. 525 Гринівка, глибина 518,0 м (Г)

В ультрафіолетовому світлі ці мікрокраплини дають жовте чи червонувате світіння (спектрометр Lab Ram HR800, Horiba Jobin Yvon). На спектрах комбінаційного розсіювання



подібних темних фаз встановлено наявність двох ліній: $\sim 1580 \text{ cm}^{-1}$ і $\sim 1350 \text{ cm}^{-1}$, характерних для високовуглецевих речовин. Присутність ВВ фази у складі включень встановлювалося методом рамановської спектроскопії. Аналогічні рідкі ВВ утворення у флюїдних включеннях також зустрінуті у галіті інших площ баденських соленосних відкладів Карпатського регіону – у св. Ер-2, 525, Хувніки-1, 6-Т (рис. 3). Включення з рідкими ВВ зустрічаються у зразках усіх двадцяти досліджених інтервалів по розрізу св. Т-6, та у більшості зразків по розрізу св. 525. Дані по св. Ер-2 і Хувніки-1 фрагментарні. У галіті площ Бохня і Величка флюїдні включення з рідкими вуглеводнями відсутні.

За результатами дослідження хімічного складу розсолів вторинних флюїдних включень ультрамікрохімічним методом [1] встановлено, що хімічний тип постседиментаційних розсолів такий самий як і розсолів, з яких кристалізувався галіт у солеродних басейнах – Na-K-Mg-Cl-SO₄ (SO₄-rich). Однак, відмічається понижений, порівняно з седиментацією, вміст всіх основних іонів. Тиск у цих включеннях, як і у первинних, близький до нормального атмосферного. Часто розсоли вторинних включень з ВВ фазою збагачені на калій та збіднені на сульфат-іон, до різкого знесульфачення і навіть до появи у них іону кальцію.

Проникнення ВВ у соленосні відклади площ Гринівка, Збудза, Сленік-Прахова відбувалось за низькотемпературних умов (температурні показники не перевищували 30 °C). Результатом низькотемпературних умов формування досліджуваних соляних відкладів на пізніх стадіях діагенезу є незначна глибина залягання та низький геотермічний градієнт. На відміну від цих площ поширення баденських евапоритів, на площах Мукачево–Свалява та Перемишль міграція ВВ флюїдів проходила за підвищеної температури, що становила відповідно 75–83 °C [2] і 65–70 °C. Це пов'язане у першому випадку із високим геотермічним градієнтом площі, у другому – через значну глибину залягання відкладів.

Інтерпретація результатів

Встановлена нами нижча концентрація основних іонів постседиментаційних розсолів, очевидно, пов'язана з процесами катіонного обміну, адсорбції та можливим надходженням вод дегідратації гіпсу. Тому є підстави вважати, що розсоли, які брали участь у перекристалізації відкладів, мають седиментаційне походження і є захороненими розсолами солеродного басейну. Із-за значного коливання хімічного складу постседиментаційних розсолів, слід передбачати стадійне формування їхнього складу на протязі всієї історії розвитку відкладів. Через це в об'ємі окремого кристала знаходяться включення різної генерації, вуглеводні у яких характеризуються низькою стадією перетворення (ПК₃–МК₂). При цьому хімічний тип генерованих незрілих вуглеводнів і їхній фазовий стан залежать від літофаціальних умов осаdkонагромадження і стадійності постседиментації [3].

За результатами дослідження, перекристалізація солей на різних стадіях діагенезу проходила по мікротріщинах і площинах спайності галіту. Внаслідок певних причин (тектонічна активність, неодночасне протікання діагенетичних процесів) у галогенних відкладах виникали системи тріщин, які були шляхами проникнення у них флюїдів різного складу, у тому числі і вуглеводневого. Через високу пластичність кам'яної солі відбувалось неодноразове швидке заліковування тріщин і відновлення флюїдо непроникності товщі. Вторинний характер включень з нафтовою фазою у седиментаційному галіті проявляється в тому, що вони пов'язані лише із такими залікованими тріщинами в кристалах.

За нашими даними геохімічні ореоли розсіювання вуглеводних скупчень охоплюють всю галогенну товщу розрізу площі Гринівка – понад 200 м (без врахування потужності нерозбуреної частини солей), та всю товщу розрізу площі Мукачево–Свалява – 300 м. Розрізи площ Збудза і Перемишль у цьому плані потребують довивчення. Отже, значна потужність соляного покладу не є перешкодою для проникнення ВВ компонентів крізь нього, як це вважалося щодо Солікамського родовища калійно-магнієвих солей [4], одночасно із тим, флюїдоупорні властивості кам'яної солі зберігаються для нижче залягаючих покладів вуглеводнів чи нафтогазопроявів [5].



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Очевидно, що показником наявності покладів вуглеводнів чи нафтогазопроявів у підстильних відкладах є включення з рідкими ВВ та тріщини у галіті, виповнені ВВ. Ці утворення у галіті є геохімічними ореолами розсіювання вуглеводних скупчень. Тому, згідно з проведеними дослідженнями галіту Карпатської нафтогазоносною провінції, за цим критерієм можна виділити дві групи розрізів: 1) розрізи, де у підстильних породах наявні або передбачаються вуглеводневі скупчення; 2) розрізи, де у підстильних породах відсутні вуглеводневі скупчення. Подібними дослідженнями (за наявністю нафтових включень у галіті та на підставі аналізу геолого-тектонічної будови району) на площі Клодава раніше були встановлені перспективи нафтогазоносності підстильних відкладів у Центральній Польщі [6].

Слідами міграції вуглеводнів, окрім нафтових включень у галіті галогенних відкладів, є аномальні поля концентрацій вуглеводневих сполук у четвертинних відкладах. Це було встановлено газогеохімічними дослідженнями, проведеними у Закарпатському прогині [7, 8], та зроблено висновок, що диз'юнктивні елементи, утворюючи окремі ослаблені зони, у межах яких розущільнення перекриваючої товщі простежується до денної поверхні, сприяють міграції флюїдного потоку й захопленню рідких ВВ у флюїдні включення у галіті та акумуляції газів-мігрантів у приповерхневих осадових товщах, формуючи в галогенних та четвертинних відкладах ореоли розсіювання ВВ над нафтогазовими проявами та покладами на глибині.

Висновки

1. Геохімічні особливості впливу нафтогазових покладів на покриваючі солі встановлені завдяки проведенню термобарогеохімічних досліджень рідких включень у галіті, а саме: фазового складу включень (з ВВ і без них), хімічного складу розсолів у включеннях, визначенню температури їхньої гомогенізації та тиску у включеннях. Встановлено, що солі перекристалізовувалися за участі захоронених седиментаційних розсолів, на які, зокрема, деякою мірою впливали процеси катіонного обміну, адсорбції та дегідратації гіпсу. Через значне коливання хімічного складу постседиментаційних розсолів, слід передбачати стадійне формування їхнього складу на протязі всієї історії розвитку відкладів. Мікрокраплинки ВВ захоплювались включеннями у галіті на постседиментаційному етапі формування відкладів.

2. Текстурно-мікроструктурні особливості кам'яної солі досліджених розрізів вказують на неодноразово поновлювані процеси тектонічної деформації солей із відповідною їхньою динамічною перекристалізацією, та захопленням мігруючих ВВ у рідкі включення у галіті.

3. Згідно з проведеними дослідженнями галіту низки площ поширення баденських соленосних відкладів Карпатської нафтогазоносною провінції можна виділити дві групи розрізів евапоритів: 1) розрізи, де у підстильних породах наявні або передбачаються вуглеводневі скупчення; 2) розрізи, де у підстильних породах відсутні вуглеводневі скупчення.

4. Зв'язок нафтогазоносності над- і підсольових відкладів може базуватися на дослідженні включень у соляних мінералах. Ці дослідження слід розглядати як рекогносцировочні, що проведені з метою оцінки придатності галіту відображати вплив вуглеводневих покладів та суміщати їх із даними аномальних концентрації ВВ сполук у приповерхневих осадових відкладах.

Список використаних джерел:

1. Петриченко О.Й. Методи дослідження включень у мінералах галогенних порід. – К.: Наук. думка, 1973. – 91 с.
2. Петриченко О. И. Эпигенез эвапоритов. – К.: Наук. думка, 1989. – 63 с.
3. Виноградова Т.Л., Пуанова С.А. Углеводородные системы ранней генерации // Геохимия. – 2009. – № 1. – С. 103–108.
4. Ковалевич В.М., Сидор Д.В. Микровключенные углеводороды в каменной соли Соликамской впадины и их генетическая информативность // Геология і геохімія горючих копалин. – 1992. – № 1 (78). – С. 89–95.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

5. Shanina S.N., Galamay A.R., Ignatovich O.O., Burdelnaya N.S., Valyaeva O.V. Organic Matter of the Salt Sequence in the Southern Part of the Yakshinskoe Potassium–Magnesium Salt Deposit // *Geochemistry International*. – 2018. – Vol. 56 (7) – P. 719–734.

6. Kovalevych V.M., Peryt T.M., Shanina S.N., Wieclaw D., Lytvyniuk S.F. Geochemical aureoles around oil and gas accumulations in the Zechstein (Upper Permian) of Poland: analysis of fluid inclusions in halite and bitumens in rock salt // *Journal of Petroleum Geology*. – 2008. – Vol. 31 (3). – P. 245–262.

7. Галамай А.Р. Седиментація галіту в баденському Закарпатському солеродному басейні (за рідкими включеннями в галіті) // *Геологія і геохімія горючих копалин*. – 2012. – № 3–4 – С. 82–101.

8. Максимук С.В., Дучук С.В. Перспективи відкриття нових скупчень вуглеводнів в межах Солотвинської площі Закарпатського прогину (за даними геофізичних і геохімічних досліджень) // *До 100-річчя академіка Доленка Г. Н.: тези доп. Міжн. наук. конф.* – Львів, 2017. – *Геологія і геохімія горючих копалин* – 2017. – № 1–2 (170–171). – С. 95–96.



УДК 551.2/3:553(477.8)

МОЖЛИВОСТІ ШВИДКОГО ЗБІЛЬШЕННЯ ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ ТА ПРИРОСТУ ЇХ РЕСУРСІВ І ЗАПАСІВ У ЗАХІДНОМУ НАФТОГАЗОНОСНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Павлунь М.М.¹, д. геол. н., професор, mykola.pavlun@lnu.edu.ua;

Крупський Ю.З.¹, д. геол. н., професор, ykrupskyi@i.ua;

Марусяк В.П.¹, marusyak_v@ukr.net; Михайловський І.Р.², burproekt@ukr.net;

Циганчук Р.А.³, lviv@pari-ukraine.com,

1 – Львівський національний університет ім. І.Франка, м. Львів, Україна,

2 – ТЗОВ «Бурпроект», м. Львів, Україна,

3 – ТЗОВ «ПАРИ», м. Львів, Україна

Висвітлено можливості швидкого видобутку вуглеводнів та приросту їх запасів і ресурсів в Західному НГР. Для видобутку традиційного газу рекомендовано площі на невеликих глибинах на Волино-Поділлі в північно-східній частині Зовнішньої зони в Закарпатському прогині. Показано значні ресурси нетрадиційного газу (щільних колекторів, сланцевого газу, газу метану вугільних пластів і пісковиків у них). Значний приріст ресурсів вуглеводнів очікується в піднасуві Покутсько-Буковинських Карпат.

POSSIBILITIES OF RAPID INCREASE OF HYDROCARBON PRODUCTION AND INCREASE OF THEIR RESOURCES AND RESERVES IN THE WESTERN OIL AND GAS REGION UKRAINE

Pavlun M.¹, Dr. Sci. (Geol.)Prof., mykola.pavlun@lnu.edu.ua;

Krupsky Yu.¹, Dr. Sci. (Geol.)Prof., ykrupskyi@i.ua;

Marusyak V.¹, marusyak_v@ukr.net; Mikhailovski I.², burproekt@ukr.net;

Tsiganchuk R.³, lviv@pari-ukraine.com,

1 – Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine,

2 – LLC «Burproekt», Lviv, Ukraine,

3 – LLC «PARI», Lviv, Ukraine

Possibilities of fast production of hydrocarbons and growth of their reserves and resources in the Western OGR of Ukraine are covered. Areas at shallow depths in Volyn-Podillya in the north-eastern part of the Outer Zone in the Transcarpathian Depression are recommended for traditional gas production. Significant resources of unconventional gas (dense reservoirs, shale gas, methane gas of coal seams, and sandstones in them) are shown. A significant increase in hydrocarbon resources is expected in the subsoil of the Pokutsko-Bukovynian Carpathians.

В теперішній час Україну намагаються позбавити статусу газотранспортної країни і обійти обхідними газопроводами її територію з півночі і півдня, що зменшить частку газу отриманого за транзит. На світових ринках сьогодні ціна природного газу досягла свого максимуму. Після короткого зменшення цін на нафту вони знову зростають. Все це вимагає швидкого збільшення видобутку вуглеводнів і для цього в Західному НГР України є всі можливості. Загальна оцінка початкових видобувних ресурсів традиційного газу Західного НГР дещо більше 1 трлн.м³. Накопичений видобуток вільного газу в Західному НГР близько 270 млрд м³, розчиненого газу – 46 млрд м³, нафти і конденсату – 118 млн т. Є багато нетрадиційного газу.

Газ щільних колекторів у відкладах кембрію Волино-Поділля на підготовленій сейсморозвідкою Тарашанській структурі у відкладах по категорії С₃ – 1,1 млрд м³. Газ щільних колекторів насувів Скибової і Кросненської зон (Вигодська ділянка) у відкладах палеоцен – еоцен і олігоцену по категорії С₃ – 23,4 млрд м³.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

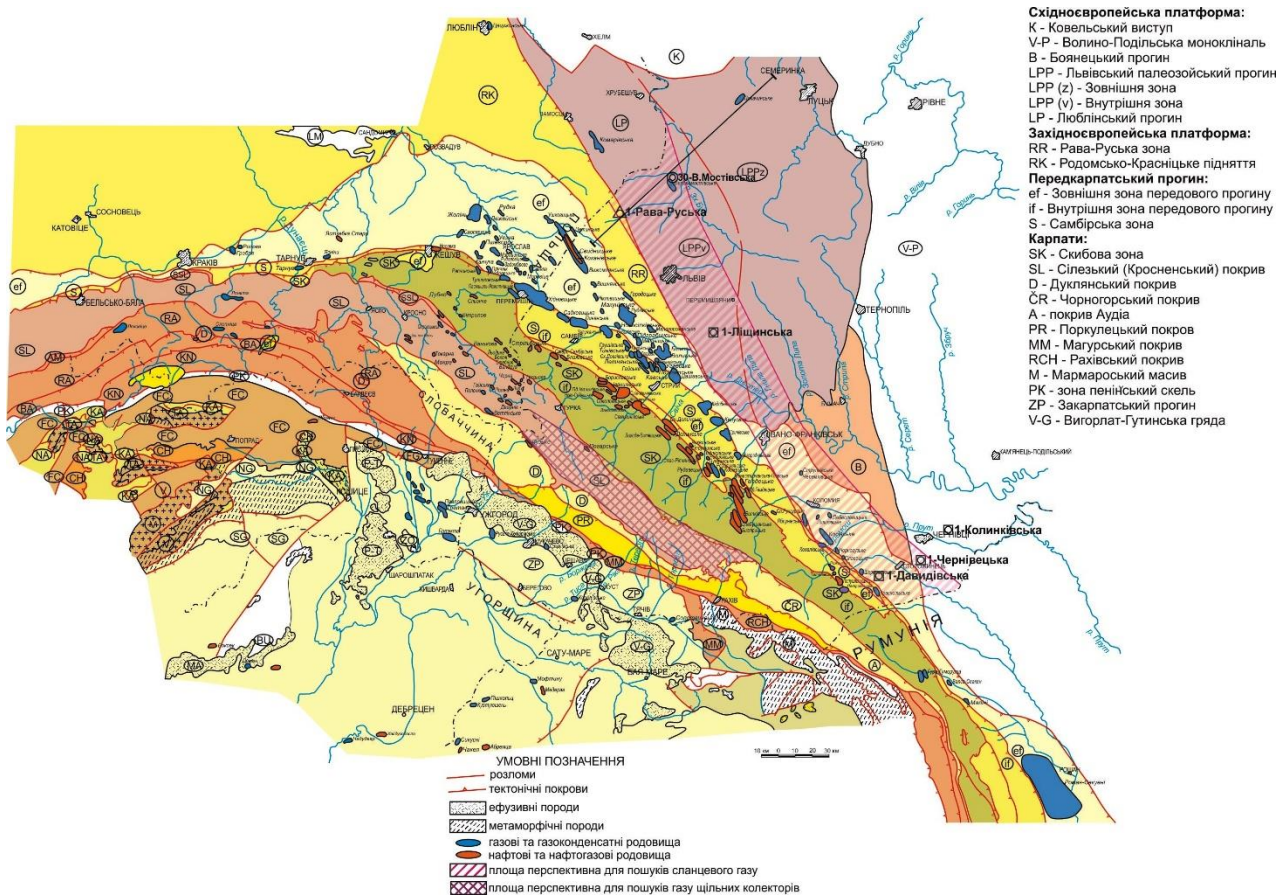


Рис. 1. Тектонічна схема з розташуванням родовищ нафти і газу у Східних Карпатах та прилеглих територіях [1]

Геологічні ресурси сланцевого газу у відкладах силуру на території Західного НГР складають 1 трлн 587 млн м^3 , а при коефіцієнті вилучення 10% з них можна видобути біля 635 млрд м^3 газу.

Газ-метан вугільних пластів у Червоноград-Волинському вугільному басейні складає 20,6 млрд м^3 газу, в тому числі за категоріями C2-6,7 млрд м^3 , C3-3,8 млрд м^3 , D1-4,5 млрд м^3 , D2-6,2 млрд м^3 . У вугленосних пластах пісковиків Тягівського родовища підраховано 214 млрд 839 млн м^3 газу (1).

Неодноразово нами підкреслювалося, що велику увагу слід звернути на Волино-Подільську нафтогазоносну область, де поки-що відомі два газових родовища Великомоствіське і Локачинське. Підготовлена до пошукового буріння Літинська структура та виявлена Озерянська. Прогнозні ресурси газу на них оцінюють в 2,5 млрд м^3 . Глибина свердловини № 1-2050м, № 2-600м.

Геологічна будова і нафтогазоносність Локачинського газового родовища і структур на північний схід і південний захід від нього добре вивчені, як сейсморозвідкою так і структурним бурінням. На Доросинській площі перспективні ресурси складають біля 3 млн.т.

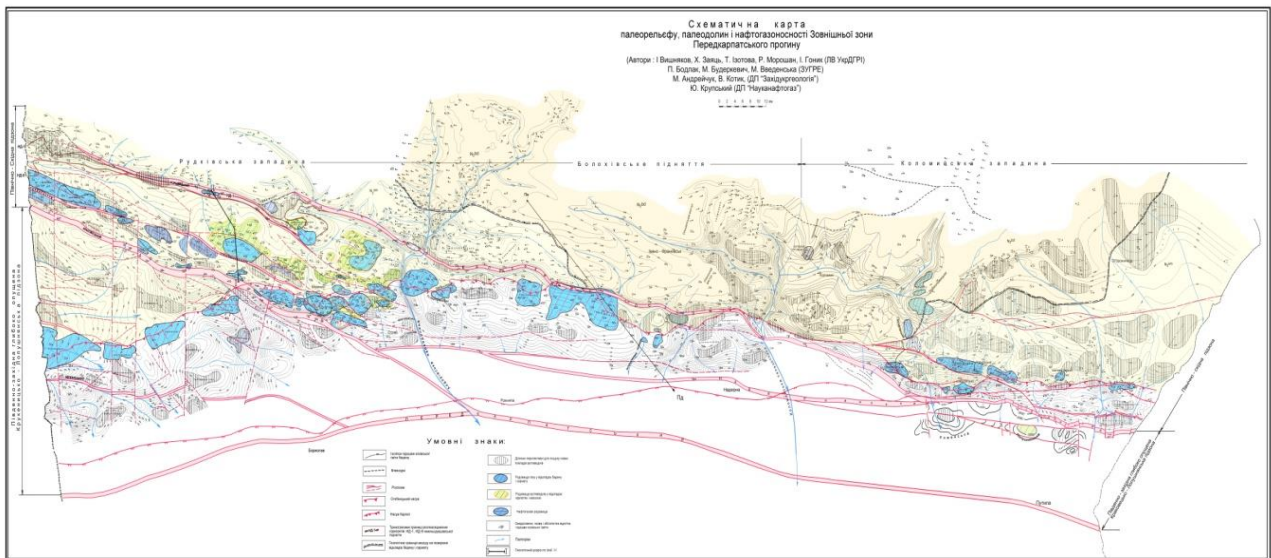
УП у відкладах D₂; S і Є, глибини буріння до 1000 м.

Семеринська площа має перспективні ресурси 3,5 млрд м^3 газу у відкладах D₂. Глибина буріння 1100 м.

Олесько-Золочівська площа перспективна по відкладах D і C, в яких при бурінні свердловин зафіксовані чисельні нафто- і газопрояви. Тут потрібно провести сейсморозвідку і пробурити за її результатами першочергову свердловину № 100 з проектною глибиною 800 м.



Ще раз підкреслимо, що у зв'язку з низькими пластовими тисками буріння свердловин потрібно вести або з обертовими превенторами, або з промивальними рідинами густиною до 1,0 г/см³.



У Закарпатському прогині уваги заслуговує Тилянсько-Косинська та Тячинсько-Округлянські ділянки, а також Лучківська структура підготовлена сейсморозвідкою. Глибина буріння свердловин 1000 м і дещо більше. Сумарні перспективні ресурси газу на Лучківській структурі становлять 2,5 млрд м³.

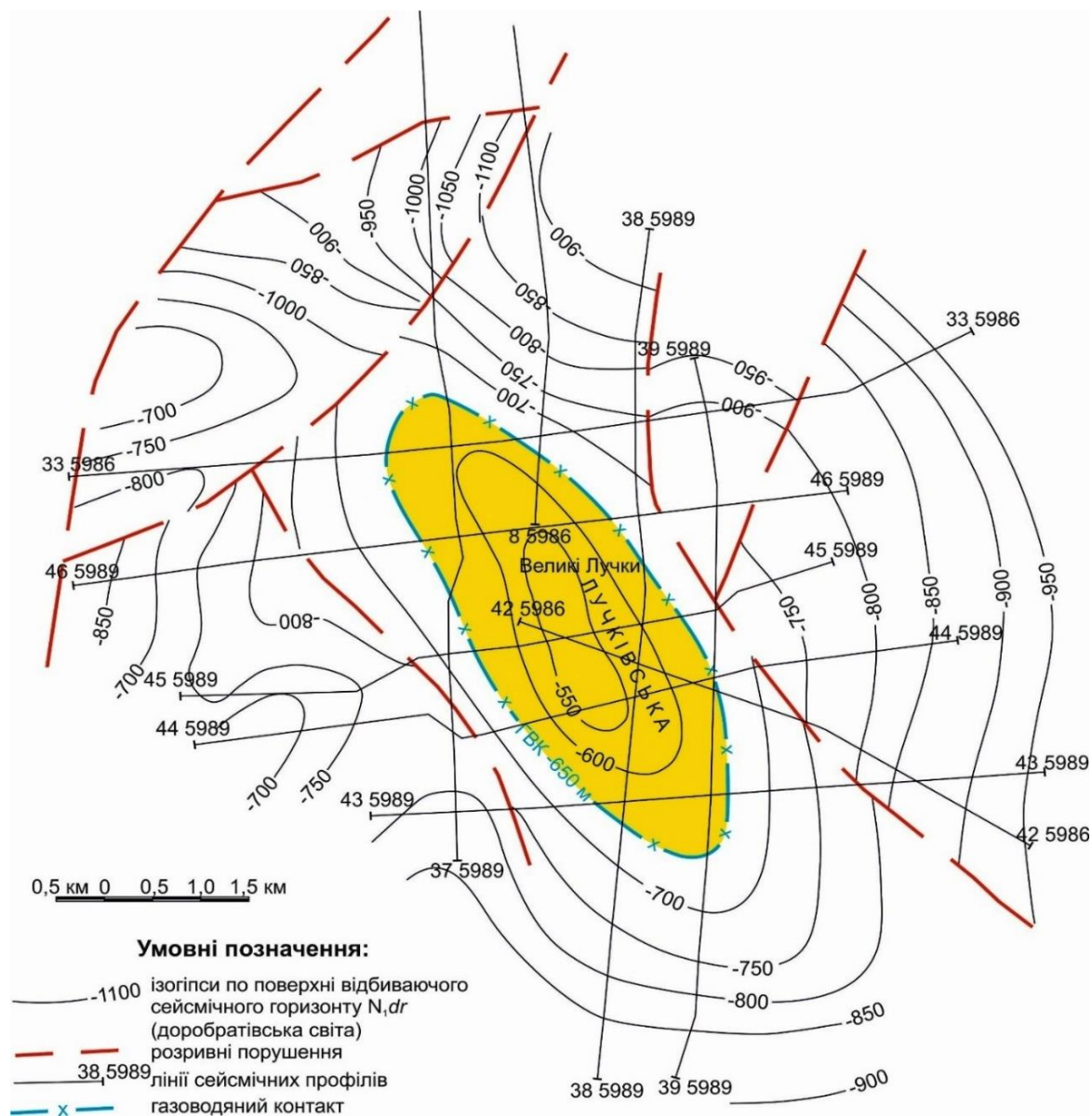


Рис. 3. Структурна карта по поверхні відбиваючого сейсмічного горизонту N_{1dr} (доробратівська світа)

Округлянська структура за геологічною будовою подібна до Солотвинської, тут був значний газопровій в селі Округла. Необхідна глибина до 1000 м.

Тисянсько-Косинська ділянка примикає до відкритого на території Словаччини газового родовища. Перспективні ресурси газу на цих ділянках приблизно такі ж як і на Лучківській ділянці.

Значний приріст ресурсів вуглеводнів пов'язаний з піднасувом Покутсько-Буковинських Карпат. З усього вищевикладеного видно, що в Західному НГР є можливості швидкого нарощування видобутку газу на відносно малих глибинах (рис. 4, табл.1).

Прогнозні ресурси нафти піднасуву Покутсько-Буковинських Карпат категорії D наведені в таблиці 1



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

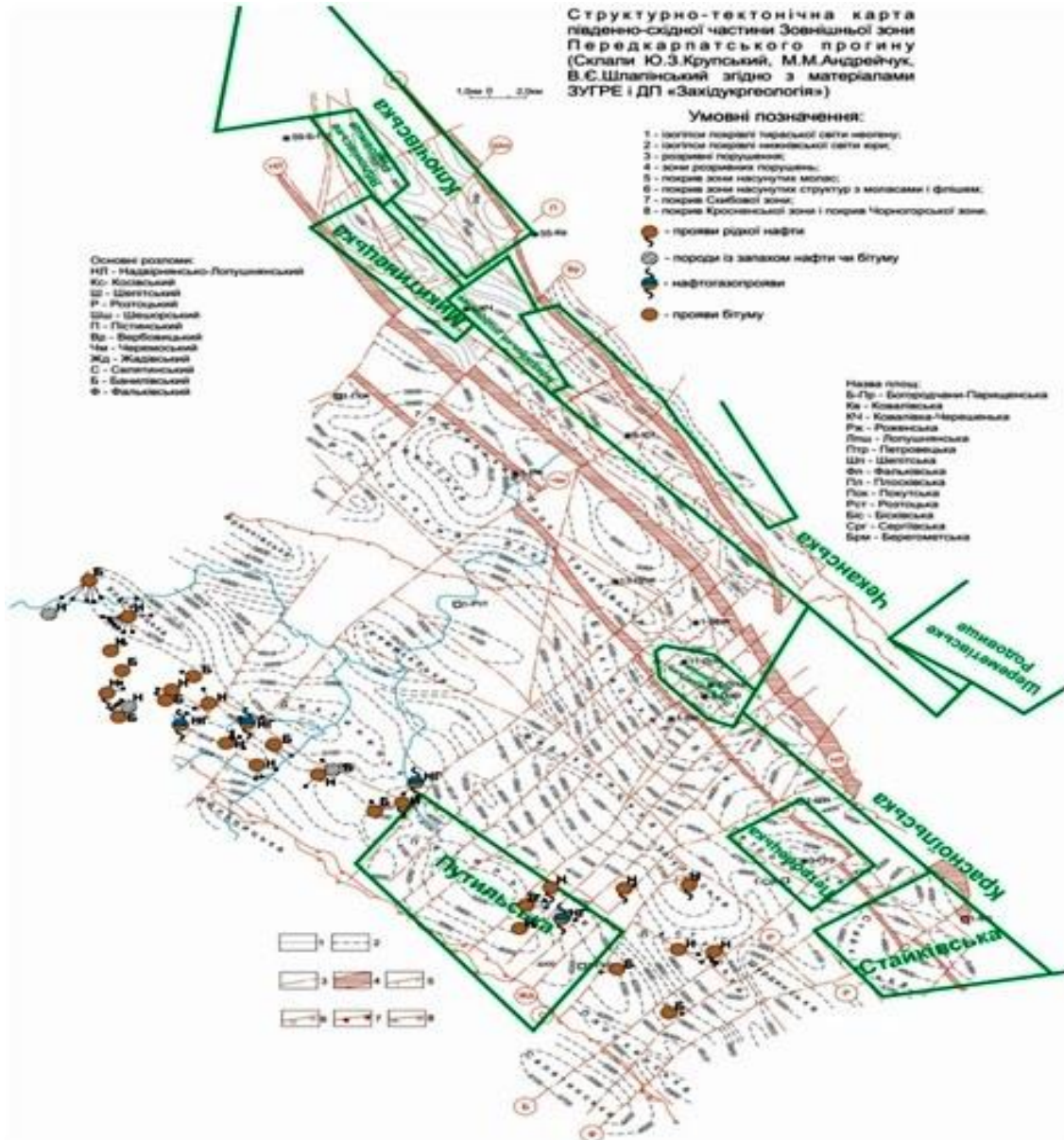


Рис.4. Структурно-тектонічна карта південно-східної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (склали Ю.З. Крупський, М.М. Андрейчук, В.Є.Шлапінський згідно з матеріалами ЗУГРЕ і ДП «Західукргеологія»)

Першочерговими для їх реалізації слід вважати Стайківську, Путильську, Таталівську і Роженську структури. Їхні геологічні ресурси нафти становлять в млн т: Стайківська-28,9; Путильська-12,4; Таталівська-11,5; Роженська-22,9; Яблуницька- 21,7. Всього 97,4 млн т. умовного палива, або 974 млрд м³ газу [3].

Україна може швидко наростити видобуток вуглеводнів, має їх значні ресурси і запаси.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Таблиця 1

Структура	Продуктив-ний горизонт	Категорія ресурсів	Площа нафто-носності, км ²	Ефективна газонаси-чена товщина, м	Коефіцієнти			Пи-тома вага нафти, г/см ³	Геоло-гічні ресурси нафти, млн. т
					порис-тості	нафтон а-сиче-ності	перера-хунко-вий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стайківська	P— N	D ₁	15,6	5	0,12	0,60	0,6	0,82	2,8
	K ₁₋₂	D ₁	15,6	7	0,13	0,62	0,6	0,82	4,3
	J ₃	D ₁	15,6	30	0,14	0,66	0,6	0,84	21,8
									28,9
Путильська	P— N	D ₁	7,5	15	0,12	0,62	0,6	0,82	4,1
	K ₁₋₂	D ₁	6	10	0,13	0,64	0,6	0,86	2,6
	J ₃	D ₁	6	20	0,14	0,66	0,6	0,86	5,7
									12,4
Таталівська	P— N	D ₁	7,9	4	0,12	0,63	0,618	0,82	1,2
	K ₁₋₂	D ₁	7,9	15	0,14	0,64	0,7	0,85	6,3
	J ₃	D ₁	7,9	30	0,14	0,67	0,626	0,83	11,5
									19
Роженська	P— N	D ₁	24	5	0,12	0,62	0,6	0,82	4,3
	K ₁₋₂	D ₁	24	10	0,13	0,64	0,6	0,86	10,3
	J ₃	D ₁	24	20	0,14	0,66	0,6	0,86	22,9
									37,5
Федьковицька	P— N	D ₁	15	6	0,15	0,6	0,63	0,83	4,2
	K ₁₋₂	D ₁	15	7	0,15	0,6	0,62	0,83	4,9
	J ₃	D ₁	15	20	0,12	0,6	0,67	0,83	12
									21,1
Загулівська	P— N	D ₁	6	6	0,15	0,6	0,63	0,83	1,7
	K ₁₋₂	D ₁	6	7	0,15	0,6	0,62	0,83	2,0
	J ₃	D ₁	6	20	0,12	0,6	0,67	0,83	4,8
									8,5
Устерікська	P— N	D ₁	15	6	0,15	0,6	0,63	0,83	4,2
	K ₁₋₂	D ₁	15	7	0,15	0,6	0,62	0,83	4,9
	J ₃	D ₁	15	20	0,12	0,6	0,67	0,83	12
									21,1
Дихтинеська	P— N	D ₁	30	7	0,15	0,6	0,63	0,83	10
	K ₁₋₂	D ₁	30	8	0,15	0,6	0,62	0,83	11,1
	J ₃	D ₁	30	15	0,12	0,6	0,67	0,83	18
									39,1
Шурдинська	P— N	D ₁	10	6	0,15	0,6	0,63	0,83	2,8
	K ₁₋₂	D ₁	10	7	0,15	0,6	0,62	0,83	3,3
	J ₃	D ₁	10	20	0,12	0,6	0,67	0,83	8
									14,1
Ластунська	P— N	D ₁	10	6	0,15	0,6	0,63	0,83	2,8
	K ₁₋₂	D ₁	10	7	0,15	0,6	0,62	0,83	3,3
	J ₃	D ₁	10	20	0,12	0,6	0,67	0,83	8
									14,1
Плоскінська	P— N	D ₁	5	15	0,15	0,6	0,63	0,83	3,5
	K ₁₋₂	D ₁	5	10	0,15	0,6	0,62	0,83	2,3
	J ₃	D ₁	5	15	0,12	0,6	0,67	0,83	3
									8,8
Солятинська	P— N	D ₁	12	20	0,15	0,6	0,63	0,83	11,3
	K ₁₋₂	D ₁	12	10	0,15	0,6	0,62	0,83	5,6
	J ₃	D ₁	12	10	0,12	0,6	0,67	0,83	4,8
									21,7



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Яблуницька	Р– N	Д ₁	12	20	0,15	0,6	0,63	0,83	11,3
	K ₁₋₂	Д ₁	12	10	0,15	0,6	0,62	0,83	5,6
	J ₃	Д ₁	12	10	0,12	0,6	0,67	0,83	4,8
									21,7
Всього									268,1

Список використаних джерел:

1. Крупський Ю.З., Куровець І.М., Сеньковський Ю.М., Михайлов В.А., Чепіль П.М., Дригант Д.М., Шлапінський В.Є., Колтун Ю.В., Чепіль В.П., Куровець С.С., Бодлак В.П. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: монографія у 8 кн., Ніка-Центр, 2014, 400 с.
2. Заяць Х.Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту і газ. Монографія. – Львів: УкрДГРІ, 2013. 136 с.
3. Крупський Ю.З. Геологія і нафтогазоносність Західного регіону України: монографія. – Львів: СПОЛОМ, 2020. – 256. С. 100–103.



УДК 622.245.42

ТАМПОНАЖНІ МАТЕРІАЛИ ПОНИЖЕНОЇ ГУСТИНИ

Орловський В.М.¹, к. тех. н., доцент, svaroh13@ukr.net;

Білецький В.С.², д. тех. н., професор, biletsk@i.ua;

Похилко А.М.², асистент, Misyac@i.ua,

1 – Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна,

2 – Національний технічний університет ХПІ, Харків, Україна

Розроблені і досліджені тампонажні матеріали пониженої густини з широким температурним діапазоном та високими технологічними властивостями. У процесі науково-дослідних робіт проведено підбір складових компонентів для створення модифікованих полегшених тампонажних матеріалів; розроблені модифіковані полегшені і легкі тампонажні матеріали з високими експлуатаційними властивостями; досліджено технологічні властивості тампонажних розчинів та одержаного каменю на основі нових полегшених тампонажних матеріалів; проведено вибір оптимальних рецептур полегшених тампонажних матеріалів.

Наукова цінність розробки полягає в проведеному виборі оптимальних рецептур нових полегшених тампонажних матеріалів. Результати роботи мають практичне застосування при цементуванні нафтових і газових свердловин в складних гірничо-геологічних умовах на геологорозвідувальних площах та промислових родовищах вуглеводнів.

CEMENT COMPOSITIONS WITH LOW DENSITY

Orlovskyy V.M.¹, PhD, associate professor, svaroh13@ukr.net;

Biletsky V.S.², Doctor of Technical Sciences, Professor, biletsk@i.ua;

Pochylko A.M.², assistant, Misyac@i.ua,

1 – Kharkiv National University of Municipal Economy named after O.M. Beketova, Kharkiv, Ukraine,

2 – National Technical University KhPI, Kharkiv, Ukraine

Low-density cementitious materials with a wide temperature range and high technological properties have been developed and researched. In the course of research works the selection of constituent components for creation of the modified facilitated cement materials is carried out; developed modified lightweight and light cement materials with high performance properties; technological properties of cement mortars and the received stone on the basis of new facilitated cement materials are investigated; the choice of optimal formulations of light cement materials was carried out.

The scientific value of the development lies in the selection of optimal formulations of new lightweight cementitious materials. The results of the work have practical application in the cementation of oil and gas wells in complex mining and geological conditions in exploration areas and industrial hydrocarbon deposits.

Метою даної роботи є розробка тампонажних матеріалів пониженої густини з широким температурним діапазоном та високими технологічними властивостями. Для досягнення цієї мети поставлені такі **завдання** досліджень:

- вибір складових компонентів для створення модифікованих полегшених тампонажних матеріалів;
- розробка модифікованих полегшених і легких тампонажних матеріалів з високими експлуатаційними властивостями;
- дослідження технологічних властивостей тампонажних розчинів та одержаного каменю на основі нових полегшених тампонажних матеріалів;
- вибір оптимальних рецептур полегшених тампонажних матеріалів.

Методика. При проведенні досліджень використані теоретичні та експериментальні методи. Експерименти проведені на лабораторному обладнанні, яке моделює пластові умови. Вимірювання технологічних властивостей тампонажного розчину і каменю проводилось з використанням стандартної реєструючої апаратури. Зокрема густина тампонажних розчинів визначалась з допомогою пікнометра, водосумішеве відношення розчинів підбиралось за допомогою приладу КР-1, водовідділення тампонажних розчинів визначалось за стандартною методикою згідно ДСТУ БВ.2.7-86-99, час загуснення тампонажних розчинів визначався на консистометрі КЦ-3, для вивчення адгезії використовувався лабораторний прес ПСУ-10 з



гідравлічним приводом та спеціальною приставкою, визначення границь міцності каменю при вигині проводилось згідно ДСТУ БВ.2.7-86-99 на приладі для випробування взірців-балочок на розтягування при вигині, при стискуванні – на пресі ПСУ-10.

Кількість проведених експериментів достатня для одержання результатів з довірчою вірогідністю 0,95.

Результати. Розроблені полегшені і легкі тампонажні матеріали на основі стандартних тампонажних матеріалів і модифікуючих полегшувальних домішок а також з використанням безклінкерних тампонажних матеріалів автоклавного твердіння.

Наукова новизна. Наукова цінність розробки полягає в проведеному виборі оптимальних рецептур нових полегшених тампонажних сумішей.

Практична значимість. Практична цінність роботи полягає в тому, що результати роботи дають можливість забезпечити галузь полегшеними і легкими тампонажними матеріалами з високими експлуатаційними властивостями.

Ключові слова: *легкий тампонажний матеріал, полегшений тампонажний матеріал, полегшувальна домішка, міцність каменю, адгезія*

Постановка проблеми. У процесі цементування свердловин в умовах низьких і аномально низьких пластових тисків, схильних до поглинання промивальних рідин і тампонажних розчинів, та геостатичних температур 15 – 250 °С, а також при необхідності підняття тампонажного розчину на велику висоту в один прийом потрібні тампонажні матеріали з пониженою густиною цементного розчину.

На даний час промисловістю України в заводських умовах виготовляється лише один вид полегшеного тампонажного цементу ПЦТШ-Пол5-100 з нижньою границею густини 1450 кг/м³, призначений для температур вищих 50 °С [1]. Проте сьогодні на більшості нафтогазових родовищ України існують умови, які потребують застосування полегшених і легких тампонажних розчинів з різними технологічними характеристиками. Тому проводяться дослідження направлені на розширення асортименту тампонажних матеріалів пониженої густини для застосування в різних гірничо-геологічних умовах нафтогазових родовищ України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тампонажні цементи з пониженою густиною цементного розчину належать до модифікованих матеріалів. З аналізу наукових джерел відомо, що існує декілька способів зниження густини тампонажних розчинів [2, 3]:

- 1) зниженням густини твердої фази шляхом домішки легкого наповнювача або з використанням в'язучої речовини меншої густини;
- 2) підвищення водосумішевого відношення з одночасною стабілізацією тампонажного розчину;
- 3) введенням в тампонажний розчин газової фази з її диспергуванням та стабілізацією утвореної піни:
 - а) шляхом аерації;
 - б) введенням штучних або природних мікрочасток (капсул);
 - в) введенням спеціально оброблених, спучених матеріалів з великим ступенем кавернозності та низькою насипною масою;
- 4) заміною частини водяної фази вуглеводневою рідиною меншої густини;
- 5) комбіновані способи.

Вибір способу зниження густини визначається умовами застосування та технологічними можливостями.

Серед найпоширеніших в Україні полегшених тампонажних матеріалів застосовуються матеріали, що відносяться до першого та другого способів, або об'єднують у собі якості, притаманні одночасно композиціям першого та другого способів полегшення тампонажних розчинів. Спосіб одночасного зниження густини і збільшення водосумішевого відношення був



застосований при створенні тампонажних матеріалів, які вироблялися в Україні в промислових масштабах.

У 70-х роках минулого сторіччя в СРСР були розроблені полегшені тампонажні цементи ОЦГ – на основі суміші шлаку, портландцементного клінкеру і трепелу при співвідношенні компонентів 1:1 (за масою) та ОШЦ – на основі суміші шлаку і глини (наприклад бентоніту). Діапазон густини тампонажних розчинів на основі ОЦГ – $1450 \div 1600 \text{ кг/м}^3$, водосумішеве відношення (В/С) = $0,7 \div 1,1$, допустимі температури використання $40 \div 150 \text{ }^\circ\text{C}$. Діапазон густини тампонажних розчинів на основі ОШЦ – $1450 \div 1550 \text{ кг/м}^3$, В/С = $0,85 \div 0,95$, рекомендована температура використання для ОШЦ-120 – $80 \div 160 \text{ }^\circ\text{C}$, для ОШЦ-200 – $160 \div 220 \text{ }^\circ\text{C}$ [4, 5]. Цементи ОЦГ і ОШЦ вироблялись в Україні Констянтинівським ВАТ “Завод обважнювачів”.

В Україні були розроблені також полегшені цементи ПЦТШ-Пол5-100 і ПЦТШ-Пол4-100 до складу яких входить 50 % цементного клінкеру і 50 % полегшувальної домішки – цеолітизованого туфу, та 3 % гіпсу [6]. Діапазон густини тампонажних розчинів на основі таких цементів $1400 \div 1500 \text{ кг/м}^3$ при В/С = $1 \pm 0,2$. Рекомендована температура використання $50 \div 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Постановка задачі. Задача досліджень полягає в розширенні асортименту тампонажних матеріалів пониженої густини з широким температурним діапазоном для застосування в різних гірничо-геологічних умовах нафтових і газових свердловин.

Виклад основного матеріалу і результати. При виконанні задач, поставлених виробничими геологічними об'єднаннями України перед науковцями галузі, колективом дослідників Полтавського відділення УкрДГРІ (Полтава–Львів) протягом більше ніж 30 років було розроблено ряд тампонажних матеріалів і рецептур з пониженою густиною цементного розчину. Розглянемо ці розробки.

1. Полегшені цементно-глинисті тампонажні суміші (ЦГС) з домішками 3 – 30 % бентонітового порошку як полегшувальної домішки [7, 8].

За рахунок високого водосумішевого відношення (до 1,8) можливе доведення густини цементно-глинистих сумішей до $1300 \div 1350 \text{ кг/м}^3$, але через невелику міцність, низьку термо- (до $75 \text{ }^\circ\text{C}$) і корозійну стійкість та складність приготування (як правило, портландцемент замішують на раніше приготовленому глинистому розчині) сьогодні ЦГС практично не використовуються.

2. Полегшені безклінкерні доломіто-зольні тампонажні суміші (ДЗС) із співвідношенням компонентів доломітове борошно напівобпалене : кисла зола-винос ТЕС – (50–60) : (40–50) [7, 9].

Густина таких тампонажних розчинів – $1540 - 1620 \text{ кг/м}^3$ при В/С – $0,58 - 0,62$. Термічний інтервал застосування $60 - 100 \text{ }^\circ\text{C}$. Перевагами ДЗС є розширення тампонажного матеріалу при твердінні. Недоліком є відносно низька міцність цементного каменю.

3. Полегшені цементно-зольні тампонажні суміші (ЦЗС) [7].

При вмісті в ЦЗС від 40 до 60 % (від маси сухого матеріалу) золи Курахівської ТЕС (ЗК) можна одержувати рецептури з густиною тампонажного розчину $1550 \div 1650 \text{ кг/м}^3$. ЦЗС відрізняються високою термо- і корозійною стійкістю, рекомендований температурний діапазон застосування $50 - 160 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Полегшені тампонажні розчини на основі портландцементу або цементно-зольної суміші з домішкою 0,04 – 0,11 масових часток % реагенту-стабілізатора Duoviz [10].

Густина тампонажного розчину $1460 - 1530 \text{ кг/м}^3$ при В/Ц – $0,70 - 0,97$. Термічний інтервал застосування $50 - 140 \text{ }^\circ\text{C}$. Переваги – висока стабільність тампонажного розчину, термостійкість і підвищена міцність каменю. Технологічні властивості стабілізованих полегшених ЦЗС проведено в таблиці 1.



Таблиця 1

Технологічні властивості стабілізованих полегшених ЦЗС

Склад суміші, мас. част., %		Стабілізатор «Duoviz» від маси сухого мат., %	В/С	Густина, кг/м ³	Розтічність, м	Водовідділення, см ³	Міцність при стисканні через 2 доби, МПа			
ПЦТІ-100	ЗК						t = 50 °C, P = 20,0 МПа	t = 75 °C, P = 30,0 МПа	t = 100 °C, P = 40,0 МПа	t = 140 °C, P = 70,0 МПа
60	40	0,12	0,97	1460	0,18	5,5	0,8	1,0	1,8	
60	40	0,11	0,97	1460	0,19	6,0	0,9	1,1	2,0	
60	40	0,09	0,90	1490	0,19	6,0	1,0	1,3	2,3	
50	50	0,05	0,80	1495	0,20	3,0	1,4	1,5	3,5	3,7
50	50	0,04	0,70	1530	0,21	3,0	1,7	2,5	5,1	6,5
50	50	0,03	0,70	1530	0,22	8,0	1,8	2,5	5,2	6,7

5. Полегшені і легкі тампонажні розчини з домішкою 5 – 13 % фільтроперліту як полегшувального модифікуючого матеріалу [7, 10].

Густина таких сумішей знаходилась в межах 1350 – 1550 кг/м³. Недоліком сумішей є невисокі фізико-механічні показники цементного каменю (при густині нижче 1470 кг/м³ його міцність не відповідає існуючим вимогам) і обмежений температурний інтервал використання (50 – 100 °C).

6. Полегшені безклінкерні тампонажні суміші на основі зол-виносу ТЕС (ЗС) із співвідношенням компонентів зола висококальцієва : зола кисла – (30 – 70) : (30 – 70) [11].

Густина таких тампонажних розчинів – 1500 – 1620 кг/м³ при В/С – 0,54 – 0,56. Термічний інтервал застосування 20 – 160 °C. Переваги – висока термостійкість і стабільність тампонажного розчину, розширення тампонажного матеріалу при твердінні.

7. Полегшені тампонажні суміші (ПТС) із застосуванням як модифікуючої полегшувальної домішки – тонкодисперсного цеолітового борошна (ЦБ) із співвідношенням компонентів ПЦТІ-100 : ЦБ – (55 – 70) : (30 – 45) [10].

Густина тампонажного розчину 1450 – 1620 кг/м³ при В/С – 0,70 – 1,00, термічний інтервал застосування – 20 – 100 °C. Перевагами таких сумішей є широкий термічний діапазон застосування, неусадковий цементний камінь з високими показниками адгезії, який за фізико-механічними властивостями відповідає вимогам ДСТУ. Із зростанням температури газопроникність каменю знижується.

8. Полегшені і легкі тампонажні суміші з домішкою дрібнозернистого пустотілого заповнювача – зольних мікросфер [10].

Густина тампонажного розчину 1100 – 1420 кг/м³, залежно від співвідношення компонентів у суміші, термічний інтервал застосування 20 – 160 °C. Переваги: висока термостійкість у поєднанні з наднизькою густиною розчину. Недоліки: при великій висоті стовпа тампонажного розчину зольні мікросфери руйнуються під дією гідростатичного тиску, що призводить до седиментаційної нестабільності розчину і значного водовідділення.

9. Полегшені і легкі тампонажні розчини (ПЛТР), з домішкою 10 – 15 масових часток % модифікуючого гідрофобізованого адсорбенту КОГ, що викликає газонасичення тампонажного розчину [10].

КОГ – являє собою гідрофобізований тонкодисперсний порошок білого (світло-жовтого) кольору, насипною масою 400 кг/м³, гідрофобізованість не менше 60 %. Виготовляється на основі молотого каоліну, обробленого спеціальними поверхнево-активними речовинами.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Густина тампонажного розчину $1200 - 1650 \text{ кг/м}^3$ при В/С – $0,55 - 1,0$, термічний інтервал застосування $20 - 150^\circ\text{C}$. Переваги: низька густина тампонажного розчину, низька (як для полегшених матеріалів) газопроникність. Недоліки: інтенсивне піноутворення у процесі приготування тампонажного розчину; під дією гідростатичного тиску 10 МПа густина розчину підвищується на $15 - 20 \%$.

10. Полегшені і легкі тампонажні композиції на основі портландцементу з домішками $7 - 10$ масових часток $\%$ спученого перлітового піску (СПП) [10].

Спучений перлітовий пісок отримують шляхом термічної обробки вулканічної породи перліту при температурах $800 \div 1000^\circ\text{C}$. У процесі нагрівання частинки перліту, які мають шкаралупоподібну структуру, спучуються, з них видаляється $3 \div 5 \%$ зв'язаної води, і об'єм матеріалу збільшується в $10 - 20$ разів.

За окислами СПП складається з $65 \div 75 \%$ SiO_2 і $10 \div 15 \%$ Al_2O_3 , також містить Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O .

Залежно від фракційного складу існує два види СПП: рядовий (СПП(Р)) і мілкий (СПП(М)), у свою чергу в межах кожного із цих двох видів існує поділ за насипними масами 1 м^3 матеріалу. СПП(Р) буває трьох марок: $75, 100, 150$, СПП(М) – двох: $75, 100$. Марка спученого перлітового піску відповідає масі 1 м^3 матеріалу в кілограмах.

Особлива, шкаралупоподібна структура зерен спученого перлітового піску (їх пористість складає $80 \div 90 \%$) є передумовою втягнення повітря у процесі замішування тампонажного матеріалу.

Густина тампонажного розчину з домішками СПП – $1180 - 1450 \text{ кг/м}^3$ при В/С – $0,65 - 0,95$, термічний інтервал застосування $20 - 70^\circ\text{C}$. Переваги: низька густина тампонажного розчину, низькі показники водовідділення. Недоліки: низька термостійкість, високі показники газопроникності каменю. Технологічні властивості полегшених і легких тампонажних розчинів з домішками СПП показано в таблиці 2.

Таблиця 2

Технологічні властивості полегшених і легких тампонажних розчинів з домішками СПП

Масова частка компонентів у суміші, мас. част. $\%$				В/С	Густина, кг/м^3	Розтічність, м	Водо- відділення, мл
ПЦТІ-50	ПЦТІ-100	СПП(Р)	СПП(М)				
97	–	3	–	0,65	1510	0,220	1,5
95	–	5	–	0,70	1390	0,200	1,0
93	–	7	–	0,74	1340	0,215	0
90	–	10	–	0,90	1230	0,190	2,0
	95	5	–	0,70	1400	0,205	1,0
	93	7	–	0,75	1350	0,200	1,0
	90	10	–	0,90	1250	0,205	1,0
	88	12	–	0,95	1160	0,200	0
	95	–	5	0,75	1410	0,210	6,0
	92	–	8	0,80	1330	0,195	2,0
	90	–	10	0,95	1240	0,190	6,5

Висновки

1. Проведено підбір складових компонентів для створення модифікованих полегшених тампонажних матеріалів.

2. Розроблені модифіковані полегшені і легкі тампонажні суміші з високими експлуатаційними властивостями на основі в'язучих матеріалів доломіту, золи висококальцієвої, тампонажних портландцементів ПЦТІ-50 і ПЦТІ-100 та модифікуючих полегшувальних домішок з широким температурним діапазоном та високими технологічними властивостями.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

3. Досліджено технологічні властивості тампонажних розчинів та одержаного каменю на основі нових полегшених тампонажних матеріалів. Встановлено, що тампонажні розчини на основі нових полегшених тампонажних матеріалів відповідають існуючим ДСТУ що до вимог до полегшених тампонажних цементів.

4. Проведено вибір оптимальних рецептур нових полегшених тампонажних матеріалів.

Наукова цінність розробки полягає в проведеному виборі оптимальних рецептур нових полегшених тампонажних сумішей. Розглянуті розробки дають змогу забезпечити галузь полегшеними і легкими тампонажними матеріалами з високими експлуатаційними властивостями, в чому полягає практична цінність.

Список використаних джерел:

1. Горський В. Ф. Тампонажні матеріали і розчини / В.Ф. Горський. – Чернівці – 2006 – 524 с.
2. Данюшевский В.С. Справочное руководство по тампонажным материалам / В.С. Данюшевский, Р.М. Алиев, И.Ф. Толстых. – М.: Недра, 1987. – 373 с.
3. Булатов А. И. Тампонажные материалы / А. И. Булатов, В. С. Данюшевский. – М.: Недра, 1987. – С. 164 – 167.
4. Новохатский Д. Ф. Специальные тампонажные цементы / Д.Ф. Новохатский // РНТС „Бурение” – 1972. – № 6 – С. 26 – 28.
5. Новохатский Д. Ф. Пути улучшения качества и перспективы производства тампонажных материалов для крепления нефтяных и газовых скважин / Д.Ф. Новохатский, В.А. Волошин // РНТС „Бурение” – 1978. – № 11 – С. 19 – 22.
6. ТУ У729755.01-94. портландцемент тампонажный полегшенный для нормальных і помірних температур.
7. Михайленко С.Г. Оптимизация процессов цементирования скважин / С.Г. Михайленко, А.С. Серяков, В.Н. Орловский [и др.] // Техника и технология геологоразведочных работ, организация производства. – Москва: ВИЭМС, 1988. – 26 с.
8. Тампонажные растворы для глубоких скважин / З.А. Балицкая, И.Г. Верещака, В.В. Сачков [и др.]. – Москва: Недра, 1976. – 120 с.
9. Магнезиальные тампонажные вяжущие для глубоких скважин / А.З. Керцман, Н.Н. Круглицкий, А.С. Серяков[и др.] // Техника и технология геологоразведочных работ, организация производства. – М.: ВИЭМС. – 1984. – 46 с.
10. Нові полегшені і легкі тампонажні матеріали :науковий вісник / В.М. Орловський, С.Г. Михайленко, О.В. Лужаниця // Івано-Франк. нац. тех. унів. нафти і газу. – 2010. – № 3. – С. 10–14.
11. Орловський В.М. Тампонажні матеріали, що розширюються при твердінні: Монографія / В.М. Орловський. – Полтава, 2015. – 129 с.



УДК.550.832+550.834

ПЕТРОФІЗИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРЕТИКО-ЕМПІРИЧНОЇ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ СВЕРДЛОВИН

Скакальська Л.В.¹, к. фіз.-мат.н., Skakalska.sbigph@gmail.com;

Назаревич А.В.¹, к. фіз.-мат. н., с. н. с., nazarevych.a@gmail.com;

Косарчин В.І.², к. фіз.-мат. н., доцент, volkos@gmail.com,

1 – Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України, м. Львів, Україна;

2 – Львівський аграрний університет, м. Львів, Україна

Представлено додаткові можливості розробленої нами теоретико-емпіричної методики прогнозування нафтогазоносності порід розрізів свердловин за даними акустичного каротажу і кернових досліджень – спосіб прогнозування нафтогазоносності за уточненими співвідношеннями, побудованими для конкретних типів і підтипів порід, спосіб визначення типів порід за стисливістю їх твердої фази із застосуванням мультиплікативної складової емпіричних співвідношень, спосіб оцінки тріщинуватості та проникності порід розрізу.

PETROPHYSICAL APPLICATIONS OF THEORETICAL-EMPIRICAL METHOD OF PREDICTION OIL AND GAS CONTAINMENT OF WELLS

Skakalska L.¹, Cand. Sci. (Phys.-Math.), Skakalska.sbigph@gmail.com;

Nazarevych A.¹, Cand. Sci. (Phys.-Math.), nazarevych.a@gmail.com;

Kosarchyn V.², Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof., volkos@gmail.com,

1 – Carpathian branch of the Institute of Geophysics. S.I. Subbotin NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine;

2 – Lviv Agrarian University, Lviv, Ukraine.

Additional possibilities of the theoretical and empirical method of predicting oil and gas bearing capacity of well sections based on acoustic logging and core studies are presented. They are: a method for predicting oil and gas bearing capacity based on refined ratios constructed for specific types and subtypes of rocks; a method for determining rock types according to the compressibility of their solid phase using the multiplicative component of the empirical relations; a method for estimating fracture and permeability of section rocks.

Вступ. Деталізовані дослідження порід розрізів свердловин актуальні при пошуку вуглеводнів, оцінці їх запасів і ресурсів, а також підземних вод, в організації безпеки праці на шахтах, у будівництві. Створена нами теоретико-емпірична методика прогнозування нафтогазоносності розрізів свердловин за даними акустичного каротажу та кернових досліджень [1, 2] була успішно апробована на ряді свердловин Західного НГР. В процесі апробації методики було виявлено ряд її додаткових можливостей, корисних для геофізичних чи петрофізичних досліджень порід. Деякі з них викладено нижче.

Спосіб визначення типів порід за стисливістю їх твердої фази із застосуванням мультиплікативної складової емпіричних співвідношень методики.

Створена нами прогнозна методика об'єднує (рис. 1) теоретичні співвідношення фізико-математичної моделі гірської породи, емпіричні співвідношення між петрофізичними характеристиками порід за даними кернових досліджень та каротажні дані. Емпіричні співвідношення будуються для конкретної параметричної бази петрофізичних характеристик порід досліджуваного регіону чи площі. Для базового варіанту методики використано дані загальної бази ЗНГР.

Емпіричні вирази отримано для сухих (Tg) та заповнених рідким флюїдом (TI) порід:

$$\beta^{Tg}(p_i, \varphi_j) = \beta_0 \cdot ((1,335 \pm 0,403) + (0,244 \pm 0,293) \cdot p_i + (1,187 \pm 0,507) \cdot p_i^{-(0,278 \pm 0,098)} \cdot \varphi_j); \quad (1)$$

$$\beta^{TI}(p_i, \varphi_j) = \beta_0 \cdot ((1,58 \pm 0,118) - (3,00 \pm 3,03) \cdot 10^{-3} \cdot p_i + (0,301 \pm 0,0127) \cdot p_i^{-(0,198 \pm 0,0079)} \cdot \varphi_j), \quad (2)$$

де для гірської породи i -го прошарку вказано, що p_i – тиск; індекс $g/l/T$ – тип заповнювача пор: газ, рідина, тверда фаза; β – стисливість; φ – пористість.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Рис. 1. Загальна структура прогнозної методики

В цілому, для різних розрізів отримано пошарове узгодження за типом флюїдонасичення, за величиною пористості (з точністю 94 %) та швидкості поздовжніх пружних хвиль (з точністю 96 %).

За нульової пористості третій доданок у співвідношеннях (1), (2) – мультиплікативна складова – зникає (обнулюється). Врахувавши вплив тиску, отримуємо за ними стисливість твердої фази породи. Отримані таким чином за (1) і (2) величини цієї стисливості узгоджуються на 99,6 %, що дає можливість ряду додаткових використаннях спрогнозованих пружних параметрів для опису порід розрізу.

За стисливістю твердої фази породи прошарку, долучивши розраховані за методикою значення її пористості, густини об'ємної, густини заповнювача пор, отримуємо дані для визначення типу породи у прошарку.

Побудова і використання емпіричних співвідношень для конкретних типів і підтипів порід-колекторів ЗНГР. Разом з тим, тестуванням методики з використанням баз для конкретних типів/підтипів порід отримано значно уточнені результати.

Замість чи в доповнення до емпіричних співвідношень, які будуються для застосовуваної у прогнозуванні за методикою загальної бази ЗНГР методом найменших квадратів було побудовано такі співвідношення для конкретних типів і підтипів порід (різновидів пісковиків, вапняків) як функції пористості і тиску ($\beta = \beta^T(\phi_j, p_i)$). Отримано:

- для пісковиків пористих

$$\beta_{nn}^T(\phi, p) = \beta_0 \cdot ((2,939 \pm 0,033) - (0,012 \pm 0,001) \cdot p + (0,272 \pm 0,004) \cdot p^{-(0,251 \pm 0,002)} \cdot \phi); \quad (3)$$

- для пісковиків ущільнених

$$\beta_{ny}^T(\phi, p) = \beta_0 \cdot ((2,700 \pm 0,059) - (0,003 \pm 0,001) \cdot p + (0,252 \pm 0,007) \cdot p^{-(0,316 \pm 0,007)} \cdot \phi); \quad (4)$$

- для пісковиків щільних глинистих

$$\beta_{ni}^T(p, \phi) = \beta_0 \cdot ((1,960 \pm 0,073) - (0,008 \pm 0,002) \cdot p + (0,216 \pm 0,016) \cdot p^{-(0,168 \pm 0,106)} \cdot \phi). \quad (5)$$

Порівнянням стандартних відхилень коефіцієнтів емпіричних кореляційних співвідношень для загальної параметричної бази ЗНГР (формула (2)) і для конкретних підтипів пісковиків (формули (3)-(5)), встановлено, що останні (тобто, специфіковані кореляційні співвідношення) на інтервалах з відповідним типом порід дають результати у 3-7 разів кращі, ніж співвідношення для загальної параметричної бази ЗНГР.

Спосіб оцінки проникності порід у прошарках розрізів свердловин. За результатами прогнозування встановлено, що прогнозна методика «відчуває» сітку пор і тріщин у породах-колекторах, яка є, загалом, фільтраційною системою, піками параметра V_s/V_p на графіках. Сітка пор і тріщин відображається високим коефіцієнтом пористості у тонких прошарках породи і



високою стисливістю. Значно підвищують стисливість гірських порід тріщини, особливо, відкриті, з одного боку, з іншого – вони збільшують ймовірність позитивного вуглеводневого прогнозу. За розрахованими значеннями коефіцієнта Пуассона чи параметра V_s/V_p , залучивши результати дослідження А.І. Тімурзієва (патент [3]) чи формулу А.Н. Динника $Q_{side} = v/(1-v)$, знаходимо величину Q_{side} – коефіцієнт розкритості тріщин ($Q_{side} = p_T/p_{бок}$), з допомогою якого можемо оцінювати тріщинну проникність порід розрізу.

$$v = \left[0,5 - \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2 \right] / \left[1 - \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2 \right]; Q_{side} = 1 - 2 \cdot \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2.$$

Таким способом, за параметром V_s/V_p , розрахованим у методиці, можна визначати перепад тисків, наявність покришок-флюїдоупорів та тріщинуватості, а отже, і проникності порід прошарків.

Результати таких розрахунків, проведені для окремих інтервалів розрізів свердловин 2-Зарічнрянської, 4-Північно-Зарічнрянської, 28-Никловицької, показано нижче.

Свердловина 2-Зарічнрянська. Обчислюємо коефіцієнт розкритості тріщин для прошарків інтервалу 639,5÷656 м (Q_{side}) та густину твердої фази породи прошарків (ρ_T) (табл. 1, рис. 2), результати відповідають даним промислової геофізики про породи розрізу свердловини: знайдено перешарування алювіальних, глинисто-вапнисто-пісковикових відкладів (УкрДГРІ, 2015).

Таблиця 1

Значення швидкостей пружних хвиль (V_s , V_p), пористості (ϕ), густини (ρ), параметрів Q_{side} та V_s/V_p вздовж інтервалу з газом (641-654 м) розрізу свердловини 2-Зарічнрянська

H, m	Флюїд пор	$\phi, \%$	$V_p, m/s$	$V_s, m/s$	V_s/V_p	Об'ємна густина $\rho, kg/m^3$	Густина твердої фази $\rho_T, kg/m^3$	Q_{side}
639,50	газ	17,85	2815,85	1745,77	0,62	2342,90	2851,85	0,23
641,00	газ	13,88	3010,84	1892,20	0,63	2411,30	2799,83	0,21
646,50	газ	16,50	2881,91	1795,52	0,62	2366,20	2833,65	0,22
650,00	газ	15,66	2923,75	1827,04	0,62	2380,60	2822,51	0,22
654,00	газ	15,55	2930,74	1832,39	0,63	2382,50	2821,09	0,22



Рис. 2. Фрагмент каротажної схеми для інтервалу 641-654 м розрізу свердловини 2-Зарічнрянська (УкрДГРІ, 2015)

Свердловина 4 Північно-Зарічнрянська. Фрагмент результатів прогнозних розрахунків близько вибою, де отримано газоконденсат, наведено у табл. 2 і на рис. 3.



Таблиця 2

Розподіл швидкостей пружних хвиль (V_s , V_p), пористості (ϕ), густини (ρ), параметрів Q_{side} та V_s/V_p вздовж інтервалу з газом (1075-1190 м) розрізу свердловини 4-Північно-Заріччянська

H , м	Флюїд пор	ϕ , %	V_p , м/с	V_s , м/с	V_s/V_p	Об'ємна густина ρ , кг/м ³	Густина твердої фази ρ_t , кг/м ³	Q_{side}
1088,00	вода	20,68	3427,76	1520,63	0,44	2294,30	2891,9	0,38
1089,50	вода	20,29	3448,08	1531,27	0,44	2300,90	2886,0	0,38
1096,00	вода	20,29	3448,31	1532,03	0,44	2300,90	2886,0	0,38
1099,50	газоконденсат	51,19	2829,26	1161,17	0,41	1267,80	2596,1	0,40
1114,00	вода	22,74	3346,69	1475,61	0,44	2258,90	2923,1	0,38
1115,00	газоконденсат	51,73	2780,14	1152,84	0,41	1253,20	2594,9	0,40
1120,00	газоконденсат	51,73	2780,30	1153,31	0,41	1253,20	2594,9	0,40
1125,00	газоконденсат	51,73	2774,12	1152,71	0,42	1253,20	2594,9	0,40
1130,00	газоконденсат	51,73	2774,29	1153,17	0,42	1253,20	2594,9	0,40
1140,00	газоконденсат	51,73	2768,32	1153,03	0,42	1253,20	2594,9	0,40
1180,00	газоконденсат	51,73	2738,96	1151,29	0,42	1253,20	2594,9	0,39
1190,00	газоконденсат	51,73	2733,30	1151,09	0,42	1253,20	2594,9	0,39
1180,00	газоконденсат	51,73	2738,96	1151,29	0,42	1253,20	2594,9	0,39
1190,00	газоконденсат	44,31	3228,80	1255,22	0,39	1453,70	2609,2	0,41

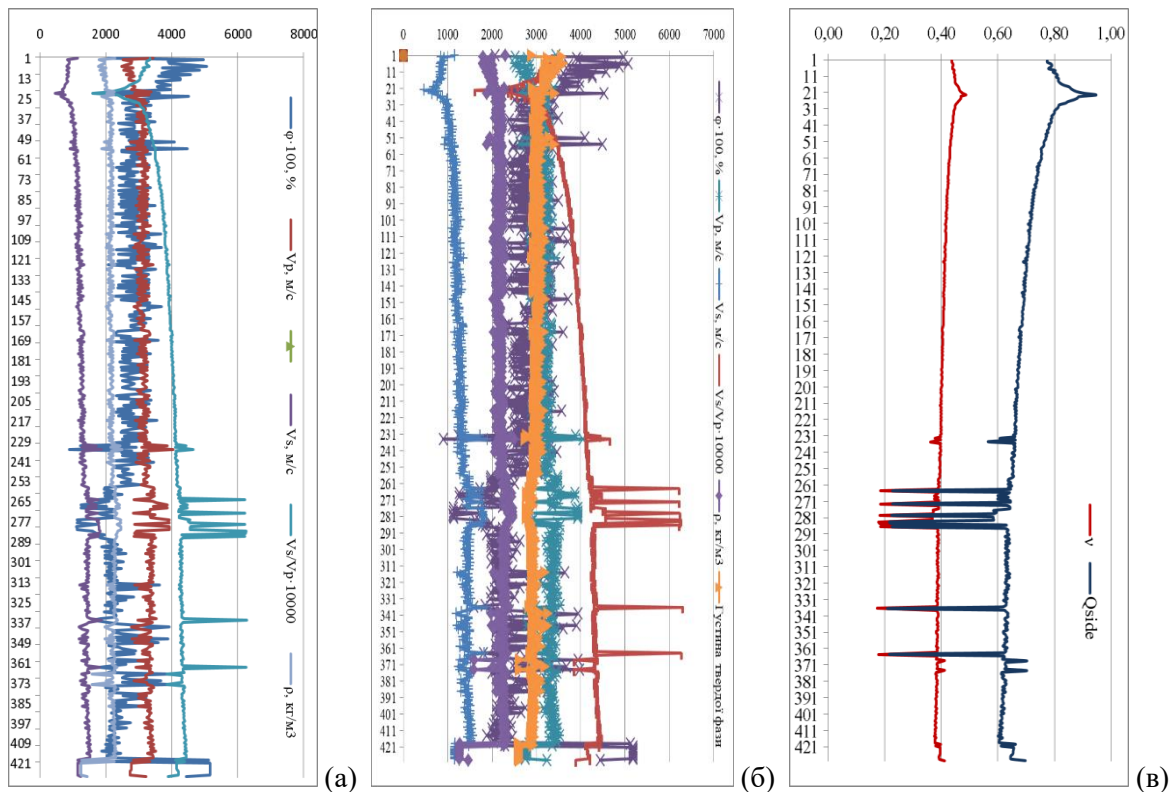


Рис. 3. Графічне представлення розрахованих характеристик порід у прошарках розрізу свердловини 4-Північно-Заріччянська: густини об'ємної (а), густини твердої фази (б) породи та значень коефіцієнтів Пуассона ν і бокового розпору Q_{side} (в) засобами прогнозу методик



Таблиця 3

Узгодженість результатів розрахунку за прогнозною методикою з результатами каротажу по інтервалу розрізу свердловини 28-Никловицька (дані ГДС, Кучер С. Ф., 2010 р.)

Заповнювач пор	$\varphi_m, \%$	$V_p, \text{м/с}$	$V_s, \text{м/с}$	$V_s/V_p \cdot 10^4$	$\rho, \text{кг/м}^3$	Зведений каротаж		$\Delta\varphi = \varphi_m - \varphi_k$	Густина твердої фази $\rho_T, \text{кг/м}^3$	Q_{side}
						2.06.10-17.07.10	$\varphi_k, \%$			
вода	15,72	3353,51	1466,88	4374,16	2295,8	Вода	11,3	4,42	2537,5	0,81
...	...	...	...	...	...		...	...	...	...
вода	17,09	3278,97	1425,6	4347,71	2262,2		11,3	5,79	2522,4	0,81
газ	15,27	2811,78	1753,39	6235,87	2306,7		11,3	3,97	2542,2	0,61
газ	14,15	2894,41	1817,65	6279,86	2334,5		11,3	2,85	2554,5	0,61
вода	12,96	3605,1	1581,01	4385,48	2363,4		11,3	1,66	2566,4	0,81
...	...	...	...	...	...		...	...	...	...
вода	13,48	3571,14	1560,25	4369,05	2350,7		11,3	2,18	2561,1	0,81
газ	14,58	2863,84	1793,93	6264,07	2323,7		11,3	3,28	2720,2	0,61
вода	15,56	3361,83	1464,66	4356,73	2299,6		11,3	4,26	2539,1	0,81
...	...	...	...	...	...		...	...	...	...
вода	18,9	3179,79	1376,08	4327,58	2217,7		11,3	7,6	2501,5	0,81
газ	14,15	2895,59	1818,65	6280,76	2334,4		11,3	2,85	2719,1	0,61
вода	13,64	3565,2	1555,16	4362,06	2346,8		11,3	2,34	2559,5	0,81
вода	12,81	3612,32	1587,31	4394,16	2367,2		11,3	1,51	2568,1	0,81
газ	14,5	2868,37	1797,36	6266,14	2325,9		11,3	3,2	2720,2	0,61
вода	15,88	3348,01	1463,02	4369,82	2291,9		11,3	4,58	2535,8	0,81
...	...	...	...	...	...		...	...	...	...
вода	16,77	3289,84	1434,37	4360	2269,9		11,3	5,47	2525,8	0,81
вода	15,72	3353,77	1467,7	4376,27	2295,8		11,3	4,42	2537,5	0,81
газ	15,02	2829,74	1767,29	6245,41	2313		11,3	3,72	2721,7	0,61
газ	14,15	2896,54	1819,45	6281,46	2334,4		11,3	2,85	2719,1	0,61
вода	12,81	3612,41	1587,65	4394,99	2367,2		11,3	1,51	2568,1	0,81
вода	13,48	3571,36	1561,02	4370,94	2350,7		11,3	2,18	2561,1	0,81
газ	13,97	2910,64	1830,51	6289,03	2338,7		11,3	2,67	2718,4	0,81

Іншими дослідниками за зведеним каротажем для наведеного інтервалу свердловини 28-Никловицька визначено заповнювачем пор воду, коефіцієнт пористості – 11,3 %.

Отримане нами за методикою середнє значення пористості по всіх прошарках даного інтервалу розрізу, з поправкою за глинистість, – 12,11 % і відрізняється від експериментального лише на 0,8 %. Середні значення швидкостей по цьому інтервалу: $V_p=3219,19 \text{ м/с}$; $V_s=1457,91 \text{ м/с}$; $V_s/V_p=0,45$; густини – $\rho=2257,08 \text{ кг/м}^3$, що відповідає густині пісковику. Тобто, в загальному, результат прогнозування пористості і типу заповнювача пор за методикою добре узгоджується з геологічними даними ДГП «Укргеофізика».



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Оцінюючи спільно величину пористості, об'ємної густини та густини твердої фази породи, використовуючи відомі дані кернових досліджень ([4] та ін.) і результати власних розрахунків [1, 2], отримуємо (табл. 1-3) можливість визначити тип породи прошарків розрізу свердловини.

Висновки. Розроблена нами теоретико-емпірична прогнозна методика [1] з новими розширеннями [2] забезпечує дослідження розрізів свердловин щодо визначення пружних та колекторських характеристик порід-колекторів, щодо типу їх флюїдонасичення, тобто, виявлення вуглеводнів, води. Засобами методики є можливість оцінювати їх запаси по розрізу; аналізувати зміну спрогнозованих характеристик з часом за даними повторного каротажу в розрізі; з використанням мультиплікативної поправки з достатньою точністю визначати величину стисливості та густини твердої фази, а отже, прогнозувати тип породи в кожному досліджуваному прошарку; за коефіцієнтом Пуассона ν , параметром V_s/V_p чи коефіцієнтом розкритості тріщин Q_{side} , завдяки надійності прогнозу за методикою, оцінити обсяг тріщинної пористості, проникність порід.

Список використаних джерел:

1. Скакальська Л. В. Прогнозування пружних характеристик та нафтогазоводонасиченості порід у розрізах свердловин за даними акустичного каротажу і кернових досліджень. Автореф. дис. ... кандидата фіз.-мат. наук. Київ: ІГФ НАН України, 2021, 22 с.
2. Skakalska L., Nazarevych A., Kosarchyn V. The theoretical-empirical technique of hydrocarbons prediction in wells sections. New aspects. Геофіз. журн. 2021. 43, № 1. С. 160–180. DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v43i1.2021. 225545.
3. Тимурзиев А. И. Способ оценки экранирующих свойств горных пород. АС СССР № 1676359. Класс G 01V1/40. Зарегистрировано в Госреестре изобретений 08.05.1991. Приоритет изобретения 26.09.88.
4. Безродна І. М. Посібник з лабораторного практикуму з курсу «Петрофізика» для студентів спеціальності 6.040103 – «Геологія» (спеціалізація – геофізика) ННІ «Інститут геології» – електронний ресурс, 2015. 58 с.



УДК 553.98.041 (477.7)

ОБґРУНТУВАННЯ ПОСТАНОВКИ СЕЙСМОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА В МЕЖАХ ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКОЇ НАФТОГАЗОНОСНОЇ ОБЛАСТІ З МЕТОЮ ВИЯВЛЕННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ

Дучук С.В.¹, duchuk@ukr.net; Старинський В.О.²

1 – Західно-Українська геофізична розвідувальна експедиція ДГП «Укргеофізика», м. Львів, Україна,

2 – Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна

Пошуки нових покладів вуглеводнів та визначення напрямків пошуково-розвідувальних робіт є одним із актуальних завдань Держгеонадр. Великий потенціал щодо відкриття нових покладів вуглеводнів існує в межах Східно-Європейської платформи. В роботі розглянуто сучасний стан виконаних геологорозвідувальних робіт та рекомендації постановки сейсморозвідувальних робіт на прогнозно-перспективних площах з метою пошуків вуглеводнів. Проведена фахівцями УкрДГРІ кількісна оцінка прогнозних ресурсів ВВ показала, що сумарна нерозвідана частина видобувних запасів має вагомий потенціал щодо нарощування мінерально-сировинної бази України.

JUSTIFICATION FOR SETTING SEISMIC EXPLORATION WORKS WITHIN THE LIMITS OF VOLYN-PODOLSK OIL AND GAS REGION TO IDENTIFY HYDROCARBON DEPOSITS

Duchuk S.¹, duchuk@ukr.net; Starynski V.²

1 – Western Ukrainian Geophysical Exploration Expedition, State Enterprise «Ukrgeophysics»,
Lviv, Ukraine,

2 – Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine

Searching for new hydrocarbon deposits and determining the directions of exploration work is one of the urgent tasks of Ukrainian Geological Survey. There is great potential for the discovery of new hydrocarbon deposits within the Eastern European platform. The current state of the performed geological exploration works and recommendations on establishment of seismic surveys on the forecast-prospective areas for the purpose of search of hydrocarbons are considered in the work. The quantification of projected hydrocarbon resources conducted by UkrDGRI specialists showed that the total unexplored part of extractive reserves has a significant potential for increasing the mineral resource base of Ukraine.

Волино-Подільська окраїна Східно-Європейської платформи охоплює перспективні землі ранньопалеозойської Волино-Подільської монокліналі Дністровського перикратону, з накладеним на неї середньопалеозойським Львівським прогином і південні блоки Ковельського виступу, являє собою кільце в ланцюжку нафтогазоносних басейнів Балтійсько-Переддобруджської нафтогазоносної провінції (НГП). З південного заходу до неї прилягає Рава-Руська складчаста зона Західно-Європейської платформи. Остання разом з Волино-Подільською окраїною Східно-Європейської платформи входить у склад так званої Волино-Подільської нафтогазоносної області (НГО).

У Волино-Подільській НГО виділено 2 перспективні і 2 нафтогазоносні райони: Волинський нафтогазоносний район (НГР) і Подільський перспективний район (ПР) в межах зовнішньої зони – східного борту Львівського палеозойського прогину (ЛПП) та однойменної монокліналі перикратону; Бузький газоперспективний район (ГР) і Нестерівський перспективний район (ПР) – у внутрішній найбільш зануреній частині ЛПП і регіону в цілому. З виявлених родовищ Комарувське (Польща) розташоване на північному продовженні Нестерівського ПР; Великомоствіське – у межах центральної частини ЛПП – Бузькому ГР; Локачинське – на території Волинського НГР.

Родовища Волино-Подільської НГО відносяться за типом до багатопластових склепінних в розрізі середнього девону і з, вірогідно, масивними покладами у покривельній частині нижнього девону.

Колекторами для покладів газу Великомоствіського родовища служать пісковики верхньої частини дністерської серії нижнього девону разом з базальними верствами середнього девону, а



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

також тріщинно-кавернозні вапняки пелчинської та золотоліпської світ середнього девону. Їх пористість не перевищує 7,5%, проникність також невелика, дебїти газу (абсолютно вільні) досягають 64-100 тис.м³/добу. На Локачинському родовищі колекторами газу в нижньому покладі є пісковики тіверської серії нижнього девону, а у пластових покладах середнього девону (їх шість) – пісковики підлипської, пелчинської, крижівської, батятицької світ з пористістю 9,4-15,9%. Початкові дебїти газу становлять від 6 до 100 тис. м³/добу. В експлуатаційній свердловині 51-Локачі (глибини 852-931 м) поряд з газом одержаний промисловий приплив нафти. Дебїт її на 8 мм штуцері складає 5,1 м/добу, газу – 101,5 тис. м³/добу. Екранами над нижніми покладами обох родовищ виступає доломіто-ангідритова товща великомостівської світи, а над пластовими покладами – малопотужні (5-10 м) пачки гідрослюдястих глин та аргілітів з домішкою монтморілоніту.

Недостатній інформаційний масив дозволяє поки що лише намітити деякі тенденції у закономірностях просторового поширення покладів ВВ у Волино-Подільській НГО:

- виявлені родовища пов'язані з традиційними контрастними брахіантиклінальними структурами – пастками у розрізі середнього палеозою, ускладненими в Бузькому районі насувами і скидами, а у Волинському – скидами;

- у Бузькому та Нестерівському (або Нестерів-Комарувському, якщо розглядати його разом з Польщею) газонасних районах газонасичення прогноуються в смугах північно-західного простягання, приурочених до лінійних дислокацій стискання астурийської фази, де пастки очікуються в девонських і кембрійських антиклінальних структурах в тильних частинах широких лусок піднасувних складок і в кембрійських ядрах фронтальних частин лусок (Белз-Балучинської, Хлівчансько-Перемишлянської);

- у Волинському НГР зони нафтогазонасичення прогноуються в смугах розвитку консидиментаційно утворених валоподібних піднять вздовж системи розломів північно-східного простягання, що були активними у бретонську фазу варисційського етапу (Володимир-Волинський, Витонізький, Локачинський, Дубнівський розломи), а також вздовж ортогональної до них Сокальської системи розломів (Літовежська, Нововолинська, Лудинська структури);

- своєрідною зоною нафтогазонасичення, спільною для Волинського НГР і Подільського ПР, може бути субмеридіональна смуга (шириною до 30 км), де прогноується розвиток біогермних споруд бар'єрного рифу у відкладах силуру. Особливих перспектив вона набуває у місцях перетину з різного роду підняттями, зокрема з поперечними до її простягання. Ця зона трасується від Володимир-Волинського розлому в районі с.Марковичі через Загорів-Локачинську площу на м.Броди, м.Бучач і, можливо, до м.Чернівці.

- крім цього, в межах Подільського ПР можна очікувати зону накопичування ВВ у нижньопалеозойських і верхньопротерозойських літолого-стратиграфічних комплексах (ЛСК) в смузі Ямпільського розлому субширотного простягання, де відомі численні сліди наявності зруйнованого покладу нафти у верхньодевонських вапняках (площа Олесько).

Вогнищем утворення ВВ в регіоні, вірогідно, була територія внутрішньої зони ЛПП, де всі, можливо нафтогазоматеринські породи венду-нижнього палеозою досягли головної зони газоутворення і були постачальниками ВВ для пасток в центральній і бортових ділянках прогину. Однак, порівняння складу газів Комарувського, Великомоствівського і Локачинського родовищ свідчить про те, що вони належать до різних зон газонакопичення і могли мати автономні джерела живлення.

Багаторічне вивчення осадового чохла Волино-Подільського басейну та його нафтогазонасності дало можливість за сумою таких критеріїв, як наявність колекторів та екранів, сприятливість гідрогеологічних та термобаричних умов, наявність нафтогазопроявів, скупчень ВВ, пасток для них та можливих джерел генерації ВВ, виділити в його розрізі сім літолого-стратиграфічних комплексів (ЛСК), які можуть містити в собі певні ресурси ВВ. Серед них поліський ЛСК рифею та кам'яновугільний на даному етапі вивчення регіону розглядаються як малоперспективні, хоча з часом може виявитись необхідність перегляду цієї позиції. В останній час виникла потреба першочергової оцінки верхньовендського ЛСК, що відноситься до розряду,



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

можливо нафтогазоносних в смузі Ровенського палеопрогину, де він має максимальні потужності і залягає на малих глибинах.

Головні перспективи регіону на сьогодні пов'язуються з теригенним кембрійським ЛСК (інтенсивні газопрояви при бурінні свердловин, регіонально підвищена газонасиченість пластових вод, короточасний фонтан горючого газу у свердловині 1-Перемишляни з глибини 3520-3480 м та ін.), з карбонатним силурійським (нафтогазонасичені біогермні вапняки на площах Локачі, Підгайці, газопрояви у свердловинах 1-Бучач, 1-Володимирівка, нафтопрояви в картувальних свердловинах на півдні Ковельського виступу) і, особливо, з нижньо- і середньодевонських комплексів, до яких приурочені численні нафто- і газопрояви, та відкриті у 1964 та 1982 роках відповідно Великомоствіське і Локачинське газові родовища. Нафтопрояви з відкладів силуру дають підставу очікувати, що останнє з часом може бути переведене у склад нафтових.

Кембрійський комплекс. Відклади кембрійського літолого-стратиграфічного комплексу (ЛСК) на сьогодні за всіма показниками і найбільшою площею перспективних земель (32 тис. км²) становлять найбільший пошуковий інтерес в межах Волино-Подільської НГО. Висока насиченість його розрізу піщаними колекторами різної якості, регіональна газонасиченість пластових вод, що зростає на південний схід, ставлять його в розряд базового в регіоні, з яким пов'язується 56,1% прогнозних ресурсів НГО і можливість відкриття значних за запасами родовищ газу (рис. 1).

Інтенсивні газопрояви під час буріння спостерігалися у свердловинах 30-Великі Мости, 1-Перемишляни, 1-Літовеж. В останній, до того ж, були помічені плівки нафти у буровому розчині. Підвищений вміст вуглеводневих газів, розчинених у пластових водах, мав місце при випробуванні свердловин 3-Новий Витків, 30-Великі Мости, 1-Володимирівка, 1-Балучин, 17-Локачі, 27-Локачі, 1-Бучач, 1-Чернівці. Короточасний фонтан горючого газу (85,4% метану) був отриманий у свердловині 1-Перемишляни з інтервалу 3520-3480 м. У структурно-пошуковій свердловині 3-Тихотин (Локачинський вал) з кембрійського розрізу підняті пісковики, насичені нафтою (інтервал 1362-1380 м). Алевроліти з нафтою зустрінуті безпосередньо над кембрійськими відкладами (ордовик) у свердловині 1-Володимир-Волинський. Глибини залягання порід кембрійського ЛСК в рамках Волино-Подільської НГО становлять від 600 м на сході до 5200 м в межах Розтоцького мегаблоку на заході. Відповідно зростає і товщина ЛСК від 100 м до 1000 м і більше.

Аналіз основних факторів прогнозування нафтогазоносності свідчать, що кембрійські відклади на більшій частині території Волино-Подільської НГО залягають в умовах, сприятливих для нагромадження і збереження скупчень ВВ, особливо західніше Радехів-Рогатинського розлому, де основну увагу привертають Бурштинська, Андріївська, Монастирецька та Куличківська ділянки.

Силурійський комплекс. На значній частині території Волино-Подільського басейну, західніше Сокальського та Чернівецького розломів, силурійський ЛСК представлений переважно темnobарвними глинисто-карбонатними породами, які за всіма параметрами оцінюються як нафтопродукуючі. Перспективними ж для пошуків нафти і газу є мілководні шельфові утворення, складені в більшості карбонатними породами, які у субмеридіональній смузі (шириною 15-35 км, довжиною до 300-350 км) східніше названих розломів часто вміщують органогенні споруди, які в цілому утворюють систему, що нагадує довговічний бар'єрний палеориф. Біогермні споруди розташовані на трьох стратиграфічних рівнях, що відповідають трьом карбонатним циклам осадконагромадження: баговицькому, малиновецькому, скальському, і займають смугу переходу від мілинних лагунних до відносно глибоководних фацій (рис. 2).

Силурійський комплекс опинився у складі перспективних після отримання промислових припливів нафти з карбонатних порід силуру Балтійської синеклізи і численних нафтогазових проявів з аналогічних відкладів Волино-Поділля.

Головні його перспективи в межах Волино-Подільської НГО пов'язуються з органогенними спорудами типу рифів, що за даними буріння і геофізики простежуються з північного заходу на південний схід у вигляді смуги складнобудованих переривчастих карбонатних утворень від Володимир-Волинського розлому через Броди, Чернівці, очевидно до кордону з Румунією.



Пастки ВВ можуть контролюватися тектонічними, літологічними, стратиграфічними та геоморфологічними факторами, формуючи масивні, літологічно обмежені, стратиграфічно та тектонічно екрановані, антиклінальні та комбіновані типи. Можливі пастки атолового типу, пов'язані з поодинокими палеорифами.

Девонський комплекс. Девонський нафтогазоносний ЛСК у формі трикутника Володимир-Волинським розломом, Нестерівсько-Зашківським насувом та лінією, субпаралельною Радехів-Рогатинському розлому займає центральну частину Волино-Подільської НГО з площею перспективних земель біля 9 тис. км² (рис. 3). Практично, це більша частина Бузького ГР і суміжна з ним територія Волинського НГР. Східна границя перспективних земель контролюється контуром зони утрудненого водообміну на рівні середнього девону. Будучи приведеною у відповідність з новою структурною картою, вона дозволила включити до складу перспективних земель ділянку з Дзвенигородською складкою на крайньому півдні.

На даному етапі вивчення в цьому комплексі відкрито і розвідано лише два родовища ВВ: невелике (0,7 млрд. м³) газове Великомоствське, що розташоване у піднасуві Белз-Балучинської дислокації Бузького ГР, і відносно значне за запасами (до 7 млрд м³) нафтогазове Локачинське в межах однойменного валу на території Волинського НГР.

В обох випадках поклади ВВ приурочені до відкладів середнього та верхньої частини нижнього девону, а на Локачинському валу – і низів франського ярусу.

В цілому з девонським комплексом пов'язані численні нафтопрояви: від бітумінозних по запаху доломітів на поверхні, плівок та напливів у породах із свердловин (площа Олесько), незначних припливів нафти на площі Павлівка-Марковичі до промислового припливу нафти (з газом) на Локачинському родовищі.

Перші газопрояви у відкладах нижнього та середнього девону відомі з часу їх розкриття свердловинами на площах Батятичі, Каменка Бузька, Великі Мости впритул до відкриття Великомоствського, а потім Локачинського родовищ.

Ці родовища, фактично являють собою різновиди, що притаманні, відповідно, Бузькому ГР та Волинському НГР.

Саме на це вказує характер змін сумарних товщин пісковиків середнього девону, згідно з яким, присутність останніх на більшій території Бузького району маловірогідна, а тому тут основними колекторами газу можуть бути лише карбонатні складові осадових циклів та малопотужні пісковики базальної теригенної пачки середнього девону разом з підстеляючими їх відкладами дністерської серії. Ілюстрацією цього є Великомоствське родовище.

Головні ж перспективи відкриття значних родовищ ВВ у девонському комплексі пов'язуються із виявленими та прогнозованими тут структурами Волинського НГР. Більшість з них за розмірами поступаються Локачинському родовищу, але після ретельного вивчення їх сейсморозвідкою оцінка може змінитися на кращу.

Сумірними з Локачинським родовищем можуть виявитись складки: Володимир-Волинська, Войницька, Семеринська разом зі Східно-Семеринською, Вічинська з Городинською. Вже зараз досить значною за розмірами прогнозується Князівська структура у вузлі перетину Локачинського і Волинського розломів. Практично майже не поступається за розмірами Локачинській Лудинська структура, яка, на нашу думку, є першочерговим об'єктом для пошукового буріння. Першочерговими для вивчення сейсморозвідкою вважаємо Князівську та Володимир-Волинську прогнозні структури, а в подальшому – Бужковицьку, Войницьку, Семеринську, Вічинську та інші.







СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

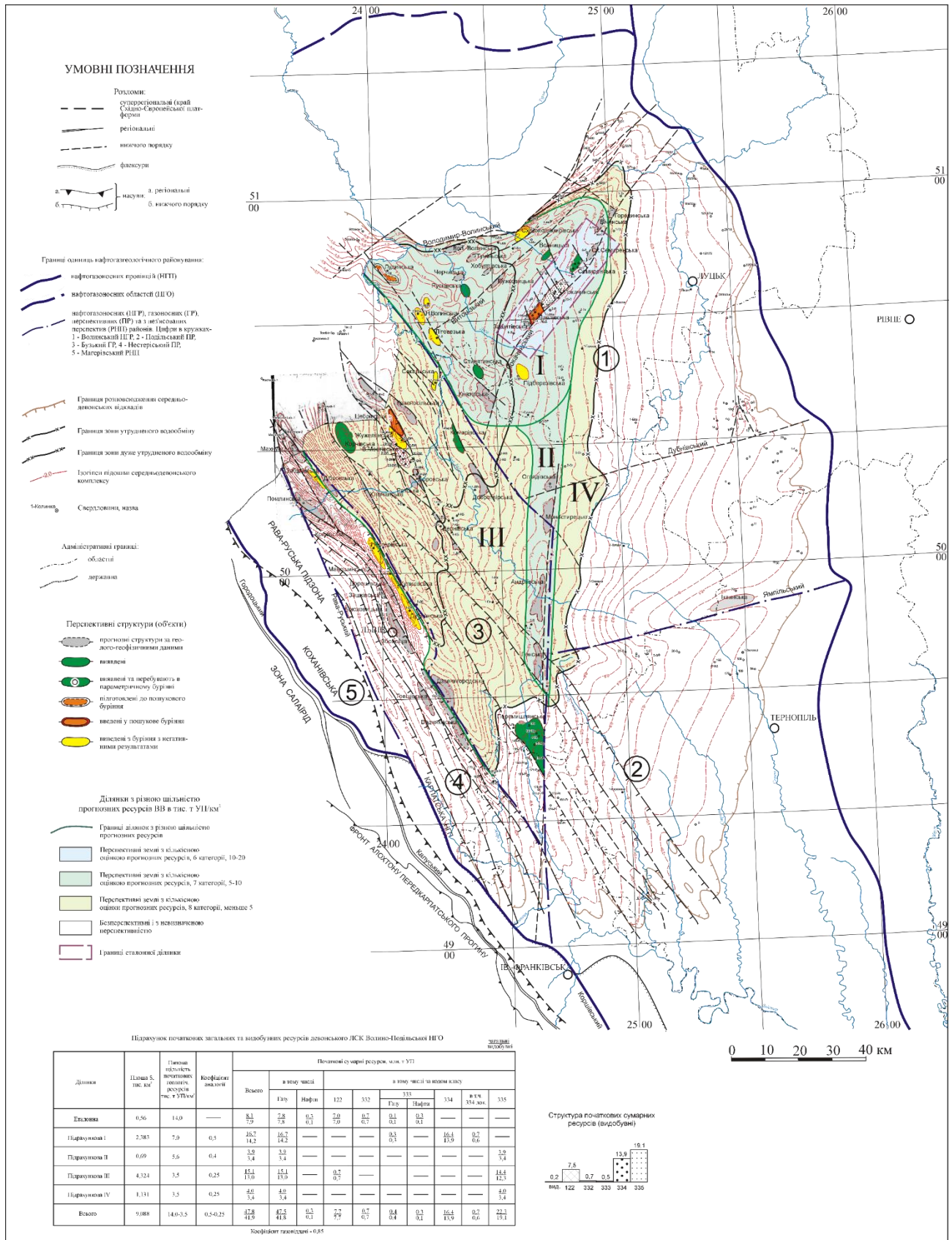


Рисунок 3. Карта перспектив девонського комплексу Волино-Подільської НГО



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Висновки. Проведена фахівцями УкрДГРІ кількісна оцінка прогнозних ресурсів ВВ Волино-Подільської НГО показала, що сумарна нерозвідана частина видобувних запасів по цих комплексах становить 107,5 млн. т УП, а розвідана – 8,4 млн.т УП (7,3%).

За перспективними комплексами нерозвідані ресурси ВВ розподіляються так (на картах показані перспективні землі, щільність геологічних ресурсів і структура кожного комплексу):

нижній-середній девон – 33,5 млрд.м³ газу;

силур – 13,2 млн.т нафти і 0,5 млрд. м³ розчиненого газу;

кембрій – 60,3 млрд.м³ газу.

Розподіл їх за глибинами залягання виглядає так:

до 3 км – 93,4 млн.т УП (в т.ч.13,2 млн.т нафти, 79,7 млрд.м³ вільного газу і 0,5 млрд. м³ розчиненого газу);

3-5 км – 12,9 млн. т УП (вільний газ);

5-7 км – 1,2 млн. т УП (вільний газ).

Таким чином, більша частина нерозвіданих ресурсів ВВ прогнозується на глибинах до 3-х км, в т. по комплексах:

у девонському – 33,1 млн. т УП;

у силурійському – 13,7 млн.т УП;

у кембрійському – 46,6 млн. т УП.

Найбільшими щільностями прогнозних ресурсів характеризується Волинський і Бузький нафтогазоносні райони, де очікуються найбільш перспективні об'єкти.

Вважаємо, що намічений комплекс геофізичних досліджень, з використанням новітніх методик спостереження в комплексі з обробкою отриманої інформації з застосуванням сучасних програмних продуктів, може стати вихідним при розробці програми і організації

цілеспрямованих науково-дослідних робіт з пошуків перспективних об'єктів в палеорифах силурійського комплексу.

З метою підготовки виявлених пасток ВВ до постановки пошукового буріння необхідно виконувати сейсморозвідувальні роботи за витриманою сіткою профілів конкретно на кожному об'єкті.

Орієнтовний обсяг сейсморозвідувальних робіт складає:

- по Волинському нафтогазоносному району (НГР), в т.ч. на прогнозних структурах – 868 км, на виявлених – 258 км;

- по Подільському перспективному району (ПР), в т.ч. на прогнозних структурах – 324 км, на виявлених – 222 км;

- по Бузькому газонасному району (ГР), в т.ч. на прогнозних структурах – 402 км, на виявлених – 152 км;

- по Нестерівському перспективному району (ПР), в т.ч. на прогнозних структурах – 350 км.

При виконанні цих рекомендацій особливу увагу приділяти вузлам перетину розвитку палеорифів з поперечними до неї підняттями, що намічені на структурній карті покрівлі малиновецького горизонту верхнього силуру.



УДК 550.832

ОЦІНКА ХАРАКТЕРУ НАСИЧЕННЯ ПЛАСТІВ І ПРОГНОЗУВАННЯ СКЛАДУ ПРИТОКУ ЗА ДАНИМИ КАРОТАЖУ З ЗАСТОСУВАННЯМ КРИТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ ЇХ ВОДОНАСИЧЕНОСТІ

Федоришин Д.Д., д. геол. н, професор, geophys@nung.edu.ua;

Трубенко О.М., к. геол. н., доцент, geotom@nung.edu.ua;

Федоришин С.Д., к. геол. н., доцент, geophys@nung.edu.ua;

Федоришин Д.С., geophys@nung.edu.ua,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Проаналізовано та обґрунтовано вплив електричних параметрів різного типу насичення порід-колекторів на прогноз складу притоку в процесі розкриття покладу. Використання встановлених кореляційних рівнянь дозволяє достовірно оцінити тип насичуючого флюїду газових та газоконденсатних родовищ. Окрім цього створюються передумови оптимізації комплексу електричних методів, на стадії пошуку та розвідки вуглеводнів.

ESTIMATION THE NATURE OF FORMATION SATURATION AND FORECASTING OF INFLOW COMPOSITION ACCORDING TO LOGGING DATA WITH USING THE CRITICAL VALUES OF THEIR WATER SATURATION

Fedoryshyn D., Dr. Sci. (Geol.), Professor, geophys@nung.edu.ua;

Trubenko O., Cand. Sci. (Geol.), Associate Professor, geotom@nung.edu.ua;

Fedoryshyn S., Cand. Sci. (Geol.), Associate Professor, geophys@nung.edu.ua;

Fedoryshyn D., geophys@nung.edu.ua,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The influence of electric parameters of different types of reservoir saturation on inflow composition forecast in the process of deposit opening is analyzed and substantiated. The use of the established correlation equations allows to reliably estimate the type of saturating fluid of gas and gas condensate fields. In addition, the preconditions for optimizing the complex of electrical methods at the stage of prospecting and exploration of hydrocarbons are created.

У роботі [1] авторами запропонована методика визначення характеру насичення і складу притоку флюїду, а також оцінки пористості, нафтонасиченості та проникності порід-колекторів. На основі аналізу граничних значень водонасиченості для теригенних порід-колекторів різних родовищ встановлено, що ці характеристики для однотипних колекторів різних родовищ наближено однакові. У зв'язку з цим, на початковому етапі пошуків та розвідки вуглеводнів для оцінки колекторів, визначення характеру їх насичення, а також очікуваного притоку флюїдів, можна застосувати емпіричні формули (1, 2, 3), які отримані з урахуванням значень водонасиченості:

$$K_{\text{в}}^* = K_{\text{в.св.}} + 0,27 \cdot (1 - K_{\text{в.зв.}}) \quad (1)$$

$$K_{\text{в.кр.}} = K_{\text{в.св.}} + 0,54 \cdot (1 - K_{\text{в.зв.}}) \quad (2)$$

$$K_{\text{в.}}^{**} = K_{\text{в.св.}} + 0,8 \cdot (1 - K_{\text{в.зв.}}) \quad (3)$$

де $K_{\text{в}}^*$, $K_{\text{в.кр.}}$, $K_{\text{в.}}^{**}$ – коефіцієнти критичних значень водонасиченості, які відповідають межах: чистий продукт з невеликим вмістом води; продукт з деяким вмістом води та вода з деяким вмістом продукту; вода з деяким вмістом продукту – чиста вода;

$K_{\text{в.зв.}}$ – коефіцієнт зв'язаної водонасиченості досліджуваних порід-колекторів, які часто відповідають коефіцієнту залишкової водонасиченості і не понижуються в умовах досліджень.

Для продуктивних відкладів Русько-Комарівського газового родовища використавши дані експериментальних досліджень взірців керну, було отримано статистичний зв'язок між



коефіцієнтом залишкової водонасиченості $K_{в.з.}$ і коефіцієнтом відкритої пористості. Рівняння регресії цього зв'язку набуває вигляду:

$$K_{в.з.} = 106,2 - 5,28 \cdot K_{в.п.} + 0,0684 \cdot K_{в.п.}^2, \quad r = -0,92 \quad (4)$$

де $K_{в.з.}$ – коефіцієнт залишкової водонасиченості, %;

$K_{в.п.}$ – коефіцієнт відкритої пористості, %.

Підставивши рівняння (4) замість $K_{в.з.}$ у формулах (1-3) отримуємо рівняння для розрахунку значень величин $K_{в.}^*$, $K_{в.кр.}$ і $K_{в.}^{**}$ за пористістю досліджуваних порід-колекторів:

$$K_{в.}^* = 104,5 - 3,854 \cdot K_{в.п.} + 0,0499 \cdot K_{в.п.}^2 \quad (5)$$

$$K_{в.кр.} = 102,9 - 2,429 \cdot K_{в.п.} + 0,0315 \cdot K_{в.п.}^2 \quad (6)$$

$$K_{в.}^{**} = 101,2 - 1,056 \cdot K_{в.п.} + 0,0137 \cdot K_{в.п.}^2 \quad (7)$$

На основі оцінки достовірності встановлених петрофізичних статистичних побудов отриманих шляхом аналітичної інтерпретації даних ГДС в межах Русько-Комарівського газового родовища, встановлено наступні кореляційні рівняння для пісковиків баденського і сарматського ярусів відповідно рівняння (8) і (9):

$$\rho_{в.п.} \cdot \rho_{в.}^{-1} = 0,9 \cdot K_{в.п.}^{-1,95} \quad (8)$$

$$\rho_{п.} \cdot \rho_{в.}^{-1} = K_{в.}^{-1,68} \quad (9)$$

де $\rho_{в.п.}$ – питомий електричний опір гірської породи при 100 % водонасиченості її порового простору, Ом·м;

$\rho_{в.}$ – питомий електричний опір водонасиченої породи, Ом·м;

$\rho_{п.}$ – питомий електричний опір газонасиченої породи, Ом·м;

P – відносний параметр пористості;

$K_{в.п.}$ – коефіцієнт пористості, %;

$K_{в.}$ – коефіцієнт водонасиченості, %;

У результаті перетворень рівнянь (8) і (9) з врахуванням питомого електричного опору пластової води на глибині залягання продуктивних пластів отримуємо рівняння:

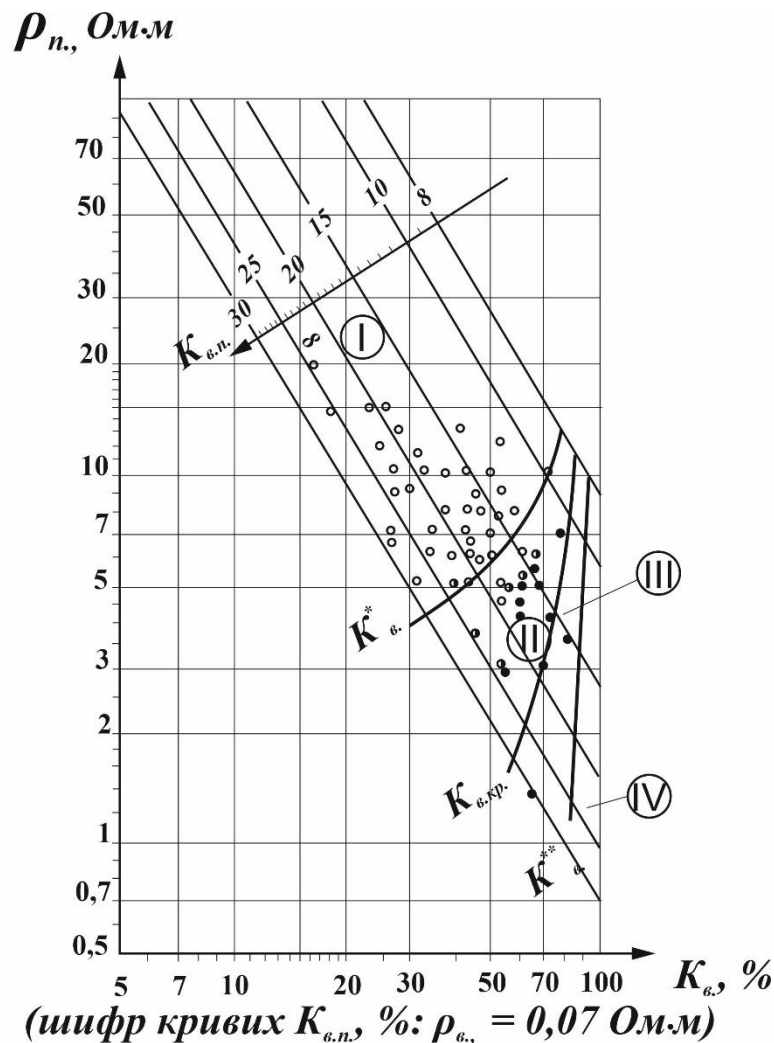
$$\rho_{п.} = 0,064 \cdot K_{в.п.}^{-1,95} \cdot K_{в.}^{-1,68} \quad (9)$$

Використавши рівняння (4, 5, 6, 7 та 9) можна розрахувати показники критичних значень водонасиченості і відповідні їм значення питомого електричного опору пластів-колекторів у межах Русько-Комарівського газового родовища. Результати такого розрахунку наведені у таблиці 1, за отриманими даними побудована номограма, що представлена на рисунку 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку критичних значень водонасиченості та електричного опору порід-колекторів Русько-Комарівського газового родовища

$K_{в.п.}, \%$	$K_{в.}^*, \%$	$K_{в.кр.}, \%$	$K_{в.}^{**}, \%$	$\rho_{п.}^*$	$\rho_{п.кр.}$	$\rho_{п.}^{**}$
30	34	58	82	4,1	1,67	0,93
25	39	62	83	4,6	2,1	1,3
20	47	67	86	5,2	2,9	1,9
15	58	74	88	6,5	4,3	3,2
12	65	78	91	8,2	6,1	4,7
10	71	82	92	10,1	7,9	6,6
8	77	85	94	13,7	11,6	9,8



Умовні позначення:

I-IV - області колекторів, які при випробуванні
очікується отримати відповідно (на прикладі
Русько-Комарівського родовища):

- - чистий газ;
- ◐ - газ з водою;
- - чисту воду.

**Рис. 1. Номограма для прогнозування складу притоку із сармат-баденських відкладів
Закарпатського прогину**

Використання побудованої номограми за даними електричного каротажу і інших методів дозволяє достовірно оцінити пористість порід-колекторів. Дана номограма також дозволяє оперативно робити прогноз перспектив очікуваного покладу у літолого-стратиграфічному розрізі сармат-баденських відкладів на інших газових родовищах Карпатської нафтогазоносної провінції.



УДК 504.61

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Федорович І.В., к. екон. н., доцент, iryna.fedorovych@nung.edu.ua;

Метешоп І.М., к. екон. н., доцент, metoshop07@ukr.net;

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м.Івано-Франківськ, Україна

В дослідженні основну увагу зосереджено на питаннях моделювання та прогнозування показників надійності транспортування природного газу трубопроводами, що сьогодні стає особливо актуальним через вимоги до надійної роботи системи. Доведено, що основною проблемою, що призводить до зниження надійності процесу транспортування газу, є значне погіршення стану основних засобів, що вимагає вкладення значних фінансових ресурсів в газотранспортну систему України. У роботі обґрунтовується можливість підвищення надійності експлуатації ділянки лінії магістральних газопроводів за допомогою якісної системи ремонтів та модернізації обладнання. Основним фактором, що дозволяє зменшити кількість аварій, вважається своєчасне виявлення пошкоджень на газопроводах та їх прогнозування.

MODELING AND FORECASTING OF NATURAL GAS TRANSPORTATION RELIABILITY INDICATORS

Fedorovych I., Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, iryna.fedorovych@nung.edu.ua;

Metoshop I., Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, metoshop07@ukr.net,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The study focuses on modeling and forecasting the reliability of natural gas transportation through pipelines, which is becoming especially relevant today due to the requirements for reliable operation of the system. It is proved that the main problem that leads to a decrease in the reliability of the gas transportation process is a significant deterioration of fixed assets, which requires the investment of significant financial resources in the gas transmission system of Ukraine. The paper substantiates the possibility of increasing the reliability of operation of the section of the main gas pipeline line with the help of a quality system of repairs and modernization of equipment. The main factor that reduces the number of accidents is the timely detection of damage to gas pipelines and their forecasting.

Найважливішим завданням системи енергетичної безпеки України є забезпечення надійності роботи газотранспортної системи. Утримувати її в належному стані та запобігати передчасному старінню технічно складно і дорого. Основними причинами значних витрат на ремонт газопровідної системи та їх різкого збільшення за останні роки є:

- збільшення середнього експлуатаційного віку газопроводів;
- велика кількість газопроводів розміщена у районах з високою кислотністю ґрунтів та заболоченістю.

Ось чому ці проблеми вимагають глибшого вивчення та економічного обґрунтування, щоб зменшити фінансові витрати та отримати економічні вигоди. Ці обставини підкреслюють велику актуальність та важливість дослідження економічних проблем ремонту газопроводів. Нестача фінансових ресурсів підприємства призводить до пошуку альтернативних варіантів вирішення проблем. Один із таких варіантів полягає в моделюванні та прогнозуванні показників надійності роботи газопроводів.

Багато науковців та практиків все більше уваги приділяють дослідженню проблем, пов'язаних з надійним та безпечним постачанням паливно-енергетичних ресурсів. Зокрема, Автор [1] робить висновок у дослідженні, що відсутність ринкових механізмів негативно впливає на енергетичну безпеку країни та стверджує, що інтеграція України до європейського газового ринку та зменшення двосторонньої російсько-української залежності нейтралізують усі занепокоєння щодо регіональної енергетичної безпеки у Східній Європі. Автори [2] у своїй роботі доводять, що енергетична безпека України є незадовільною, і, використовуючи статистичний аналіз, проводять детальний аналіз постачання природного газу в Україну. Прогнози щодо видобутку, імпорту та транзиту газу в країні на 2018-2025 роки розраховуються на основі економічних та математичних



підходів. Вчені роблять висновок, що уряд повинен ретельно і прозоро підходити до переговорних процесів з іншими країнами, зацікавленими у спільних проектах з видобутку та транспортування газу. Потенціали вивчення впливу відмов та коефіцієнтів відновлення на інтегральну надійність газорозподільних систем також розглядаються вченими [3]. У своїх дослідженнях вчені [4] розробили комплексну оцінку ризиків експлуатації газопроводів, що дозволяє прогнозувати аварії на газопроводах та їх можливі наслідки. Автори [5], у свою чергу, запропонували складний метод кількісного аналізу ризику для газотранспортної системи, який складається з оцінки ймовірності аварії, аналізу наслідків та оцінки ризиків.

Актуальність даної проблеми, її теоретичне та практичне значення, відсутність єдиного науково-методичного підходу, здатного оцінити, змодельовати та спрогнозувати показники надійності транспортування природного газу зважаючи на технічні умови, ризики, політичні процеси та організаційно-економічні засади зумовило вибір теми дослідження.

Метою дослідження є подальший розвиток теоретичних положень щодо моделювання та прогнозування показників надійності транспортування природного газу та розробка практичних рекомендацій підвищення рівня надійності роботи газотранспортної системи України.

Основні характеристики надійності газопроводів: безвідмовність, довговічність та ремонтоздатність. Газопровідні лінії можуть перебувати в одному з таких станів: - завантажений, - плановий профілактичний ремонт, - вимушений (аварійний) час простою. В результаті впливу різних зовнішніх факторів випадкового характеру газопроводи в процесі експлуатації переходять з одного стану в інший. Перехід здійснюється у випадкові моменти. Лише іноді можна передбачити точний час перебування газопроводів. Але навіть незважаючи на це, існує невизначеність щодо настання моменту зміни стану.

Стійкість газотранспортної системи визначається матеріальною базою, яка включає газоперекачувальну техніку та лінійну частину магістральних газопроводів. Прогнози аварій газопроводів та швидке усунення наслідків аварій особливо актуальні на сучасних потужних газопроводах.

Визначення економічних збитків, спричинених аваріями, є важливим для газотранспортних підприємств. Економічні ризики не підлягають обов'язковій оцінці керуючими органами. Отже, дозволені рівні цих ризиків не регулюються. Запропоновано модель оцінки економічних ризиків на основі економічної доцільності та ефективності подальшої експлуатації газопроводу. Ми вважаємо економічні збитки, спричинені визначенням аварійних ситуацій, є особливо важливими для газотранспортних підприємств.

Пропонуємо визначити економічні збитки підприємства за такими напрямками:

Основними втратами від відмов газопроводу є вартість прямих втрат газу L_d , втрати під час простою газопроводу L_{dt} та вартість ремонту L_r . Він також включає втрати від можливого пошкодження технічних споруд та комунікацій, перетину газопроводу на місці аварії L_t та соціальні витрати, спричинені можливим переміщенням людей або відновленням будівель L_s .

Втрати газу від аварій на газопроводі в грошовому вираженні становлять:

$$L_d = (V_1 + V_2) \cdot P_g \quad (1),$$

де V_1 - обсяг газу, що виходить з трубопроводу до моменту закриття кранів;

V_2 - обсяг газу, що виходить із трубопроводу після закриття кранів до повного випуску трубопроводу;

P_g - ціна 1 кубічного метра газу.

Фінансові втрати від нещасних випадків вважаються одним з основних критеріїв, що визначають стратегію фінансування ремонтних робіт ЛЧМГ. Прогнозування величини збитків на ділянці газопроводу у разі аварій визначає пріоритетність у фінансуванні ремонтних робіт ділянки. Беручи до уваги той факт, що вартість газу зростає, необхідно визначити фінансові збитки підприємства за обсягом втраченого газу, а також основні фактори, що призвели до аварій на об'єктах, що досліджуються. Складність алгоритму оцінки збитків від аварій на ЛЧМГ в першу



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

чергу полягає в тому, що його величина залежить від безлічі різних факторів (діаметр газопроводу, його довжина, умови прокладання, вік газопроводу тощо). Такі обставини спонукають розглядати втрати як випадкову величину.

Запобігання виникання аварійних ситуацій можливе в результаті якісних ремонтних робіт (роботи з заміни або ремонту газопроводу, значення параметра якого наближалось до межі) та вчасної діагностики, що вимагає фінансових вкладень та високоосвіченого персоналу. Обладнання, яке не лише фізично, але й морально застаріло призводить до частих зупинок у роботі та аварійних ситуацій, також воно експлуатується в неекономних режимах. Це призводить до збільшення споживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), а також до збільшення собівартості та витрат.

Для того, щоб прогнозувати подальший розвиток дефектних ділянок газопроводу до моменту виникнення надзвичайної ситуації, необхідно враховувати величину збитків, коли вона фактично настає.

Нами проведено статистичну обробку даних про дефекти газопроводів на основі поточної перевірки. Було встановлено, що відносний рівень відмов та обсяг робіт з капітального ремонту не мають чітко вираженої тенденції, що визначається кризою в економіці, зменшенням обсягів транспортування природного газу та зміною цінової політики на послуги.

Найважливішим показником, що характеризує ефективність експлуатації магістральних газопроводів в контексті енергетичної безпеки країни, є коефіцієнт доступності (надійності).

Проблему передбачається розв'язати шляхом проведення системного аналізу технічного стану газотранспортної системи України, розроблення та здійснення комплексу технічних і організаційних заходів щодо:

- модернізації та реконструкції компресорних станцій;
- реконструкції та капітального ремонту магістральних газопроводів;
- реконструкції і технічного переоснащення газовимірювальних та газорозподільних станцій;
- реконструкції підземних сховищ газу.

Реалізація даних завдань дасть змогу провести комплексну технічну реструктуризацію газотранспортної системи України, що сприятиме:

- надійному та ефективному функціонуванню газотранспортної системи та її інтеграції в загальноєвропейську мережу газопроводів;
- підвищенню рівня безпеки експлуатації газопроводів;
- економії природного газу та скороченню виробничо-технологічних витрат природного газу в результаті переведення газоперекачувальних агрегатів, в яких використовуються газотурбінні та поршневі двигуни, на електропривід або газоперекачувальний агрегат у комбінації з газотурбінним і електроприводом за умови визначення економічної доцільності;
- створенню сприятливого інвестиційного клімату для подальшого розвитку газотранспортної системи;

Висновки за результатами дослідження. Результати дослідження говорять про те, що необхідна технічна реструктуризація галузі, яка дозволить довести міжнародній спільноті, що Україна є надійним партнером в галузі газопостачання, так як держава забезпечує вирішення всіх пріоритетних напрямків розвитку газотранспортної системи.

Список використаних джерел:

1. Sharples, J. D. (2018). The international political economy of eastern european energy security: Russia, ukraine, and the sEuropean union. *Oxford handbook of energy and society* (pp. 137-164) doi:10.1093/oxfordhb/9780190633851.013.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

2. Kharlamova, G., & Stavytskyy, A. (2018). Economic modeling of energy security: Simulation of economic processes (case of Ukraine gas system). Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, 2104 128-143.
3. N. Ilkevich, T. Dzyubina, Z. Kalinina, “Development of analysis methods for ensuring the reliability of gas distribution systems in the problems of complex energy supply”, E3S Web of Conferences, 102, № 02005, 2019. doi: 10.1051/e3sconf/201910202005
4. Z. Luo, Y. Xi, & H. Wang, “Research on comprehensive quantitative risk-assessment of urban nature gas pipeline”, Paper presented at the International Conference on Management Science and Engineering - Annual Conference Proceedings, 2013, 2196-2202. doi:10.1109/ICMSE.2013.6586568
5. Z. Han & W. Weng, “An integrated quantitative risk analysis method for natural gas pipeline network”, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 23(3), 428-436, 2010. doi:10.1016/j.jlp.2010.02.003
6. Zelinska, H., Fedorovych, I., Andrusiv, U., Chernova, O., & Kupalova, H. (2020). Modeling and prediction of the gas pipelines reliability indicators in the context of energy security of Ukraine. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, 2713 415-433 Scopus



УДК 553.98

ПРО ВПЛИВ ДЕЯКИХ ЧИННИКІВ НА ЄМНІСНО-ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИГЕННИХ КОЛЕТОРІВ

*Куровець І.М.¹, к. геол.-мін. н., с. н. с., i.kurovets@gmail.com; Грицик І.І.¹, к. геол.-мін. н., с. н. с.,
Куровець С.С.², д. геол. н., доцент, sergiy.kurovec@gmail.com, Грицан І.Ю.²,*

1 – Інститут геології і геохімії горючих копалин, Львів, Україна,

2 – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна)

INFLUENCE OF SOME FACTORS ON THE CAPACITY-FILTRATION CHARACTERISTICS OF TERRIGENE COLLECTORS

Kurovets I.¹, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Senior fellow, i.kurovets@gmail.com,

Gritsyk I.¹, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Senior fellow,

Kurovets S.², Dr. Sci. (Geol.), Associate Professor, sergiy.kurovec@gmail.com; Gritsan I.²,

1 – Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals, Lviv, Ukraine,

2 – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

При формуванні порід-колекторів у розрізах осадових товщ нафтогазоносних провінцій світу важливу роль відіграють геодинамічні процеси, тобто об'єднані в часі та просторі процеси деформування гірських порід, які впливають не тільки на їх деформацію та створення структурних форм-пасток, але й на їх колекторські властивості. Характерною особливістю поширення по площі великих родовищ є їх приуроченість до тектонічних вузлів, особливо до зон перетину розломів

Зміни колекторських властивостей, в основному, пов'язані з геодинамічними процесами розвитку Карпатського регіону, в результаті чого властивостей колектора можуть набути будь-які відклади, не зважаючи на їх літологічну характеристику у відповідних умовах розвитку та залягання. Отже, колекторські властивості породи не мають однозначного зв'язку з речовинним складом, так як вони залежать від двох груп факторів: первинних (генетичних), що пов'язані з речовинним складом порід, і вторинних, зумовлених процесами їх перетворення в результаті геологічних процесів, механізми та вплив яких для відповідних структур різних.

Про вплив даних чинників можемо судити по фактичній характеристиці ємнісно-фільтраційних параметрів продуктивних об'єктів, отриманій на основі даних розробки (дебіт, видобуток, гідродинамічні випробування свердловин та інше). Слід зауважити, що успішне використання методів і принципів гідродинаміки дає добрі результати в оцінці ємнісно-фільтраційних властивостей за умови точних визначень величини тиску не тільки в нафтонасиченій та газовій, але й у водоносній частинах покладу як під час буріння, так і систематично в експлуатаційний період. На жаль, таких замірів проводиться зовсім мало і нерегулярно.

Фізичне підтвердження активного впливу флюїдодинамічних процесів на покращення ємнісно-фільтраційних властивостей внаслідок утворення тріщин дослідив американський геолог Д. Секор. Він вивчав умови утворення тріщин розтягу в земній корі під дією флюїдів і дійшов висновку, що гідророзрив може відбутись у природних умовах, якщо тиск рідини наближається до величини навантаження вищезалеглих порід. Процес зародження тріщини складається з багаточисельних коротких епізодів їх розповсюдження, які чергуються з більш тривалими періодами заповнення їх поровою рідиною за рахунок просочування з навколишніх порід і подальшого розкриття тріщини. Д. Секор вважає, що у більшості випадків породи містять достатньо порової рідини для утворення в них тріщин.

Існує ще одна особливість розвитку тріщин за підвищеного тиску підземних флюїдів. У процесі розтріскування масиву порід скорочується загальна площа непорушених зв'язків



(перемичок між тріщинами). При цьому зростають напруження зсуву у площині, де збереглися зв'язки, що виражається співвідношенням з механіки скельних порід:

$$\frac{\tau' - \tau}{\tau} = \frac{m}{1 - m} \left(1 - f \frac{\delta}{\tau} \right)$$

де τ – напруження зсуву; δ – нормальне напруження, яке дорівнює гідростатичному навантаженню; f – коефіцієнт тертя; m – коефіцієнт доли робочої площі січення, яке відноситься до тріщин.

Ця формула справедлива для сухих порід. У випадку заповнення порового простору разом з тріщинами рідиною, в неї необхідно внести тиск порової води – ρ і співвідношення матиме наступний вигляд:

$$\frac{\tau' - \tau}{\tau} = \frac{m}{1 - m} \left(1 - f \frac{\delta - \rho}{\tau} \right),$$

тобто відносний ріст напружень зсуву збільшиться при зростанні порового тиску. Відповідно, зростання тиску флюїду сприяє більш швидкому зростанню розтріскування масиву, в т.ч. коли тиск менший геостатичного.

Таким чином, з підвищенням тиску рідини в порово-тріщинуватому середовищі зменшується фрикційний опір зсуву, що полегшує розтріскування породи. При досягненні тиском відповідної величини подальший розвиток тріщин проходить під дією гідравлічного розриву. Окрім того, на хід деформації впливають фізико-хімічні процеси, зокрема явище адсорбційного пониження міцності твердих тіл, відкрите Ребіндером. Міцність твердих тіл залежить від так званої поверхневої енергії. Вона істотно знижується під дією поверхневоактивних речовин, які абсорбуються на вільній поверхні твердого тіла і зменшують його міцність. Під впливом поверхневоактивних речовин змінюється характер деформацій – пластичний стан переходить у крихкий, що прискорює руйнування. В якості понижувача твердості можуть виступати пластові води із вмістом хлористого натрію, соди та деяких інших солей.

Отже, утворення тріщин під дією флюїдів може відбутися в природних умовах, якщо під тиском флюїду проходить розтріскування масиву порід, скорочується загальна площа перемичок непорушених зв'язків, що викликає ріст напружень і сприяє швидкому розтріскуванню масиву не тільки у випадку досягнення тиском величини гірського, але й за менших тисків порового флюїду.

Фізичні процеси, що протікають у різних товщах, проявляються як зміною форми залягання, так і властивостями порід. Нами проведені експериментальні дослідження на зразках керна циліндричної форми з центральним отвором в умовах впливу тиску води на величину проникності при зміні радіальних напрямків струменів потоку – конвергентним і дивергентним. У випробуваннях першого типу по периферії зразка підтримувався тиск більшим, ніж в отворі усередині зразка, а в другому навпаки – в центральному отворі тиск був більший, при цьому лінії струменів потоку залишалися ті ж, що і в попередньому, але із зворотним знаком. Напруження в зразку породи пропорційні величині тиску рідини, але в першому випадку вони були стискувальними, а в другому – розтягувальними.

Отримані результати (рис. 1) дозволяють оцінити вплив напружень на проникність зразка породи. Порівняння результатів дослідів на фільтрацію в породах із «гранулярними» порами і розвиненою тріщинуватістю показало, що для породи першого типу (пісковик) коефіцієнт фільтрації K_n є однаковим як при конвергентному, так і при дивергентному русі води. Величина проникності залишалася постійною, і досліди мали повністю зворотний характер до тих пір, поки в зразку не починали розвиватися деформації розтягування, які призводили до його руйнування (зр-51, зр-25, зр-120).

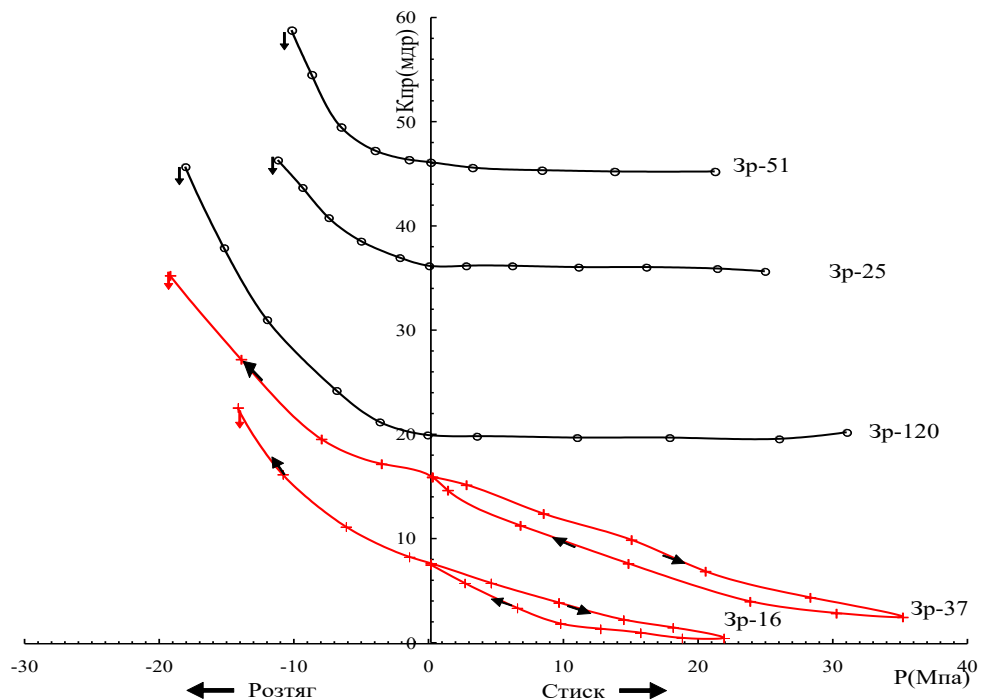


Рис. 1. Результати досліджень зразків порід з різним типом порового простору на радіальну фільтрацію

Зразки (зр-16, зр-37) представлені шаруватими породами, в яких чергуються прошарки різнозернистих алевритів потужністю 1–0,5 мм, з великою кількістю тонких тріщин і макротріщин, паралельних до нашарування, і їхня проникність різко зменшувалася із зростанням тиску. Процес мав зворотний характер. Із зміною напрямку фільтрації проникність швидко збільшувалася до тих пір, поки не відбувався розрив зразка. Перехід від стиску до розтягу протікав поступово, і на кривій залежностей різкого перелому немає. В області розтягу характер процесу був незворотним, що добре помітно на кривих, але він знову ставав зворотним з переходом на стиск.

Згідно з проведеними експериментами можна зробити висновок, що в породах з гранулярною пористістю коефіцієнт фільтрації мало залежить від тиску флюїду, і навпаки, він помітно зменшується із збільшенням напору за наявності в породі мікротріщин, витягнутих в одному напрямі, наприклад за нашаруванням. Очевидно, із збільшенням тиску в тріщинах зразка відбуваються зміни режиму фільтрації з ламінарного на турбулентний і вони зникають, що відображає відповідність результатів експерименту і результатів промислових досліджень свердловин, і в обох випадках вказує на присутність тріщин у поровому середовищі. Також нами були проведені експериментальні дослідження проникності зразків у різному напруженому стані.

У результаті був виявлений процес збільшення мікротріщинуватості породи від навантаження до появи на випробовуваному зразку зовнішніх ознак руйнування на основі відповідних змін проникності (рис. 2). На кривих проникність-напруження чітко фіксується границя величини навантаження, після якого починався розвиток мікротріщин. У нашому випадку величина критичного напруження не перевищувала 20–25 % руйнівного.

Таким чином, при збільшенні порового тиску рідина, яка насичує породу, зменшує її міцність, при цьому зростає деформаційне розуцільнення. Воно пов'язане з мікротріщиноутворенням, особливо за аномально високого пластового тиску, а напруження, які забезпечують такий процес, згідно з нашими дослідженнями, набагато менші від параметрів міцності повітряносухих порід аналогічного складу.

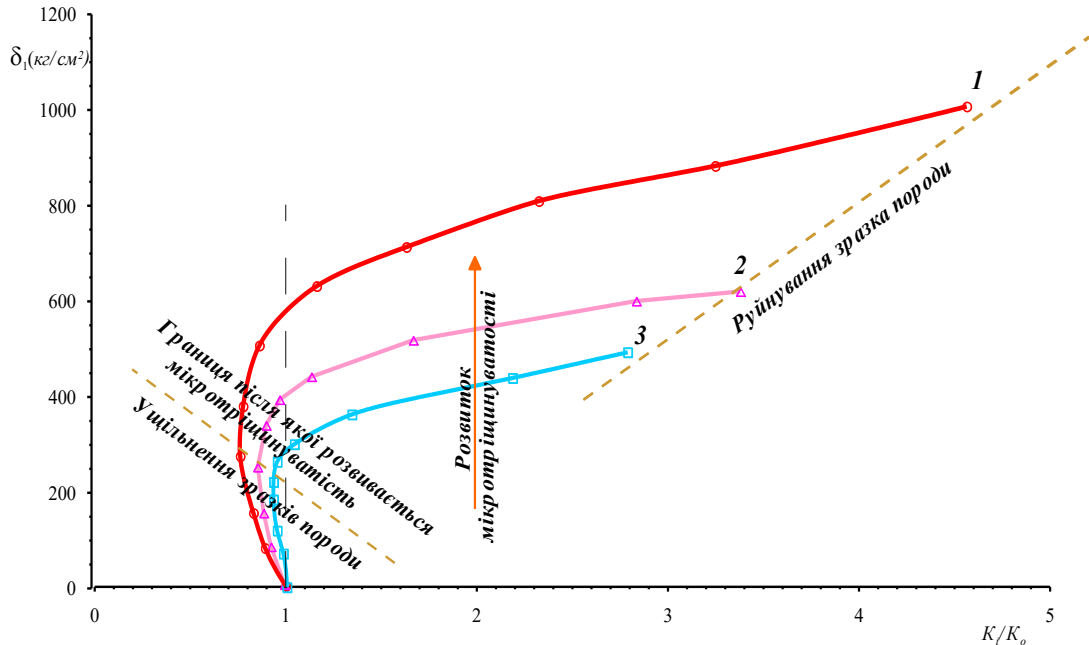


Рис. 2. Вплив складнонапруженого $\sigma_1 > (\sigma_2 = \sigma_3)$ стану на характер зміни порового простору в зразку породи – спочатку проходить ущільнення породи, а після досягнення відповідного навантаження для даної породи розвивається мікротріщини, за рахунок яких збільшується проникність і відбувається до тих пір, поки навантаження не досягне руйнівного (K_0 – проникність при нормальних умовах; K_i – проникність при відповідному навантаженні)

Для утворення колектора в щільних породах необхідні достатня кількість рідини та відповідний тиск, що можливо в шаруватих породах з чергуванням щільних і глинистих прошарків. При збільшенні тиску глинисті породи є постачальниками води, яка в щільних прошарках зменшує їх міцність та викликає розущільнення. За таких умов повинно втримуватись відповідне співвідношення потужності прошарків для даної глибини, будь-які відхилення можуть вивести систему з рівноваги і процес зміни ємнісно-фільтраційних властивостей може проходити в напрямку розущільнення чи, навпаки, ущільнення. Отже, тонкошаруватий характер розрізу відкладів є важливою передумовою формування корисної ємності в ослаблених зонах на границях різних літотипів, що веде до формування пошарової тріщинуватості. Такій характеристиці розрізу найбільш відповідають відклади менілітового віку, продуктивні товщі яких представлені в основному перешаруванням малопотужних зцементованих піщаників, аргілітів або інших малопроникних шарів, складених алеврито-піщаними різновидностями та аргілітовими прошарками, де неможливо говорити про рівномірність, ізотропність гранулярної порової системи чи її наявність як такої. Покращення ємнісно-фільтраційних властивостей пов'язане зокрема з геодинамічними процесами розвитку Карпатського регіону, в результаті яких властивостей колектора можуть набути різні відклади у відповідних умовах їх розвитку та залягання, не зважаючи на їх літологічну характеристику.

**ЕКОЛОГІЧНІ ПИТАННЯ
У ЗВ'ЯЗКУ З РОЗРОБКОЮ
РОДОВИЩ
КОРИСНИХ КОПАЛИН**





УДК 54.2.66.061.3

ПРИРОДНІ ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ЕВОЛЮЦІЇ ВИЙМКИ СІРЧАНОГО КАР'ЄРУ У СТІЙКУ ВОДНУ ЕКОСИСТЕМУ ТА ПОТЕНЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА АКВАТОРІЮ І ПРИБЕРЕЖНІ ЛАНДШАФТИ ОЗЕРА ЯВОРІВСЬКЕ

Дяків В.О.¹, к. геол. н., доцент, dyakiv@yahoo.com;
Брода А.А.², студентка, anastasiabroda16@gmail.com;
Думич О.Я.², к. біол. н., доцент, oks_dum@ukr.net;
Ковальчук М.М.³, myrkoval@ukr.net;
Яремович М.В.⁴, mishayaremovich@gmail.com;

1 – ЛНУ імені Івана Франка; ТзОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ», Львів, Україна;

2 – ЛНУ імені Івана Франка, Львів, Україна;

3 – ТзОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ», Львів, Україна;

4 – ТзОВ «Геол-тех», Львів, Україна

Подано результати моніторингових досліджень акваторії, узбережжя та прилеглих до Яворівського озера територій. Встановлено, що природні трансформаційні процеси сприяли формуванню стійкої водної екосистеми зі специфічним сульфатно-кальцієвим хімічним складом озерної води, її гідрохімічною стратифікацією на три водні товщі (кисневу, перехідну та сірководневу), що нагадує стратифікацію Чорного моря. Встановлено найважливіші джерела потенційного антропогенного впливу на акваторію, узбережжя та прилеглі до Яворівського озера території в останні роки, зокрема рекреаційне, водно-спортивне, риболовне використання ресурсів, будівництво на узбережжі відпочинкових, розважальних, житлових та промислових об'єктів, зведення на північно-східному березі та на двох відвальних горбах (Окілки та Шоти) трьох крупних сонячних електростанцій загальною площею 335 га та міське сміттєзвалище Новояворівська із найбільш негативним впливом на стан довкілля.

NATURAL TRANSFORMATION PROCESSES OF EVOLUTION OF SULFUR QUARRY EXCAVATION INTO STABLE AQUATIC ECOSYSTEM AND POTENTIAL SOURCES OF ANTHROPOGENOUS IMPACT ON THE WATER AREA AND COASTAL LANDSCAPE OF LAKE YAVORIVSKE

Dyakiv V.¹, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., dyakiv@yahoo.com;
Broda A.², student, anastasiabroda16@gmail.com;
Dumych O.², Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., e-mail: oks_dum@ukr.net;
Kovalchuk M.³, myrkoval@ukr.net;
Yaremovich M.⁴, mishayaremovich@gmail.com;

1 – Ivan Franko National University of Lviv, "Institute "GIRHIMPROM" LLC, Lviv, Ukraine;

2 – Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine;

3 – LLD "Institute" GIRHIMPROM ", Lviv, Ukraine;

4 – LLC "Geol-tech", Lviv, Ukraine

The results of monitoring studies of the water area, coast and adjacent to Yavoriv Lake territories are presented. It is established that natural transformation processes contributed to the formation of a stable aquatic ecosystem with a specific sulfate-calcium chemical composition of lake water, its hydrochemical stratification into three water layers (oxygen, transition and hydrogen sulfide), resembling the stratification of the Black Sea. The most important sources of potential anthropogenic impact on the water area, coast and adjacent to Yavoriv Lake territories have been identified in recent years, including recreational, water sports, fishing use of resources, construction of recreational, entertainment, residential and industrial facilities on the coast, construction on the northeast shore and on two dump hills (Okilky and Shoty) of three large solar power plants with a total area of 335 hectares and the Novoyavorivsk municipal landfill with most negative impact on the environment.

У грудні 2006 року завершилось затоплення Яворівського сірчаного кар'єру та сформувалось найбільша на території Львівщини водойма – озеро Яворівське. Унікальність цієї водойми та прилеглих територій полягає у тому, що його затоплення відбувалось без відсіпки глинистого екрану, а рекультивація порушеного ландшафту – за рахунок процесів



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

самовідновлення при мінімальному техногенному втручанні. На сьогодні техногенний ландшафт Яворівського сірчаного кар'єра та внутрішніх відвалів розкривних порід змінений на рекультивовані аквальні та субаквальні ландшафти водного плеса Яворівського озера та його узбережжя.

Крім унікальних і специфічних проблем цього озера, таких як сірководневий склад нижніх водних товщ, надзвичайно актуальним є комплексне вивчення природних трансформаційних процесів, які відбулись та продовжуються після затоплення виїмки сірчаного кар'єру, а також виявлення потенційних загроз негативного антропогенного впливу на екологічний стан озера Яворівське та напрацювання науково-обґрунтованих рекомендацій із запобігання ймовірних негативних наслідків.

Специфічні особливості геологічної будови, просторового положення відвалів, характер взаємодії вод з ґрунтами та кліматичні особливості зумовили відновлення динамічної рівноваги ландшафтів лише після стабілізації інженерно-геологічних умов. Адже кожен техногенний ландшафт має дві фази розвитку – техногенного створення і посттехногенної трансформації. У випадку посттехногенної трансформації сірчаного кар'єру його еволюція відбувалась внаслідок затоплення та активізації екзогенних геологічних процесів: зсувів, берегової абразії, акумулювання донних відкладів.

Оцінити спрямованість та часові темпи процесів, що відбуваються в затопленому кар'єрі, можна за рахунок дослідження їх динаміки в нерівноважній системі. У зв'язку з перспективою подальшого рекреаційного використання, територія навколо Яворівського озера потребує детальних комплексних досліджень на предмет стабільності узбережжя та формування стійкої екосистеми водойми. Адже на сьогоднішній день ці процеси тривають, при цьому на них накладаються негативні наслідки посилення антропогенного впливу.

Складність природних умов, недостатня вивченість процесів, їх непередбачуваний характер потребують проведення детальних досліджень. Для контролю за станом геологічного та водного середовищ на відновлених територіях і акваторіях Яворівського ДГХП «Сірка» (нині ДП «Екотрансенерго») передбачено проведення моніторингових спостережень за динамічними змінами екосистеми озера, берегової лінії, узбережжя, надводної частини внутрішніх відвалів, прибережного контуру зовнішніх відвалів, оселищ птахів, ділянок забудови як на березі озера, так і на певній віддалі від нього існуючих, так і проєктованих споруд та будівель.

Актуальність проведених досліджень також визначається посиленням таких антропогенних впливів як рекреаційне, водно-спортивне, рибальське використання ресурсів Яворівського озера, будівництво на узбережжі відпочинкових, розважальних, житлових та промислових об'єктів, зведення на північно-східному березі та на двох відвальних горбах (Окілки та Шоти) трьох крупних сонячних електростанцій, проєктоване будівництво Яворівської вітроелектростанції та невизначеність щодо напрямків використання водойми без затвердженого генерального плану.

Метою роботи є аналіз накопичених багаторічних результатів моніторингових спостережень за екологічним станом акваторії та прибережних ландшафтів Яворівського озера, опис джерел антропогенного впливу на досліджувану територію, відстеження динаміки змін у часі та просторі за умов, що склалися після затоплення кар'єрної виїмки. Робота виконана на основі результатів польових досліджень озера Яворівське, проведених з 2006 по 2021 р.р., та узагальненню отриманих даних.

Яворівський кар'єр, який експлуатувався із 1964 р., вважався найбільшим сірчаным кар'єром у світі із площею по зовнішньому контуру 932 га, об'ємом виробленого простору: 402 млн. м³, із яких 92 млн. м³ були заповнені внутрішніми відвалами, а також трьома зовнішніми відвалами (Окілки, Шоти та Мурини – на місці колишніх одноіменних сіл), гідровідвалу та хвостосховищ. Видобуток сірки з Яворівського кар'єру припинений у 1993 р. внаслідок зменшення попиту на сірку. До 2000 р. кар'єр підтримували в стані сухої консервації. Затоплення кар'єру розпочалося 10 серпня 2001 р. внаслідок відключення електропостачання. До 16 листопада



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

2001 р. рівень води піднявся до відмітки 182 м. Після того відкачку води відновили, підтримуючи вказану відмітку, що давало можливість продовжувати гірничі роботи у південній частині кар'єру. Північна частина (Центральний кар'єр) на той час була вже затоплена внаслідок аварійного прориву греблі ставка Якша-2 і вода знаходилася на відмітці 180 м. Відкачку продовжували до 15 травня 2002 р., коли було остаточно прийняте рішення про закриття кар'єру і його затоплення згідно з проєктом, розробленим «Інститутом «ГІРХІМПРОМ» щодо ліквідації кар'єру і відновлення порушеного ландшафту.

До весни 2002 р. виїмку затоплювали підземні води та атмосферні опади, а також річка Якша. 27 червня 2002 р. відновлено русло річки Шкло від водосховища Новий Яр до кар'єру і почалося затоплення виїмки річковими водами. Заплановане затоплення досягло планової відмітки у грудні 2006 р. внаслідок чого р. Шкло потекла старим руслом.

Як наслідок затоплення атмосферними, підземними та поверхневими річковими водами (р. Шкло, р. Якша, частково р. Гноєнець) на місці виїмки сірчаного кар'єру Язівського родовища самородної сірки, який розроблявся Яворівським Державним гірничо-хімічним підприємством «Сірка», сформувалось озеро Яворівське із максимальною глибиною 84 м у районі Центрального зумпфа у східній частині водойми, з об'ємом накопичених озерних вод 198 млн м³ та площею водного дзеркала 694,2 га (рис. 1).

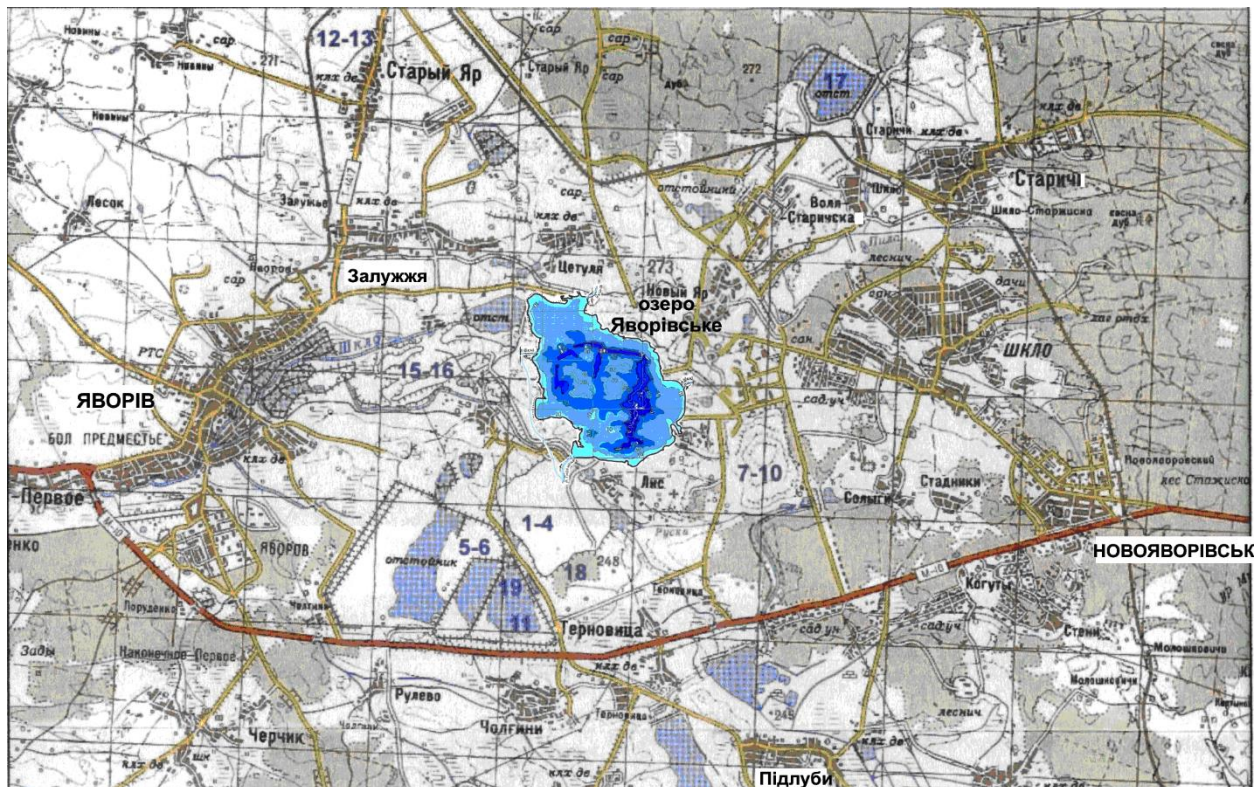


Рис. 1. Озеро Яворівське на топографічній карті.

Природні трансформаційні процеси. Затоплення Яворівського сірчаного кар'єру різними за складом та співвідношеннями у водному балансі атмосферними, підземними та поверхневими (річковими) водами, їхня взаємодія із вміщуючи ми породами, призвели до формування специфічного хімічного складу озерних вод із трьома яскраво вираженими водними товщами, насиченими відповідно розчиненими у воді киснем (верхня водна товща до глибини 17-22 м) та сірководнем (нижня водна товща від глибини 25-30 м і до дна), а також перехідна зона від глибини 17-22 м до глибини 25-30 м.

Такий хімічний склад озерної води був спрогнозований А. М. Гайдіним при підготовці



вихідних даних для розробки комплексного проекту рекультивації [1-5].

У період затоплення притік підземних сірководневих сульфатно-кальцієвих вод із мінералізацією понад 2 г/дм³, які активізували сульфатний карст у межах депресійної лійки навколо кар'єру, із часом суттєво зменшився, а частка гідрокарбонатно-кальцієвих річкових та атмосферних вод збільшилася. Відбувалося змішування вод різного хімічного складу, диференціація за складом та сезонна температурна сегрегація, яка триває і донині [7].

У період затоплення кар'єрної виїмки мінералізація води на поверхні озера щороку зменшувалася: від 2360 мг/дм³ у 2002 р. до 1200 мг/дм³. Після затоплення мінералізація води та вміст сульфатів у верхній водній товщі змінювались від значень відповідно менше 1000 та 500 мг/дм³ до значень понад 1300 мг/дм³ (мінералізація) та майже 700 мг/дм³ (вміст сульфатів). Хімічний склад озерних вод станом на листопад 2017 рік наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Хімічний склад води Яворівського озера станом на листопад 2017 р.
(аналітик М.Ковальчук, лабораторія Наукового Центру ТзОВ «ГІРХІМПРОМ»)**

Глибина	pH	Вміст компонентів, у мг/дм ³											
		Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	NH ₄ ⁺	H ₂ S	Мінерал.
0	7,1	29,7	6,2	308,6	10,9	156,2	25,9	683,8	0,7	1,1	0,00	0,00	1223,1
5	7,45	29,5	6,2	296,9	2,4	148,9	25,5	629,1	0,7	1,3	0,00	0,00	1140,5
10	7,55	29,7	7,1	300,6	2,4	153,8	26,6	682,6	0,6	1,4	0,00	0,00	1204,8
20	7,5	32,4	8,4	316,6	7,3	158,6	27,2	815,3	0,9	2,0	0,00	1,1	1369,8
30	7,35	35,9	8,6	456,9	93,5	288,0	28,6	989,0	2,2	6,9	1,5	21,8	1932,9
40	7,25	38,5	9,4	400,8	55,9	244,1	29,3	865,9	1,4	4,1	1,5	22,7	1673,6
50	7,45	41,1	9,4	537,1	131,2	358,8	30,3	1235,8	2,3	9,4	3,6	22,7	2381,7
60	7,4	41,9	9,8	573,1	149,5	341,7	31,0	1196,9	3,0	9,6	4,2	27,0	2387,7
70	7,55	42,8	10,7	501,0	108,2	329,5	32,1	1034,9	2,1	7,6	2,5	24,1	2095,5
84 дно	7,5	44,0	12,0	561,1	145,8	383,2	34,5	1197,9	1,9	8,3	4,4	25,4	2418,5
Витік	7,65	29,5	6,0	316,6	10,9	153,8	24,1	831,9	0,7	2,7	0,00	0,00	1376,2

Як видно із таблиці 1, унікальність гідрохімічного складу вод Яворівського озера насамперед полягає у тому, що це є по суті міні Чорне море, із верхньою кисневою зоною (до глибини 17-22 м), перехідною киснево-сірководневою зоною (від глибини 17-22 м до глибини 25-30 м) та нижньою сірководневою зоною (від глибини 25-30 м і до дна), а тому потребує особливого підходу до господарського освоєння, рекреаційного та інших видів використання.

Наявність нижньої сірководневої водної товщі має позитивний вплив на якість верхньої водної товщі, оскільки сприяє очищенню озерних вод від важких металів, які при взаємодії із сірководнем перетворюються на нерозчинні сульфіди, що випадають в осад, і за таким геохімічним механізмом вилучають токсичні метали із водного середовища.

Важливим наслідком повного затоплення Яворівського сірчаного кар'єру стало практично повне припинення розвитку техногенно-активізованого сульфатного карсту, який мав місце у тривалий період осушення протягом кількох десятиліть. Нині процеси розчинення гіпсів і ангідритів дещо сповільнились та повернулись до природного стану, який був до початку гірничих робіт.

При затопленні Яворівського кар'єру важливим чинником трансформаційних перетворень були досить активні екзогенні геологічні процеси, насамперед зсуви, опливання, абразія, ерозійний розмив, які по мірі відновлення ґрунтово-рослинного покриву та задерновування інтенсивно пригнічувались. Унаслідок цих процесів обвалений та розмитий ґрунт зносився в озеро, формуючи берегову міліну та гідроізолюючий шар на дні – на ділянках виходу геохімічно-



активних та водорозчинних порід.

Проведені дослідження дають підставу зробити об'єктивну еколого-геологічну оцінку впливу абразійно-денудаційних та акумулятивно-седиментаційних процесів на формування берегової лінії озера Яворівське у процесі затоплення кар'єрної виїмки. Зокрема встановлено, що інтенсивність абразійно-денудаційних та акумулятивно-седиментаційних процесів зменшувалася по мірі підняття рівня води.

Після затоплення та формування задернованого ґрунтово-рослинного покриття абразія, зсуви, опливання не представляють загрози для людей або майна, не зачіпають населених пунктів або відповідальних споруд, окрім кладовища колишнього с.Вільшаниця, яке згідно з проєктом рекультивації перенесене у смт Шкло. Польові дослідження показали, що процеси хвильового розмиву берегів зачіпають лише ділянки піщаних берегів, де при вирівнюванні рельєфу порушується ґрунтово-рослинний покрив, спостерігається абразія, утворення кліфів, обвалів та піщаних пляжів на ділянках північно-східного, північного західного та північного берегів (рис. 2).



Рис. 2. Прояви хвильового розмиву піщаних берегів Яворівського озера на ділянках північно-східного та північного західного узбережжя із порушенням ґрунтово-рослинного покриття, абразією, утворенням кліфів, обвалів та піщаних пляжів

Слід зазначити, що на інших ділянках узбережжя Яворівського озера, берегова лінія стабілізована та характеризується активним «армуванням» як узбережжя, так і прибережної частини ґрунтовою системою вологолюбних рослин (рис. 3).



Рис. 3. Стабілізована ґрунтово-рослинним покривом та «армуванням» ґрунту ґрунтовою системою вологолюбивих рослин берегова лінія Яворівського озера на різних ділянках

До завершення затоплення Яворівського кар'єру вище водної поверхні породи чотирьох внутрішніх відвалів зберігались та деякий час залишались островами їхні привершинні частини. Однак після затоплення, при хвильовій переробці берегів цих привершинних частин внутрішніх відвалів три із чотирьох островів були повністю денудовані внаслідок абразії, зсувів та опливання,



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

виносу та міграції осаду, його седиментації. Натомість найвищий внутрішній відвал у південно-західній частині острова, армований скельними породами, залишився у вигляді острова до наших днів, хоча абразивні та денудаційні процеси там і далі тривають. Як наслідок уже у перші роки після затоплення цей острів став місцем гніздування сотень, а можливо і тисяч перелітних водоплавних риболовних птахів, для яких Яворівське озеро є надійною кормовою базою та сприятливим середовищем для проживання та виведення потомства (рис. 4).



Рис. 4. Острів у південно-західній частині Яворівського озера – вершина одного із чотирьох внутрішніх відвалів, який зазнає інтенсивної абразії та багато років служить місцем мешкання, гніздування та виведення потомства для тисяч перелітних водоплавних риболовних птахів

Проведені дослідження акваторії та узбережжя Яворівського озера дають нам підстави стверджувати, що природні трансформаційні процеси сприяли формуванню стійкої водної екосистеми зі специфічним сульфатно-кальцієвим хімічним складом озерних вод, їх гідрохімічною стратифікацією на три водні товщі (кисневу, перехідну та сірководневу), що нагадує стратифікацію Чорного моря, появою сприятливих екологічних ніш як для гідробіонтів, так і для



птахів, із практично повним відновленням ґрунтово-рослинного покриву узбережжя та активним затуханням (у більшості випадків) денудаційних процесів.

У той же час, моніторингові спостереження показують, що за останні роки посилюється антропогенний вплив як на узбережжя та акваторію Яворівського озера, так і на прилеглі території, зокрема на зовнішні відвали розкривних порід. Для відстеження у часі характеру цих змін, насамперед у найбільш вразливій частині акваторії – верхній водній товщі, ми облаштували стаціонарний моніторинговий пост у межах Західно-Українського Центру екологічного моніторингу, поблизу впадіння у Яворівське озеро річки Шкло – основного джерела привнесення забруднень (рис. 5).



Рис. 5. Стаціонарний моніторинговий пост в межах Західно-Українського Центру екологічного моніторингу, поблизу впадіння у Яворівське озеро річки Шкло – основного джерела привнесення забруднень

Потенційні джерела антропогенного впливу. На вищеописані природні трансформаційні процеси антропогенна діяльність може мати як позитивний, так і негативний, а також нейтральний вплив. Оцінити їх спрямованість та часові темпи у випадку затопленого кар'єру – сформованого кар'єрного озера можна знаючи їхній потенціал, а також моніторинговими спостереженнями. У зв'язку з перспективою подальшого рекреаційного, водно-спортивного, рибальського використання ресурсів Яворівського озера, будівництва на узбережжі відпочинкових, розважальних, житлових та промислових об'єктів, зведення на північно-східному березі та на двох відвальних горбах (Окілки та Шоти) трьох крупних сонячних електростанцій, проєктованого будівництва Яворівської вітроелектростанції та невизначеність щодо напрямків використання водойми без затвердженого генерального плану, територія навколо Яворівського озера потребує детальних комплексних моніторингових досліджень.

Основною ділянкою рекреаційного використання Яворівського озера є його північне узбережжя, поблизу с. Цетуля (рис. 6).



Рис. 6. Північне узбережжя Яворівського озера поблизу с. Цетуля – основна ділянка рекреаційного використання

На цю ж ділянку приїжджають любителі серфінгу, вітрильного та інших водно-спортивних видів спорту (рис. 7).



Рис. 7. Використання акваторії Яворівського озера для розвитку серфінгу, вітрильного та інших водно-спортивних видів спорту



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Любительське рибальство поширене практично по усьому узбережжю та акваторії Яворівського озера (рис. 8).



Рис. 8. Любительське рибальство поширене практично по усьому узбережжю та акваторії Яворівського озера

У північно-західній частині Яворівського озера облаштована науково-дослідна ділянка для промислового виборозведення спеціального товарного рибного господарства «Яворівське», ТзОВ «Велюс-плюс» (рис. 9).



Рис. 9. Науково-дослідна ділянка для промислового виборозведення спеціального товарного рибного господарства «Яворівське», ТзОВ «Велюс-плюс» у північно-західній частині Яворівського озера

За повідомленнями засобів масової інформації [11], у північно-західній частині Яворівського озера планують збудувати базу відпочинку на площі орієнтовно 23 га землі біля села Залужжя у північно-західній частині водойми. Тут планують розмістити відпочинковий центр, об'єкти рекреаційного призначення в межах шести зон: пляжної, акваторіальної, житлової, адміністративно-обслуговуючої, спортивної та транспортної, одночасно відпочивати на пляжі зможе до 7000 осіб. У пляжній зоні планують розмістити дитячу підзону з аквапарком, майданчиками атракціонів та закладом харчування. Уздовж берегової лінії передбачається організація підзон для рибальства та човневих станцій.

У житловій зоні планується розміщенням зблокованих котеджів сімейного типу або набір



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

житлових секцій з можливим одночасним перебуванням 4-6 осіб в одній секції, де одночасно зможе короткостроково проживати близько 500 осіб. Детальний план території розробили на підставі розпорядження Яворівської РДА від 5 жовтня 2020 р.

У північно-східній частині узбережжя Яворівського озера на зовнішніх відвалах Окілки (у південно-західній частині) та Шоти (у південно-східній частині) побудовані три потужні сонячні електростанції, що сумарно займають площу 335 га (рис. 10).



Рис. 10. Вид на сонячну електростанцію з озера Яворівське у північно-східній частині узбережжя, поблизу села Цетуля площею 40 га (вгорі) та контури площ (120 та 175 га) на космоснімку Google Earth, зайнятих двома сонячними електростанціями на зовнішніх відвалах Окілки (у південно-західній частині) та Шоти (у південно-східній частині) озера Яворівське (внизу)

За даними Єдиного реєстру ОВД [12], навколо озера на території Залузької та Тарновицької сільських рад, навколо Яворівського озера ТзОВ «Яворів Енерго 2» має намір побудувати вітроелектростанцію потужністю 50 МВт із встановленням 25 вітроенергетичних установок (ВЕУ) потужністю від 3,5 МВт до 5 МВт кожна на відстані від 400 м до 800 м одна від одної, із висотою щогли 100-166 м. Згідно з попередніми підрахунками, ВЕС генеруватиме близько 180 тис. МВт-год електричної енергії у рік. Крім цього, ТзОВ «Вінд Пауер Джі ЕС Ай Волинь», в яку входить «Яворів Енерго 2», планує побудувати високовольтну підстанцію 110 кВ на площі до 2 га і встановити трансформаторне обладнання для забезпечення прийому та передачі в енергосистему згенерованої ВЕС електроенергії. З метою безперебійної роботи ВЕС запланована також реконструкція високовольтного обладнання на ПС 330кВ «Львів Західна» (1-2 осередку 35кВ -



110кВ).

Крім цього, поруч із орнітологічним заказником «Чолгині», у південно-східній частині озера Яворівське, на відстані 1 км від урізу води, розташоване сміттєзвалище м.Новояворівськ, яке за рахунок переважаючих західних вітрів особливо негативно впливає на стан довкілля (рис. 11).



Рис. 11. Міське сміттєзвалище Новояворівська поруч із орнітологічним заказником «Чолгині», у південно-східній частині озера Яворівське, яке за рахунок переважаючих західних вітрів особливо негативно впливає на стан довкілля

Висновки. Проведені дослідження акваторії, узбережжя та прилеглих до Яворівського озера територій дають нам підстави зробити такі висновки:

1. Після затоплення сірчаного кар'єру без гідроізоляції геохімічно-активних та водорозчинних порід, природні трансформаційні процеси сприяли формуванню стійкої водної екосистеми зі специфічним сульфатно-кальцієвим хімічним складом озерних вод, їх гідрохімічною стратифікацією на три водні товщі (кисневу, перехідну та сірководневу).

2. Гідрохімічний склад трьох різних водних товщ Яворівського озера нагадує стратифікацію Чорного моря. Наявність нижньої сірководневої водної товщі має позитивний вплив на якість верхньої водної товщі, оскільки сприяє очищенню озерної води від важких металів, які при взаємодії із сірководнем перетворюються на нерозчинні сульфідні осад, і за таким геохімічним механізмом вилучають токсичні метали із водного середовища. Такі гідрогеохімічні умови сприяють появі сприятливих екологічних ніш для гідробіонтів, зокрема риб, які є важливим кормовим ресурсом для птахів, колонії яких гніздяться на острові у південно-західній частині озера.

3. При затопленні Яворівського кар'єру важливим чинником трансформаційних перетворень були досить активні екзогенні геологічні процеси, насамперед зсуви, опливання, абразія, ерозійний розмив, які по мірі відновлення ґрунтово-рослинного покриття та задержування інтенсивно пригнічувались. Унаслідок цих процесів, обвалений та розмитий ґрунт зносився в озеро, формуючи берегову міліну та гідроізолюючий шар на дні – на ділянках виходу геохімічно-активних та водорозчинних порід. Через 15 років після затоплення для узбережжя Яворівського озера притаманне практично повне відновлення ґрунтово-рослинного покриття та активне затухання (у більшості випадків) денудаційних екзогенних геологічних процесів.

4. Важливим наслідком повного затоплення Яворівського сірчаного кар'єру стало практично повне припинення розвитку техногенно-активізованого сульфатного карсту, який мав місце у тривалий період осушення протягом кількох десятиліть. Нині процеси розчинення гіпсів і ангідритів різко сповільнились та повернулись до природного стану, який був до початку гірничих робіт.

5. Встановлено найважливіші джерела потенційного антропогенного впливу на акваторію, узбережжя та прилеглі до Яворівського озера території в останні роки. Встановлено, дана локація



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

активно використовується та має перспективи подальшого посилення рекреаційного, водно-спортивного, рибальського використання ресурсів, будівництва на узбережжі відпочинкових, розважальних, житлових та промислових об'єктів, зведення на північно-східному березі та на двох відвальних горбах (Окілки та Шоти) трьох крупних сонячних електростанцій загальною площею 335 га, проєктованого будівництва Яворівської вітроелектростанції.

6. Найбільш негативний вплив на стан довкілля у східній частині має річка Шкло, у яку потрапляють неочищені стоки і поблизу її впадіння в озеро Яворівське, облаштовано моніторинговий пост та у західній частині водойми, сміттєзвалище м. Новояворівськ, яке розташоване поруч із орнітологічним заказником «Чолгині», у південно-західній частині озера Яворівське на відстані 1 км від урізу води.

7. Сумарний антропогенний вплив важко оцінити із причини невизначеності щодо напрямків використання водойми без затвердженого генерального плану. Значне зростання антропогенного впливу із різних джерел дають нам підстави стверджувати, що акваторія, узбережжя та територія навколо Яворівського озера потребують детальних комплексних моніторингових досліджень.

Список використаних джерел:

1. Гайдін А.М. Яворівське озеро / А.М.Гайдін, І.І.Зозуля // Львів: ПТВФ «АФША», 2007. - 56 с.
2. Гайдін А.М. Техногенний карст / А.М. Гайдін, Г.І. Рудько // Київ - Чернівці: Букрек, 2016. – 200 с.
3. Гайдін А.М. Ревіталізація. Відновлення порушених ландшафтів в зонах діяльності гірничих підприємств: монографія / А.М. Гайдін, Б.Ю. Собко // Дніпро: ПП Кулик В.В., 2019. – 218 с.
4. Гайдин А.М. Формирование химического состава воды при затоплении серных карьеров. Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2008. № 2. С. 118–123.
5. Гайдін А. Лебідь, рак і щука та Яворівське море... / А. Гайдін, В.Дяків // Львівська газета. 10 жовтня, 2007 року, № 181 (251) - С.4.
6. Голубець М. Урятувати рекреаційний потенціал Яворівського озера / М.Голубець, І. Зозуля, А. Гайдін, Й.Царик, С.Волгін, С.Кукурудза, І.Ковальчук, В.Дяків, І.Шидловський, М.Колодко, Г.Криницький, П.Грицишин // Львівська газета 25 січня, 2007 року, № 11 (81). С.4.
7. Дяків В. Особливості температурного режиму озер, що формуються на місці сірчаных кар'єрів Передкарпаття / В.Дяків, А. Гайдін // Вісник Волин. ун-ту. - 2007. - Вип. 2. част.2. - С. 279-285.
8. Лукашик С. Рекреаційний центр міжнародного масштабу / С.Лукашик, І.Зозуля, П.Булавка, А.Гайдін, В.Дяків // Транскордонне співробітництво. № 2. 2007. С.36-37.
9. Панас Р.М. Рекультивация земель : навч. посібник. Львів : Новий світ, 2007. 224 с.
10. Gawlik B. Zagadnienia likwidacji wyrobyska kopalni siarki Machow w procesach restrukturyzacji przemyslu siarkowego / B.Gawlik, J.Коpec // Kształtowanie krajobrazu terenow posteksploatacyjnych w gornictwie. Krakow, 2003. - 367 p.
11. На Яворівському озері планують збудувати базу відпочинку. Режим доступу: <https://varianty.lviv.ua/81947-na-yavorivskomu-ozeri-planuiut-zbuduvaty-bazu-vidpochynku>
12. Звіт з ОВД«Будівництво і експлуатація вітрової електростанції, Львівська обл, Яворівський р-н, на землях Терновицької та Залузької сільських рад (за межами населених пунктів). ТЗОВ «Компанія Центр-ЛТД. 2018. 271 с. Режим доступу: <http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/1909/reports/63b4c409e9a667ac0bf8212836f3a86f.pdf>



УДК 54.2.66.061.3

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ РОЗВИТКУ СОЛЯНОГО КАРСТУ, ЕФЕКТ САМОТАМПУВАННЯ КАРСТОВОГО КАНАЛУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ СПЕЛЕОЛІКАРНІ В ШАХТІ № 9 У МЕЖАХ СОЛОТВИНСЬКОГО РОДОВИЩА

Дяків В.О.¹, к. геол. н., доцент, e-mail: dyakivw@yahoo.com;

Гайдін А.М.², к. геол.-мін. н., с. н. с., anatoliy.haydin@gmail.com;

1 – ЛНУ імені Івана Франка; ТЗОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ», Львів, Україна;

2 – ТЗОВ «Інститут «Гірхімпром», Львів, Україна

Подано характеристику геологічної будови, сучасного геоecологічного стану, гідрогеологічних та гірничо-геологічних умов Солотвинського родовища кам'яної солі (Закарпатська область). Розглянуто особливості розвитку соляного карсту та проведено ретроспективний аналіз його розвитку в межах шахти № 9: від катастрофічного водопритоку, активного розвитку техногенно-активізованого карсту та аварійного затоплення. Виявлено ефект самотампування карстового каналу в районі Чорного Мочара, що дозволяє передбачати можливість осушення шахти № 9 та відновлення підземного відділення алергологічної лікарні.

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF SALT KARST DEVELOPMENT, EFFECT OF SELF-TAMPING OF THE KARST CHANNEL AND PROSPECTS OF RECOVERY OF SPELEOTHERAPEUTIC TREATMENT WITHIN THE SOLOTVINO DEPOSIT (TRANSCARPATHIAN REGION)

Dyakiv V.², Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., dyakivw@yahoo.com;

Haydin A.², Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Senior Researcher, anatoliy.haydin@gmail.com;

1 – Ivan Franko National University of Lviv, "Institute "GIRHIMPROM" LLC, Lviv, Ukraine;

2 – "Institute "GIRHIMPROM" LLC, Lviv, Ukraine

The description of the geological structure, the modern geoecological state, hydrogeological and mining-geological conditions of the Solotvyno salt deposit (Transcarpathian region) is given. Peculiarities of salt karst development are considered and a retrospective analysis of its development within the mine № 9 is carried out: from catastrophic water inflow, active development of technogenic-activated karst and emergency flooding. The effect of self-tamponing of the karst channel in the area of Chorny Mochar was revealed, which allows to predict the possibility of drainage of mine № 9 and restoration of the underground department of the allergy hospital.

Солотвинське родовище кам'яної солі розташоване у південно-східній частині Закарпатської області в Солотвинській западині Закарпатського прогину. Тут із найдавніших часів, від другого тисячоліття до нашої ери, здійснювали видобуток особливо чистої солі. Спочатку сіль видобували із конусоподібних ям завглибшки до 20 м, а з часом їх глибина сягала 150 м. Систематичний видобуток солі почався, коли на ділянці Затон з'явився перша соляна шахта під назвою Кунігунда. З 1774 року у східній частині Солотвинського купола почалося будівництво інших шахт: Ніколай, Альберт, Христина, Йосиф, на яких працювало 1740 шахтарів. Зараз усі ці шахти затоплені, а над ними утворилися озера.

У 1808 році було закладено шахту №7, яка працювала до 1952 року. До останнього часу у Солотвині діяли дві шахти: № 8 і № 9. Шахта № 8, побудована у 1886 році, і шахта №9, відкрита у 1975-му. Вони працювали до 2008-2010 рр. У повоєнні роки, північно-західна частина Солотвинського соляного куполу використовувалась для потреб підземного зберігання стратегічних запасів палива для потреб військових з країн учасників Варшавського договору – так званий – Об'єкт 630.

Щорічний видобуток солі у 80-ті роки становив понад 500 тис. тонн (близько 10 % загального видобутку солі в Україні). Балансові запаси солі Солотвинського солерудника складають 30 млн тонн, проте загальний об'єм соляного куполу складає біля 2 млрд тон. Крім видобутку солі, соляні шахти Солотвина мали важливе лікувальне та наукове значення, адже вони



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

були відомі за особливою ефективністю лікування у підземних відділеннях двох алергологічних лікарень: республіканської у шахті № 9 та обласної у шахті № 8. За три десятиліття в них вилікувались більше 100 тисяч хворих. В шахті № 9 розміщалася також підземна низькофонова лабораторія Інституту ядерних досліджень НАН України. Дренажні розсоли, що відкачували із шахт, використовували у численних рекреаційно-розважальних установах на західній частині соляного куполу. Усі об'єкти – старі та відносно нові соляні копальні, а також об'єкт 630 та головні дренажні виробки показані на рис. 1.

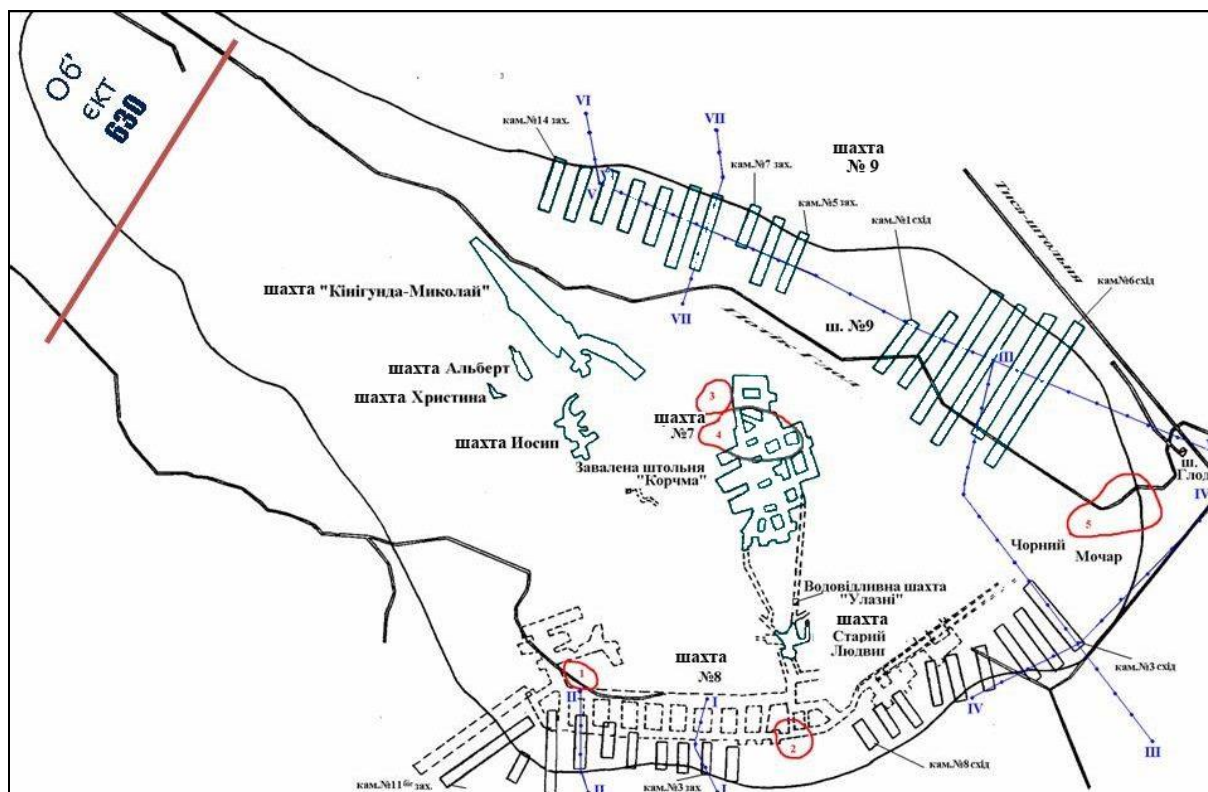


Рис. 1. Найбільші солевидобувні копальні, місце підземного зберігання нафтопродуктів – об'єкт 630 та головні дренажні виробки в межах Солотвинського родовища кам'яної солі

Обидві шахти затоплені внаслідок розвитку соляного карсту. У шахті № 9 до 2002 року проявлень води майже не було. Приплив розсолів розпочався з капіжу на глибині 365 м і поступово збільшувався. В 2006 році приплив перевищив продуктивність насосної установки і видобувні камери почали затоплюватися. Розвиток соляного карсту призвів до зсувів та провалів земної поверхні. У жовтні 2008 р. урядова комісія прийняла рішення про припинення осушення шахти № 9. Експертна комісія МНС України визначила територію Солотвинського солерудника зоною надзвичайної ситуації державного рівня.

Між тим Солотвино має великий промисловий, рекреаційний та бальнеологічний потенціал. Інститутом ГІРХІМПРОМ опрацьована концепція реалізації вказаного потенціалу, в тому числі показана можливість відновлення підземного відділення алергологічної лікарні [1].

Огляд літературних даних. Першим всестороннім дослідженням геології і карсту соляних родовищ є книга Г.В. Короткевича [2], опублікована ще 1970 року. Г.В. Короткевич вперше висвітлив гідрогеологічні умови Солотвинського родовища, виявив та описав проявлення соляного карсту, зокрема ніш вилугування на схилах соляного куполу. В подальшому до вирішення проблем діяльності соляних шахт залучалися науковці інституту ВІОГЕМ (м. Белгород), Українського науково-дослідного інституту соляної промисловості (УкрНДІСІЛЬ, м. Артемівськ), та Українського науково-дослідного і проектно-конструкторського інституту



гірничої геології, геомеханіки і маркшейдерської справи (УкрНДМІ, м. Донецьк), Інституту Геології НАН України. Результати досліджень використані в проектних пропозиціях з утримання та закриття шахт.

З 2006 року в зв'язку з виникненням надзвичайної ситуації розпочали дослідження і проектні розробки працівники Інституту ГІРХІМПРОМ. В основу методики досліджень техногенного соляного карсту покладено вчення А.М. Овчиннікова [3] про гідродинамічні системи, що складаються з областей живлення, транзиту та розвантаження підземних вод. На основі натурних обстежень проявлень соляного карсту, гідрохімічного опробування та використання методу геологічної подібності були встановлені основні складові гідродинамічної систем. Встановлені закономірності розвитку техногенного соляного карсту опубліковані в монографії [4].

Будова шахти № 9. Шахта № 9 (рис. 2) діяла з 1975 року. Соляний поклад розкритий трьома центрально розташованими стовбурами: головним, допоміжним і скіповим. Головний ствол діаметром 6 м проведений до глибини 430 м. До глибини 265 м ствол проходить по вміщаючих породах, глибше – в солях.

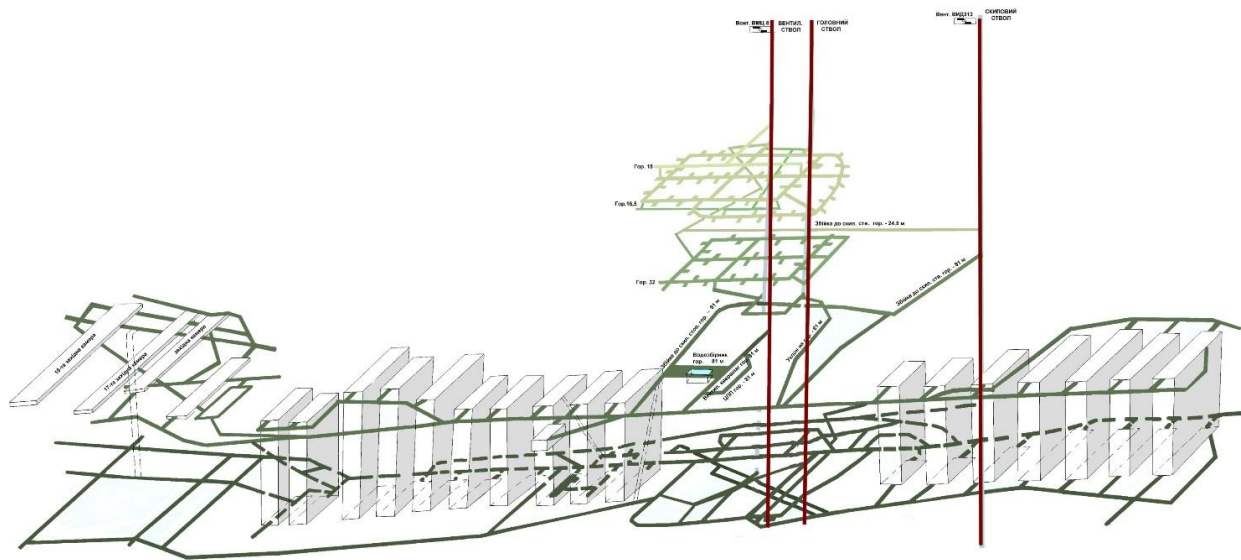


Рис. 2. Схема виробок шахти № 9

Ствол сполучений з гірничими виробками лікарні на відмітках -16,5 і – 61 м. Допоміжний (вентиляційний) ствол глибиною 430 м діаметром 6 сполучений з горизонтальними виробками на відмітках +4, -16,5, -61, -81, -146 м. Скіповий ствол глибший за інші на 153 м, глибиною 583,5 м діаметром 7 м сполучений з горизонтальними виробками на відмітках +4, -24,5, -61, -81, -146 м. На горизонтах мінус 15 і мінус 24,4 м спеціально пройдені виробки для розміщення пацієнтів республіканської алергологічної лікарні. Виробки закріплені залізобетоном за виключенням горизонту -16,5, закріпленого арочним податливим кріпленням з залізобетонними затяжками.

Шахтою №9 відроблений тільки один горизонт на глибині 360 м від поверхні землі. Підошва видобувних камер знаходиться на відмітці мінус 146 м, а покрівля на мінус 81 м. Ширина камер 20 м, висота 68 м, довжина 90-165 м. Міжкамерні цілики мають ширину 30 м. Площа горизонтального перетину видобувних камер 28 880 м², об'єм 2 млн.м³.

Водовідливні установки були розміщені в руддворах на горизонтах мінус 146 і мінус 81 м. З нижнього горизонту розсіл перекачували у резервуар на горизонті мінус 81 м, а звідти – на поверхню. В кінці 2004 року в зв'язку із збільшенням водоприпливу діяльність підземного відділення лікарні була припинена. У 2008 р приплив розсолу збільшився до 500 м³/годину. В грудні 2008 року насоси були затоплені.



Місце прориву води встановлено безпосередньо в центрі болота «Чорний Мочар», де стався провал. Геологічний розріз місця прориву показаний на рис. 3.

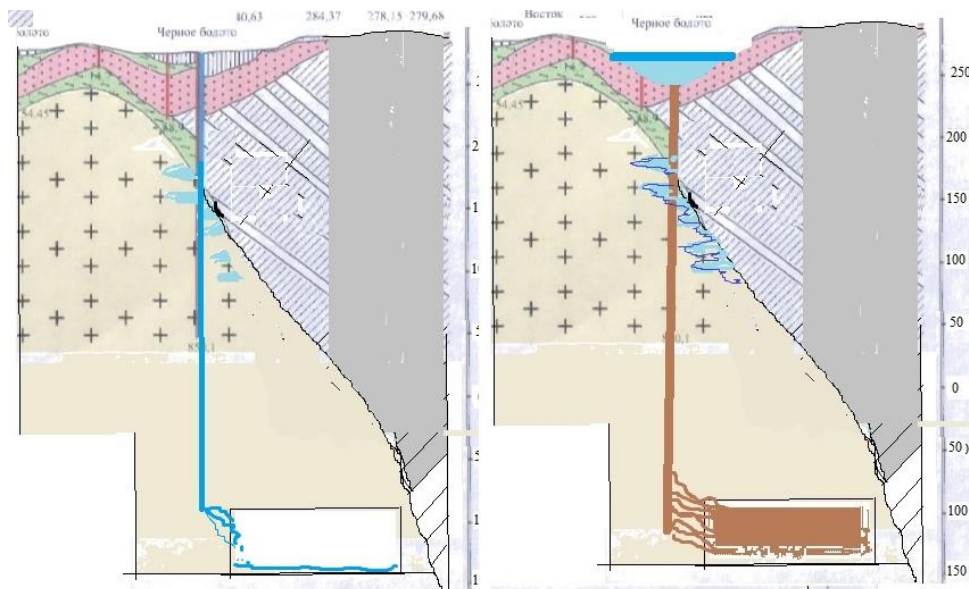


Рис. 3. Ліворуч – схема прориву води із зони бокового карсту через свердловину у видобувні камери, праворуч – провал і заповнення жерла і камер провальними масами

Воно представляє собою котловину над контактом соляного тіла з вміщувачими породами. Потужність четвертинних відкладів у котловині досягає 60 м. Бокові породи складені мергелями, аргілітами, алевролітами, пісковиками, які нахилені під кутом 40 - 60°.

В геологічному минулому тут було вогнище розвантаження підземних вод. В результаті розчинення солей утворилося карстове озеро, яке з часом евтрофікувалося, тобто заросло водною і прибережною рослинністю і перетворилося в болото. Про це свідчить лінза торфу у відслоненні на борту провалу.

На контакті соляного куполу з боковими породами проходить карстовий канал, який є зоною транзиту розсолів і простягається від Чорного Мочару до озер Затону. Наявність вказаного карстового каналу встановлена ще Г.В. Короткевичем [2] і підтверджена геофізичними дослідженнями, проведеними УкрНДІМІ. За Г.В. Короткевичем, який задокументував розкриті гірничими виробками карстові порожнини, морфологічно карстовий канал виглядає як серія глибоких ніш на глибині до 200 м. Їх положення контролюється змінами базису ерозії – рівнем води у різні періоди роботи древніх шахт.

Послідовність подій з затоплення шахти № 9. Дослідження послідовності процесів при затопленні шахти № 9 дозволяє виділити наступні етапи [8-9]. *Перший етап* – 2001-2006 рр. Гірничими виробками розкрита тріщинувата зона, пов'язана з не задокументованими свердловинами в центрі болота Чорний Мочар. Через свердловини із закарстованої приконтатної зони проникла вода, яка по мірі руху перетворилася в розсіл. Пониження рівня бокових підземних в районі Чорного Мочару призвело до інверсії руху води – озера Затону перетворилися із зони розвантаження в зону живлення. Із цих озер вода карстовим каналом протікає в район Чорного Мочару і стволами свердловин виливається у видобувні камери. Із шахти розсіл відкачують і скидають у озера Затону, де розсіл розбавляється атмосферними водами і знову тече до Чорного Мочару.

Внаслідок агресивності розсолів діаметр свердловин розширяється. За рахунок розширення карстового каналу і свердловин дебіт припливу розсолу з 2001 до 2006 поступово зростає до 200 м³/годину.



Другий етап – 2006-2008 рр. Стволи свердловин в інтервалі солей внаслідок розчинення розширилися до діаметра біля 10 м. Покриваючі породи – глина, суглинок, гальковик, торф почали провалюватися в жерло. Продукти обвалювання змішуються з розсолом, який поступає із карстового каналу (рис. 4). Утворюється гідросуміш, яка заповнює видобувні камери. В камерах швидкість потоку різко зменшується і тверда фаза випадає в осад. Освітлений розсіл тече до ствола, де ведеться відкачка. Насосна станція перенесена на верхній горизонт. Приплив розсолу зростає до 500 м³/годину. На це вказує динаміка водопритоку у шахту № 9 у 2005-2009 рр. та його зв'язок із еволюцією провалоутворення в районі Чорного Мочара (рис. 6).



Рис. 4. Схема формування гідросуміші

На поверхні утворюється провалля, в яке з крутих схилів сповзають покриваючі породи, дерева і дачні будинки. Усі вищезгадані події чітко фіксуються змінами провалу в районі Чорного Мочара у 2007-2009 роках (рис. 5).



Рис. 5. Динаміка водопритоку у шахту № 9 у 2005-2009 рр. та його зв'язок із еволюцією провалоутворення в районі Чорного Мочара



Рис. 6. Динаміка провалоутворення в районі Чорного Мочара, внаслідок катастрофічного водопритоку у шахту № 9 у 2007-2009 роках

Видобувні камери затоплені. Спостерігається осушення озер Затону (рис. 7). Відкачка розсолу припиняється.



Рис.7. Осушення майже усіх Солотвинських соляних озер в районі Затону після припинення водовідливу та затоплення шахти № 9 у січні 2009 р.

Третій етап – 2009-2015 р. У жерлах на місці свердловин і в камерах накопичений осадок який ущільнюється під власною вагою. Течія розсолу через жерла в камери припиняється. Із осадку, що ущільнюється, розсіл витискається, заповнює стволи шахти і повільно витікає через скіповий ствол. Рівень розсолу в карстовому каналі піднімається. Знову здійснюється інверсія потоку: формується озеро Чорний Мочар, яке служить джерелом живлення. Відновлюються розсоли в озерах Затону.

Розширення карстового каналу призвело до втрати стійкості схилу, на якому розміщена промплощадка шахти № 9 і електропідстанція. Масив порід сповзає у бік долини і частково або й повністю перекриває карстові порожнини.



Четвертий етап – 2016-2019 рр. Закінчується ущільнення осаду в камерах. Витік води із скіпового ствола припиняється. Над карстовим каналом здійснюється просідання покриваючих порід, утворення низки провалів і озер. Зсувний масив впирається у схил соляного куполу і частково перекриває карстовий канал. Формуються нові озера в долині від котловини Ельдорадо і до озера Чорний Мочар.

Фізичний механізм заповнення видобувних камер провальними відкладами. До покриваючих порід, що провалюються в жерла, підмішується розсіл із карстового каналу. Утворюється грубодисперсна суміш. Рух гідросумішей у затоплений порожнинах вивчений шляхом моделювання [5]. Він вирізняється від руху рідини тим, що потік переносить тверду фазу тільки за умови, що швидкість течії перевищує деяке критичне значення. Як тільки швидкість течії зменшується до критичної, грубі тверді частинки випадають в осад. Тонкі частинки випадають з потоку поступово.

В затопленій порожнині утворюється дюна з випадаючого осаду, вона нарощується в своїй передній частині (рис. 8). При тому форма простору над дюною така, що швидкість руху суміші в ній постійна в просторі і в часі і відповідає критичному значенню. Дійсно, як би швидкість була би більше за критичну, потік міг би розмивати осад. Навпаки, якби швидкість не досягала критичного значення, створився би осад, переріз потоку зменшився, а швидкість зросла би до критичної.

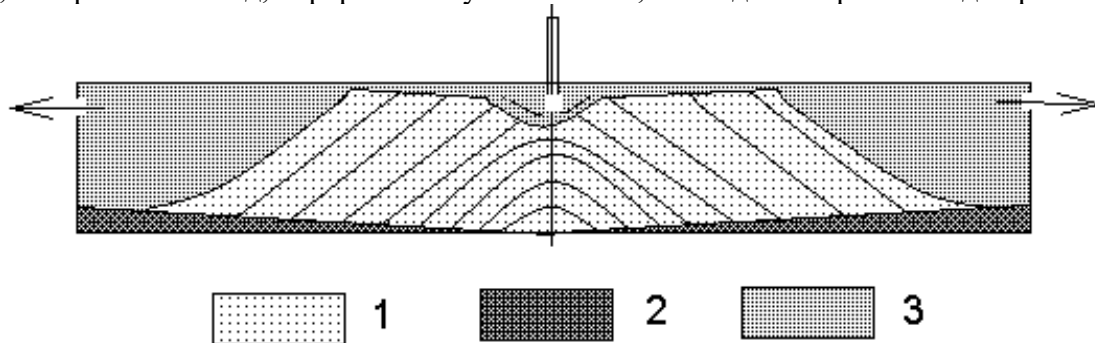


Рис. 8. Формування осаду в затопленій порожнині.
1 – тверді грубі часточки, 2 – тонкі глинисті частинки, 3 – вода

Глинисті частинки не випадають в осад разом з грубими, а виносяться потоком за межі дюни і там повільно осідають горизонтальним шаром. Грубодисперсний осад насувається на глинистий, а останній під вагою піску ущільнюється або видавлюється з-під осаду.

Початкова форма порожнин не впливає на розповсюдження грубодисперсних сумішей. Для демонстрації проведені дослідження на прозорій моделі, яка імітувала камерну систему відроблення соляних рудників (рис. 9) [4]. Гідросуміш подавали в першу зліва камеру. Спочатку проходило закупорювання нижніх підготовчих виробок, після чого осад в першій камері наростав вгору і камера заповнювалася доверху. Після того гідросуміш протікала верхньою горизонтальною виробкою в наступну камеру і процес повторювався.

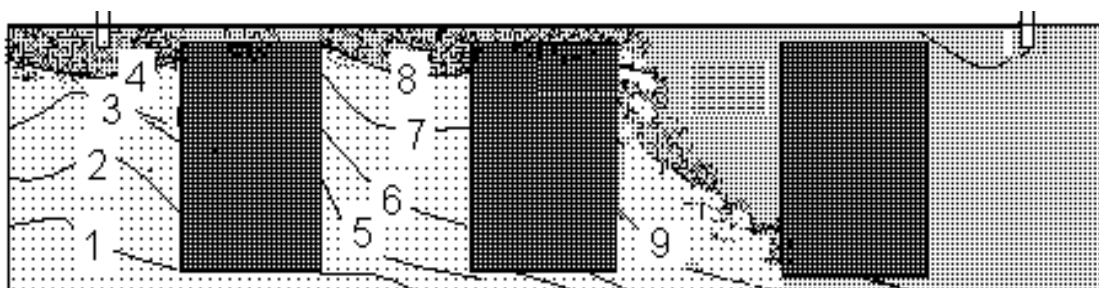


Рис.9. Механізм заповнення затоплених камер. 1-9 – послідовні поверхні осаду



Результати моделювання та натурні спостереження дозволяють припустити, що частина камер шахти № 9 заповнена осадом, який принесений із провалу у Чорному Мочарі (рис. 10). Видобувні камери шахти мають довжину: № 6 – 220 м, № 7 – 120 м, № 8 – 35 м. Ширина камер 20 м, висота 68 м. Об'єм камери № 8 становить 47,6 тис. м³, камери № 7 – 163,2 м³, № 6 – 299,2 тис. м³.

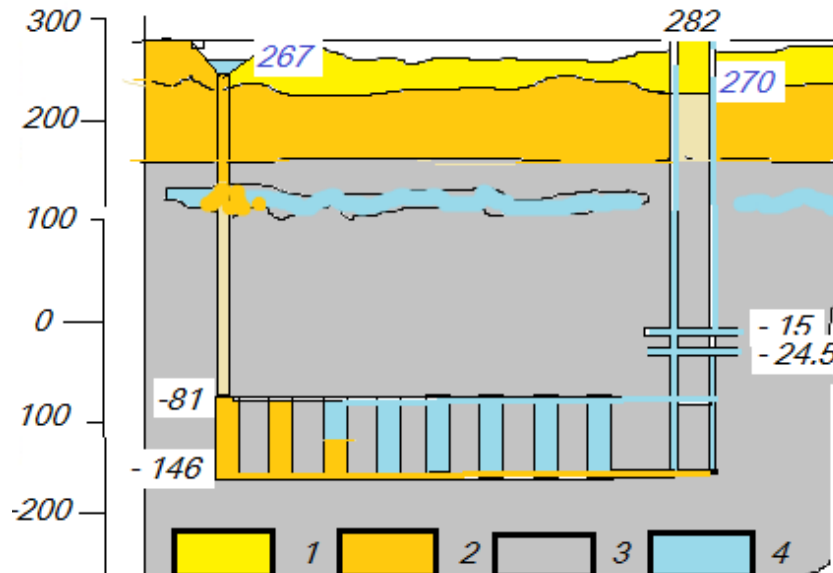


Рис.10. Східний фланг шахти №9 з замуленими видобувними камерами.

1 – четвертинні відкладення: глина, суглинок, гальковик, торф; 2 – неогенові відклади: алевроліт, аргіліт, пісковик; 3 – сіль; 4 – розсіл. Цифрами вказані абсолютні відмітки

Глибина провалу від земної поверхні становить 24 м. Об'єм порід, які із провалу Чорний Мочар винесені в камери, близько 300 тис. м³. Таким чином, камери № 8 і 7 повністю, а №6 частково, *заповнені провальними відкладеннями* (рис. 10). В результаті заповнення жерла і камер гідравлічний зв'язок між карстовим каналом і виробленим простором припинився.

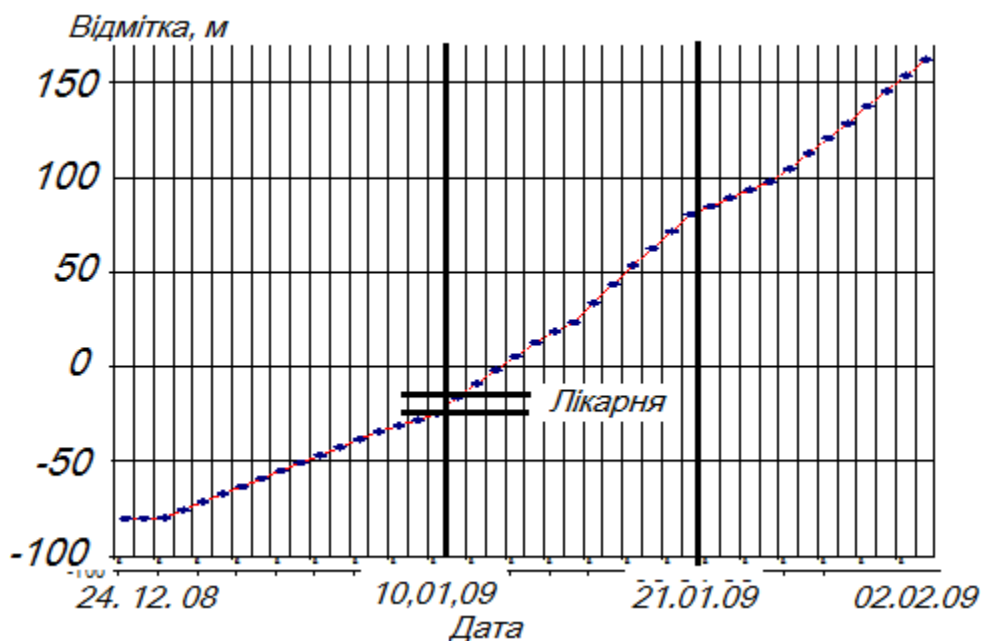
Ущільнення осаду супроводжувалося витискуванням розсолу із порового простору. Цей розсіл піднімався у стволах шахти. Графік підняття рівня розсолу наведений на рис. 11. Заповнення стволів продовжувалося з 26 грудня 2008 р до 2 лютого 2009 р, 39 діб (подальше підняття не просліджено). Сумарна площа перерізу стволів становить 95 м². За цей час рівень розсолу піднявся на 242 м, об'єм розсолу у стволах біля 23 тис.м³.

Середній приплив розсолу Q дорівнює відношенню об'єму стволів до часу затоплення:

$$Q=S \cdot H / t,$$

де S - площа перерізу стволів, 95 м², H – висота стовпа води, 242 м, t – час заповнення, 39 діб.

Підставляючи дані, одержимо $Q = 95 \cdot 242 / 39 = 589$ м³/доба = 24 м³/годину. Це у 20 разів менше, чим було в період відкачки і свідчить про те, що жерло провалу заповнено слабо фільтруючим осадом. Осад ущільнився під власною вагою і став водотривким. Загальне підняття розсолу до стабілізації на відмітці 270 м дорівнює 363 м, об'єм розсолу 35 тис.м³, це становить 11% від об'єму порід, які з провалу Чорний Мочар опинилися у видобувних камерах і жерлі провалу. Тобто середня пористість осаду становить 11%. Таким чином, доведено, що зв'язок виробленого простору шахти № 9 з карстовим каналом припинився внаслідок заповнення жерла провалу і крайніх камер осадом нерозчинних порід.



**Рис.11. Графік підняття рівня води у стволах шахти № 9
(за даними ДП «Солотвинський солерудник»)**

Така ситуація дозволяє нам стверджувати, що після повного затоплення шахти № 9 гідравлічний зв'язок виробленого простору з карстовим каналом зник внаслідок заповнення жерла і крайніх камер осадам нерозчинних порід, із ефектом самотампонування, що призвело до самоізолювання гірничих виробок шахти № 9 від карстового каналу [10-11]. Це створює можливість осушення шахти № 9 та відновлення спелеолікування.

Для достовірного підтвердження спостережуваних явищ, встановлення дебіту водоприпливу у шахту № 9, підтвердження чи заперечення ефекту самотампонування та самоізоляції від карстових вод, доцільно проведення дослідної відкачки розсолів із будь-якого ствола шахти та за їх результатами прийняти обґрунтоване рішення щодо можливості відновлення роботи копальні.

Висновки.

1. Доведено, що після повного затоплення шахти № 9 гідравлічний зв'язок виробленого простору з карстовим каналом зник внаслідок заповнення жерла і крайніх камер осадам нерозчинних порід, здійснилася самоізолювання виробленого простору шахти № 9 від карстового каналу. Це створює можливість осушення шахти № 9.

2. Для достеменного встановлення дебіту водоприпливу, підтвердження чи заперечення ефекту самоізоляції, доцільно проведення дослідної відкачки розсолів із будь-якого ствола шахти.

3. У випадку позитивних результатів дослідного відпомповування можливе відновлення підземного відділення алергологічної лікарні. Для цього достатньо осушити шахту тільки до глибини, де знаходяться приміщення підземної лікарні. Нижче горизонту, де знаходяться виробки лікарні, стволи можна перекрити перемичками. Видобувні камери можуть залишатися у затопленому стані. Це попереджує ризик нового прориву води.

4. Не виключається повне осушення шахти із відпомповуванням та використанням усіх статичних запасів накопичених висомінералізованих розсолів в об'ємі 2 млн. м³.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Список використаних джерел:

1. Гайдін А.М. Врятувати Солотвино / А.М. Гайдін // П'ята міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні». Трускавець, 2018. С. 57-65.
2. Короткевич Г. В. Соляной карст / Г. В. Короткевич // Л.: Недра, 1970. - 256 с.
3. Овчинников А.М. Общая гидрогеология / А.М. Овчинников // 2-е изд. - М.: Госгеолтехиздат, 1955. – 250 с.
4. Гайдин А.М. Техногенный карст / А.М. Гайдін, Рудько Г.І. // Чернівці: Букрек, 2016. - 200 с.
5. Гайдин А.М. Гидрозакаладка затопленных подземных пустот. / А.М. Гайдин // Горный журнал, 2011, №2. – С. 34-36.
6. Гайдін А.М. Геодинамічні процеси на соляних родовищах. / А.М. Гайдін, В.О. Дяків // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2010». - Дніпропетровськ. - С. 23-41.
7. Рудько Г.І. Провали. Деформації земної поверхні над гірничими виробками і карстами // Рудько Г.І., А.М. Гайдін // Київ – Чернівці: Букрек, 2019. – 218 с.
8. Дяків В.О. Особливості геологічної будови та сучасний геоекологічний стан Солотвинського родовища кам'яної солі (Закарпаття) / В.О. Дяків, П.М. Білоніжка // Вісник Львів. ун-ту. Серія геол. - 2010. - Вип. 24. - С.62-79.
9. Дяків В.О. Закономірності розвитку техногенно активізованого соляного карсту в процесі затоплення шахт № 8 та № 9 Солотвинського солерудника / В.О. Дяків // Збірник наукових праць Волинського нац. ун-ту ім.Лесі Українки - № 9. Природа Західного Полісся та прилеглих територій - Луцьк, 2012. - С.69-79.
10. Дяків В.О. Перспективи відновлення солевидобутку та спелеолікування у затопленій шахті № 9 Солотвинського солерудника / В.О. Дяків // Тези Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи відновлення спелеотерапії та видобутку солі на базі родовища кам'яної солі в смт. Солотвино, Тячівського р-ну, Закарпатської обл.». – смт Солотвино, 22-23 жовтня 2013 р. – 2013. – С. 51-52.
11. Дяків В.О. Еволюція постмаїнінового ландшафту та карстової гідрогеологічної системи Солотвинського родовища кам'яної солі за результатами аерокосмічного моніторингу методами постійних відбивачів (PS) та малих базових ліній (SBAS) / В.О.Дяків, Пакшин М.Ю. // Матеріали П'ятої міжнародної науково-практичної конференції: «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» у 2 т. (8–12 жовтня 2018 р., м. Трускавець). – К.: 2018. – Т.2. – С. 122-133.



УДК 622. 822: 502.53

**СУЧАСНИЙ СТАН РУДНИКА № 2 СТЕБНИЦЬКОГО ГХП
«ПОЛІМІНЕРАЛ» ТА ЙОГО ВПЛИВ НА КАРСТОЛОГІЧНУ СИТУАЦІЮ (ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ МОНІТОРИНГОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ,
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТА
МАТЕРІАЛЬНО-БАЛАНСОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ)**

Дяків В.О.¹, к. геол. н., доцент, e-mail: dyakivw@yahoo.com;

Хевпа З.З.², к. геол. н., zenonzxv@gmail.com; Драновська А.В.²,

1 – ЛНУ імені Івана Франка; ТзОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ», Львів, Україна;

2 – Стебницьке ГХП «Полімінерал», Стебник, Україна

Проведено аналіз динаміки затоплення рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал», відновлення рівнів підземних вод, спостережуваної мінливості хімічного складу у гірничих виробках, становлення природної гідрогеологічної стратифікації підземної гідросфери, розвитку карстологічної ситуації та подана оцінка його сучасного стану. Доведено, що після провалу який мав місце 15 березня 2020 року, відбулось прискорене затоплення гірничих виробок, підземних карстових пустот та соленосних відкладів до вересня 2020 року, із поступовим згасанням та припиненням техногенно-активізованого карсту по мірі затоплення надсоліових відкладів до серпня 2021 року та становлення рівноважного із соляними породами хімічного складу розсолів. Припинення карстового процесу доведене також на підставі результатів експериментального та матеріально-балансового моделювання.

**ACTUAL STATE OF RUDNIK № 2 STEBNITSKY GHP POLYMINERAL AND
ITS INFLUENCE ON THE KARSTOLOGICAL SITUATION (BY RESULTS OF
MONITORING OBSERVATIONS, EXPERIMENTAL AND MATERIAL
BALANCE MODELING)**

Dyakiv V.¹, Cand. Sci. (Geol.), Associate Professor, e-mail: dyakivw@yahoo.com;

Hevpa Z.², Cand. Sci. (Geol.), zenonzxv@gmail.com; Dranovska A.²,

1 – Ivan Franko National University of Lviv; LLD "Institute "GIRHIMPROM", Lviv, Ukraine;

2 – Stebnitsky GHP «Polymineal», Stebnik, Ukraine

An analysis of the dynamics of flooding of rudnik № 2 Stebnitsky GHP "Polymineal", restoration of groundwater levels, observed variability of chemical composition in mine workings, formation of natural hydrogeological stratification of the underground hydrosphere, development of karstological situation and assessment of its actual state. It is proved that after the failure that took place on March 15, 2020, there was an accelerated flooding of mine workings, underground karst cavities and saline deposits by September 2020, with gradual extinction and cessation of technogen-activity karst as flooding of supersalt deposits by August 2021 and formation equilibrium with salt rocks chemical composition of brines. The termination of the karst process is also proved on the basis of the results of experimental and material-balance modeling.

Стебницьке родовище полімінеральних калійно-магнієвих руд сульфатного типу є найбільшим серед розвіданих родовищ України та експлуатувалось з середини ХІХ століття і до кінця другої половини ХХ століття. Запаси родовища розроблялись двома рудниками – № 1 потужністю до 1 млн. тонн на рік та № 2 потужністю до 3 млн. тонн на рік. До основних об'єктів технологічного комплексу підприємства входили збагачувальна фабрика та хвостосховище. Складні гідрогеологічні та гірничо-геологічні умови родовища призвели появи водопритоків у рудниках, які або вдавалось локалізувати, або вони призводили до формування депресійних лійок та активізації карсту [7, 8, 11, 14]. Границі гірничих відводів, розташування промплощадок та стволів рудників № 1 та № 2, хвостосховища Стебницького ГХП «Полімінерал», ділянок водопритоків, депресійних лійок та карстових провалів, відносно житлової забудови населених пунктів (рис. 1).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

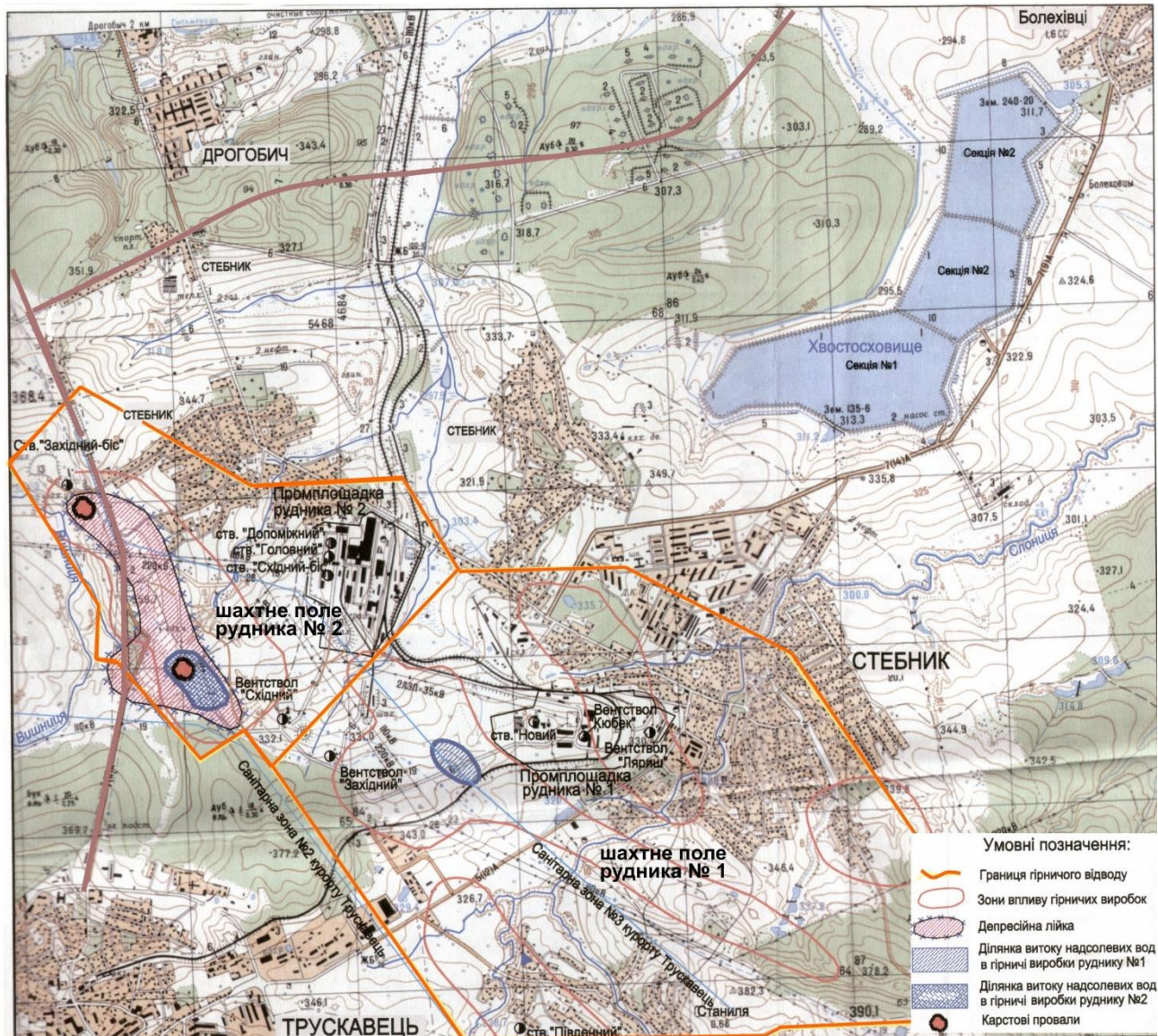


Рис.1. Границі гірничих відводів, розташування промплощадок та стволів рудників № 1 та № 2, хвостохвища Стебницького ГХП «Полімінерал», ділянок водопристоків, депресійних ліжок та карстових провалів, відносно житлової забудови населених пунктів

Якщо у руднику № 1 водопритокі вдалось локалізувати, то рудник № 2 з 1980-х років вважався аварійним, із небезпечними водопритокami. Рудник № 2 експлуатувався з 1966 по 1988 рр. За цей період видобуто 32 млн. тонн калійних солей та утворено близько 15 млн.м³ техногенних пустот. З 1988 р. рудник № 2 зупинено в зв'язку із запланованою реконструкцією збагачувальної фабрики і в подальшому, з 1993 р. планувалась відробка залишкових запасів на III-IV горизонтах (близько 42 млн. тонн по категоріях А+В+С1) і ліквідація його. Однак, реконструкція збагачувальної фабрики не відбулася в зазначені терміни, а небезпечний водопритік, який почався 23 жовтня 1978 р. у камеру 115/1-вент., на пласті № 10 ПдСх., призвів аварійного стану рудника № 2.

В умовах обводнення і проникності надсоліових порід ресурси розсолів, які надходять в рудник не обмежені. Це призвело до постійного зростання загальних водопристоків. У соленосній товщі утворилася значна кількість карстових пустот і порожнин. У районі прориву вод сформувалася велика депресійна лійка. Всі спроби ліквідувати аварійний водопритік не увінчалися успіхом. Водопритокі постійно зростали: від 200-400 м³ на добу у 1978 р. до 300-520



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

м³ на добу у 1986-1988 рр. та до 500-600 м³ у 1991 р. Наприкінці 1996 р. водопритік фіксується на рівні 700-755 м³ на добу, а вже у лютому 1997 р. констатується зростання водопритоку до 804-867 м³ на добу. Враховуючи те, що 1 м³ прісної води здатен розчинити понад 400 кг соляних мінералів, поступлення води у рудник № 2 супроводжувався розвитком техногенно-активізованого соляного карсту. Зі зростанням водопритоку з кожним роком, на поверхні майже щорічно з'являлися нові карстові провали. Деякі карстові форми активізовувались двічі.

За цей час, станом на грудень 2001 року більшість гірничих виробок II, III та IV горизонтів вийшли із ладу. Існуючі водовідливні станції та водотранспортна мережа були, фізично зношені, знаходились в аварійному стані. При розгляді ситуації, що сталася провідними фахівцями підприємства, представниками проектних і науково-дослідних інститутів, а також органів державної влади вирішили визнати ситуацію на руднику № 2 Стебницького ДГХП «Полімінерал» передаварійною, вирішення якої вимагає втручання органів Державної влади та управлінь всіх рівнів, а враховуючи стан гірничих виробок на нижніх горизонтах рудника, основних фондів його і незворотність негативних процесів, рекомендувати прийняти рішення згідно чинного законодавства про керовану ліквідацію рудника № 2.

Враховуючи ситуацію що склалася Міністерство промислової політики України прийняло рішення про припинення відкачки розсолів з 1 січня 2002 та доручило генеральному проектувальнику Стебницького ДГХП «Полімінерал» - «Інституту «ГІРХІМПРОМ» розробити вихідні дані та проект мокрої консервації. На основі ТЕО та вихідних даних запропонованих Стебницьким ДГХП «Полімінерал» в комбінації з варіантом Відділення гірничо-хімічної сировини Академії гірничих наук України Інститутом «ГІРХІМПРОМ» було розроблено «Комплексний проект консервації рудника № 2 і рекультивації порушених земель Стебницького ДГХП "Полімінерал"», який був затверджений розпорядження Кабінету Міністрів України № 166-р. від 24 березня 2004 р., який мав бути профінансований з державного бюджету України протягом 8 років. За 8 років з 2004 р. до 2012 року на проект з державного бюджету України було витрачено біля 30 % його кошторисної вартості.

Таким чином на момент укладення угоди купівлі продажу ДГХП «Полімінерал» у 2013 р. «Комплексний проект консервації рудника №2 і рекультивації порушених земель Стебницького ДГХП "Полімінерал"», мав бути завершений, однак реалії виявились зовсім інші.

В процесі моніторингових спостережень та моделювання стану гірничого масиву рудника № 2 у 2006-2007 рр. А.М.Гайдіним та В.О.Дяківим було зроблено прогноз про ризик утворення крупних провалів за механізмом підрізання та обвалювання ціликів [1, 2, 3, 4, 5, 6] – рис. 2.

Геолого-маркшейдерською службою СГХП «Полімінерал» (А.В.Драновська, З.З.Хевпа) спільно із фахівцями Наукового Центру ТзОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ» (В.О.Дяків) 15 січня 2015 р. задокументовано відсутність п'яти ціликів між камерами 108-109-110-111-112-113 [6].

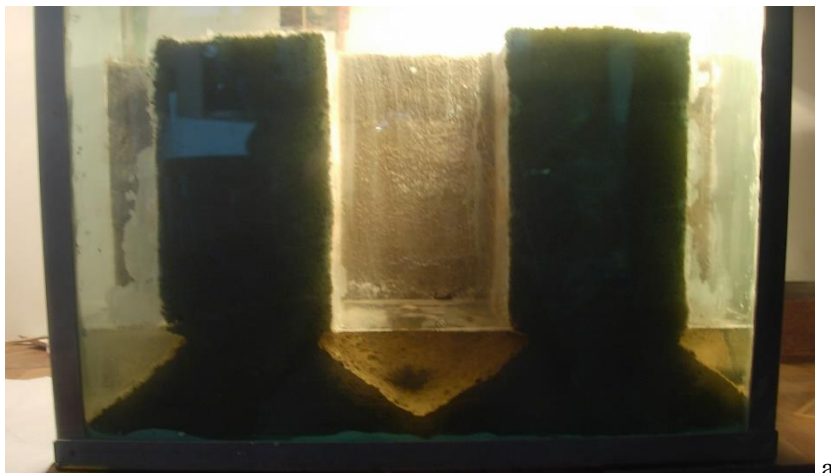




Рис. 2. Результати експериментального моделювання розчинення ціликів у агресивному розсолі – від початкового розчинення (а), формування ніш вилуговування (б), зростання асиметрії ніш вилуговування (інтенсивне розчинення ціликів камери з водопритоком, сповільнене розчинення у камері № 3 та ледь помітне розчинення у камері № 3) – (в), до передобвального стану (г)

23 березня 2015 р. на ПАТ Стебницьке ГХП «Полімінерал» відбулося засідання Львівської обласної комісії із техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій під головуванням О.Ф.Титаренка, рішенням якої заборонено доступ персоналу у рудник № 2, а чітке місце майбутнього провалу денної поверхні №27 визначене геолого-маркшейдерською службою СГХП «Полімінерал» спільно із фахівцями Наукового Центру ТзОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ» А.М. Гайдіним та В.О. Дяківим, яке у подальшому службами підприємства було обгороджене та встановлені попереджувальні знаки.

30 вересня 2017 р. 0 годин 46 хвилин, на пласті № 10 Пд-Сх рудника № 2 Стебницького ГХП "Полімінерал" в районі камер № 108-109-110-111-112-113 стався провал із діаметром на денній поверхні 220-230 м та глибиною 45-47 м – карстовий провал № 27 (рис. 3).



Рис. 3. Провал № 27 на пласті № 10 Пд-Сх рудника № 2 Стебницького ГХП "Полімінерал" в районі камер № 108-109-110-111-112-113, який стався 30 вересня 2017 року, 0 год. 46 хв (вгорі) та карстове озеро на місці цього провалу станом на 2021 рік (внизу)

Внаслідок провалу виведено з ладу дві опори ЛЕП 35 кВ, припинене електропостачання м.Трускавця було відновлене по резервній схемі. Найкоротша відстань від провалу до автодороги Трускавець-Львів становила 350 м та до найближчих будівель 600 – 700 м. Як уже зазначалось, провал був спрогнозований на підставі експериментального та матеріально-балансового моделювання.

Наслідком провалу 30 вересня 2017 року став техногенний землетрус та гідравлічний удар. Визначено точну дату та точний час землетрусу – 0 годин 46 хвилин. І хоча епіцентр землетрусу на кілька кілометрів не співпадає із місцем провалу, на його техногенну природу вказує точний час відключення електроенергії на ЛЕП-35 кВт – 0 годин 47 хвилин, зафіксований диспетчерами «Львівенерго», при руйнуванні у провал двох опор. Причиною техногенного землетрусу та гідравлічного удару стало падіння від 0,5 до 0,7 млн. м³ обвальних порід сумарною масою понад 1 млн. тонн у затоплений на 75 % рудник № 2 Стебницького ГХП "Полімінерал".

15 березня 2020 року, вранці біля 11.00, в районі камер 102-104 на відстані 70 м у напрямку на північ від провалу № 27, який стався 30 вересня 2017 року, утворився новий карстовий провал № 30 із діаметром біля 130-150 м та з дуже крутими, майже вертикальними бортами, які постійно обвалювались (рис. 4).



Рис. 4. Провал № 30 на пласті № 10 Пд-Сх рудника № 2 Стебницького ГХП "Полімінерал" в районі камер № 102-103-104, який стався 15 березня 2020 року, біля 11 год 00 хв (вгорі) та карстове озеро на місці цього провалу станом на 2021 рік (внизу)

Дане місце провалу було одним із трьох (два інші район камер 117-118 та 127-128) куди так само йшов водопритік і де прогнозувались провалоутворення. Але через неможливість прямих спостережень, як у 2014 р., точно спрогнозувати цей провал, на відміну від провалу, який стався 30 вересня 2017 року не вдалось.

Новий провал жодним чином не вплинув на рівень карстового озера у провалі, який стався 30 вересня 2020 року, що є свідченням відсутності гідравлічного зв'язку між провалами та встановлену нами природу самих провалів, пов'язану із підрізанням ціликів агресивними водами та їхнім обвалюванням із часом.

У перші дні після обвалювання, провал, який стався 15 березня 2020 року був сухим, при тому, що поруч на віддалі 70 м було розташоване карстове озеро із об'ємом води понад 35 тис. м³ та глибиною біля 8 м, що зайвий раз свідчить про те, що домінантним джерелом надходження вод у карстовий водоносний горизонт, з якого проходить затоплення рудника № 2 Стебницького ГХП "Полімінерал" є води річки Вишниця: інші контури живлення є мізерно малі та суттєво не впливали та не впливають на загальний водний баланс.



Вже за три місяці після утворення провалу, почало формуватись карстове озеро, а його борти із субвертикальних, стали перетворюватись на більш стійкі, але все ще досить круті із кутами від 35 до 45 градусів, а у деяких місцях до 60 градусів.

Зсуви та опливини, особливо у періоди інтенсивних опадів суттєво зменшили глибину провалу, яка нині становить біля 45 м від денної поверхні, а розміри провалу по периферії за результатами точних вимірювань становлять від 143 до 167 м.

У найближчі кілька років прогнозується подальше обвалювання бортів до кута природного відкосу – біля 30 градусів, подібно до того вигляду, який є нині притаманним для карстового озера у провалі, який стався 30 вересня 2017 року.

Спостереження показують, що навіть досить пологі борти провалу, який стався 15 березня 2020 року, із кутами відкосу біля 35 градусів і далі продовжують деформуватись в основному через опливини та мікроселеві потоки із невеличкими конусами виносу.

На крутих бортах провалу, який стався 15 березня 2020 року, із кутами відкосу біля 65 градусів, продовжують відбуватися зсувні процеси, які часто супроводжуються обвалювання дерев із кореневищами.

Опливини, зсувні маси, конуси виносу мікроселевих потоків та кореневища дерев активно деформують борти провалу № 30, який стався 15 березня 2020 року, до кутів природного відкосу, замулюють новостворене карстове озеро та призводять до того, що вода у водоймі є каламутною, особливо після опадів.

Слід зазначити, що провал № 30 стався тоді, коли усі камери рудника № 2 були практично повністю затоплені, а рівень затоплення у березні 2020 року становив 214,15 м над рівнем моря (відмітка стелини понад 90 % камер вентиляційного горизонту становить 210 м над рівнем моря).

Як показують результати моніторингових спостережень, з квітня до травня 2021 року відбувалось до заповнення камер вентиляційного горизонту, головним чином в межах пласта «Основний». Як впливає із графіка на рис. 5, на початок червня 2020 року усі камери рудника № 2 були повністю затоплені.

За даними ПрАТ СГХП «Полімінерал» з червня 2020 року по березень 2021 року відбувалось стрімке зростання рівня затоплення із підняттям від 7 до 13 м на місяць – в середньому 9-10 м на місяць із мінімумами 6,25 м у березні 2021 року та 7,2 у грудні 2020 р., а також максимальним зафіксованим значенням – 13,4 м у лютому 2021 року. При цьому у вересні 2020 року рівень затоплення досяг відмітки солей – 255,5 м над рівнем моря.

У березні 2021 року затоплення рудника № 2 досягло статичного рівня водного комплексу над сольових відкладів, на що вказують зафіксовані коливання від піднімання на 2,1 м. у квітні, зниження на 1,13 м та 0,92 м відповідно у травні та червні 2021 року, підняття рівня на 3,8 м та 0,7 м відповідно у липні та серпні 2021 року та зниження рівня на 0,5 м у вересні 2021 р. Цей період нами названо періодом варіацій статичного рівня (рис. 5).



Рис. 5. Динаміка затоплення рудника № 2 після провалу № 30, який стався 15 березня 2020 року від квітня 2020 р. до вересня 2021 року

Наведені дані вказують, що рудник № 2 затоплений на 100 %, у тому числі усі гірничі виробки, включаючи водоперехоплюючі зумпфи дренажного горизонту, карстові канали та карстові порожнини. Рівень затоплення становить біля 318 м над рівнем моря (абсолютна відмітка старої дороги на найвищій ділянці біля 350 м над рівнем моря, а рівень ствола Головний – 340 м над рівнем моря)...

Поінтервальні вересневі опробування вод рудника № 2 по стволу Головний, що виконані гідрогеологічною службою підприємства ГХП «Полімінерал», результати яких наведені у таблиці 1.

Таблиця 1
Результати хімічного аналізу поінтервального опробування вод рудника № 2 по стволу Головний станом на вересень 2021 року

Глибина відбору проби, у м над р.м.	Вміст компонентів, у г/л							Густина, г/см ³
	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Сухий залишок	Мінералізація по елементах	
318	2,5	17,2	10,9	11,0	3,7	35,5	45,3	1,031
290	9,1	115,3	31,4	76,5	23,8	250,77	256,1	1,174
260	9,7	166,2	32,6	118,0	29,3	346,29	355,8	1,241
210	20,4	189,7	46,8	123,0	41,0	388,41	420,9	1,279

Виходячи із принципу гравітаційної диференціації розсолів різної мінералізації за густиною можна розрахувати гідрогеологічну стратифікованість водних товщ по стволу Головний рудника № 2 наведену у таблиці 2.



Таблиця 2

Результати розрахунків мінералізації водних товщ по стволу Головний рудника виходячи із принципу гравітаційної диференціації розсолів станом на вересень 2021 року

Абсолютна відмітка у м над р.м.	Мінералізація, у г/л	Густина, г/см ³	Рівень
318	45,3	1,031	Надсольова товща
310	100,0	1,074	Надсольова товща
300	200,0	1,140	Надсольова товща
290	256,1	1,174	Надсольова товща
280	280,0	1,192	Надсольова товща
270	320,0	1,219	Надсольова товща
260	355,8	1,241	Рівень кривлі соленосної товщі
250	360,0	1,245	Соленосна товща
240	375,0	1,255	Соленосна товща
230	390,0	1,262	Соленосна товща
220	405,0	1,273	Соленосна товща
210	420,9	1,279	Вентиляційний та перший горизонт

Про швидкість насичення агресивних до легкорозчинних мінералів розсолів, свідчать результати польового експерименту проведеного нами у 2009 р. з 29 вересня по 13 жовтня, коли занурений зразок каїніт-лангбейнітового складу був занурений у приповерхневий шар ропи на рівні затоплення у камері №110 – період водопритоку у рудник № 2 агресивних вод із карстового водоносного горизонту за схемою показаною на рис. 6.

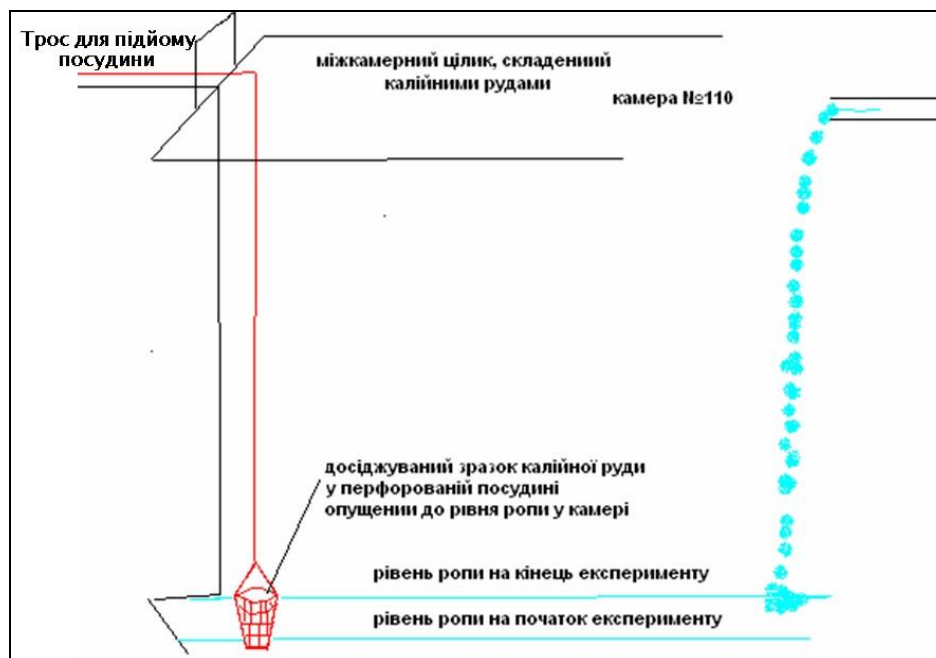


Рис. 6. Принципова схема польового експерименту проведеного у камері 110 другого горизонту рудника № 2 у 2009 р. із дослідження часу насичення агресивних розсолів

Отримані результати польового експериментального моделювання, показали, що агресивний розсіл стає рівноважним із вміщуючими соляними мінералами міжкамерних ціликів за лічені тижні, при цьому розчиняються практично усі легкорозчинні соляні мінерали, у тому числі



галіт, а релікти галітового каркасу та вкраплень каїніту і лангбейніту, зберігаються за умови ізолювання від агресивного розчину суцільним прошарком глини (рис. 7).



Зразок калійної руди, який 29 вересня 2009 року був занурений до рівня затоплення на другому горизонті у камеру 110, куди стікали агресивні карстові води

Релікти нерозчинного залишку станом на 29 жовтня 2009 року, які залишились від зразка калійних руд, що 14 діб перебував на рівні затоплення другого горизонту у камері 110, куди стікали агресивні до легкорозчинних мінералів карстові води

Рис. 7. Результати польового експериментального моделювання у камері 110 другого горизонту рудника № 2 проведеного із 29 вересня до 13 жовтня 2009 року з визначення швидкостей розчинення легкорозчинних мінералів у реальних умовах агресивним розсолом, його насичення та переходу у рівноважний стан із вміщуючими соляними мінералами міжкамерних ціликів за лічені тижні, при цьому розчиняються практично усі легкорозчинні соляні мінерали, у тому числі галіт, а релікти галітового каркасу та вкраплень каїніту і лангбейніту, зберігаються за умови ізолювання від агресивного розчину суцільним прошарком глини

Не менш показовими, є отримані результати матеріально-балансового моделювання [6], які показали, що на протязі майже восьми років з січня 2007 р. по жовтень 2014 рік, коли у камеру 110 другого горизонту притікала агресивна вода відбулось розчинення та дезінтеграція 48 тисячі 904,4 м³ калійних руд. Тобто кожен кубічний метр розсолу розчиняв від 71 до 111 кг калійних руд. На добу дезінтегрувалось від 38 на добу до 118 м³ калійних руд. В об'ємному вимірі на ділянці основного водопритоку у камеру 110, від слабо недосиченого розсолу **ПОВНІСТЮ ЗРУЙНОВАНО** 2,7 цілика із 5 наявних між камерами 108-109-110-111-112-113.30 грудня 2014 р. доведено прогнозовану відсутність ціликів.

Отримані результати, дають нам підстави сьогодні, обґрунтовано стверджувати, що рух агресивних вод над гірничими виробками рудника № 2 припинився, і тому розширення двох існуючих карстових каналів під старою дорогою, чи утворення тут нових карстових порожнин унеможлиблюється, а утворення нових провалів можливе лише на ділянках інтенсивного динамічного навантаження. На інших ділянках, у тому числі над затопленими виробками утворення провалів малоімовірне...

Вже сьогодні розсоли є рівноважні із соленосними відкладами і тому карст вже не може розвиватись. На прикладі інших затоплених рудників можна спрогнозувати, що провалоутворення є малоімовірні та можливе лише за механізмом поршневого витіснення на ділянках де з тієї чи іншої причини, відклади над гірничими виробками чи порожнинами є нестійкими чи є зовнішній чинник, який може викликати таку нестійкість.

До прикладу, існуюча дорога Трускавець-Львів, що проходить через гірничий відвід рудника № 2, як витримувала протягом 40 років статичні та динамічні навантаження, коли



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

відбувалось активне розчинення солевмісних порід, так і повинна витримувати такого ж рівня навантаження, після припинення розвитку карстового процесу, коли соляні мінерали стануть рівноважними із насиченими ропами... Причиною такої стійкості є 100-метрова надсольова товща гіпсово-глинистих відкладів..

В той же час, траса нової дороги на закарстованій ділянці, довжиною біля 400 м, у долині річки Вишниця, не мала жодних статичних та динамічних навантажень, але після побудови дорожнього полотна та руху транспорту по ньому, такі навантаження з'являться, при тому, що потужність надсолевих відкладів є у 2-3 рази меншою у порівнянні із гіпсово-глинистою товщею під старою дорогою та становить лише 30-50 метрів.

За найпесимістичнішим прогнозом розвитку карстологічної ситуації у зоні впливу рудника № 2 після його повного затоплення - це провал чи критичні деформації дорожнього полотна через кілька років після введення нової дороги в експлуатацію у долині річці Вишниці...

Щодо старої дороги, то так само є застереження та загрози критичних деформацій, але вони мають меншу ймовірність.

При найпесимістичніших оцінках ситуації – дуже мало ймовірні провали на двох ділянках: в районі камер 117-118 та 127-128, а також між старою дорогою та провалом, який стався 15 березня 2020 року...

В той же час дати хід та приблизити оптимістичний сценарій розвитку подій в зоні впливу рудника № 2 можна лише тоді якщо виконати комплекс заходів зі стабілізації ситуації що склалася, а саме для забезпечення повної безпеки старої дороги необхідно провести роботи із закладки карстових каналів, які є у десятки разів дешевшими ніж будівництво нової дороги...

В той же час, для траси нової дороги, якщо проєктом не буде передбачено буріння свердловин, згідно вимог Державних будівельних норм до рівня на 5 м глибше кривлі солей, тобто до глибин 35-55 м, через кожні 20 м, із затампоновуванням виявлених карстових порожнин, то після затоплення рудника № 2 нова траса буде небезпечнішою, ніж стара дорога.

Висновки. За результатами проведених досліджень, можна зробити наступні висновки:

1. На сьогоднішній день геолого-маркшейдерською службою ГХП «Полімінерал» проводяться моніторингові спостереження за станом гірничого масиву рудників № 1 та № 2, за розвитком карстологічної ситуації в межах наданих гірничих відводів та суміжних із ними територій, особливо на ділянках існуючої дороги Львів-Трускавець та нової дороги, яка у 2020-2021 рр. активно будується.

2. Після повного затоплення рудника № 2 техногенно-активізований соляний карст, у зоні впливу гірничих виробок, який тривав з жовтня 1978 року до вересня 2020 р. – повністю припинився, руху підземних вод по соляних породах немає, що викликало їх розчинення та обвалювання вже більше року не відбувається.

3. Значно більш небезпечною для Трускавця та прилеглих до рудника № 2 населених пунктів, була б ситуація, коли б з рудника № 2 і далі відкачували експоненційно зростаючі водопритоки. Тоді дійсно була б катастрофічна ситуація із потенціалом утворення провалів діаметром понад 500 м над пластом "Основний", поява яких, з дуже великою ймовірністю супроводжувалась не "поштовхами", а цілком реальними руйнівними землетрусами із людськими жертвами.

4. Результати раніше проведених робіт із експериментального та матеріально-балансового моделювання у реальних умовах затоплюваного рудника № 2, а також результати ревізійного поінтервального опробування, показують, що на ділянках прямого контакту соленосних товщ із агресивними розсолами, останні набувають рівноважної концентрації за лічені тижні.

5. Станом на сьогодні, мінералізація 360 г/л розчинів на рівні кривні солей є практично постійною, що рік тому (вересень 2020 р.), що на даний час, із незначними варіаціями. Це так звана рівноважна концентрація, яка у дуже обмеженому діапазоні може змінюватись за рахунок процесів так званої метаморфізації розсолів - сукупності процесів кристалізації нових мінералів за



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

умови пересичення (що в свою чергу призводить до незначного зменшення мінералізації) та розчинення вже існуючих мінералів (що відповідно призводить до зростання мінералізації), відповідно без винесення та привнесення солей.

6. Дійсно в межах гірничого відводу рудника № 2 є затоплені карстові порожнини, які вже не збільшуються у розмірах з причини припинення карстового процесу, але можуть деформуватись і навіть провалитись від зовнішніх чинників, до прикладу від динамічних навантажень від руху транспорту.

7. Аналіз геологічної будови на ділянках існуючої та будівництва нової дороги Львів-Трускавець, показав, що під старою дорогою потужність надсольових відкладів (гіпсово-глинистих порід та суглинків) становить 95-107 м, і цю дорогу у закарстованому стані транспорт трясє з 1978 року і ніяк не може обвалити, а по трасі нової дороги, де потужність надсольових відкладів становить 30-50 м, ще було не жодного вібраційного, мікросейсмічного, чи іншого динамічного навантаження від руху фур та багатотонних вантажівок чи великих автобусів. Відповідно, коли побудують нову дорогу, і по ній почнеться інтенсивний трафік важковагового транспорту, то обов'язково такі навантаження з'являться. Чи витримає 30-50-ти метрова стелина надсольових порід над карстовими порожнинами вібраційні, мікросейсмічні, чи інші динамічні навантаження – ніхто не знає, але з вищевказаних причин ймовірність деформації і провалоутворення на 400-та метровому відтинку нової дороги в десятки разів більша ніж над старою дорогою.

Список використаних джерел:

1. Дяків В. Експериментальне моделювання дезінтеграції галопелітових мінеральних асоціацій при затопленні рудника № 2 Стебницького ДГХП «Полімінерал». // Вісник Волин. ун-ту. - 2007. - Вип. 2. част.2. - С. 285-291.
2. Дяків В. Експериментальне моделювання кінетики розчинення (дезінтеграції) галопелітових мінеральних асоціацій в агресивній ропі з рудника № 2 Стебницького калійного родовища // Мінералогічний збірник Львів. ун-ту. - 2007. - № 57. - Вип. 2. - С.110-121.
3. Гайдін А.М. Геодинамічні процеси на соляних родовищах // А.М.Гайдін, В.О. Дяків / Матеріали. Міжнародної науково-практичної конференції «Форум гірників 2010» 21 -23 жовтня 2010 р. – Дніпропетровськ, 2010. – С.23-41.
4. Гайдін А.М. Деформації земної поверхні в зоні діяльності калійних рудників у Стебнику. // А.М.Гайдін, В.О.Дяків, І.В.Чікова / Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2014. – № 2 (10). – С.112-119.
5. Гайдін А.М. Розсоли в затоплених калійних рудниках Передкарпаття // А.М.Гайдін, В.О.Дяків, І.І.Зозуля /Хімічна промисловість України. – 2012. – № 3 (110). – С.32-38.
6. Дяків В.О. Провал 30 вересня 2017 р. над рудником № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал»: причини, наслідки та сучасний стан (за результатами матеріально-балансового моделювання та моніторингових спостережень) / В.О.Дяків, А.В. Драновська, З.З. Хевпа // Матеріали П'ятої міжнародної науково-практичної конференції: «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування» у 2 т. (8–12 жовтня 2018 р., м. Трускавець). – К.: 2018. – Т.2. – С. 103-115.
7. Білоніжка П. Стебницьке родовище калійних солей: розроблення, відходи збагачення руд, проблеми охорони довкілля // П. Білоніжка, В.Дяків / Праці наукового товариства ім.Шевченка.– Т. XXX. – Геологічний збірник – Львів., 2012. – С. 199-209.
8. Варламов А.А. Гидрогеологические условия Стебниковского месторождения калийных солей // А.А.Варламов, С.С.Козлов, В.К.Липницкий, А.Е.Ходьков / Мат. по гидрогеологии и геол. роли подземных вод. Л.: Изд-во ЛГУ, 1971. С. 124-132.
9. Дудко П.М. Подземное выщелачивание солей. - М.: Недра, 1972, 160 с.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

10. Зильбершмидт В.Г. Разрушение соляных пород // В.Г.Зильбершмидт, В.В.Зильбершмидт, О.Б.Каймарк /М.: Наука, 1992. 144 с.
11. Корневский С.М. Геология и условия формирования калийных месторождений Советского Предкарпатья // С.М. Корневский, К.Б. Донченко / Геология месторождений калийных солей: Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. - 1963. - Т. 99. - С. 3 - 152.
12. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь, 1963. Т. 1. 444 с.
13. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь, 1969. Т. 2. 529 с.
14. Семчук Я. М. Техногенне порушення геологічного середовища у районах розробки калійних родовищ // Уголь Украины. – 2001. – № 9 (537). – С. 41-45.
15. Семчук Я. М. Дослідження процесів розчинення та вилуговування соляних порід для оцінки наслідків затоплених калійних шахт // Я. М. Семчук, О. С.Малишевська / Хімічна промисловість України. – 2002. – № 1. – С. 9-12.



УДК 54.2.66.061.3

ГЕОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬ РОЗВИТОК ТЕХНОГЕННО-АКТИВІЗОВАНОГО СОЛЯНОГО КАРСТУ

Гайдін А.М.¹, к. геол.-мін. н., с. н. с., anatoliy.gaydin@gmail.com;

Дяків В.О.², к. геол. н., доцент, e-mail: dyakiv@yahoo.com;

1 – ТЗОВ «Інститут «Гірхімпром», Львів, Україна;

2 – ЛНУ імені Івана Франка; ТЗОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ», Львів, Україна

Розчинення солей в зонах активного водообміну призводить до утворення порожнин, наслідком чого є геодинамічні процеси: осідання і провали земної поверхні, руйнування гірничих виробок. Карст на соляних родовищах, реалізується в різних категоріях часу. Слід розрізняти карст природний, що розвивається у геологічному часі, антропогенний, пов'язаний з доіндустріальними методами видобутку солі, і техногенний, який є наслідком сучасної експлуатації соляних родовищ. Карст провокує різноманітні деформації покриваючих товщ і земної поверхні, руйнування гірничих виробок та інженерних споруд. Дослідження закономірностей розвитку соляного карсту служить основою для прогнозування небезпечних явищ та способів їх попередження.

GEODYNAMIC PROCESSES ACCOMPANYING THE DEVELOPMENT OF TECHNOGENICALLY ACTIVATED SALT KARST

Haydin A.¹, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Senior Researcher, anatoliy.haydin@gmail.com;

Dyakiv V.², Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., dyakiv@yahoo.com;

1 – "Institute "GIRHIMPROM" LLC, Lviv, Ukraine;

2 – Ivan Franko National University of Lviv; LLD "Institute" GIRHIMPROM ", Lviv, Ukraine

Dissolution of salts in areas of active water exchange leads to the formation of cavities, resulting in geodynamic processes: subsidence and collapse of the earth's surface, the destruction of mine workings. Karst in salt deposits, develop in different categories of time. A distinction should be made between natural karst, which develops in geological time, anthropogenic, which is associated with pre-industrial methods of salt production, and man-made, which is a consequence of modern exploitation of salt deposits. The consequence of karst is various deformations of the covering strata and the earth's surface, the destruction of mine workings and engineering structures. The study of the patterns of development of salt karst is the basis for predicting dangerous phenomena and ways to prevent them.

Соляні поклади внаслідок пластичних властивостей солі є водотривкими. Проникливі зони на контактах солей з вміщаючими породами обумовлені наявністю карстових порожнин. Розкриття вказаних зон гірничими виробками призводить до проривів розсолів, а вслід за тим і прісної води. Це є причиною загибелі багатьох соляних шахт. В Німеччині за 70-річний період експлуатації соляних родовищ була затоплена 81 шахта із загальної кількості 254 [1]. В Росії найбільші аварії сталися на Березняківських калійних рудниках, збитки оцінюються в мільярди доларів [6].

В Україні в останні роки затоплені дві шахти в Солотвині, калійний кар'єр в Калуші, рудник № 2 в Стебнику. Одна з причин катастроф – недостатня вивченість техногенного соляного карсту та методів боротьби з ним. Натурні спостереження за розвитком карсту та пов'язаних з ним геодинамічними процесами на соляних рудниках дали цінний фактичний матеріал, який може послужити основою для розробки методів прогнозу надзвичайних ситуацій та обґрунтування заходів з попередження аварій.

Величезна кількість публікацій, що висвітлюють різні аспекти загибелі соляних шахт, носить описовий характер. Першою видатною роботою, присвяченою соляному карсту, є книга Г.І. Короткевича [2], видана 1970 року. Останні досягнення узагальнені в монографіях А.М. Гайдін і Г.І.Рудька [2, 8]. В даній статті коротко висвітлені основні нові закономірності, виявлені авторами шляхом безпосередніх спостережень за розвитком аварій та фізичного моделювання.

Спадковість розвитку карсту. У розвитку карсту соляних родовищ слід розрізняти три періоди: природний, антропогенний, техногенний. Природний карст пов'язаний з тектонічними чинниками. Він розвивається у геологічному часі і характеризується повільними в часі і великими



у просторі змінами. Антропогенний карст пов'язаний з доіндустріальними методами видобутку солі, зокрема шляхом вилуговування. Техногенний карст є наслідком сучасної експлуатації соляних родовищ. При тому розробку родовищ корисних копалин супроводжує урбанізація довкілля. Тому пов'язані з карстом деформації поверхні викликають значні матеріальні збитки.

Природний соляний карст контролюється двома основними властивостями солі: текучістю і розчинністю. Карст виникає тоді, коли соленосні масиви внаслідок тектонічних рухів та діапірізму контактують із зонами активного водообміну або навіть виходять на поверхню. Зокрема в районі Передкарпатських родовищ це здійснювалося від пізньобаденського часу, коли Карпати насувалися на платформу і соляні поклади деформувалися, утворюючи складчасті структури з виходом їх на поверхню. Сіль розчинялася, а нерозчинні та слабо розчинні домішки (глина, гіпс) накопичувалися на поверхні. Розчинення солей продовжувалося до того часу, поки на поверхні солей не утворився такий шар глинистої породи («кепроку»), через який води вже не проникали до солі. Збереження покладів солі впродовж мільйонів років свідчить про їх надійну гідроізоляцію від зони активного водообміну.

Проявом текучесті солі є утворення соляних куполів. У верхівці висхідного соляного потоку виникають розтягуючі напруги, що супроводжується розвитком тріщин. Якщо соляний потік перетинає водоносні горизонти, здійснюється розчинення верхівки куполу. При тому нерозчинні включення залишаються на поверхні соляного тіла, утворюючи кепрок. На контакті солей з кепроком формується надсолевий розсільний горизонт. В природних умовах він характеризується застійним режимом. Оскільки горизонт має форму антикліналі, в кепроці і під ним часто накопичуються вуглеводні. У випадку, коли соляний потік перетинає пласти гіпсу, тут формуються поклади сірчаної руди. Прикладом є великі солянокупольні сірчані родовища у Мексиканській затоці.

На бокових межах соляного потоку, за рахунок тертя, в рух втягаються вміщаючі породи і в них виникають тріщини. У шарах породи, міцність яких більша за геостатичну напругу, тріщини залишаються відкритими і обводненими. Рух підземних вод вказаними тріщинами призводить до утворення карстових порожнин на контакті солей з вміщаючими породами.

Зокрема це спостерігається на Солотвинському соляному куполі [2,3]. У північно-східній його частині знаходилось болото Чорний Мочар, яке представляє собою крупний палеокарстовий провал. З часом він перетворився у повністю евтрофоване озеро, заповнене потужною товщою торфу (рис. 2).

На верхівках соляних куполів та антикліналей, де діють розтягуючі напруження, поверхня прорізана мережею вертикальних щілинок. У полімінеральних покладах легко розчинні солі виносяться потоком води, слабо розчинні і нерозчинні складові накопичуються на поверхні, утворюючи зернисту масу високої проникливості. В результаті під елювіальною «шапкою» формується *надсолевий розсільний горизонт*. Рух рідини в ньому в природних умовах дуже повільний, здійснюється в ламінарному режимі, без перемішування по вертикалі. Внаслідок гравітаційної сегрегації відносно прісна вода займає верхню частину потоку, і з сіллю контактує насичений розчин, не агресивний до солі. Оскільки поверхня солей не рівна, прісна вода витискається на ділянки з найвищими відмітками, тут утворюються найбільш проникливі канали (рис. 1). Вказана закономірність дозволяє виявити проникливі зони по карті рельєфу покрівлі соляного масиву.

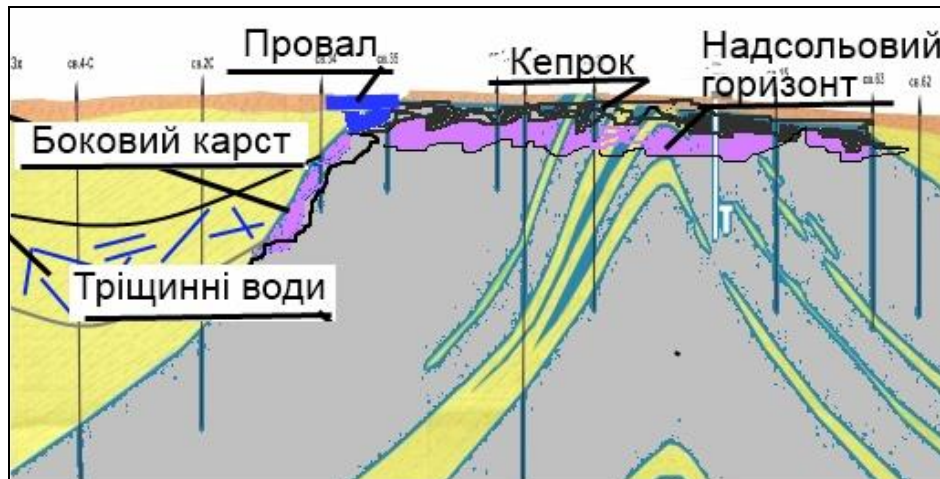


Рис.1. Принципова схема розвитку природного соляного карсту на прикладі Солотвинського куполу



Рис. 2. Відслонення торфу в борті провалу на місці евтрофікованого карстового озера

Коли соляний потік досягає поверхні, його подальший розвиток визначається рівновагою між ростом куполу і денудацією. Якщо швидкість росту куполу перевищує швидкість денудації, то поверхневі водні потоки відтискаються за межі солянокупольної структури. Прикладом є меандроподібна звивина русла річки Тиси навколо Солотвинського куполу, яка вказує на те, що швидкість підняття солей є вищою за швидкість денудації. Оскільки не було природних причин для припинення течії соляного потоку, можна стверджувати, що ріст солянокупольної структури продовжується донині (рис. 3). Ця закономірність відкриває зв'язок соляної тектоніки з сучасним рельєфом.

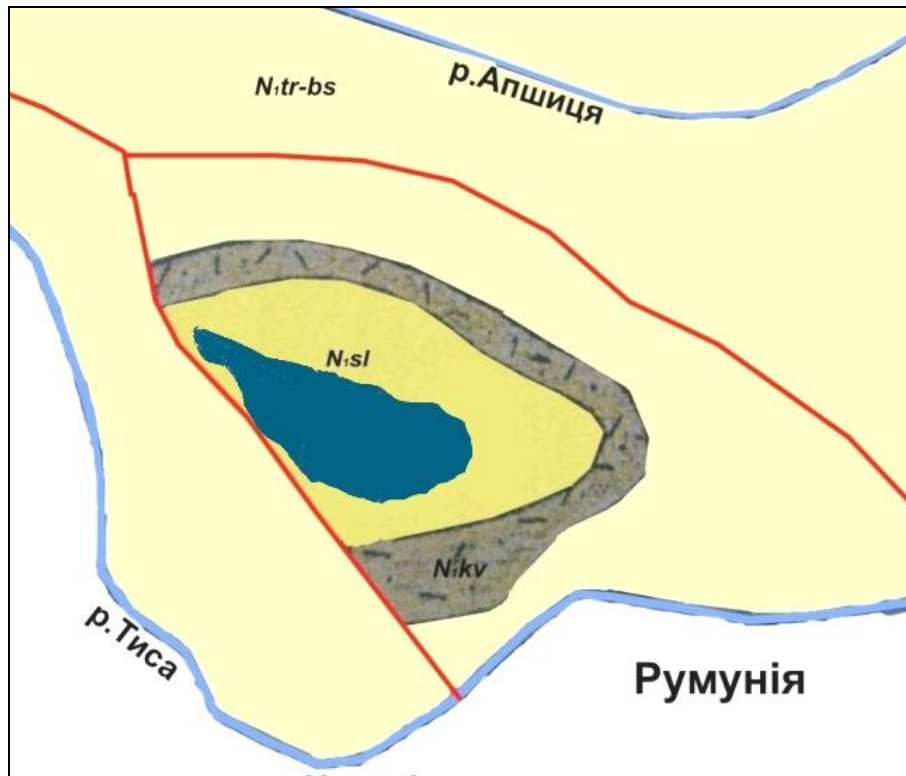


Рис. 3. Меандроподібна звивина русла річки Тиси навколо Солотвинського куполу, яка вказує на те, що швидкість підняття солей вища за швидкість денудації

Атропогенний період життя соляного родовища визначається людською діяльністю у той час, коли застосовували переважно ручну працю. Найбільше розповсюдженим способом видобутку солі в стародавні часи були розсолотромисли, які діяли впродовж тисяч років. В результаті відкачки розсолів виникає градієнт напору і розпочинається рух у раніше застійному розсольному горизонті. Формується гідродинамічна система, що включає області живлення, транзиту і розвантаження (рис. 4).

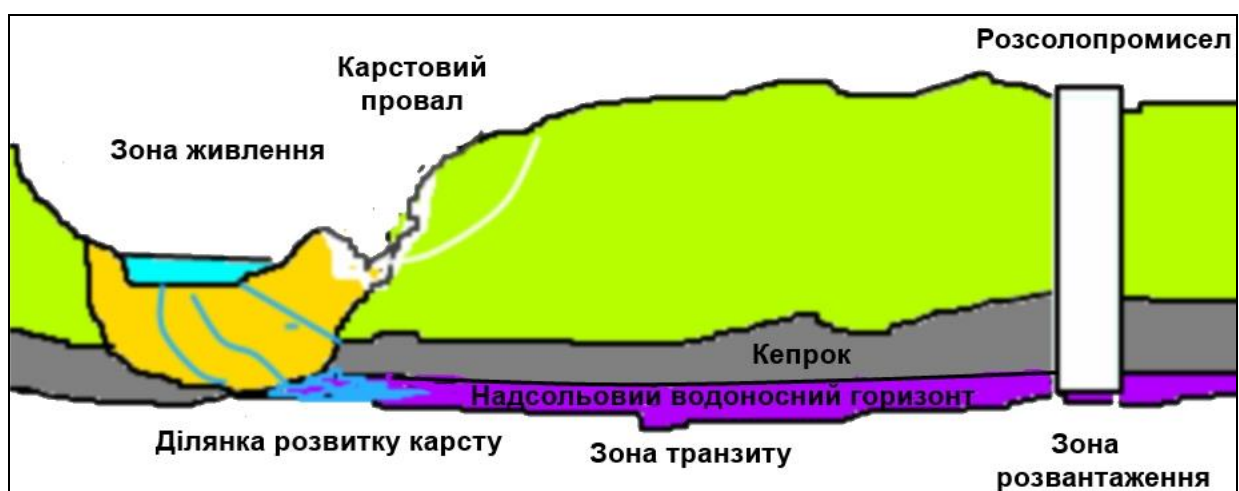


Рис. 4. Принципова схема гідродинамічної система розсолотромислу, тривале у часі функціонування якого активізує соляний карст

Зони живлення утворюються в місцях з мінімальною потужністю кепроку, а саме в долинах та сводах антикліналей. В зоні живлення розсоли заміщаються прісною водою. Виникає і



розвивається карст, який далі просувається зоною транзиту в напрямку області розвантаження. Зони транзиту успадковують проникливі канали у сводах антиклінальних форм поверхні соляного масиву. Таким чином, наявність високо проникливих каналів над соляними масивами може бути обумовлена діяльністю древніх розсолوپромислів. Це слід враховувати при проведенні гідрогеологічних досліджень на соляних родовищах.



Рис. 5. Територія над стародавніми соляними копальнями в межах Соловинського родовища

При стародавніх підземних способах видобутку солі гірники намагалися забезпечити з одного боку високе вилучення солі, а з другого боку – стійкість виробок. Для попередження провалів у масиві солі над виробками залишали водозахисний шар, а між виробками – цілики. Розповсюдженими явищами в цей період було роздавнення недостатньо великих ціликів. Це призводило до виникнення тріщин у водозахисному шарі і прориву розсолів, а за тим і прісної води у гірничі виробки. На західному фланзі Солотвинського родовища у стародавні часи діяли і потерпіли аварії десятки шахт. Наслідком руйнування стародавніх шахт є опускання земної поверхні більше за 20 м і утворення системи озер (рис. 5).

Техногенний період буття соляних родовищ характеризується утворенням великого виробленого простору у соляному масиві з застосуванням машин і вибухів. При тому завдяки освоєнню методів розрахунку геодинаміки гірничого масиву застосовують системи розробки, які забезпечують стійкість виробок. В сучасних шахтах над виробками залишають потужний (не менше 50 м) водозахисний шар та передбачають трикратний запас надійності ціликів [5, 7]. Також залишають цілики навколо свердловин.

Тим не менше, численні соляні шахти виходить з ладу внаслідок проривів води [1, 4]. Основними причинами проривів є: 1) безпосереднє розкриття гірничими виробками надсолевого розсолного горизонту, 2) перетинання виробками неякісно затампованих свердловин. Наслідком проривів води і підтоплення виробок є підрізання ціликів – утворення в них ніш вилуговування [8] (рис. 6). В результаті товщина ціликів зменшується до критичної, здійснюється їх обвалення, а у водозахисній товщі утворюється склепіння стійкої рівноваги (рис. 7). У разі, коли верхівка склепіння виходить під покриваючі породи, в останніх формується ядро текучості і з нього розпушена порода витікає у гірничі виробки (рис. 8).

Процес течії закінчується провалом, в якому утворюється карстове озеро з солоною або прісною водою, залежно від співвідношення глибини залягання і об'єму гірничих виробок. При великому об'ємі виробленого простору і відносно малій глибині порода з ядра текучості повністю витікає у виробки і утворюється провал, в основі якого відслонюється сіль. Утворюється солоне



озеро. Прикладом є провал над шахтою № 7 у Солотвині (рис. 7).



Рис. 6. Експериментальна модель утворення ніш вилуговування у міжкамерних ціликах

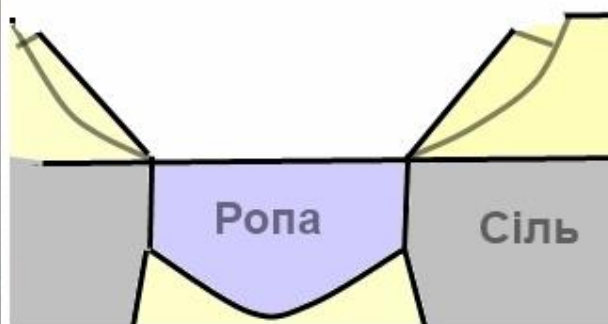


Рис. 7. Утворення соленого озера у провалі над шахтою №7 у Солотвині

В іншому випадку порода з ядра текучості не витікає повністю і глибина провалу не досягає покрівлі солей. Такі провали утворилися над рудником № 2 у Стебнику. Водотривкі властивості провалених покриваючих порід забезпечують відсутність гідравлічного зв'язку між поверхневими водами і розсолами, що заповняють виробки. Тому у провалах утворюються озера з прісною водою (рис. 8).

Прикладом може служити озеро Чорний Мочар в Солотвині та озера у провалах над рудником № 2 в Стебнику (рис. 8).

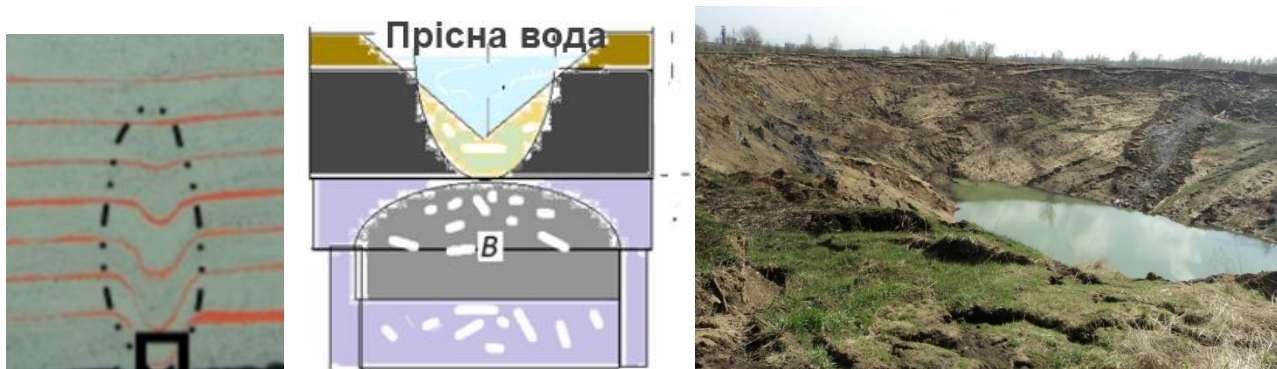


Рис. 8. Утворення ядра текучості над виробленим (закарстованим) простором у експериментальній моделі (зліва), принципова схема утворення провальної лійки над соленосними відкладами (у центрі), формування прісного озера у провалі № 27 над рудником №2 в Стебнику (справа)

У формуванні карстових озер спостерігаються три стадії: 1) утворення провалу, 2) трансформація виїмки в результаті обвалів і зсувів та затоплення виїмки водою, 3) стабілізація та заростання берегів новоутвореного озера. На початку провал має вертикальні або нависаючі стінки, які є відображенням ядра текучості. З часом навколо провалу розвиваються зсуви і він набуває кінчної форми. Нахил бортів залежить від фізико-механічних властивостей покриваючих порід та динаміки заповнення водою. Якщо у провалі відслонюються солі, нерозчинні продукти обвалення бортів покривають їх і таким чином здійснюється ізоляція солей від поверхневих вод. В кінцевому рахунку трансформація бортів призводить до гідроізоляції відслонень солі.

Висновки

1. Розвиток соляного карсту і пов'язаних з ним геодинамічних процесів характеризується спадковістю. Слід розрізняти три етапи: природний, антропогенний, техногенний. Природний карст обумовлений тектонічними явищами, розвивається у геологічному часі і характеризується повільними в часі і великими у просторі змінами. Антропогенний карст пов'язаний з доіндустріальними методами видобутку солі, зокрема шляхом вилуговування. В цей період на родовищах солі утворюється гідродинамічна система, що складається із зон живлення, транзиту і розвантаження. Карст виникає в зонах живлення і розповсюджується зоною транзиту в напрямку розсолотазуру. Зона транзиту приурочена до підвищених ділянок поверхні соляного масиву.

2. Техногенний карст розвивається внаслідок розкриття гірничими виробками надсольового колектору, в результаті чого у виробки прориваються розсоли, а вслід за тим агресивна прісна вода. Затопленні виробок прісною водою призводить до утворення ніш вилуговування – підрізання ціликів. Наслідком підрізання є втрата стійкості і руйнування ціликів. Над зруйнованими ціликами формується склепіння рівноваги. В разі, коли верхівка склепіння досягає контакту з покриваючими породами, в останніх утворюється ядро текучості. З нього порода витікає у вироблений простір і формується провал.

3. На початку провал має вертикальні або нависаючі стінки, що відображає форму ядра текучості. В подальшому здійснюється виположування бортів провалу шляхом обвалів і зсувів, заповнення провалу водою і утворення озер. В залежності від глибини і об'єму виробленого простору вода в озерах може бути солоною або прісною. З часом геодинамічні процеси призводять до самоізоляції солей від поверхневих вод.

Список використаних джерел:

1. Андреичев А.Н. Разработка калийных месторождений / А.Н. Андреичев // М.: Недра,



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

1966. – 250 с.

2. Гайдін А.М. Техногенний карст / А.М. Гайдін, Рудько Г.І. // Київ - Чернівці: Букрек, 2016. – 200 с.

3. Короткевич Г.В. Соляной карст / Г.В. Короткевич // Л.: Недра, 1970. – 256 с.

4. Мацяшек Я. Рудник Величка. (X-XX вв.) / Я. Мацяшек, Я. Шевчик, В. Ермоленко // Краков-Минск. 1997. – 28 с.

5. Методические указания по выбору мер охраны для существующих и проектируемых объектов на территориях, подрабатываемых калийными рудниками // Л.: Изд. ВНИИГ, 1976. – 266 с.

6. Осипов В.И. Гидрогеомеханические условия формирования карстовых провалов на территории калийных рудников в г. Березники Пермского края. / В.И. Осипов, А.А. Барях, И.А. Санфиров, Ю.А. Мамаев, А.А. Ястребов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. 2016, № 2 – С. 142–148.

7. Пермяков Р.С. Технология добычи солей / Р.С.Пермяков, В.С.Романов, М.П.Бельды // М.: Недра, 1981. – 272 с.

8. Рудько Г.І. Провали. Деформації земної поверхні над гірничими виробками і карстами / Г.І. Рудько, А.М. Гайдін //- Київ-Чернівці: Букрек, 2019. – 192 с.

9. Maciaszek J. Rezultaty badan gorotworu i powerchni terenu w strefach przyszbowych kopalni soli “Weliczka” / J. Maciaszek // Kwartalnik „Gornictwo”, z.4. Krakow, 1996. – P.104-110.

10. Thoma H. Example of the development of sinkholes above flooding salt mines in central Germany and ways of remote detection of areas with a potential risk of fall / H.Thoma, G.Seifert, F. Kuehn //Fall 2000 meeting. San Antonio, Texas, USA. 15-18 October 2000. P.163-181.



УДК 911.9:574.42(477.83)

РОЗМІЩЕННЯ ТА ДИНАМІКА ПОРУШЕНИХ І ВІДПРАЦЬОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Іванов Є.А., д. геогр. н., доцент, yevhen.ivanov@lnu.edu.ua;

Андрейчук Ю.М., к. геогр. н., доцент, yuriy.andreychuk@lnu.edu.ua,

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Виявлено особливості географічного розміщення порушених і відпрацьованих земель у Львівській області на рівні адміністративних районів. Найбільші площі антропогенно-перетворених земель є в Яворівському (3 154 га), Радехівському (1 917 га), Жидачівському (1 469 га), Миколаївському (1 167 га), Дрогобицькому (786 га), Бродівському (712 га) і Сокальському (669 га) районах. Проаналізовано закономірності динамічних змін площ порушених і відпрацьованих земель у 1990–2017 роках. Спостерігаємо низькі обсяги рекультивацийних робіт. У 2018 р. площі рекультивованих земель становили лише 20 га, тобто лише 0,17 % від загальної площі порушених земель.

LOCATION AND DYNAMICS OF DISTURBED AND USED LANDS IN LVIV REGION

Ivanov E., Dr. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., yevhen.ivanov@lnu.edu.ua;

Andreychuk Yu., Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., yuriy.andreychuk@lnu.edu.ua,

Ivan Franko National University of L'viv, L'viv, Ukraine

Peculiarities of geographical location of disturbed and used lands in Lviv region at the level of administrative districts are revealed. The largest areas of anthropogenically transformed lands are in Yavoriv (3,154 ha), Radekhiv (1,917 ha), Zhydashiv (1,469 ha), Mykolaiv (1,167 ha), Drohobych (786 ha), Brody (712 ha) and Sokal (669 ha) districts. The regularities of dynamic changes in the areas of disturbed and used lands in 1990–2017 are analyzed. We observe low volumes of recultivation (reclamation) works. In 2018, the area of recultivation land was only 20 ha, only 0.17% of the total area of disturbed land.

Проблема утворення порушених земель в Україні залишається актуальною. Згідно з законом України “Про охорону земель” (ст. 1), порушеними землями вважають земельні угіддя, що втратили власну господарську та екологічну цінність через порушення ґрунтового покриву внаслідок свідомої виробничої діяльності людини або дії несприятливих природних явищ (Закон..., 2003). Проведення геологорозвідувальних робіт, видобування і збагачення корисних копалин, будівництво промислових і житлових об'єктів, доріг та комунікацій зумовили низку негативних геоecологічних наслідків у Львівській області: відчуження значних площ сільсько- і лісгосподарського використання, деградацію земель, порушення цілісності ґрунтового і рослинного покривів, скидання у водотоки і водойми мінералізованих вод, активізацію різних небезпечних екзогенних (карстопровальних, зсувних, ерозійних тощо) процесів. Під відпрацьованими землями слід розуміти ділянки земель, на яких повністю або частково завершено розроблення родовищ корисних копалин, формування відвалів чи сховищ, геологорозвідувальні, будівельні та інші роботи, пов'язані з порушенням ґрунтового покриву (Економічна..., 2000). Відпрацьовані землі підлягають рекультивації. Це зумовлює необхідність розроблення науково-обґрунтованих заходів із рекультивації порушених земель та повернення їх у господарське використання (Кучерявий, Генік, Дида, Колодко, 2006).

Рекультивація земельних угідь є комплексом інженерних, технічних, меліоративних, біологічних, санітарно-гігієнічних та правових заходів, які здійснюються з метою відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель (Шульга, 2004). Повернення земель може бути у різні види використання: сільсько-, лісо- і рибогосподарське, під зони рекреації і відпочинку, для промислового і комунального будівництва, створення тепличних господарств, відновлюваних електростанцій тощо (Іванов, Біланюк, 2017).

За даними Головного управління статистики у Львівській області загальна площа порушених земель у 2017 р. становила 12 067 га, а з них рекультивовано 20 га (Довкілля..., 2018). Серед адміністративних районів Львівської області найбільші площі порушених земель утворилися



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

в межах Яворівського (3 154 га), Радехівського (1 917 га), Жидачівського (1 469 га), Миколаївського (1 167 га), Дрогобицького (786 га), Бродівського (712 га) і Сокальського (669 га) районів (рис. 1).

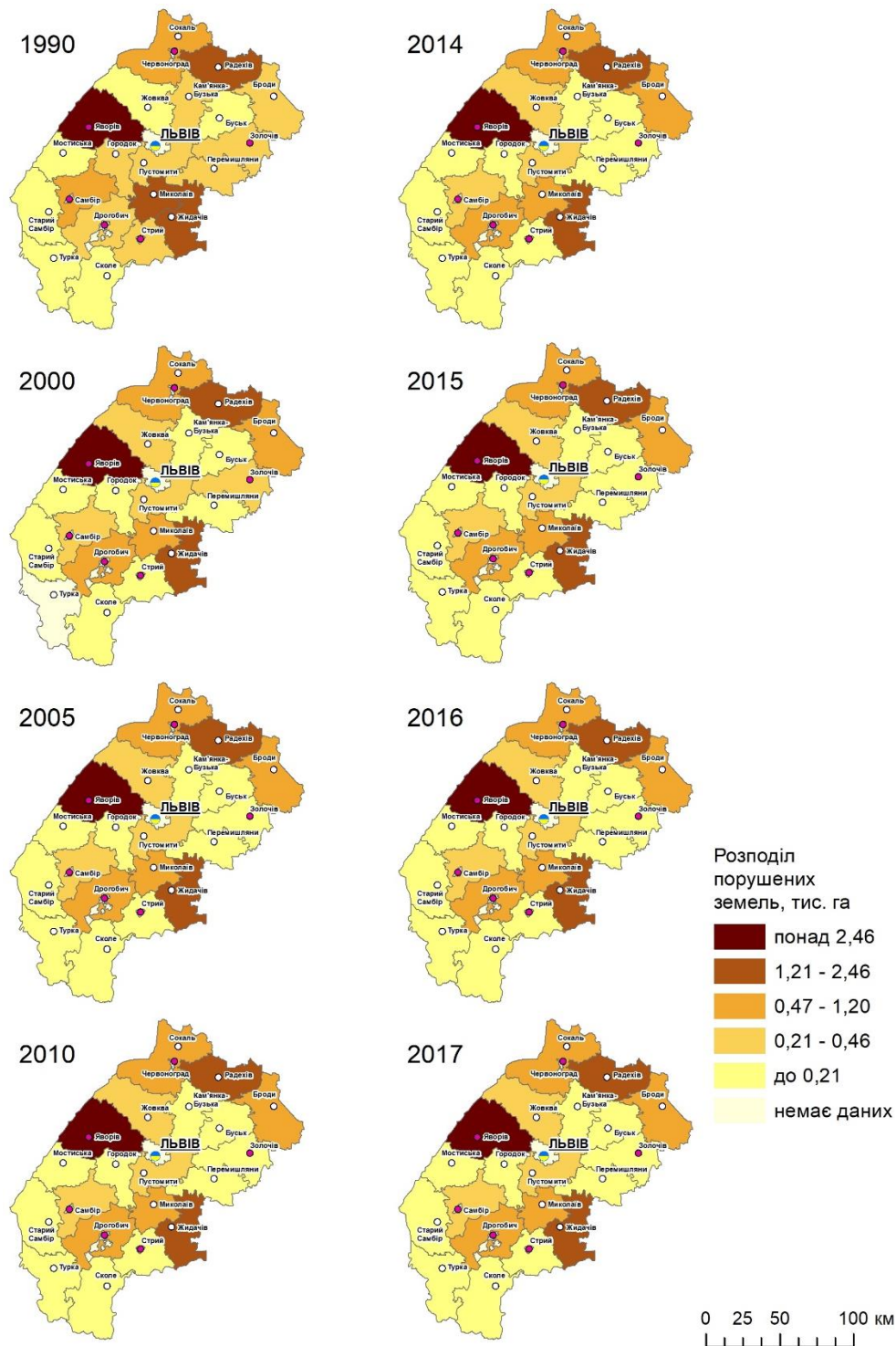


Рис. 1. Розміщення і зміни площ порушених земель в Львівській області у 1990–2017 роках

Найменше антропогенно-перетворених земель (до 65 га) розміщено у Золочівському, Старосамбірському, Стрийському і Турківському районах. На сьогодні частка порушених площ



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

від загальної площі регіону становить 0,55 %. Найвищі показники, що припадають на антропогенно-перетворені землі властиві для Яворівського (2,04 %), Радехівського (1,68 %) і Жидачівського (1,47 %) районів, а найменші – для Старосамбірського району (лише 0,012 %). Щороку площі порушених земель зростають на 85–120 га (Геоекологія..., 2021).

Водночас, проаналізовано динаміку площ порушених земель в межах адміністративно-територіальних районів Львівської області за період від 1990 до 2017 роки. Слід відзначити, що суттєвих змін щодо площ порушених земель не відбулося. У регіоні спостерігається лише незначне скорочення цих земельних угідь – з 14,71 тис. га (1990 р.) до 12,07 тис. га (2017 р., на 7,9 %). Протягом всього періоду беззаперечним “лідером” за ступенем трансформації земель залишався Яворівський район (див. рис. 1). У Жовківському і Бродівському районах відзначимо доволі суттєве збільшення площ під антропогенно-порушеними землями, а в Городоцькому, Миколаївському, Самбірському і Перемишлянському районах – навпаки зменшення. Для більшості районів Львівщини у 1990–2017 рр. властива порівняна усталеність показників порушення території.

Порівняно з іншими областями Карпатського регіону України, площа порушених земель в межах Львівської області є значною, оскільки, згідно з даними державної статистичної звітності, території порушених земель в Івано-Франківській області становлять 1,49 тис. га, у Закарпатській області – 0,78 тис. га, у Чернівецькій області – 0,45 тис. га (Павлик, 2014). Наявність значних площ порушених земель на Львівщині, зумовлює пошук нових рішень у питаннях відновлення екологічної рівноваги в зоні впливу підприємств гірничодобувної промисловості та мінімізації техногенного впливу гірничодобувних робіт на екологічний стан природного середовища. Проблемними для проектування і реалізації рекультиваційних і фітомеліоративних заходів є порушені землі зони діяльності гірничодобувних і гірничо-хімічних підприємств: Новояворівського і Роздільського ДГХП “Сірка”, Стебницького ДГХП “Полімінерал”, ДГХП “Подорожненський рудник”, ПАТ “Львівська вугільна компанія”, ХК “Львіввугілля” (Іванов, 2007; Генік, 2008, 2012). Відзначимо, що на території Львівщини реалізовано низку програм і проектів, які передбачають відновлення та збереження природно-господарських систем у зоні діяльності гірничодобувних та гірничохімічних підприємств, наприклад у зоні впливу гірничих робіт Новояворівського ДГХП “Сірка” реалізують проект відновлення екологічної рівноваги і рекультивації земель порушених гірничими роботами, розроблений ВАТ “Гірхімпром”, який передбачає створення зони рекреації і відпочинку довкола Яворівської водойми (Відновлення..., 2001).

Процес поновлення ґрунтового покриву забирає чимало часу, коштів і ресурсів, що зумовило появу значних площ відпрацьованих земель. Найбільші площі під відпрацьованими землями виявлено в Яворівському (3 009 га) і Жидачівському (1 423 га) районах, де частка відпрацьованих становить до 95–97 % від усіх порушених земель (рис. 2). Іншою є ситуація із відпрацьованими земельними угіддями у районах області, де небагато порушених площ, а саме у Городоцькому (0,76 %) і Стрийському (6,2 %) районах. В останні роки у Кам’яно-Бузькому і Старосамбірському районах відпрацьованих земель не реєстрували.

Аналіз динамічних змін площ відпрацьованих земель на Львівщині у 1990–2017 рр. дав змогу виявити розбіжні риси у порівнянні із порушеними землями. Так загальна площа відпрацьованих земель за цей час суттєво зросла – 2,90 до 8,75 тис. га. Суттєве зростання цих територій відбулося між 2000 і 2005 роками (див. рис. 2). Найбільше відпрацьованих земель утворилося в Яворівському (3 009 га), Жидачівському (1 423 га), Радехівському (776 га), Дрогобицькому (749 га), Бродівському (703 га) і Миколаївському (655 га) районах. В останні роки зафіксовано стабілізацію процесу зростання земель під відпрацьованими територіями.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

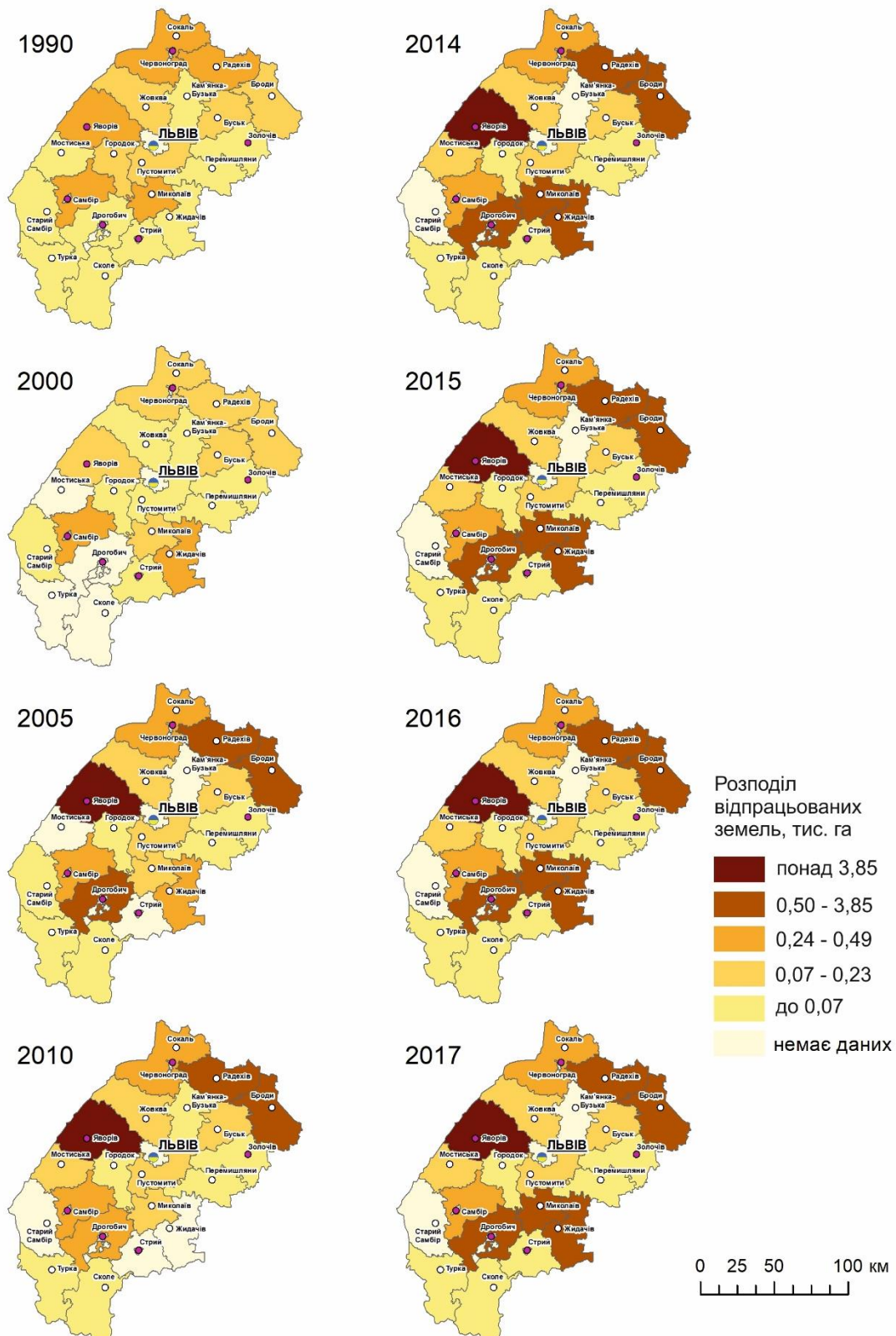


Рис. 2. Розміщення і зміни площ відпрацьованих земель в Львівській області
у 1990–2017 роках



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Порушені і відпрацьовані землі підлягають рекультивації. Наявність значних площ таких земель у Львівській області зумовлює потребу в активізації рекультиваційних і фітомеліоративних робіт. Нажаль, у 2018 р. площі рекультивованих земель становили лише 20 га, тобто лише 0,17 % від загальної площі порушених земель. У попередні два роки рекультивовано дещо більше порушених земель (31 га/рік), однак ці показники залишаються надзвичайно низькими (0,26 %). Ще десять років тому, темпи рекультивації були вищими, так у 2007 р. поліпшення земельних угідь реалізовано на площі у 108 га (0,88 %). При цьому, у повному обсязі рекультиваційні роботи виконано лише в межах Яворівського району. Не виконано план з рекультивації порушених і відпрацьованих земель у Бродівському, Буському, Жидачівському, Жовківському, Перемишлянському і Сокальському районах у зв'язку з відсутністю державного фінансування на виконання відновлювальних робіт (Геник, 2008).

Загалом, темпи рекультивації порушених земель у Львівській області, особливо у районах видобування і збагачення корисних копалин з різних причин залишаються недостатніми для своєчасного відтворення, що й затримує повернення їх колишнім чи новим землевласникам і землекористувачам для подальшого використання за призначенням. Масштабні оптимізаційні заходи проведено в межах антропогенно-перетворених і деградованих земель Новояворівського і Роздільського ДГХП «Сірка», зокрема відновлено понад 90 га порушених земель у Яворівському районі і близько 60 га у Новому Роздолі і Подорожному, які постраждали від ліквідованого сірчаного виробництва (Рудько, Іванов, Ковальчук, 2019). Водночас, більшість порушених і відпрацьованих площ у регіоні очікують на рекультиваційні роботи.

Список використаних джерел:

1. Геник Я. В. Лісовідновлення складних техногенних екосистем Львівщини. *Вісн. Дніпропетров. держав. аграрн. ун-ту*. 2012. № 1. С. 117–120.
2. Геник Я. В. Порушені території Львівщини та шляхи їх фітомеліорації та рекультивації. *Наук. вісн. НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.10. С. 22–26.
3. Геоекологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
4. Довкілля Львівської області–2018: статист. зб. / Головне управління статистики у Львівській області; відп. за випуск Л. Шалай. Львів, 2019. 116 с.
5. Економічна енциклопедія : у 3-ох томах. Т. 1. / редкол.: С. В. Мочерний (відп. ред.) та ін. К.: ВЦ «Академія», 2000. 864 с.
6. Закон України «Про охорону земель». *Відомості Верховної Ради*. 2003. № 39. Ст. 349.
7. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.
8. Іванов Є. А., Біланюк В. І. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування*: матер. 4-ої міжнарод. наук.-практ. конф: у 2-х т. К.: ДКЗ, 2017. Т. 2. С. 257–265.
9. Кучерявий В. П., Геник Я. В., Дида А. П., Колодко М. М. Рекультивація та фітомеліорація. Львів : ГАФСА, 2006. 116 с.
10. Павлик А. С. Порушені землі Львівщини та шляхи їх рекультивації. *Студент. вісн. Націон. ун-ту водн. господар. та природокорист.* 2014. Вип. 2 (2). С. 73–75.
11. Рудько Г. І., Іванов Є. А., Ковальчук І. П. Гірничопромислові геосистеми Західного регіону України : монографія. Київ–Чернівці : Букрек, 2019. Т.2. 376 с.
12. Шульга М. В. Земельне право України. К., 2004. 368 с.



УДК 911.9:574.42(477.83)

РОЗВИТОК І ПОШИРЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЕКЗОГЕННИХ ПРОЦЕСІВ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Іванов Є.А., д. геогр. н., доцент, yevhen.ivanov@lnu.edu.ua;

Біланюк В.І., к. геогр. н., доцент, volodymyr.bilanyuk@lnu.edu.ua,

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Розглянуто актуальні питання розвитку і поширення небезпечних екзогенних процесів у Львівській області. Найбільшого поширення у регіоні набули ерозійні, зсувні і карстові процеси та просідання і затоплення земної поверхні. В останні роки активізації цих процесів у регіоні не зафіксовано. Відзначено приуроченість небезпечних екзогенних процесів до певних ландшафтних місцевостей регіону.

EVOLUTION AND DISSEMINATION OF DANGEROUS EXOGENOUS PROCESSES IN LVIV REGION

Ivanov E., Dr. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., yevhen.ivanov@lnu.edu.ua;

Bilaniuk V., Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., volodymyr.bilanyuk@lnu.edu.ua,

Ivan Franko National University of L'viv, L'viv, Ukraine

Topical issues of evolution and dissemination of dangerous exogenous processes in Lviv region are considered. The most widespread in the region are erosion, landslides and karst processes and subsidence and surface flooding. In recent years, the intensification of these processes in the region has not been recorded. The confinement of dangerous exogenous processes to certain landscape areas of the region is noted.

Для території Львівської області властивий розвитком широкого спектру небезпечних екзогенних процесів, головними серед яких є ерозійні, зсувні, карстові, селеві, суфозійні, просідання земної поверхні над гірничими виробками, підтоплення та ін. Найбільшого поширення у регіоні набули ерозійні, зсувні і карстові процеси. Активний розвиток процесів зумовлений як геологічною будовою (поширенням карстоутворюючих порід), кліматичними умовами (значна кількість та інтенсивність опадів), так й іншими природними особливостями території (властивостями ґрунтового і рослинного покривів) та нерівномірним розподілом і відмінами в інтенсивності господарської діяльності людини.

Суттєвої активізації небезпечних екзогенних процесів на Львівщині за останні роки не зафіксовано. Водночас за результатами режимних спостережень на моніторингових ділянках відмічають незначні прояви активізації зсувних і карстових процесів та бічної ерозії.

Ерозійні процеси поширено в межах фізико-географічних районів регіону з високим геодинамічним потенціалом рельєфу, а саме у гірських областях, а також на Розточчі й Опіллі та Західноподільській височині. У меншій мірі вони властиві для передгірних ландшафтів, Люблінської і Волинської височин.

На Львівщині простежується 2 202,0 км² еродованих орних ґрунтів, що становить 10,1 % від загальної площі регіону. На еродовані ґрунти припадає 20,5 % від площі сільськогосподарських угідь, з них 1 933,3 км² зазнали водної, а 268,7 га – вітрової ерозії (Телегуз, 2012). Площинний змив ґрунту, зазвичай, пов'язаний з лінійною ерозією – розмивами, мікроулоговинами, вимоїнами, ярами.

Активний розвиток донної і бічної ерозії спостерігають на багатьох карпатських і передкарпатських водотоках, зокрема на річках Стрв'яж, Сушичанка, Вирва, Дністер, Бухта, Ямельничанка, Сторонянка, Кам'янка, Кропив'янка та ін. У районі Сколівського водозабору вздовж лівого берега р. Опір явище бічної ерозії носить постійний характер. В останні роки відмічають тенденції щодо стабілізації річкової ерозії (Геоecологія..., 2021).

Ділянки розповсюдження карстових і карстопровальних процесів займають значні площі в межах Львівщини. Закономірності розвитку карсту пов'язані з літологічним складом порід, просторовим їх розповсюдженням та потужністю покривних порід, ступенем та умовами



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

водопроникності, умовами та взаємодією поверхневих і підземних вод на карстоутворювальні породи та антропогенним чинником. Карстовий процес має розвиток у межах залягання порід, які здатні до карстування (81,6 % від загальної площі області) різного типу перекриття та літологічного складу (здебільшого карбонатні, а також сульфатні і галогенні). У зонах карстопроявів виявлено мережу тектонічних порушень, яка сприяє карстоутворенню та підвищену тріщинуватість порід (Чепурний, 2009).

Залежно від геологічної будови, розвитку набули різні типи карсту (Волчанський, Ковальчук, 2016): карбонатний – у північній і східній частинах регіону, сульфатний – у районах Сянського і Дністровського Передкарпаття, Розточчя й Опілля та Західноподільської височини, галогенний – в межах Дрогобицького передгір'я.

В межах Львівської області обліковано 2 025 різнорозмірних карстових форм загальною площею 220,04 км². Загалом кількість карстопроявів у регіоні, за даними ДП “Західукргеологія”, сягає понад 12 500 одиниць (Інформаційний..., 2019). На сьогодні активними є 25 карстових лійок і провалів. У районах розроблення родовищ різних видів корисних копалин, зокрема самородної сірки, калійних, магнієвих і натрієвих солей, вапняку і гіпсу, мають розвиток 1 462 карстопрояви. Найбільше карстових форм виявлено у Дрогобицькому, Миколаївському, Пустомитівському та Яворівському районах. Зокрема, у районах розроблення родовищ самородної сірки відкритим способом почали утворюватися депресійні лійки, радіус яких сягав 18–20 км (Гайдін, 2011). Унаслідок водовідвідних та осушувальних робіт у межах Язівського кар'єру рівень водоносних горизонтів знизився на 86 м (!). Зниження рівня підземних вод призвело до активізації сульфатного карсту. Загалом на основі еколого-геологічних досліджень 1995–2000 рр. виявлено понад 950 поверхневих форм (Рудько, Бондаренко, 2001).

Складна, наближена до критичної, екологічна ситуація на Львівщині, яка зумовлена проявом карстопровальних процесів сформувалася над гірничими виробками Стебницького ГХП “Полімінерал”. Серед 25 активних карстових форм розвиток просадочних процесів спостерігають у трьох карстових лійках. Так, у житловому районі м. Стебник зафіксовано розширення зони просідання та збільшення тріщин в окремих будівлях. Існує загроза провалів інженерних споруд (автомобільних доріг і залізниці, опор ЛЕП, водопроводів, будівельних споруд) та подальших проривів пластових вод у гірничі виробки.

Великий карстовий провал техногенного походження (діаметром понад 200 м і глибиною 40 м), який утворився 30 вересня 2017 р. і розміщений у 300 м від автодороги Дрогобич–Трускавець, у зоні максимальної просідання земної поверхні, не збільшує розміри. Водночас, 15 березня 2020 р. неподалік утворилося нове карстове провалля діаметром 150 м і глибиною 100 м (рис. 1а). На стінках карстових провалів відбуваються зсувні процеси, а їхні центральні частини заповнюються водою. Спостерігають поперечні тріщини на автодорозі Дрогобич–Трускавець. Активізація карстових явищ у цьому районі продовжується. На заплаві р. Вишниця продовжують утворюватися нові карстові провалля діаметром і глибиною у 4 м.

Інші карстонебезпечні зони в Львівській області пов'язані із ліквідованими кар'єрами різних видів мінеральної сировини. Вони розміщені у с. Піски Пустомитівського району, на ділянках Яворів–Новояворівськ (особливо на території санаторію “Шкло”) (рис. 1б) і Миколаїв–Демня. Більшість карстових лійок знаходяться у стадії тимчасової стабілізації, заросли кущами, деревами і травою. Періодично спостерігають їх незначну активізацію. Карстові провали можуть привести до змін хімічного складу мінеральної води “Нафтуса”.

Значну геоекологічну небезпеку становлять гравітаційні і зсувні процеси, що мають широкий розвиток у гірській частині області та в межах Стривігор-Болозівського передгір'я і Сянсько-Дністровського опілля. В межах гірських районів нерідко активізуються селеві процеси.

Кількість зсувів у регіоні становить 1 347 проявів загальною площею 292,6 км², з них 19 проявів (0,42 км²) є активними (Інформаційний..., 2019). Зсувні ділянки, на яких проводили моніторингові дослідження у 2018 р. переважно стабілізовані або тимчасово стабілізовані та не



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

загрожують для житлових і господарських споруд та інженерних комунікацій. Активізація небезпечних зсувних процесів відбувається в межах Бродівського, Жидачівського, Миколаївського, Сколівського, Старосамбірського і Турківського районів. Здебільшого спостерігають невеликі зсувні опливини і тріщини відколу, однак зустрічаються й великі зсувні тіла. Наприклад, на правому березі р. Опір, у районі с. Кам'янка, зафіксовано чотири зсуви текучого типу. Прояв зсувних та ерозійних процесів відмічають на схилах Роздільського та Яворівського сірчаних кар'єрів (Іванов, 2014) (рис. 1в).



а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Розвиток небезпечних екзогенних процесів у Львівській області:

а) карстові провалля, утворені над гірничими виробками рудника № 2 Стебницького ГХП «Полімінерал»; б) карстове провалля діаметром 30 м і глибиною 15 м у житловій забудові с. Воля-Старицька Яворівського р-ну; в) розвиток зсувних процесів на бортах Яворівської водойми; г) прорив берегозахисної дамби р. Ратою під час техногенного паводку

Просідання земної поверхні спостерігають в межах Червоноградського ГПР Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну внаслідок вироблення вугільних пластів на багатьох ділянках. Деформаційні процеси простежуються на площі близько 70 км², а глибина просідань коливається в середньому від 0,6 до 3,0 м і може досягнути в кінці видобування кам'яного вугілля 4,2 м (Кравців, 1994). Найбільші значення спостерігають у місцях розроблення усіх чотирьох



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

вугільних пластів робочої потужності. Максимальні значення просідання земної поверхні зафіксовано в межах гірничих відводів двох шахт № 5 “Великомостівської” (лікв.) і “Межирічанської”, де місцями вони перевищують 3,2–3,5 м (Іванов, 2002). Високі показники від’ємних просадочних процесів збіглися з долиною р. Західний Буг, що призвело до появи нового русла річки, утворення водойми площею понад 10 га та прискорення швидкості течії річки до 1,0–1,2 м/с вище цього місця. Високі значення просідання (понад 2,0–2,5 м) зареєстровано також у межах значних фрагментів гірничих відводів шахт “Відродження”, “Візейська”, “Бендюзька” і “Зарічна” (Іванов, 2007). У багатьох місцях існує загроза техногенного паводку та руйнування будівель і комунікацій (рис. 1 г).

Для рівнинних ландшафтів Малого Полісся та річково-долинних систем Передкарпаття, Розточчя й Опілля та Західноподільської височини властивим є розвиток процесів заболочення та болотоутворення, рідше – затоплення і підтоплення та суфозійних процесів.

Затоплення і підтоплення поширене на площі 248,7 км², а ураженість цих процесом становить 1,14 % від загальної площі регіону. Площа природно-техногенного підтоплення складає 56,4 км². Повністю або частково підтоплені 36 населених пунктів загальною площею 26,7 км², з них 12 міст, 4 селища і 20 сіл (Інформаційний..., 2019). Інтенсивне затоплення, підтоплення і вторинне заболочення проявляється в межах Львівсько-Волинського басейну та зумовлене просіданням земної поверхні, рівнинністю поверхні, малою глибиною залягання ґрунтових вод та великою кількістю опадів (650–700 мм/рік). Найбільші водойми, що виникли внаслідок затоплення, мають діаметр до 500–800 м і площу понад 10 га (Іванов, 2007; Іванов, Кобелька, 2006).

Дослідження режиму підземних вод є актуальним для прогнозу активізації небезпечних екзогенних процесів (підтоплення, зсувів, карсту і селів), у розвитку яких діяльність цих вод відіграє важливу роль поряд з метеорологічними умовами. Положення рівнів підземних (ґрунтових) вод на Львівщині у 2018 р. у більшості спостережних свердловин виявилися вищими за багаторічну норму і дещо вище ніж у 2017 р. (у св. 27-34гн – 3,07 і 3,48 м відповідно, при багаторічній нормі – 4,08 м) (Інформаційний..., 2019).

Варто відзначити чітку приуроченість небезпечних екзогенних процесів до певних ландшафтних місцевостей регіону. Наприклад, для крутосхилого ерозійно-денудаційного лісистого середньогір’я цей спектр виглядає так: найпоширеніші – селі і лінійна ерозія, менш поширені – обвали, осипища, зовсім обмежений прояв мають зсуви, буреломи і вітровали, тоді як для слабопокатих поверхонь передкарпатських терас найхарактернішими є лінійна ерозія і площинний змив, а затоплення, заболочення і бокова ерозія пов’язані лише із заплавами річок. Одним із визначальних факторів прояву та розвитку небезпечних екзогенних процесів, особливо зсувів, селів і карсту, є метеорологічні умови (Іванов, Біланюк, 2017).

Активність небезпечних екзогенних процесів у різних видах природно-господарських систем Львівської області є різною як за інтенсивністю, так і за напрямом дії впливу. Наприклад, вплив механічної групи чинників у відвальному класі гірничопромислових геосистем – додатний, у кар’єрному – від’ємний, а у відстійному – може бути періодично додатним чи від’ємним (Іванов, 2007). Відвальному класу гірничопромислових геосистем у випадку припинення антропогенного впливу властивий швидкий процес самовідновлювання природної ландшафтної структури, процеси розсіяння техногенних хімічних елементів, а відповідно і покращення екологічної ситуації. Кар’єрний і відстійний класи цих геосистем порівняно з відвальним класом є насамперед штучними утвореннями, які потребують постійного втручання і регулювання з боку людини, проведення рекультивації тощо. Вони накопичують техногенні хімічні елементи і є найнебезпечнішими гірничодобувними об’єктами.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Список використаних джерел:

1. Волчанський Р. В., Ковальчук І. П. Еколого-геоморфологічні проблеми і техногенні процеси на території Львівської області : монографія / за ред. проф. І. П. Ковальчука. Київ–Львів : Медінформ, 2016. 276 с.
2. Гайдін А. М. Сульфатний карст та наслідки його прояву у районах видобутку сірки. *Екологія і природокористування*. 2011. Вип. 12. С. 102–114.
3. Геоecологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
4. Іванов Є. А. Спектр негативних геологічних процесів в межах Червоноградського гірничопромислового району. *Інженерний захист територій та об'єктів у зв'язку з розвитком небезпечних геологічних процесів* : матер. наук.-практ. конф. Київ : Знання, 2002. С. 25–27.
5. Іванов Є. Еколого-геодинамічні ризики гірничодобувної діяльності у межах процесонебезпечних територій. *Національна безпека України у викликах новітньої історії* : монографія / авт.-уклад. В. І. Шпак; кер. ав. кол. С. І. Табачников. Київ : ДП “Експрес-об’ява”, 2020. С. 109–124.
6. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 334 с.
7. Іванов Є. Розвиток фізико-географічних процесів у постмайнінгових ландшафтних системах Передкарпатського сірконосного басейну. *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку* : матер. II-ої Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Переяслав-Хмельницький, 2014. С. 14–20.
8. Іванов Є. А., Біланюк В. І. Проблеми рекультивації і ревіталізації земель, порушених гірничими роботами. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 4-ої міжнарод. наук.-практ. конф: у 2-х т. К.: ДКЗ, 2017. Т. 2. С. 257–265.
9. Іванов Є., Ключник В. Розвиток процесів трансформації та необхідність окультурення території довкола Яворівського озера. *Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання)* : матер. 8-ої міжнарод. наук.-практ. конф. – Львів: ЛВЦНТЕІ, 2009. – С. 215–217.
10. Іванов Є., Кобелька М. Сучасний стан та інтенсивність розвитку процесів просідання і підтоплення в межах Червоноградського гірничопромислового району. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 2006. Вип. 33. С. 112–121.
11. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України за даними моніторингу ЕГП. Київ : Державна служба геології та надр України; ДНВП “Державний інформаційний геологічний фонд України”, 2019. 111 с.
12. Кравців С. С. Вивчення динаміки техногенного рельєфу на території Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр.* 1994. Вип. 19. С. 162–164.
13. Рудько Г., Бондаренко М. Техногенна екологічна безпека територій соляних і сірчаних родовищ Львівщини. *Праці наук. т-ва ім. Т. Шевченка*. 2001. Т. VII. С. 68–75.
14. Телегуз О. В. Агроекологічна оцінка ґрунтів Львівської області : дис. ... канд. геогр. наук; 11.00.05. Львів, 2012. 247 с.
15. Чепурний В. Довгострокове прогнозування розвитку провальних проявів сульфатного і карбонатного карсту в неогенових відкладах Передкарпаття (на прикладі Львівської області). *Наук. вісн. ІФНТУНГ*. 2009. № 3 (21). С. 34–43.



УДК 504.052

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИЩЕННЯ ПІДТЕРИКОНОВИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Конанець Р.М., ад'юнкт, konanec@gmail.com;

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

У очищенні підтериконових вод використовуються різні технології, і їх застосування залежить від природи домішок та якості очищення. Сорбційні процеси є максимально ефективними, адже вони можуть бути застосовані для різних цілей, очистки від різних поллютантів та є економічно вигідними. Для видалення важких металів із підтериконових вод використовують методи зворотного осмосу, біологічні та хімічні методи очистки, процеси фільтрації та коагуляції, іонного обміну та адсорбції. Продуктивність будь-якого процесу адсорбції залежить від вибору сорбенту, і найчастіше ефективно використовується активоване вугілля, сорбенти на основі полімерів, цеоліту, клиноптилоліту. За останні кілька років було доведено, що цеоліти є ефективними для ліквідації забруднення, особливо іонів важких металів.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR HEAVY METALS REMOVAL FROM WATER UNDER THE WASTE HEAPS

Konanets R., post-graduate student, konanec@gmail.com;

Lviv state university of life safety, Lviv, Ukraine

Different technologies are used for treatment of water under the waste heaps, and their application depends on the nature of impurities and the quality of treatment. Sorption processes are the most efficient, because they can be used for different purposes, cleaning from different pollutants and are cost-effective. Reverse osmosis methods, biological and chemical methods of purification, filtration and coagulation processes, ion exchange and adsorption are used to remove heavy metals from waters under the waste heaps. The productivity of any adsorption process depends on the sorbent. Most often activated carbon, sorbents based on polymers, zeolite, clinoptilolite are effectively used. Over the past few years, zeolites have been shown to be effective in eliminating contamination, especially of heavy metal ions.

За рахунок оновлення, модифікування та реалізації новітніх і сміливих рішень у методах очистки підтериконових та стічних вод загалом, вдається зробити процес очищення більш доступним та ефективним, у зв'язку з чим питання модифікації та вивчення даного аспекту не втрачає актуальності. Таким чином з оновленням технологій з'являється можливість вирішити одну із світових проблем, таку як забруднення вод світового океану в цілому. Впроваджені у промисловість технології повинні сприяти не тільки очищенню води від забруднень, а також надавати можливість оптимізації процесу та знижувати рівень забруднення води до допустимого.

У очищенні підтериконових вод використовуються різні технології, і їх застосування залежить від природи домішок та якості очищення. Основні методи очистки розділені на дві групи, а саме: активна і пасивна очистка. Відтак до пасивних методів відноситься відстоювання, адсорбція, активними вважаються ті, де необхідно застосування енергії та додавання хімікатів, ці дві групи в свою чергу розділяються за більш вузькими характеристиками, серед них розділяють видалення важких металів із підтериконових вод за допомогою:

- зворотного осмосу
- біологічних методів очистки
- хімічних методів очистки
- процесів фільтрації та коагуляції
- іонного обміну
- адсорбції

Сорбційні процеси є максимально ефективними, адже вони можуть бути застосовані для різних цілей, очистки від різних поллютантів та є економічно вигідними. Основними вимогами до адсорбенту є висока стійкість, висока поверхнева ємність та чітка структура пор, що дозволяє приєднувати поллютанти до себе відділяючи їх від розчину [1].



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Адсорбція може використовуватись при очищенні підтериконових вод для видалення металів навіть на рівні залишків; процес високоефективний і для очистки вод з низькою концентрацією металів. Як згадувалося вище, продуктивність будь-якого процесу адсорбції залежить від вибору сорбенту, і найчастіше ефективно використовується активоване вугілля, сорбенти на основі полімерів, цеоліту, клиноптилоліту [2].

Оскільки проблема забруднення вод важкими металами невпинно зростає, відповідно методи очистки та новітні технології, що можливо використати для того щоб навколишнє природне середовище отримувало якнайменше негативного впливу, продовжує вивчатись. Відповідно до стандартів, а саме зважаючи на них очистка вод передбачає досягнення допустимої концентрації збудників, що можливо реалізувати використовуючи природні сорбенти. Відтак в роботі [3] авторами було досліджено сорбційні властивості цеолітів і доведено, що метод адсорбції є перспективним і доречним через його простоту, швидкість, надійність та економічність [4]. За останні кілька років було доведено, що цеоліти є ефективними для ліквідації забруднення, особливо іонів важких металів. Цеоліти гідратовані алюмосилікати лужноземельних металів утворюють мікропористі структурні групи мінералів, що складаються з SiO_4 та AlO_4 на основі тетраедрів, що спричиняють явища просторової взаємодії [3].

Для видалення заліза з промислових забруднених вод з різними відсотками вилучення, було отримано наступний результат: екстракція дала результат у 80% очищення, фільтрація активованим вугіллям – 75–90%, адсорбційне окислення – 84–92%, електрокоагуляція (ЕС) – 95–99%, підповерхневе вилучення > 50%, аерований гранульований фільтр – 80–90%, іонообмін – 90% та окислення/фільтрація – 80–90%, [5]. Зважаючи на це, варто відмітити, що у відношенні ціна – якість, найоптимальнішим методом очистки є адсорбція, за рахунок своєї низької вартості та ефективності, варто зауважити, що якість очищення є кращою при модифікуванні сорбентів.

Список використаних джерел:

1. Ferrari L, Kaufmann J, Winnefeld F, Plank. J Colloid Interface Sci. 347:15–24 (2010).
2. Opeyemi A. Oyewo, Oluranti Agboola, Maurice S. Onyango, Patricia Popoola, Mokgadi F. Bobape. Chapter 6. Bio-Geotechnologies for Mine Site Rehabilitation, Elsevier, 2018, 103-114 (<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812986-9.00006-3>).
3. Amir Hossein Salimi et al Ain Shams Engineering Journal, in Press (2021). (<https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.009>).
4. Vafaeifard M, et al. Desalin Water Treat. 57:26114–29 (2016) (doi: <https://doi.org/10.1080/19443994.2016.1164082>).
5. Shalini Chaturvedi, Pragnesh N. Dave. Desalination. 303:1–11 (2012). (doi: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.07.003>).



УДК 338.45:622.014.3

ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЗАЛІЗОРУДНОГО ГІРНИЦТВА ТА МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Кураєва І.В.¹, д. геол. н., проф.,

Бодюк А.В.², к. екон. н., с. н. с., g2030@ukr.net;

Кошлякова Т.О.¹, к. геол. н., с. н. с.,

1 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України, Київ, Україна,

2 – Науково-дослідний заклад «Ресурси», Київ, Україна

ECONOMIC AND ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF IRON ORE MINING AND METALLURGICAL PRODUCTION

Kuraeva I.¹, Dr. Sci. (Geol.), Prof.,

Bodyuk A.², Cand. Sci. (Econ.), Senior Research Fellow, g2030@ukr.net;

Koshliakova T.¹, Cand. Sci. (Geol.), Senior Research Fellow,

*1 – M.R. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine,*

2 – Supervisor Research institution «Resource», Kyiv, Ukraine

Вступ. В Україні сталий та ефективний розвиток природокористування, національної економіки, особливо підприємств видобувної та переробної галузі, базується на продукції потужного мінерально-сировинного комплексу. Оскільки для цього комплексу країна має природно-ресурсний потенціал, достатній для забезпечення виробничої діяльності суб'єктів господарювання власною мінеральною базою.

Цю базу складає 117 видів розвіданих корисних копалин, тому Україна має статус провідної мінерально-сировинної країни світу. Щодо окремих видів корисних копалин, то Україна посідає вагомe місце у світі та і займає перші в Європі місця за запасами марганцевих та залізних руд, титану, цирконію, урану, графіту, а також знаходиться в числі найбагатших в Європі на запаси бурого та кам'яного вугілля, первинного каоліну, вторинного каоліну та вогнетривких глин, облицювального каменю (граніту, габро, лабрадориту), кварцового піску для виготовлення скла.

Виклад основного матеріалу.

Мета – обґрунтування державних заходів зниження екологічного забруднення територій продуктам гірництва і металургійного виробництва.

Методологія і методи: застосовані абстрактно-логічний, економіко-статистичний та порівняльний аналіз (для визначення системи понять, які дозволяють дослідити та узагальнити екологічний стан навколишнього середовища родовищ і металургійних комбінатів).

Дослідження та їх результати.

Гірнична діяльність та її розвиток регламентується нормативно-правовим актами, зокрема Кодексом України про надра.

За «Національною економічною стратегією до 2030 року» в Україні мають місце такі науково-ресурсні, як пропонується їх називати, проблеми у розвитку надрокористування та його продукцією, у досягненні його стратегічних цілей, зміст яких необхідно подати у таких редакціях: на державному рівні відсутні точні ресурсометричні дані про запаси корисних копалин, зокрема відсутня достовірна геологічна інформація щодо запасів корисних копалин та єдина база оцифрованої геологічної інформації з вільним доступом до неї; застарілі оцінки запасів корисних копалин, до того ж за методиками не відповідають міжнародним системам оцінки та не проведена нова оцінка їх балансових запасів та ін. [1].

Наявні природні ресурси, основну частку якої становить мінеральна продукція, визначають потенціал держави до економічного зростання. В сучасній економіці нестачу власних мінеральних ресурсів держава може компенсувати за рахунок міжнародної торгівлі. З іншого боку, значна



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

частка як імпорту, так і експорту мінеральної продукції (більше 50%) формують залежність держави від світового ринку.

Гірничорудна промисловість належить до основних джерел сировинних ресурсів для металургійних підприємств, а їх продукція – для інших галузей економіки. Її мінеральна сировинна продукція належить до надто важливих категорій міжнародної торгівлі.

У табл. 1 наведені показники динаміки торгівлі мінеральною продукцією України протягом 2014 – 2020 рр., млн дол. США. Частка мінеральної продукції у загальному експорті товарів України у 2014–2020 рр. не перевищувала 11,3 %. Хоча їх запаси в надрах оцінюються великими показниками. Не високою була питома вага експорту в імпорті цієї продукції, в млн дол. США (хоча у 2020 р. цей показник зріс до 63,2 %).

Таблиця 1

Динаміка показників експорту й імпорту мінеральної продукції в Україні

Показник	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Експорт товарів України, млрд дол. США	53913,3	38127,0	36361,0	34428,4	47334,7	49853,1	49388,1
Частка мінеральної продукції у загальному експорті товарів України, %	11,3	8,1	7,5	8,9	9,2	9,8	10,8
Експорт мінеральної продукції, млн дол. США	6104,2	3099,5	2728,8	3848,6	4339,6	4866,5	5307,0
Імпорт мінеральної продукції, млн дол. США	16066,4	11690,0	8495,0	12363,2	14191,9	12984,6	8402,7
Питома вага експорту в імпорті	38,0	26,5	32,1	31,1	30,6	37,5	63,2

Тобто імпорт значно перевищує експорт. Безумовно, що таке співвідношення за показниками запасів у надрах не можна вважати об'єктивним для України [2, с. 73 – 74]. Оскільки вона має надто потужний мінерально-ресурсний потенціал.

В той же час, металургія постійно становить екологічну загрозу для об'єктів навколишнього середовища. Багаторічне видобування залізних руд призвело і до підвищення рівнів забрудненості атмосферного повітря, водних об'єктів, земельних угідь, накопичення значної кількості промислових відходів. Тому значно знижується рівень екологічної безпеки в гірничо-видобувних регіонах України.

За результатами аналізу проведених досліджень екологічного стану атмосферного повітря розроблена методика розрахунку відповідних параметрів у межах промислового майданчика і на територіях, прилеглих до забруднюючого комбінату [3].

У 2018 р. викиди забруднюючих речовин та двооксиду вуглецю в атмосферне повітря стаціонарними установками характеризуються наступними показниками:

всього викиди речовин по Україні 2508,3 тис. т, найбільше металургійне виробництво – 728,5 або 29,0%;

всього двооксиду вуглецю в атмосферне повітря 126378,3 тис. т, найбільше:

постачання електроенергії, пари та кондиційованого повітря – 68464,0 тис. т або 54,2 %;

металургійна виробництво – 31515,0 тис. т або 24,9 % [4, с. 178].

Про масштаби сплати екологічного податку суб'єктами господарювання свідчать наступні дані. Приватне акціонерне підприємство «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (ПРАТ «ПІВНІГЗК», Кривий Ріг), що займається видобутком залізних руд (07.10 Добування залізних руд), у 2020 р. мало дохід 24 063 793 000 грн, сплатило екоподатків на суму 151 674 670 грн (його Статутний капітал 579 707 000 грн), що складає 26% статутного капіталу [5; 6].



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Як приклад, видобуток залізних руд підземним способом комбінатами здійснюється за допомогою вибухових робіт із застосуванням тротиловмісних вибухових речовин (ВР). З їх застосуванням рудникове повітря забруднюється продуктами вибуху і залізорудним пилом, які далі викидаються без будь-якого очищення в атмосферу і становить небезпеку усім об'єктам на ділянках довкілля, що примикають до шахт. Ці викиди негативно впливають на об'єкти довкілля, й у першу чергу, на здоров'я місцевого населення та на біоту прилеглих до комбінатів територій.

Аналізом технічних показників виробничої діяльності залізорудних шахт Криворізького басейну і Білозерського залізорудного району встановлено, що для видобування залізної руди шахтами ПрАТ «Запорізький залізорудний комбінат» в середньому використовував до 3000 т тротиловмісних ВР на рік. Цей показник в 5–7 разів більший, ніж по кожній залізорудній окремій шахті. Тому далі протягом 2006 – 2010 рр. вимірювалися показники концентрації шкідливих газів у пробах повітря навколо вентиляційних стволів шахт та розраховувався розподіл приземних концентрацій сумарного впливу на довкілля. У 2009 – 2011 рр. з застосуванням тесту «стерильність пилку рослин» проведені дослідження токсико-мутагенної активності атмосферного повітря навколо джерел викиду. Для оцінки наслідків техногенного впливу на процеси онтогенезу озимої пшениці у 2011 році досліджувалися значення лінійних розмірів та вагових показників пшениці поблизу вентиляційних стволів, а також виконувався аналіз значень біологічних ознак пророслих зерен пшениці. Встановлено, що з віддаленням від джерела викидів знижується вплив рудникового повітря на місцеву флору.

На території Маріуполя, де діють підприємства чорної металургії, еколого-геохімічний стан трав'яної та деревної рослинності значно відрізняється від порівнюваних аналогів. Зольність рослин у 2-3 рази вище порівняно з цим показником фонового значення. А, наприклад, хімічні елементи сильного біологічного накопичення (Мо і Са) інтенсивно поглинає повзучий пирій, менш інтенсивно поглинає Ni і Co, а ще менше Cr і V [7, с. 123 – 124].

Безумовно, що інші трав'яні рослини також своєрідно поглинають забруднюючі їх речовини. Забруднені вони також у якійсь мірі впливають на оточуюче атмосферне повітря.

Безумовно, що з впровадженням нових технологій на підземних гірничих роботах знижуються показники викидів у навколишнє середовище, і впливу шкідливих речовин на атмосферне повітря та на рослини, підвищується рівень екологічної безпеки при видобуванні залізних руд в Україні. Але такі запровадження ще не мають суттєвого впливу на поліпшення екологічних показників.

Хоча, наприклад, за інформацією Криворізького національного університету колективом фахівців (автори: д.т.н., ректор університету Ступнік М.І.; Шевчик Д.В. – генеральний директор ПАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат»; Небогін В.З. – директор ТОВ «Науково-технічне товариство Технотрон» та ін.) розроблені і впроваджені екологоорієнтовані технології видобутку залізорудної сировини на шахтах України. Зокрема обґрунтовані наукові засади видобування потужних рудних покладів з забезпеченням стійкого стану земної поверхні і рудного масиву, створені і впроваджені технології виробництва вітчизняних безпечних безтритилових вибухових речовин, нової шахтної техніки, утилізації техногенних відходів прямо у підземному просторі. Повністю виключено на ПрАТ «ЗЗРК» просідання земної поверхні, зупинено скиди агресивних шахтних вод у прісні водотоки; у три рази знижені показники забруднення повітря токсичними газами процесів вибуху; впроваджені інші техніко-технологічні новації. Екологічний ефект впровадження технологій, виражений у вартісному показнику відвернутої екологічної шкоди, за 2009-2019 рр. оцінений у 2,19 млрд грн. Загальний економічний ефект впровадження технологій орієнтовно оцінюється у 468 млн грн.

Безумовно, що результати відвернення викидів забруднюючих речовин у водні об'єкти і у повітря, впровадження безпечних технологій видобутку корисних копалин потрібно оцінювати і на перспективу.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

У м. Маріуполь надто велике забруднення довкілля здійснюють металургійні комбінати. Біля цих комбінатів, за спектральним аналізом, середній вміст Pb у випадіннях пилу, що відібрані для досліджень, перевищує фонові значення у 27 разів, зокрема: Zn – 11, Ni – 6, Cu – 5. У повітрі викиди поширюються на значні відстані, далі випадають і відкладаються у ґрунтах, рослинах, водних та інших об'єктах, їх значно забруднюють, а то й змінюють властивості [7, с. 122].

До речі, в Україні поширюється інформація про те, що завдяки чорноземному потенціалу країни, в ній все більше зростає виробництво та експорт сільськогосподарської продукції, зокрема зернових культур. У 2000 році показники виробництва зернових і зернобобових культур склали 24,5 млн т, у 2010 р. – 39,3; у 2015 р. – 60,1; у 2018 р. – 70,1 млн т; у 2010 р. вирощено кукурудзи на зерно – 3,8 млн т, у 2018 р. – 35,8 млн т; буряка цукрового – 13,2 і 14,0 млн т; а кукурудзи кормової – 24,2 і 7,0 млн т (показники сильно падали). У 2010 р. вирощено винограду 514 тис. т, у 2018 р. – 468 тис. т [4, с. 299]. За цей період, наприклад, виробництво молока знизилося з 12,7 млн т до 10,1 млн т [4, с. 320]. З Канади завозиться сало на млн тонн і т.д.

На жаль, сільськогосподарське виробництво супроводжується його хімізацією, а отже і забрудненням навколишнього середовища, зокрема пасовищ, водних джерел. Тому забруднені ці об'єкти зумовлюють і скорочення у селах поголів'я великої рогатої худоби.

Але, безумовно, що найбільше забруднення ґрунтів здійснюють підприємства чорної металургії.

Дослідженнями мінералогічного складу техногенне забруднених ґрунтів підприємствами чорної металургії м. Маріуполь встановлено, що їх забрудненість призводить до змін фізико-хімічних властивостей (рН, катіонно-обмінна ємкість). Забруднених ґрунтів властивості дуже відрізняються від порівнюваних чорноземів звичайних фонові ділянки (с. Мелекіне). Вміст органічної речовини зменшується в 1,4 рази, а також і лужність, на порядок вміст обмінних катіонів (H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+). Результатом забруднення ґрунти втрачають буферну здатність. На фоновій ділянці значення коефіцієнта буферності оцінюється на рівні 50, в зоні впливу чорної металургії на території м. Маріуполь воно знижується більше 10 разів [7, с. 122].

Варто окремо відмітити, що взагалі-то, як показує світовий досвід, надлишкова кількість конкретних природних ресурсів у буд-якій країні може створювати «Голландську хворобу».

Висновки. Отже, гірничорудна промисловість на територіях країни є основним на далеку перспективу джерелом сировинних ресурсів для металургійних підприємств, а їх продукція для інших галузей економіки. Разом з тим їх забруднююча діяльність негативно впливає на екологічний стан довкілля та стан рослинного і тваринного світу. Для вирішенню екологічних проблем суб'єкти господарювання мають все у більших обсягах і ширше по територіях дотримуватися Угоди про асоціацію України з Європейським союзом (чинна з 1 вересня 2017 р.), яка передбачає введення європейських стандартів і норм у сфері охорони довкілля, зокрема атмосферного повітря. Для більш результативного вирішення екологічних проблем необхідні запровадження системи зростаючих ставок екологічного податку. Питання потребує масштабних досліджень і наукових обґрунтувань, з орієнтацією на відрахування частини цього податку територіальним громадам. Бо якраз вони можуть найбільш результативно вирішувати місцеві екологічні проблеми, на місцевій науковій базі.

Список використаних джерел:

1. Національна економічна стратегія до 2030 року/ Затв. постановою КМУ від 03 березня 2021 р. № 179. Режим доступу:
<https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnoyi-eko-a179>.
2. Михайленко О. Г., Краснікова Н.А. Конкурентоспроможність України на світовому ринку мінеральної продукції Економіка та держава, 2021, № 7. С. 71 – 82.
http://www.economy.in.ua/pdf/7_2021/15.pdf



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

3. Екологічна безпека видобування залізних руд / Хоменко О., Кононенко М., Миронова І. // Школа підземної розробки: тези доп. XII Міжнар. наук. - практ. конф., 4–8 верес. 2018 рік, Бердянськ. Дніпро: ЛізуновПрес, 2018. С. 79 – 80.
<http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/153312?show=full>.

4. Статистичний щорічник України за 2018 рік/ Державна служба статистики України. За ред. І. Є. Вернигора. Від. за вип. О. А. Вишневська. Житомир, ТОВ «БУК-ДРУК», 2019. 481 с.

5. Режим доступу: <https://www.saveecobot.com/analytics/ecotaxes>.

6. Режим доступу: <https://opendatabot.ua/c/00191023>.

7. Кармазиненко С. П., Кураєва І. В., Самчук А. І., Войтюк Ю. Ю., Манічев В. Й. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) /НАН України. Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка. Інститут геохімії навколишнього середовища. Київ, 2014. 168 с.



УДК 502.5

ФОРМУВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ ПІД ВПЛИВОМ КАЛУШ-ГОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩА КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ

Манюк О., к. геол. н., доцент, oksana_manuik@i.ua;

Манюк В., vitalikmanuk24032002@gmail.com,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Проведено вивчення впливу на навколишнє середовище Калуш-Голинського родовища калійних солей, і формування в його межах техногенних ландшафтів.

Встановлено, що основна роль у формуванні техногенних ландшафтів і екологічного стану Калуш-Голинського родовища калійних солей та поряд розташованих територій належить твердим і рідким промисловим відходам хвостосховищ: шламам та стічним водам. На основі проведених досліджень та узагальнень нами у межах Калуш-Голинського родовища калійних солей виділено 6 типів техногенних ландшафтів.

FORMATION THE TECHNOGENIC LANDSCAPES UNDER THE INFLUENCE OF KALUSH-GOLYNSKE DEPOSIT OF POTASSIUM SALTS

Maniuk O., Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., oksana_manuik@i.ua,

Maniuk V., vitalikmanuk24032002@gmail.com,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The study of impact on environment the Kalush-Golynske deposit of potassium salts, and the formation of man-made landscapes within it were carried out.

It is established that the main role in the formation of man-made landscapes and ecological condition of the Kalush-Golynske deposit of potassium salts and adjacent territories belongs to solid and liquid industrial wastes of tailings: sludge and wastewater. Based on our research and generalizations, we have identified 6 types of man-made landscapes within the Kalush-Golynske deposit of potassium salts.

Стрімке зростання споживання природних ресурсів не лише змінює кількісних масштабів антропогенної дії, але і появою нових чинників, вплив яких на природу, раніше незначний, стає домінуючим. Так, для калійних гірничовидобувних підприємств Передкарпаття для всіх без винятку методів їх розробки характерна дія на біосферу, що охоплює практично всі її елементи: водний і повітряний басейни, землю, надра, рослинний і тваринний світ.

У сучасних умовах повсюдного забруднення довкілля особливо актуальним є питання екологічної безпеки у процесі розробки родовищ калійних солей. Однією з основних проблем, що зумовлює погіршення екологічної ситуації під час розробки родовищ калійних солей, є скиди у поверхневі річкові русла дренажних вод із суттєво перевищеним вмістом солей із водозбірників і шламосховищ. Велика екологічна небезпека пов'язана з наявністю накопичувальних басейнів, які містять концентровані розсоли. Їх утилізація є одним із найсерйозніших еколого-економічних завдань.

Так у процесі розробки Калуш-Голинського родовища калійних солей розсоли фільтруються через тіло дамби без належного їх збору і подальшого відкачування. Близько 10 млн м³ рідкої фракції зараз накопичено у кар'єрі та одному хвостосховищі. Крізь тіло дамби іншого хвостосховища уже просочуються високомінералізовані розсоли, забруднюючи прилеглі території та річку Кропивник. Щорічно у Домбровському кар'єрі внаслідок розчинення солевмісних порід атмосферними опадами утворюється 1,2-1,4 млн м³ високомінералізованих розсолів. На сьогодні заповнення відходами хвостосховищ близьке до межі проектного об'єму. У випадку проривання дамб цих гідроспоруд розсоли можуть потрапити у водну систему річки Дністер та спричинити екологічну катастрофу регіонального масштабу, що загрожує екологічній безпеці України і Молдови.

Мета наших досліджень – це вивчення дії на навколишнє середовище Калуш-Голинського родовища калійних солей, та формування у його межах техногенних ландшафтів.



На Калуш-Голинському родовищі калійних солей розповсюджений рівнинний тип хвостосховищ і акумулюючих басейнів, площі яких змінюються в широких межах, а глибина коливається від 5-10м до 30-50м [1]. Нагнітання відходів відбувалось гідравлічним методом у вигляді пульпи, яка в процесі складування диференціюється: із неї осідає тверда складова, а освітлені розсоли використовувались для зворотнього водопостачання. Дамби, які обмежують басейни та хвостосховища, споруджуються із місцевих природних матеріалів (пісків, суглинків), або з відходів – хвостів та шламів.

Вагомий вплив на гідрохімічний режим поверхневих вод при відкритій розробці мають розкриті породи Домбровського кар'єру, представлені легкорозчинними соленосними глинами. Вміст хлористого натрію в породах сягає 70%. Захоронення порід проводиться у відвали висотою 50 м. Загальна площа солевідвалів сягає 82,4 га. На даний час у відвали заскладовано близько 40 млн т порід.

У хвостосховищах та солевідвалах існують три види розсолів [2]:

- розсоли вилуговування, які утворюються за рахунок водно-ерозійних процесів, зумовлених високим ступенем розчинення атмосферними опадами соленосних порід, які складають у відвал. Це обумовлює значну мінералізацію поверхневого стоку із солевідвалів, який проявляється у вигляді джерел, і навіть струмків. Інтенсивність водно-ерозійних процесів має сезонний характер. Встановлено, внаслідок розчинення вмісту солевідвалів Домбровського кар'єру атмосферними опадами утворюється близько 300 тис. м³ розсолів вилуговування на рік, з мінералізацією 250 г/л;

- розсоли конденсаційного походження утворюються на поверхні солевідвалів у результаті конденсації вологи, яка насичується легкорозчинними солями за певних змін температури і вологості. За даними проведених досліджень за одну добу при температурі повітря +17-19⁰С і відносної вологості 92-95% на поверхні монолітної солі конденсується близько 0,25 мм вологи. Виходячи з цього, кількість конденсаційних розсолів, утворених у солевідвалах, складає 45000 м³/рік; мінералізація розсолів – 260-350 г/л;

- розсоли, які утворюються під дією ущільнення розкритих порід. Результати проведених дослідів [3] свідчать, що в розрахунку на 1м³ породи, кількість витіснених розсолів складає всередньому 0,0005м³. У відвалах заскладовано 40млн.м³ соленосних глин, з яких витіснено близько 20 тис. м³ розсолів; вміст солей у розсолах складає 320-370 г/л.

Дослідним шляхом встановлено, що солевідвали є необмеженим джерелом засолення підземних, і в першу чергу поверхневих вод.

Підраховано, що із 370 тис. м³ розсолів, які утворилися в тілі солевідвалів, близько 100 тис.м³ потрапляє в поверхневі та підземні води, утворюючи ареали засолення. При цьому площа ареалів становить 25-50 га.

Освітлені розсоли хвостосховищ і шламосховищ калійного родовища являють собою високомінералізовані з'єднання, переважно хлоридно-натрієвого складу, з мінералізацією 200-380 г/л. Основними компонентами забруднення є, відповідно хлориди і сульфати натрію та калію. Забруднюючі компоненти піддаються вітровому розсіюванню, дифузійній і фільтраційній міграції, засолюючи геологічне середовище.

Вітрова ерозія солей з поверхні солевідвалів і шламосховищ та пилогазові викиди впливають, здебільшого, на ґрунти. Розсіювання солей проходить у переважальному напрямку вітрів на відстань 2-4 км від джерела забруднення. Солі накопичуються у верхньому рослинному шарі, товщина якого може сягати до 0,02 м. Засолення ґрунтів негативно впливає на розвиток рослинного покриву. На територіях, які піддалися впливу вітрового забруднення, вміст солей підвищується у 4-10 разів. Це викликає пригнічення росту рослинності, знижує врожайність сільськогосподарських посівів на 30-50%, а часом призводить і до їх загибелі.

Особливо негативно впливає діяльність калійних підприємств на гідрохімічний режим поверхневих і підземних вод. Так, складування і відкрите зберігання на земній поверхні



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

легкорозчинних галітових відкладів в умовах вологого клімату супроводжується постійним утворенням у солевідвалах і хвостосховищах високомінералізованих (до 350г/л) розсолів, що характеризуються високою міграційною здатністю і змінюють гідрохімічний режим поверхневих та підземних вод.

На Прикарпатті, де розробка калійних родовищ розпочалась більше як століття тому, проникнення прісних вод у гірничі виробки спричинило виникнення екологічної небезпеки для довкілля. Прісні води інтенсивно розчиняють соляні відклади, що складають водозахисну стелину, руйнують надсолеві теригенні породи, внаслідок чого проходить просідання земної поверхні, провалуотворення та значні депресійні зниження у водоносних горизонтах. Процес безперервний і некерований та продовжується аж до затоплення гірничих виробок, і руйнування рудника в цілому. Так, наприклад, на калійному руднику «Калуш» Калуш-Голинського родовища виник раптовий провал земної поверхні над шахтним полем, який вивів із експлуатації 40 житлових будинків. На місці провалу утворилась мульда осідання, а в її центрі - водоймище площею 30 га та глибиною 3,7 м.

На основі багаторічного геохімічного моніторингу, проведених безпосередньо нами досліджень встановлено, що основна роль у формуванні техногенних ландшафтів і екологічного стану поряд розташованих територій належить твердим і рідким промисловим відходам хвостосховищ: шламам та стічним водам.

В межах досліджуваної території, на основі проведених досліджень та узагальнень нами у межах Калуш-Голинського родовища калійних солей виділено 6 типів техногенних ландшафтів:

- територія калійного підприємства і його хвостосховища – це техногенний гірничо-промисловий елювіальний ландшафт;
- територія боліт техногенного походження – це техногенний супераквальний ландшафт;
- територія хвостового господарства – це пустинний техногенний абіогенний ландшафт нульовою продуктивністю.
- територія кар'єру, вирубки лісів, відвалів – це техногенний гірничо-промисловий елювіальний ландшафт.
- провал земної поверхні над шахтним полем – це карстовий ландшафт.
- річки Кропивник та Сівка – це техногенний аквальний ландшафт. Сюди відносяться всі потоки забруднюючих речовин, утворюючи літохімічний ореол забруднення.

Отже, нами встановлено, що основна роль у формуванні техногенних ландшафтів і екологічного стану Калуш-Голинського родовища калійних солей та поряд розташованих територій належить твердим і рідким промисловим відходам хвостосховищ: шламам та стічним водам. При цьому домінуюча форма міграції забруднювачів в умовах автономних природних ландшафтів – аерогенна, а в умовах гірсько-долинних каскадних гуманідних ландшафтів – гідрогенна, що обумовлює формування відповідних площадних і лінійних ареолів забруднення. Відповідно на основі проведених досліджень та узагальнень нами у межах Калуш-Голинського родовища калійних солей виділено 6 типів техногенних ландшафтів.

Список використаних джерел:

- 1 Хрущов Д.П. Литология и геохимия галогенных формаций Предкарпатского прогиба/ Дмитрий Хрущов – Киев: Наукова думка, 1980. – 316с.
- 2 Геология Восточного поля Калуш-Гольнского калийного месторождения. / [Джиноридзе Н.М., Поликарпов АИ., Телегин В.П., Коринь С.С. та ін.] // Геология месторождений калийных солей и их разведка. – Л.: ВНИИГ, 1988. – С. 3-19.
- 3 Гаркушин П.К Технология закладочных работ на калийных рудниках Прикарпаття/ П.К Гаркушин, Я. М.. Семчук // Подземное и шахтное строительство. – 1991. – №2. – С.13-17.



УДК 553.99:56.012(26)

РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ БУРШТИНОВОГО ПОЛІССЯ

Науменко У.З., к. геол. н., uznaum@gmail.com;

Ремезова О.О., д. геол. н., elena.titania2305@gmail.com;

Василенко С.П., к. геол. н., svetlyk@gmail.com;

Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна

Описані основні фактори антропогенного навантаження на природу Полісся, просторове положення місцевого походження бурштинових (сукцинітових) розсипів, геологічної приналежності бурштину-сукциніту до тих чи інших відкладів та впливу на стійкість сукциніту в гіпергенних умовах. Визначено проблему зміни якості сукциніту аж до його повного руйнування під впливом гіпергенних змін, пов'язаних з порушеними умовами залягання, зміни режиму ґрунтових вод. Нелегальний видобуток бурштину-сукциніту, особливо з використанням гідромоторного методу, призводить до повного перемішування і дезінтеграції бурштиновміщуючих порід, що сприяє інтенсивному гетерогенному окисленню і перетворенню бурштину-сукциніту. Уцілілі фракції самоцвіту, потрапивши в нову агресивну середу, в кінцевому рахунку втрачають свої основні властивості і руйнуються. Під загрозою повної втрати вітчизняного бурштину-сукциніту потрапляє найперспективніша на сьогоднішній день величезна територія Прип'ятського бурштиноносного басейну, що охоплює північні райони Волинської, Рівненської та Житомирської областей.

Розглянуто головні геолого-екологічні ризики при незаконному видобування бурштину в Північному районі України. Проаналізовано геоecологічні наслідки і шляхи подолання глобальної бурштиновидобувної кризи. Наведено приклади негативних наслідків нераціонального природокористування, деградації природних ресурсів і природного середовища

Наведені в статті висновки та рекомендації про перетворення і збереження сукциніту, виведеного на денну поверхню базуються на аналізі обширної наукової літератури, а також багаторічних досліджень самоцвіту в бурштиновому Поліссі і Придніпров'ї.

REGIONAL PROBLEMS OF ECOLOGY OF AMBER POLISSYA

Naumenko U., Cand. Sci. (Geol.), uznaum@gmail.com;

Remezova O., Dr. Sci. (Geol.), elena.titania2305@gmail.com;

Vasilenko S., Cand. Sci. (Geol.), svetlyk@gmail.com;

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

This study is devoted to ecological problems and anthropogenic load on the nature within the Polissya region, connected to amber-succinite extraction. The main factors of anthropogenic load the spatial position of the local origin of amber (succinite) placers, the geological affiliation of amber-succinite to certain deposits and the impact on the stability of succinite in hypergenic conditions are described. The problem of changing the quality of succinite until its complete destruction under the influence of hypergenic changes associated with disturbed conditions, changes in groundwater regime has been identified. Illegal extraction of succinite amber, especially with the use of hydromotor pump method, leads to mixing and disintegration of amber-containing rocks, which contributes to the intensive heterogeneous oxidation and transformation of succinite amber. The most promising territory of the Pripjat amber-bearing basin, which covers the northern districts of Volyn, Rivne and Zhytomyr oblasts, is under the threat of complete loss of domestic succinite amber. The main geological and ecological risks of illegal amber mining in the Northern region of Ukraine were considered. The geoecological consequences and ways to overcome the global amber mining crisis have been analyzed. Examples of negative consequences of irrational use of nature, degradation of natural resources and the natural environment were given.

Вступ. Одночасно з збільшенням споживацького менталітету людства стосовно навколишньої природи ще з сивої давнини простерігаються спроби врегулювати взаємини людини з довкіллям шляхом обмеження окремих напрямків природокористування. В Україні була розроблена досить чітка система природоохоронної роботи, створені спеціальні державні та громадські структури, які займаються виключно цією діяльністю (Комітет з питань екологічної політики та природокористування, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Українське товариство охорони природи тощо). Були сформульовані і визначені основні напрямки охорони природи, як комплексу "соціально-економічних, організаційних, науково-дослідних, технічних, освітньо-виховних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання, збереження та відтворення природних ресурсів в інтересах максимального задоволення



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

матеріальних і духовних потреб нинішнього та майбутніх поколінь людей, забезпечення сприятливого для їхньої життєдіяльності природного середовища".

На початок 1996 р. в Україні налічувалося 5678 природно-заповідних об'єктів (з них 529 загальнодержавних та 3 регіональних), під які відведено майже 1,5 млн га, що складає 2,48% загальної земельної площі. Наразі станом на 01.01.2020 природно-заповідний фонд України має в своєму складі 8512 території та об'єктів загальною площею 4,418 млн га в межах території України (фактична площа 4,085 млн га, крім акваторії моря), що становить 6,77%. Протягом 2019 р. кількість об'єктів та територій природно-заповідного фонду загальнодержавного та місцевого значення збільшилась на 116 одиниці загальною площею 94224,2 га. Зокрема, за 2019 рік площа природно-заповідного фонду найбільше збільшилась у Рівненській області (на 22018,21 га).

Метою дослідження є вплив на екологічний стан нелегального видобутку бурштину в Північному регіоні України в межах Житомирської області (Олевський, Овруцький і Коростенський райони), Рівненської області (Рокитнівський, Дубровицький, Володимирецький, Зарічненський і Сарненський райони) та Волинської області (Ратнівський і Любешівський райони).

Виклад основного матеріалу. Поліські ландшафти дуже своєрідні і відрізняються від інших природно-територіальних комплексів зони мішаних лісів Східно-Європейської рівнини значним перезволоженням і високим рівнем стояння ґрунтових вод.

Значна площа поширення бурштину в межах басейну Дніпра, Українського та Білоруського Полісся складає південно-східну частину Балтійсько-Дніпровської бурштиноносною провінції, яка є єдиним джерелом і постачальником високоякісного самоцвіту на Світовий ринок. Тут виявлено близько ста бурштинопроявів і низку родовищ (Клесівське, Вільне, Володимирець Східний, Вірка тощо. Велика частина бурштинопроявів і родовищ, які на теперішній час розробляються, розташовані в Українському Поліссі (північна частина Волинської, Рівненської, Житомирської, Київської областей).

Антропогенне навантаження на природу цього краю почалося близько 5 тис. років тому (з кінця кліматичного оптимуму) і постійно посилювалося. Найбільшої шкоди природі Полісся завдала аварія на Чорнобильській АЕС 1986 р., а нині – нелегальне видобування бурштину. У підсумку, в силу негативного впливу людини на природу в Українському Поліссі значно змінилися і продовжують змінюватися усі основні природні компоненти – верхній шар літосфери, клімат, рослинність, тваринний світ, гідрогеологічний режим та ін.

Компонент довкілля	Характер впливу	Наслідки впливу
Ґрунт	Порушення цілісної структури ґрунтового покриву; засмічення земельної ділянки	Знищення трав'яного покриву і родючого шару ґрунту, втрата гумусу, макро- та мікроелементів; незаконне знищення деревних насаджень, порушення кореневої системи деревних рослин та наступне ураження їх патогенами і всихання; зміна болотних біоценозів, посилення вітрової та водної ерозії.
Рослинний покрив	Порушення цілісності трав'яного покриву; незаконне знищення деревних насаджень	Втрата трав'яного покриву; незаконне знищення та втрата лісу.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Вода	Самовільне неконтрольоване використання поверхневих і підземних вод	Зниження рівня ґрунтових вод, і самовільне неконтрольоване використання поверхневих і підземних вод; порушення гідрологічного режиму території.
Атмосферне повітря	Забруднення внаслідок спалювання лісів та роботи техніки	Викиди в атмосферу CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂ , поліциклічних ароматичних вуглеводнів.
Надра	Порушення геологічної структури	Деформація земної поверхні; пошкодження родовищ корисних копалин, яке виключає або істотно обмежує можливість їх подальшої експлуатації; розубожування надр.

Історія викопних смол України розпочалася 40–45 млн років тому на початку середнього еоцену (бучацький час) з витікання живиці переважно хвойних дерев, які зростали на сучасній території Українського щита. Бучацький суходіл в цей час являв собою низовину, щільно зарослу смолопродукуючою рослинністю. З півночі, сходу і півдня він омивався водами неглибокого морського палеобасейну. Характерна особливість палеорельєфу півострівної суші – щільна мережа ерозійно-тектонічних депресій в кристалічному фундаменті, до яких приурочені фрагменти стародавніх долин і долиноподібних знижень, озерних улоговин, сформованих у ранній крейді, ранньому і середньому еоцені.

Висока якість українського бурштину пов'язана з умовами його утворення. Бурштин-сукциніт на території України утворився у відносно спокійних платформних умовах протягом трьох етапів:

1. Наземно-болотного (перша половина середнього еоцену) – нагромадження й формування первинних покладів смоляних виділень хвойних рослин (протобурштин) по краю улоговин (седиментаційна й діагенетична стадії в умовах гумідного типу літогенезу).

2. Морського (кінець середнього еоцену – ранній олігоцен) – осідання й сортування вимитого з палеоторфовищ протобурштину в морському басейні седиментації, де в різко зміненій новій геохімічній морській обстановці лужного середовища за участю глауконіту відбувалися структурні перебудови, які зумовили всі характерні властивості бурштину-сукциніту як унікальної й найціннішого різновиду викопних смол.

3. Гіпергенні перетворення бурштину-сукциніту на інші мінеральні види викопних смол в умовах пізнього діагенезу і катагенезу.

Внаслідок постбучацьких розмивів підвищеної північно-західної частини УЩ, давні долини і депресії бучацького рельєфу заповнювались гумусовидними піщано-глинистими осадами, що включають протобурштин, та були майже повністю розмиті. Нині в цих депресіях встановлено морські відкладення кийської й обухівської світ (глини, алевроїти) та бурштиновмісні світи олігоцену, неогену і плейстоцену, які їх перекривають.

Континентальні розсипи верхнього олігоцену, неогену і плейстоцену сформувалися внаслідок розмивання й перевідкладання корінних палеогенових розсипів першого проміжного колектора. Будучи бідними за вмістом, вони вирізняються високими ювелірними якостями, оскільки в процесі тривалого гіпергенезу збереглися найцінніші, не тріщинуваті екземпляри.

Саме неглибоке залягання бурштину-сукциніту від денної поверхні і дуже висока ціна самоцвіту навіть при незначному вмісті в продуктивних пластах є основною причиною його нелегального видобування на Поліссі, і на відміну від ручного способу з кінця 1980-х років, в ХХІ ст. вже за допомогою важкої гірничопрохідницької техніки, здатної піднімати бурштин з глибини до 25–39 м. Крім безпосередньої шкоди, завданої екосистемі лісів, суходолів і боліт,



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

несанкціоноване видобування бурштину повністю знищує поверхневі (до 2 м) продуктивні бурштиноносні горизонти, які створювалися тут протягом мільйонів років.

Негативні еколого-геологічні наслідки від нелегального видобування бурштину

Житомирська область. Випалений ліс в заповіднику Речиця – гідрологічний заказник місцевого значення. Об'єкт розташований на території Олевського району. Заповідник було засновано з метою збереження типових природних комплексів Полісся, охорони та відтворення реліктових та ендемічних рослин і тварин. Пошкоджені площі – 220 га лісу.

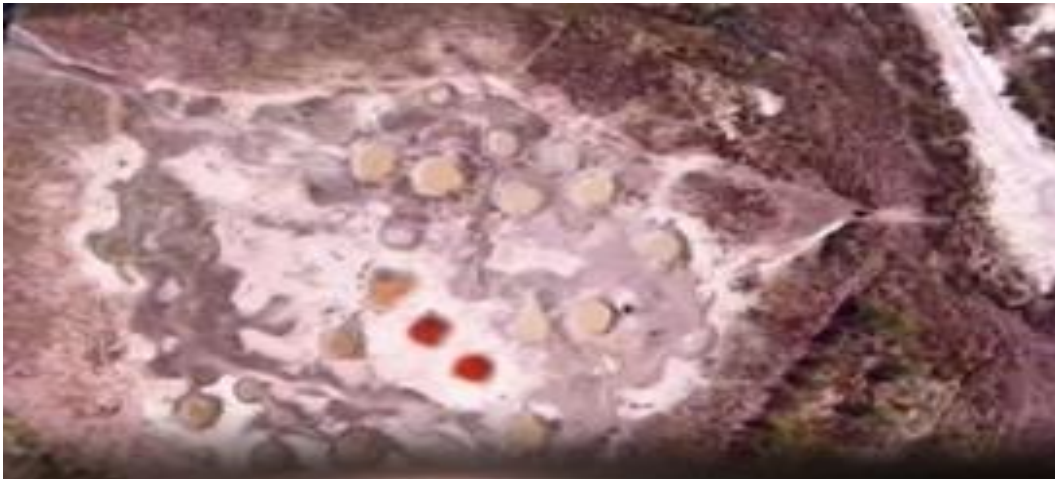


Рівненська область. Урочище Гальбин. Для видобутку бурштину було знищено всю рослинність та дерева. Ліси перетворюються на мертву пустелю на якій уже більше нічого не росте. Порушується, насамперед, геологічний розріз, його ніколи не відновити в природньому стратиграфічному порядку, в якому він був. Залишається тільки материнська порода, з якої колись формувався родючий ґрунт. Родючий гумус на даній території або захоронений, або втрачений повністю. Площа місячного ландшафту лише збільшується, при цьому жодних робіт з рекультивациі та відновлення лісу не проводиться. Пісок нагрівається до 50-60 градусів та утворюється парниковий ефект. Пошкоджені площі – 1691 га лісу.



Волинська область. Любешівський, Маневицький, Камінь-Каширський райони. Природно-заповідний фонд («Смарагдова мережа») є територією особливого природоохоронного значення і є також частиною євроінтеграційного процесу – підготовкою нашої держави до переходу на європейське екологічне законодавство.

На рисунку показано наслідки гідророзмиву ґрунту при незаконному видобуванні бурштину-сирцю. Пошкоджені площі – 4 га лісу.



Проблема неконтрольованого видобутку бурштину та його наслідків торкається різних сторін суспільно-економічного, культурного і політичного життя країни, а також багатьох природознавчих наук – геоморфології, фізичної географії, палеогеографії, біології, геохімії, екології, і вона може бути вирішеною лише на державному рівні і основне – прийняття відповідних законодавчих рішень та їх виконання.

Висновки.

Важливим завданням є переоцінка запасів і ресурсів бурштину, з ранжуванням покладів за величиною запасів, що необхідно для вирішення питання їх освоєння. Такі дослідження обов'язково мають супроводжуватись науковою оцінкою екологічних ризиків.

Необхідно також розробити спеціальну методику рекультивації порушених внаслідок нелегального видобутку бурштину земель з урахуванням ландшафтного чинника, організувавши відповідні дослідження в межах трьох поліських областей.

На даний час гідромеханічний спосіб (помповий метод, помпування) переважає при незаконному видобутку бурштину і має найбільш катастрофічні наслідки для екології довкілля. Гідромеханічний спосіб видобутку полягає в розмиванні водою під великим тиском ґрунту до 6–10 метрів у глибину. Видобуток таким способом повністю знищує родючий шар ґрунту, оскільки під час «розмивання» гумусовий шар перемішується з основною масою підстеляючих піщаних і супіщаних порід. Відновлення родючого шару займає десятки років. Під час видобутку помповим методом повністю руйнується коренева система дерев, що призводить до знищення десятків і сотень гектарів лісу.

Негативні наслідки від нелегального видобування бурштину становлять загрозу екологічним і соціально-економічним складовим безпеки трьох областей України, впливають на розвиток окремих галузей господарства.

Серед основних негативних наслідків від нелегального видобутку бурштину можна назвати наступні:

- порушення цілісності геологічних порід,
- порушення гідрогеологічних умов на прилеглих територіях,
- знищення трав'яного покриву і родючого шару ґрунту
- вирубування дерев і порушення їх кореневої системи,
- зміна болотних біоценозів,
- провокування активізації водної та вітрової ерозії.



Список використаних джерел:

1. Мацуй В.М, Науменко У.З. Геолого-географічні особливості формування, пошуку та прогнозу українського бурштину-сукциніту. Укр. геогр. журн. 2020, 4(112). С. 3–10. <https://doi.org/10.15407/ugz2020.04.003>
2. Мацуй В.М., Науменко У.З., Александров О.Л., Кузьманенко Г.О. Проблеми бурштинового полісся України, пов'язані з освоєнням розсипів бурштину-сукциніту. *Вісн. НАН України*, 2019, № 11 С. 45–52. <https://doi.org/10.15407/visn2019.11.045>
3. Науменко У.З, Мацуй В.М. Етапи геологічного розвитку та генетичний тип корінного першоджерела розсипів бурштину-сукциніту України. Геологічний журнал. 2020. №4. 76–85. [tps://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.4.209022](https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.4.209022)
4. Науменко У.З. Основні відмінності формування розсипів викопних смол в Україні. Науково-практична конференція «Новітні проблеми геології» (присвяченій В.П. Макридіну). Харків. 2–4 квітня 2020 року. 138 с. (С. 101-103).
5. Науменко У.З., Мацуй В.М. Карта викопних смол України. Мінеральні ресурси. 2020. №4. С. 13–17. <https://doi.org/10.31996/mru.2020.4.13-17>
6. Філіпович В.Є. Оперативний контроль поширення нелегального видобутку бурштину та оцінка збитків, заподіяних державі, за матеріалами багатозональної космічної зйомки. Екологічна безпека та природокористування. 2015. № 4. С. 91–97.



УДК 550.394

НОВІ ДАНІ ПРО СЕЙСМІЧНІСТЬ В ЗОНАХ ТИНІВСЬКОГО І ПІВНІЧНО-ДОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Назаревич Л.Є.¹, к. геол. н., nazarevych.L@gmail.com;

Назаревич А.В.², к. ф.-м. н., с. н. с., nazarevych.a@gmail.com;

1 – Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону, Львів, Україна, 2 – Карпатське Відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Львів, Україна

Проаналізовано сучасну сейсмічну активізацію (2014-2021 рр.) в зонах Тинівського і Північно-Долинського родовищ Передкарпаття. Землетруси в районі Тинівського родовища відбуваються південно-західніше – на північній окраїні Бориславської сейсмогенної зони і північно-східніше – землетрус 10.01.2021 р. в с. Погірці. Ці землетруси невеликої магнітуди ($M=1,2\div 1,9$), їхні вогнища знаходяться глибше покладів вуглеводнів. Сучасна активізація Долинського району відбулася 1 червня 2020 р. землетрусами з $M=3,2$ і $M=2,7$, вони відчувалися людьми. Вогнища цих землетрусів знаходились на 3-5 км північно-східніше контура зони Північно-Долинського родовища на глибині 2 км. Вогнище землетрусу з $M=3,2$ приурочено до зони перетину поперечних розривних порушень, що розділяють на блоки продуктивну частину Північно-Долинської складки. На основі розроблених нами методик дано оцінки сейсмодислокаційної (деформаційної) і сейсморадіаційної (пружно-хвильової) складових сейсмічних і ко-сейсмічних впливів для уточнення параметрів сейсмічної небезпеки для зон досліджених родовищ.

NEW DATA ON SEISMICITY IN THE ZONES OF THE TYNIV AND NORTH-DOLYNA DEPOSITS OF THE PRE-CARPATHIANS

¹, Cand. Sci. (Geol.), nazarevych.L@gmail.com;

², Cand. Sci. (Phys.-Math.) nazarevych.a@gmail.com;

1 – S.I. Subbotin name Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, Department of seismicity of the Carpathian region, Lviv, Ukraine,

2 – Carpathian Branch of S.I. Subbotin name Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

Modern seismic activation (2014-2020) in the zones of Tyniv and North-Dolyna deposits of Pre-carpathians is analyzed. Earthquakes in the area of the Tyniv deposit occur southwest – on the northern outskirts of the Boryslav seismic zone and northeast – an earthquake 10.01.2021 in the village Pogirtsy. These earthquakes are of small magnitude ($M=1.2\div 1.9$), their foci are deeper than hydrocarbon deposits. The current activation of Dolyna district took place on June 1, 2020 by earthquakes with $M=3.2$ and $M=2.7$, they were felt by people. The epicenters of these earthquakes were located 3-5 km northeast of the contour of the North Dolyna field at a depth of 2 km. The epicenter of the earthquake with $M=3.2$ is confined to the zone of intersection of transverse rupture faults, which divide into blocks the productive part of the North-Dolyna fold. Based on the developed by us methods estimates the values of seismic dislocations (deformation) and seismic radiation (elastic-wave) components of seismic and co-seismic influences are given to clarify the parameters of seismic hazard for the zones of the studied deposits.

Вступ. У рамках проблематики забезпечення сталого розвитку України поряд з питаннями енергетичної безпеки важливим є врахування геоекологічної складової екологічної безпеки країни. Серед природних геолого-тектонічних небезпек, що загрожують, зокрема, Передкарпаттю, однією з суттєвих є сейсмічна небезпека, яка пов'язана з місцевою сейсмічністю. Оскільки Карпатський регіон є одним з найбільш сейсмоактивних регіонів України (належить до 6-бальної зони за картою ЗСР-2004 А), наявні тут сеймотектонічні процеси (включаючи їх деформаційну та сейсмічну складові) становлять суттєву геоекологічну небезпеку, зокрема, для місцевого нафтогазового комплексу [1-8] і вимагають постійного вивчення, моніторингу та врахування для уточнення оцінок та мінімізації геоекологічних ризиків.

Передкарпаття розташоване в зоні впливу потужного Середземноморсько-Альпійсько-Трансазійського геомобільного сейсмогенного поясу планети [2, 3, 7], наявність тут численних різнорангових і різноглибинних розломів і розривних порушень у земній корі [3, 6], де сейсмічною активністю вивільняються тектонічні напруження, створює ризики для території та її нафтогазового комплексу [1-8]. В даній роботі розглянуто в цьому аспекті найновішу сейсмічну



активність в зонах Тинівського і Північно-Долинського нафтогазових родовищ Передкарпаття [2, 4].

Нами раніше в публікаціях [9-11] та інших досліджувалися питання природної та індукованої сейсмічності зони родовищ Прикарпаття – районів Долини, Надвірної і Борислава. Відомо [11, 12], що на виникнення наведеної сейсмічності, поряд з наявністю спричинених природними геодинамічними процесами фонових тектонічних напружень у земній корі нафтогазоносних районів впливають наступні чинники (вони діють і в Передкарпатті): інтенсивний видобуток вуглеводнів, що спричиняє зміні поля напружень у зоні видобутку; тектонічні напруження, девіаторна складова яких реагує подіями навіть на незначні впливи техногенного характеру (відбирання-закачування рідин); фізико-механічна неоднорідність продуктивних пластів, уміщувальних порід і покришок. Таким чином, при наявності перелічених факторів, сейсмічна активність проявляється в районі покладів газу в середньому через 2–16 рр., на нафтових промислах – через 7–30 рр. від початку інтенсивного видобутку [12, 13]. Зокрема, відчутні Долинські землетруси 1974–1976 рр. відбулися через 25 років експлуатації [11], перші землетруси з родовища Groningen (Нідерланди) почали відбуватися також через 25 років, досягнувши свого піку 250 землетрусів з $M > 1,5$ у 2018 р. за кумулятивного видобутку у $22 \times 10^{11} \text{ м}^3$ газу [12].

Метою роботи є дослідження природної сейсмічності зон Тинівського і Північно-Долинського родовищ Передкарпатського прогину, що останнім часом активізувалася, уточнення локалізації вогнищ місцевих землетрусів щодо тектонічних структур, оцінка характеристик напружень у геологічному середовищі – усе це відіграє важливу роль у пізнанні причин сейсмічності досліджуваної території і в розробці заходів для зменшення сейсмічного ризику для неї.

Загальна характеристика сейсмотектоніки Передкарпаття. Мережеві інструментальні сейсмічні спостереження в Карпатському регіоні України почалися з 1960 року (див. [9-11] та ін.). Зі збільшенням у наступні десятиліття кількості сейсмічних станцій у Карпатах, Закарпатті, Передкарпатті (нині тут працює 20 сейсмічних станцій) та використанням сучасної цифрової апаратури, нових методик гіпоцентрії [9-11] стало можливим з високою точністю (до ± 1 км) локалізувати вогнища землетрусів (визначати їхні координати та глибини). Для просторової локалізації вогнищ землетрусів у Передкарпатському прогині використовуються цифрові записи сейсмічних подій всієї мережі, а також сейсмічних станцій Польщі, Румунії, Угорщини і Словаччини, комп'ютерні програми визначення координат і глибин вогнищ землетрусів, в яких закладено ітераційний метод, побудований нами розрахунковий годограф та визначені кінематичні станційні поправки для різних зон Карпатського регіону.

В загальному сейсмічна активність Передкарпаття спричинена регіональною складовою глобальних плитово-тектонічних процесів – дрейфом на північний схід Африканської тектонічної плити і її тиском на затиснуті між нею та південно-західним краєм Євразійської плити мікроплити та терейни Альпійсько-Середземноморського мобільного пояса, північною гілкою якого є Карпатська гірська система [2, 7, 9-11]. В Карпатському регіоні України до цього додається вплив астеноліта під Паннонією, східна складова руху терейну Алькапа, що своїм північно-східним краєм вклинюється на території Закарпаття між терейном Тисія-Дакія і Складчастими Карпатами, невелика південно-східна складова руху південно-східної окраїни Західноєвропейської платформи (Рава-Руської зони в Передкарпатті) [9-11]. Все це в комплексі спричиняє тиск у північно-східному напрямку Українських Складчастих Карпат на південно-західний (Волино-Подільський) край Східноєвропейської платформи (з певною тангенціальною східною складовою), що супроводжується (за рахунок реології глибших горизонтів кори) так званою «клавійною» (горст-грабеновою) тектонікою. Накопичені в ході перелічених процесів в земній корі Передкарпаття тектонічні напруження розряджаються (поряд з розрядкою криповими рухами) місцевими землетрусами [11].

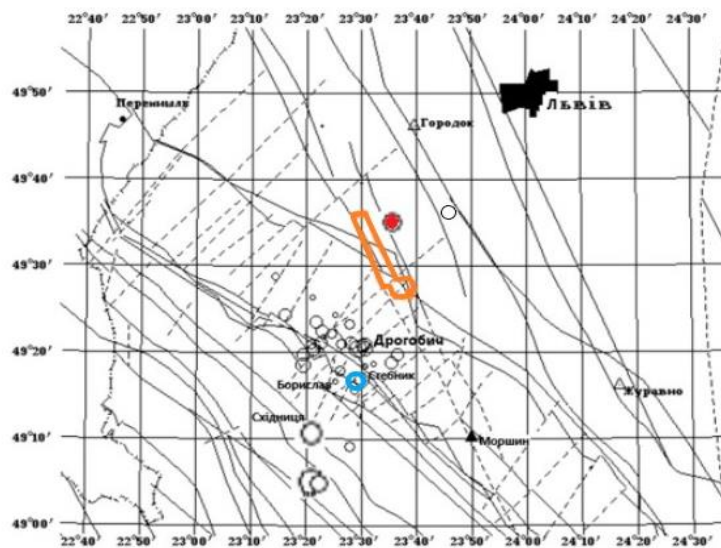


За даними спеціальних досліджень О.М.Сафронова територія Передкарпаття належить до Передкарпатсько-Дністровської сеймотектонічної провінції з підвищеним сеймотектонічним потенціалом, зокрема, у Передкарпатському прогині виділяються домени з максимальною прогнозовою магнітудою землетрусів $M_{\max}=5,5$, які розташовані вздовж Передкарпатського розлому. Ці оцінки кореспондуються з даними про відомий найсильніший історичний землетрус з $M=5,3$, що відбувся у 1875 р. дещо північніше від досліджуваних тут нами зон, в районі м. Великі Мости, і захопив своїми струшуваннями інтенсивністю 4-6 балів всю прилеглу до Українських Карпат південно-західну (Волино-Подільську) окраїну Східноєвропейської платформи (від м. Великих Мостів аж до м. Чернівців на південному сході). Враховуючи, що за останні 250 років у Передкарпатті не було зафіксовано землетрусів подібної магнітуди, існує ймовірність виникнення тут землетрусу з максимальною прогнозовою сейсмічною енергією (або серії слабших подій), так як сеймотектонічний потенціал цієї території за останній час ще не реалізований. Про наявність у регіоні активних сеймотектонічних процесів свідчать зареєстровані тут за період інструментальних спостережень (1961–2021 рр.) багато десятків землетрусів, хід місцевого сеймотектонічного процесу має свої специфічні часово-просторові та енергетичні особливості [9–11], що потребують детального вивчення та моніторингу.

Сейсмічність і сеймотектоніка зони Тинівського родовища. Тинівське родовище з покладами природного газу (офіційні дані про нього наведено в інтернеті на сайті аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами [14]) розташоване на території Дрогобицького та Самбірського районів Львівської області за 15–20 км на північний схід від м. Дрогобич (рис. 1). Зону родовища перетинають (рис. 1) ряд розломів карпатського (захід – північно-західного), ортогонального антикапатського (північно-східного) та діагонального північ – північно-західного напрямку [1–8], останні трасують тут вклинювані тектонічні структури південно-східного краю Західноєвропейської платформи. Бачимо (рис. 1), що розломи карпатського і ортогонального напрямку до цього часу проявляли сейсмічну активність південно-західніше від зони родовища, зокрема, у смузі, прилеглої до зони Передкарпатського розлому, натомість сейсмічна активність, приурочена до діагональних розломів (Городоцького, Краковецького), локалізується північно-східніше від нього, в зоні перетину цих розломів із скидовими розломами карпатського простягання, що розділяють Рава-Руську зону Західноєвропейської платформи і зовнішню зону Передкарпатського прогину [5–8] і проявляються геоморфологічно та контрастними диференційованими голоценовими рухами (А.В.Полівцев, 2011 р.) в зоні північного борту долини ріки Дністер.

Проаналізуємо сейсмічність і тектоніку зони Тинівського родовища та її оточення детальніше. В останні роки в розташованій південно-західніше і раніше сейсмічно спокійній зоні Дрогобич – Борислав – Стебник фіксується сейсмічна активізація [10, 11] (рис. 1), починаючи з 2014 р. тут зареєстровано цілий ряд землетрусів, два з яких були відчутними (у 2016 р. з $M=2,3$ і 2017 р. з $M=2,7$). Це техногенні карстовопровальні землетруси в районі м. Стебник на шахтних полях калійного рудника № 2 ПАТ Стебницького ГХП “Полімінерал”.

В тектонічному плані значна частина Тинівського родовища знаходиться в зоні впливу паралельних Передкарпатському розлому скидових розломів карпатського простягання [5], що розділяють внутрішню і зовнішню зони Передкарпатського прогину [5–8], та поперечних (ортогональних до них) розломів (рис. 1). До таких зон у Передкарпатті приурочена найбільша кількість газових і нафтових родовищ (останні групуються в смузі локалізованого південніше Передкарпатського глибинного розлому), такого роду структури визнаються багатьма дослідниками (див. [4–8]) в якості найімовірніших шляхів міграції вуглеводневих мас з глибини.



**Рис. 1. Сейсмічність району Тинівського родовища природного газу
(тектонічна основа за С.С.Кругловим [3])**

Тут: оранжевим контуром позначено Тинівське родовище; чорні кола – епіцентри тектонічних землетрусів різної магнітуди попередніх років; голубе коло – вогнища техногенних карстовопровальних землетрусів у Стебнику з M 2.3 і 2.7; червоне коло – епіцентр найновішого (10.01.2021 р.) тектонічного землетрусу у районі с. Погірці з $M=1.9$

Основним серед ортогональних за сейсмічною активністю є Раточинський розлом, в зоні впливу якого у 2014-2017 рр. на південний захід від родовища було зареєстровано серію землетрусів (рис. 1). На північний схід від північного контуру родовища, в с. Погірці 10 січня 2021 р., на глибині 2 км сейсмографами зареєстровано досить слабкий землетрус з $M=1.9$, коливання від цього землетрусу на земній поверхні не відчувалися людьми. Відомо [2-8], що поклади природного газу тут залягають на глибинах від 400-650 м, а за даними досліджень подібних зон родовищ (наприклад, Надвірнянської зони Передкарпаття [9-11]) сейсмічна активність відбувається або вище, або нижче, або збоку самого родовища. Тріщинуватість зони розривного порушення, де відбувся землетрус, може бути каналом підводу вуглеводнів з глибин генерації до наявних тут неглибоких пасток. За результатами дешифрування космічних знімків і геолого-геофізичними даними (А. Кудряшов, О. Мичак) встановлено, що простежений тут спряжений з розломом Раточинський лінеамент є регіональною субвертикальною зоною деструкції земної кори (за Р. Бембелем) з ознаками розтягу. На режим розтягу земної кори цього району вказує також додатний знак параметра кріпекс досліджених землетрусів з цієї зони, який добре характеризує напружений стан вогнищевих зон, зумовлений локальною геодинамікою. Таким чином, режим розтягу простежується для тектонічних структур на південний захід від Тинівського родовища, що часто трапляється і в зонах інших відомих родовищ світу. Наприклад, на такий геодинамічний режим розтягу на родовищі Groningen (Нідерланди) вказують автори досліджень (Heimisson, Smith, та ін.).

Щодо сейсмічності північно-східніше від зони родовища можна відзначити таке. Найновіший (10.01.2021 р.) землетрус у районі с. Погірці з $M=1.9$ приурочений (див. рис. 1) до одного з діагональних розривних порушень, паралельних простягання Краковецького і Городоцького розломів, в зоні його перетину зі скидовими розломами карпатського простягання, що розділяють Рава-Руську зону Західноєвропейської платформи і зовнішню зону Передкарпатського прогину [5-8]. До цієї ж зони належить землетрус з $M=2.3$ в районі м. Комарно, який відбувся 10.11.2007 р. на глибині 6 км, він приурочений до діагонального Городоцького



розлому. В загальному, можна констатувати, що зона Тинівського родовища лежить між двома сейсмоактивними зонами, що, з одного боку, може вказувати на її додаткову перспективність за рахунок постійного підтікання вуглеводнів з глибин по геодинамічно активних тектонічних порушеннях. З іншого боку, активна сеймотектоніка прилеглих тектонічних структур може впливати на надійність збереження вуглеводнів у пастках і на процес їхнього видобування, тому її можливий негативний вплив має враховуватись і додатково спеціально досліджуватись.

Сейсмічність і сеймотектоніка Долинської зони. Район м. Долини був першим з нафтогазовидобувних районів Українського Передкарпаття, на сейсмічність якого вчені звернули увагу [1]. В 1974-1976 рр. сейсмічними станціями тут зареєстровано понад 30 землетрусів різної сили, найсильніші з них були відчутними – з макросейсмічними ефектами і струшуваннями інтенсивністю I до 3-6 балів в районі м. Долини. Значна кількість слабких землетрусів з магнітудою M 0,5-0,8 була зареєстровано тільки однією – двома ближніми станціями негустої ще у той час сейсмічної мережі. Для трьох найсильніших місцевих землетрусів, які відбулися 14.01.1976, 01.02.1976, 07.03.1976 рр., нами проаналізовано макросейсмічні поля [11]. За аналізом уточненого розташування вогнищ і характеристик макросейсмічних полів цих землетрусів встановлено [11], що землетруси відбулися в районі Долинських родовищ, на глибинах $H=2-5$ км, в зоні перетину Передкарпатського і Турянського розломів. Розриви у вогнищах 3-х сильніших землетрусів району Долини (напрями яких трасуються за аналізом макросейсмічних полів) мають орієнтацію, яка збігається з простяганням тут Передкарпатського розлому, а просторово – з розташуванням Долинської складки. Більш детально аналіз сейсмічності (за попередні роки) та сеймотектоніки Долинської нафтогазоносної зони наведено в [11].

Найновіша сейсмічна активізація в цьому районі відбулася 1 червня 2020 року зразу двома землетрусами за 9 км на північ від м. Долини – о 07.22 год з $M=3.2$ і о 21.05 год. з $M=2.7$ з епіцентрами в околицях сіл Якубова і Тростянця відповідно (рис. 2). Обидва землетруси супроводжувались відчутними макросейсмічними ефектами в епіцентральної зоні і викликали занепокоєння і навіть паніку серед населення. Очевидці розповідають, що за 30 хвилин до першої події з $M=3,2$ собаки сильно гавкали, чути було гул в повітрі, ніби йде товарний поїзд з Долини, потім все раптово затихло, а через кілька секунд почало трясти. Люди повибігали з будинків, а потім все стихло.

За макросейсмічними та інструментальними даними, епіцентри цих двох землетрусів знаходились на 3-5 км північніше від структур Північно-Долинського нафтового родовища (рис. 2). Глибина залягання сейсмічних вогнищ 2 км.

Тектонічна структура Північно-Долинського нафтового родовища – Північно-Долинська складка представляє собою лінійно витягнуту антикліналь північно-західного простягання [4], вона ускладнена поперечними порушеннями амплітудою 30-100 м, розділена на 8 ділянок, умовно об'єднаних у 2 блоки: Болахівський та Долинський. Нафтогазоносність її багатоярусна, на глибинах 2000-4000 м (в основному 2200-2800 м) [4].

Співставивши просторову локалізацію вогнищ зазначених вище землетрусів з структурою тектонічних порушень Північно-Долинської складки, можна зробити висновок, що перший, сильніший з цих землетрусів, очевидно, відбувся в зоні перетину (на відстані приблизно 2,5-3 км від північно-східного контуру родовища) поперечних розривних порушень, що розділяють блоки 2 і 3, 3 і 4, 4 і 5 продуктивної частини складки [4]. Також, можливо, тут були задіяні продовження пологих поверхонь насування/підвертання, що січуть та обмежують чолову і підвернуту частини цієї складки. Другий, слабший з землетрусів, ймовірно, приурочений до вказаних поверхонь насування, або до субвертикальних розривних порушень, що проходять поза зоною родовища і не відображаються в його геологічній структурі.

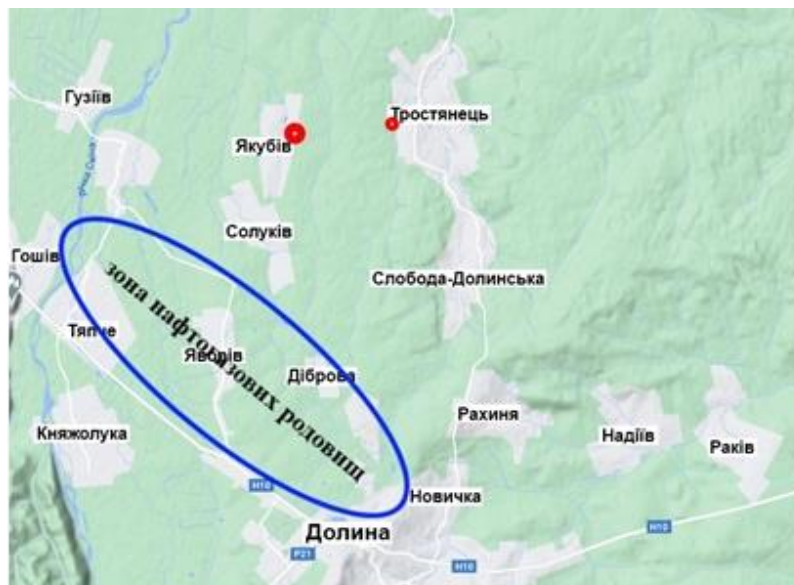


Рис. 2. Землетруси в районі Північно-Долинського родовища 1.06.2020 – о 07.22 год з $M=3.2$ і о 21.05 год. з $M=2.7$ (позначені червоними кружками) на картооснові Google maps

Щодо геоморфологічної та неотектонічної приуроченості вогнищ розглянутих землетрусів – вони приурочені до центральної зони виділеного В.Палієнко та Р.Спицею Моршинсько-Рожнятівського морфоструктурно-неотектонічного вузла, де (за даними А.В.Полівцева) наявна зона контрастних диференційованих голоценових рухів, що свідчить про триваючу впродовж останніх тисячоліть геодинамічну активність місцевих тектонічних структур.

Оцінки параметрів сейсмічної небезпеки для зон досліджених родовищ. Для таких оцінок використано розроблені нами методики оцінок сейсмодислокаційної (деформаційної) і сейсморадіаційної (пружно-хвильової) складових ко-сейсмічних впливів [15, 16]. Щодо оцінок сейсмодислокаційної складової – зміщення у вогнищах згаданих вище землетрусів оцінені нами за встановленими для Карпатського регіону кореляційними залежностями [15] і уточнені з урахуванням такого досить нового параметра сейсмічних подій, як кріпекс [16]. За цими даними для вогнища землетрусу 2021 р. в районі с. Погірці (зона Тинівського родовища) ці зміщення становили $1,7 \pm 0,5$ мм, а для землетрусів 2020 р. в районі сіл Якубів і Тростянець (район м. Долини) – $6,7 \pm 1,8$ мм і $4,1 \pm 1,2$ мм. З урахуванням цих даних, закономірностей поширення макросейсмічних полів від вогнищ землетрусів різної глибини і магнітуди, а також інтегральних особливостей спектрального складу сейсмічного випромінювання вогнищ землетрусів, відображуваних параметром кріпекс, отримано оцінки середніх пікових прискорень і характерних частот сейсмічних коливань у плейстосейстових зонах даних землетрусів. Ці оцінки в першому наближенні можуть використовуватись для моделювання сейсморадіаційних (сейсмічних) впливів на розташовані в цих зонах різні інженерні об'єкти, в тому числі об'єкти нафтогазового комплексу (в перерахунку на магнітуди проектного (ПЗ) та максимального розрахункового (МРЗ) місцевих землетрусів (з використанням відповідних оцінок за методикою О.М.Сафронова чи ін. та відповідних масштабно-енергетичних коефіцієнтів (з урахуванням поправок за кріпекс)). Наведені вище оцінки зміщень (деформацій) можуть використовуватись (з аналогічним перерахунком) для оцінок впливу деформаційних складових сейсмічних впливів на вказані об'єкти.

Висновки. Результати представлених досліджень сейсмічності та сейсмотектоніки зон Тинівського і Долинських нафтогазових родовищ вказують на геодинамічну активність спряжених з ними геолого-тектонічних структур кори і на необхідність дослідження, моніторингу і врахування місцевих сейсмотектонічних процесів для підвищення ефективності нафтогазовидобутку і зниження геоекологічних ризиків. Сейсмоактивні структури також є



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

найбільш ймовірними шляхами активної міграції вуглеводнів (за рахунок утворення сейсмічних розривів і зруйнованого тріщинуватого середовища в їх околі), тому результати досліджень важливі також з точки зору оцінок перспектив нафтогазоносності досліджуваних геолого-тектонічних структур.

Список використаних джерел:

1. Бенъ Я., Пронишин Р., Стасюк А., Мельничук О. Сейсмогеодинамічні умови нафтогазових родовищ Передкарпатського прогину // Геодинаміка. 1999. № 1(2). С. 111-116.
2. Крупський Ю.З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. – Київ: Укр ДГРІ, 2001. 144 с.
3. Тектоническая карта Украинских Карпат. М-б 1:200000 / Под ред. В.В. Глушко, С.С. Круглова. – Киев: УкрНИГРИ, 1986.
4. Атлас родовищ нефти і газу України: В 6 т. / Гол. ред. М.Н. Іванюта. – Львів: “Центр Європи”, 1998, Т. IV. 710 с.
5. Заяць Х.Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту і газ. – Львів: ЛВ УкрДГРІ. 2013. 136 с.
6. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України : монографія. У 8 кн. Кн. 2. Західний нафтогазоносний регіон / [Крупський Ю.З. та ін.] ; Нац. акціонерна компанія «Нафтогаз України» та ін. – К. : Ніка-Центр, 2014. – 400 с.
7. Крупський Ю.З. Геологія і нафтогазоносність Західного регіону України. – Львів: Сполом, 2020. – 256 с.
8. Колодій В.В., Бойко Г.Ю., Бойчевська Л.Є. Карпатська нафтогазоносна провінція. – Львів: Ін-т геології і геохімії горючих копалин, 2004. – 390 с.
9. Назаревич Л.Е., Назаревич А.В. Сейсмичность и сейсмоструктура Надворнянского нефтегазового района (Украинское Предкарпатье) // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2015. Т. 90, Вып. 6. С. 17-27.
10. Назаревич Л.Є., Ніщименко І.М., Назаревич А.В., Олійник Г.І. Сейсмогеодинамічна активізація Бориславського нафтогазового району як фактор екологічного ризику // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації”, м. Івано-Франківськ, (22-25 березня 2017 р.). – Івано-Франківськ. 2017. С. 192-194.
11. Назаревич Л.Є., Назаревич А.В. Сейсмогеодинамічна активізація нафтогазових районів Передкарпатського прогину (Долина, Надвірна, Борислав) // Мінеральні ресурси України. 2018. № 2. С. 36-42, DOI: 10.31996/mru.2018.2.36-42
12. Geomechanical Study of Bowland Shale Seismicity. – Cuadrilla Resources, 02.10.2011.
13. Keranen K.M., Savage H.M., Abers G.A. and Cochran E.S. Potentially induced earthquakes in Oklahoma, USA: Links between wastewater injection and the 2011 Mw 5.7 earthquake sequence // Geology. 2013, v. 41. P. 699-702.
14. Тинівське родовище (сайт аукціонів з продажу спеціальних дозволів на користування надрами) – режим доступу: <https://prozorro.sale/auction/SUE001-UA-20210722-40348>.
15. Назаревич А.В., Назаревич Л.Є. Масштабно-енергетичні кореляційні співвідношення для вогнищ землетрусів Закарпаття: деякі наслідки та енергетична верифікація // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. Київ. 2009. С. 279-298.
16. Назаревич Л.Е., Назаревич А.В., Баштевич Н.В. Крипекс землетрясений и его применение в сейсмологии // Материалы международной конференции “Проблемы оценки сейсмической опасности, сейсмического риска и прогноза землетрясений”. Ташкент, 7-8 октября 2004 г. Ташкент. 2004. С. 33-37.



УДК 553.613

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИДОБУВАННЯ ПОЛЬОВОШПАТОВОЇ СИРОВИНИ НА ВІТЧИЗНЯНИХ РОДОВИЩАХ

Рудько Г.І.¹, д. геол.-мін. н., д. геогр. н., д. т. н., професор, rudko@dkz.gov.ua,

Курило М.М.², к. геол. н., доцент, kurilo@mail.univ.kiev.ua,

Озерко М.В.², аспірант, woltos17@gmail.com,

1 – Державна комісія України по запасах корисних копалин, Київ, Україна,

2 – Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Визначено можливі негативні впливи на навколишнє середовище під час видобутку родовищ польового шпату з відкритим і підземним рудником. Визначено основні зміни, які полягають у наступному: забруднення повітря, руйнування ґрунту, зміна рельєфу, локальне зниження рівня ґрунтових вод, забруднення стічними водами та відходами. Окремо у статті обговорюється вплив на навколишнє середовище під час експлуатації багатоконпонентних родовищ, де концентрати польового шпату виробляються як побічні продукти. Деякі родовища в Україні належать до групи: Бахтинські (флюоритові руди), Носачівське (титано-ільменітові руди), Пержанські родовища рідкісних металів, Мазурівське (руди танталові та ніобієві). Більшість із них планується видобувати під землею, що економить більше земельних ресурсів у порівнянні з відкритими розробками. Розміщення шахтних шахт та промислових майданчиків для їх обслуговування вимагає площі близько 30 га. Усі вони мають складну переробку руди з поділом кількох концентратів, що вимагає використання флотаційних та інших реагентів. Розробка таких родовищ передбачає організацію хвостосховищ та циркуляційного водопостачання переробного підприємства.

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF MINING ON FELDSPAR DEPOSITS IN UKRAINE

Rudko H.¹, Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Dr. Sci. (Geogr.), Dr. Sci. (Tech.), Prof., office@dkz.gov.ua;

Kurylo M.², Cand. Sci. (Geol.), Associate Professor, kurilo@mail.univ.kiev.ua,

Ozerko M.², researcher of scientific degree, woltos17@gmail.com,

1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine,

2 – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Possible negative impacts on the environment during the extraction of feldspar deposits with an open pit and an underground mine have been identified. The main changes have been identified, which are as follows: air pollution, soil destruction, relief changes, local decrease in the level of groundwater, wastewater and waste pollution. Separately, the article discusses the impact on the environment during the exploitation of multicomponent deposits, where feldspar concentrates are produced as by-products. Some deposits in Ukraine belong to the group: Bakhtynske (fluorite ores), Nosachivske (titanium-ilmenite ores), Perzhanske deposits of rare metals, Mazurivske (tantalum and niobium ores). Most of them are planned to be mined underground, saving more land resources compared to open pit mines. The placement of mine shafts and industrial sites for their maintenance requires an area about 30 hectares. All of them have complex ore processing with the separation of several concentrates and require the use of flotation and other reagents. The development of such deposits provides for the organization of tailing dumps and circulation water supply for the processing enterprise.

Актуальність оцінки впливу видобутку польового шпату на навколишнє середовище пов'язана зі збільшенням масштабів виробництва. В Україні видобуваються десятки родовищ для використання у будівництві та виробництві кераміки. Глобальне споживання польового шпату поступово зростає в кераміці, скляній промисловості для сонячних панелей, житловому будівництві та будівництві будівель.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

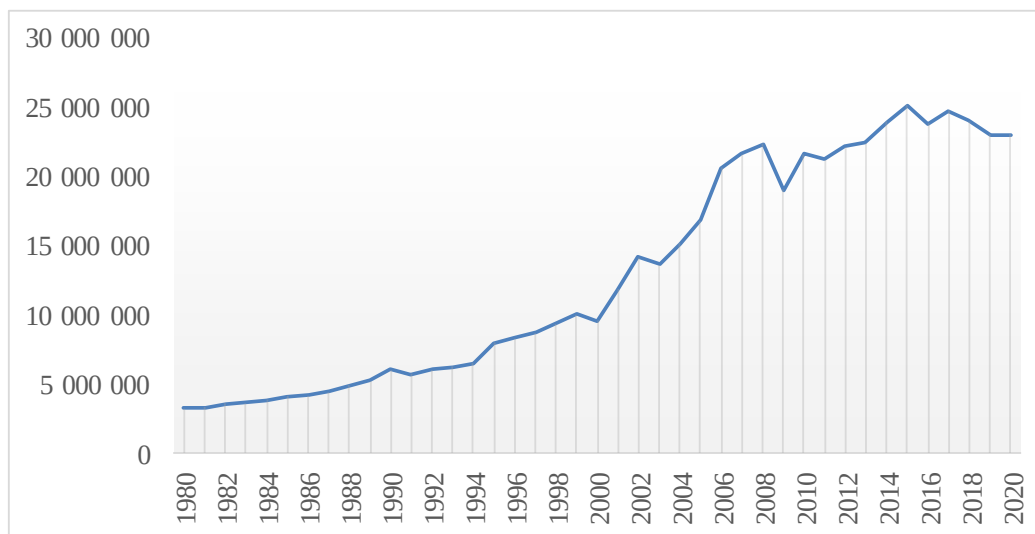


Рис. 1. Динаміка світового виробництва польового шпату в метричних тоннах (за статистичними даними usgs.gov [6])

Загальний обсяг виробництва польовошпатової сировини в Україні склав 634,63 тис. т у 2019 році.

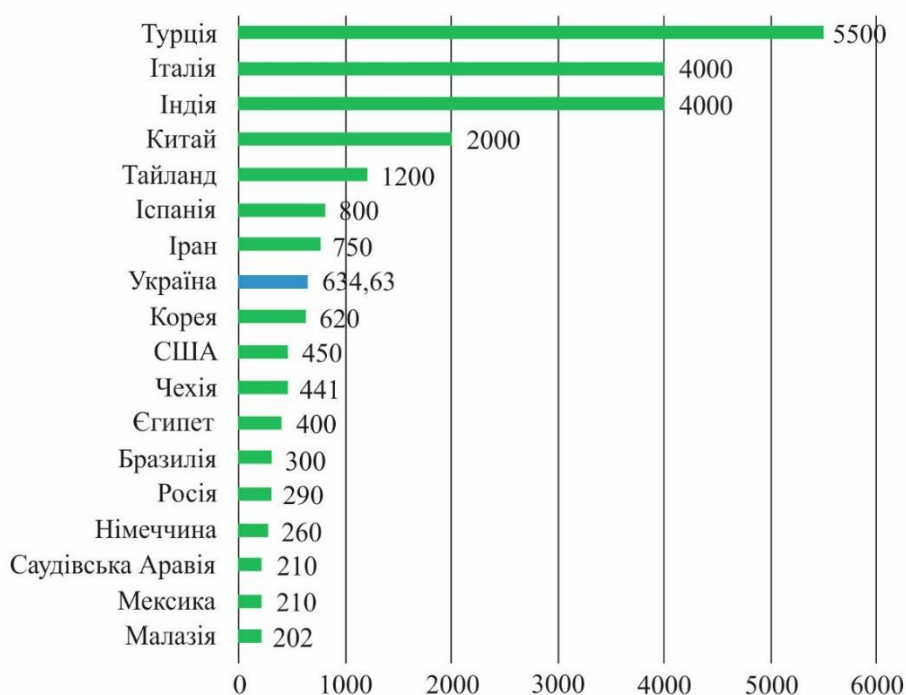


Рис. 2. Виробництво польового шпату у 2019 році за країнами (за статистичними даними usgs.gov [6] та статистичними даними для України - Державним інформаційним геологічним фондом України [1])

Оцінка впливу на навколишнє середовище в Україні є обов'язковою для гірничих підприємств [4], а родовища польового шпату мають свої особливості. Основним джерелом польовошпатової сировини в Україні є багатокомпонентні родовища. Ці об'єкти належать до різних генетичних та проимслюивх типів, що визначає вплив на навколишнє середовище, який



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

виникає під час розробки. Наступна схема ілюструє особливості методів видобутку та переробки польовошпатової сировини за типом родовищ (рис. 3).

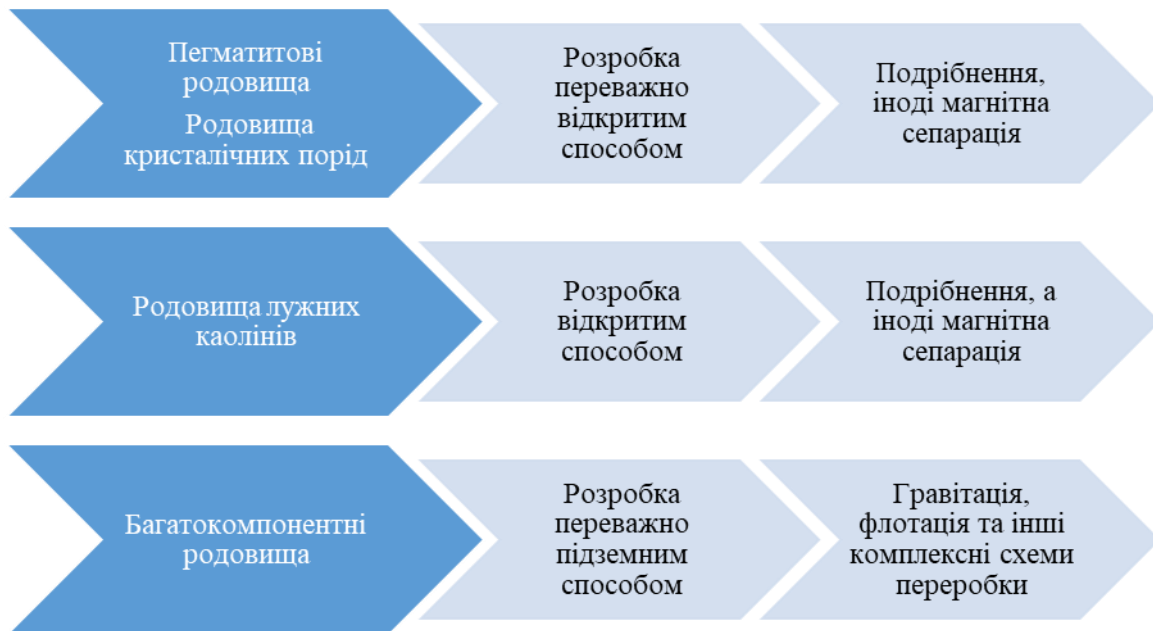


Рис. 3. Особливості методів видобутку та переробки польовошпатової сировини за типом родовищ

Можливий негативний вплив на навколишнє середовище під час відкритої розробки родовищ польового шпату має наступні складові: забруднення повітря, руйнування ґрунту, зміна рельєфу, локальне зниження рівня підземних вод, забруднення стічними водами та відходами. Площа порушених земель та обсяги відходів під час розробки відкритим способом залежать від величини запасів та коефіцієнта розкриття. Як правило, це співвідношення менше 1, що позитивно впливає на прибутковість видобутку корисних копалин. Ґрунт становить менше 10% від загального обсягу розкривних порід, і підприємства зберігають його окремо для подальшої рекультиватії. Як правило, виробничі потужності гірничих підприємств складають від 50 до 200 тис. тон на рік, що забезпечує щонайменше 20 років експлуатації.

Руйнування ґрунтового покриву фіксуються під відвалами кар'єру та на шляху пересування кар'єрного обладнання. Первинний рельєф зазнає значних змін в ході розробки кар'єру та відвалів, і може активізуватися під дією сил, спричинених, в основному, силою тяжіння, спрямованих на згладжування негативних і позитивних форм рельєфу.

Основний вплив гірничодобувної діяльності обумовлений викидами забруднюючих речовин в атмосферу в результаті здування пилу з поверхні відвалів та викидами кар'єрного транспорту, а також їх осіданням на ґрунті і зберіганням промислових відходів. Основними забруднювачами є неорганічний пил із вмістом SiO_2 – 65-82% та Al_2O_3 – 11-21%.

Збільшення різниці висот від вершини відвалу до дна кар'єру та утворення значного вираженого просідання рельєфу перенаправляє поверхневий стік, збільшує його швидкість та зменшує інфільтрацію в ґрунт. Проведення гірничих робіт спричинює відведення підземних вод через їх викид на поверхню та випаровування.

Забруднення повітря має більші масштаби, ніж інші складові негативного впливу. Під час гірничих робіт у повітря викидається значна кількість газоподібних речовин з відпрацьованого палива та інших технологічних субстанцій, а також зважених частинок кар'єрної породи.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Вплив гірничодобувної діяльності на порушення ландшафтів та біоценоз слід вивчати окремо. Ці фактори залежать від наявності таких об'єктів на території та масштабів відчуження земель.

Родовища кристалічних порід часто вимагають попереднього роздроблення за допомогою бурових і вибухових робіт. У таких випадках необхідно оцінювати стабільність геологічного середовища та його асиміляційний потенціал. Межі освоєння родовищ, відповідно до плану, передбачають дотримання 500-метрових санітарно-захисних зон.

Інші особливості впливу на навколишнє середовище має розробка багатокomпонентних родовищ, де концентрати польового шпату вилучаються як супутні продукти. До цієї групи належать кілька родовищ в Україні: Бахтинське (флюоритові руди), Носачівське (титаново-ільменітові руди) [2], Пержанське родовище рідкісних металів [3], Мазурівське (танталові та ніобієві руди) [7].

Більшість із них планується розробляти підземним способом, що зекономить більше земельних ресурсів у порівнянні з відкритими виробками. Розміщення шахтних стволів та промислових майданчиків для їх обслуговування вимагає площі близько 30 га. Всі вони передбачають комплексну переробку руди з виділенням декількох концентратів, що обумовлює необхідність використання флотаційних та інших реагентів. Розробка таких родовищ передбачає наявність хвостосховищ та циркуляційного водопостачання переробного заводу.

Вплив на атмосферу відрізняється від відкритих виробок, оскільки забруднення пилом від видобутку корисних копалин менше за рахунок обсягів видобутку і зосереджується в підземних спорудах. Переробка може бути джерелом забруднення повітря, а забруднювачі залежать від складу збагачувальних реагентів.

Для перерахованих вище Носачівського, Бахтинського та Пержанського родовищ заплановано систему гірничих робіт із закладкою виробленого простору. Враховуючи підземний спосіб розробки, розкритих порід у великому обсязі не буде, а ті кристалічні породи, які будуть підняті на поверхню, будуть використані при будівництві гірничо-збагачувального комплексу. Для цих родовищ пропонується організувати систему рециркуляційного водопостачання переробного заводу. Можливе зниження рівня підземних вод на прилеглих територіях.

З точки зору земельних ресурсів, планується вилучити землю та змінити їх цільове призначення для розміщення та експлуатації основних, допоміжних будівель та споруд, пов'язаних із використанням надр для видобутку корисних копалин. Передбачається забруднення ґрунту продуктами через несправне обладнання; порушення ґрунтового покриву під час будівництва гірничо-збагачувального комплексу.

Вважається, що заплановані заходи мають незначний та допустимий вплив на флору і фауну. Джерела підвищеного шуму від гірничих робіт можуть спричинити незначний вплив на середовище існування, умови розмноження та шляхи міграції тварин. В результаті реалізації запланованих заходів можливий незначний допустимий вплив на просторову, видову, популяційну різноманітність об'єктів флори.

Окремі проектні рішення спрямовані на переробку та використання виробничих відходів. Наприклад, на Мазурівському родовищі видобуток польового шпату пов'язаний з переробкою відходів, що зберігаються. Це дозволяє звільнити великі площі хвостосховищ та усунути джерело потенційних небезпек для навколишнього середовища, враховуючи існуючий зв'язок хвостосховищ з басейном річки Кальчик. Однак базу польовошпатової сировини для керамічної промисловості можна створити досить швидко і без значних інвестицій. Таке виробництво стане випробувальним полігоном для підготовки комплексної розробки Мазурівського родовища.

Узагальнені об'єкти впливу на навколишнє середовище для названих видів родовищ наведені в табл. 1.



Таблиця 1

Основні об'єкти впливу на навколишнє середовище для родовищ польового шпату в Україні

Тип родовища	Список родовищ польового шпату в Україні	Основні об'єкти впливу на навколишнє середовище
Родовища пегматитові	Більчаківське, село Устя, Грузлівецьке, Лозувацьке, Володимирівське, Балка Великого Табору	Відкрита розробка, бурові та вибухові роботи, дробильна установка, відвали розкривних порід
Родовища кристалічних порід	трахіти ділянки Вербова, мікрогранодіоріти Дубриницького родовища	
Лужні каоліни	Просянівське, Першозванівське, Біляївське, Катеринівське	Відкрита розробка, дробильно-сортувальний завод, відвали розкривних порід, фабрика сухої, вологої та електромагнітної сепарації, хвостосховища
Багатокомпонентні родовища	Бахтинське (флюоритові руди), Носачівське (титаново-ільменітові руди), Пержанське родовище рідкісних металів, Мазурівське (танталові та ніобієві руди)	Підземна розробка, фабрик (гравітація, флотація та електромагнітна сепарація), хвостосховища

Висновки. Визначені об'єкти негативного впливу для різних геолого-промислових типів родовищ польовошпатової сировини:

- 1) для пегматитових родовищ та родовищ кристалічних порід – це виробки відкритої розробки, бурові та вибухові роботи, дробильна установка, відвали розкривних порід;
- 2) для родовищ каоліну – це (за винятком вищезазначеного) збагачувальна фабрика сухої, вологої та електромагнітної сепарації, хвостосховища;
- 3) для багатокомпонентних родовищ – виробки і процеси підземного видобутку, збагачувальна фабрика, хвостосховища.

Можливими негативними впливами на навколишнє середовище під час відкритого способу розробки родовищ польового шпату є забруднення повітря, руйнування ґрунту, зміна рельєфу, локальне зниження рівня підземних вод, забруднення стічними водами та відходами. У випадку підземного способу розробки важливими змінами є порушення масиву гірських порід та його стійкості, зміна режиму і складу поверхневих та підземних вод. Для всіх об'єктів, де є збагачувальний переділ, розробка та стан хвостосховищ, а також можливість переробки відходів є критичними факторами.

Важливими та ефективними заходами щодо поліпшення стану довкілля є зменшення порушених гірничодобувних ділянок та їх рання рекультивація, засипка у разі підземного способу розробки, максимальне вилучення і переробка всіх корисних компонентів, що зменшує кількість відходів виробництва.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Список використаних джерел:

1. Баланс запасів корисних копалин України. Випуск 72. Польовий шпат. Київ, Державне науково-виробниче підприємство “Державний інформаційний геологічний фонд України”, 2018.
2. Висновок щодо оцінки впливу на довкілля при розробці Носачівського родовища [//http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/2522/reports/9846711dd23548eb3c49153d17086c5f.pdf](http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/2522/reports/9846711dd23548eb3c49153d17086c5f.pdf)
3. Висновок щодо оцінки впливу на довкілля під час видобутку та переробки на Пержанському родовищі [//http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3271/reports/420b60111f02a021002d13c0d8614294.pdf](http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3271/reports/420b60111f02a021002d13c0d8614294.pdf)
4. Висновок щодо оцінки впливу на довкілля при розробці ділянки П'ятирічанка Дубрівського родовища лужних каолінів [//http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/6682/reports/q5utEyl1tK.pdf](http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/6682/reports/q5utEyl1tK.pdf)
5. Про оцінку впливу на навколишнє середовище. Закон України. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, с.315.
6. Статистика та інформація щодо польового шпату. Національний інформаційний центр з питань корисних копалин. USGS// <https://www.usgs.gov/centers/nmic/feldspar-statistics-and-information>
7. Чернієнко Н.М. Комплексне використання руд Мазурівського родовища, Приазов'я, <http://ea.donntu.org:8080/jspui/bitstream/123456789/7226/1/215-222.pdf>



УДК 574.08:681.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО ПИЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Трофимчук О.М., д. т. н., проф., чл.-кор. НАН України,

Триснюк В.М., д. т. н., с. н. с.,

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

Стаття присвячена екологічній безпеці Карпатського регіону на основі моніторингу джерел техногенного пилового забруднення. Визначено реальні умови формування екологічної небезпеки з урахуванням вторинного пилового забруднення атмосферного повітря. Встановлено підсилення впливу проявів екологічної небезпеки на стан захворюваності населення стосовно певних нозологічних форм в зонах безпосередньої дії джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: техногенна небезпека, пилове забруднення, вторинне забруднення, атмосферне повітря, технічні рішення, екологічна безпека, захворюваність населення.

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL SAFETY OF THE CARPATHIAN REGION IN THE CONDITIONS OF TECHNOGENIC DUST POLLUTION ATMOSPHERIC AIR

Trofymchuk O.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof. member of NAS of Ukraine,

Trysnyuk V.M., Dr. Sci. (Eng.), Senior Researcher.,

*Institute of Telecommunications and Global information space of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv*

The article is devoted to ecological safety of the Carpathian region on the basis of monitoring of sources of man-made dust pollution. The real conditions of formation of ecological danger with the account of secondary dust pollution of atmospheric air are determined. The enhancement of the influence of manifestations of ecological danger on the state of morbidity of the population in relation to certain nosological forms in the zones of direct influence of sources of secondary dust pollution of atmospheric air is established.

Key words: man-made danger, dust pollution, secondary pollution, atmospheric air, technical solutions, ecological safety, morbidity of the population.

Вступ. Серед значної кількості різновидів впливу на довкілля істотну небезпеку створює пилове забруднення атмосферного повітря, що формується як внаслідок надходження з джерел викидів на промислових підприємствах (первинне), так і шляхом фізико-хімічних процесів в місцях складування пилоподібних відходів виробництва (вторинне), серед яких особливе місце займають тонкодисперсні (<100 мкм) відходи пилоочищення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експериментальні дослідження техногенних чинників пов'язаних із пиловим забрудненням ґрунтуються на використанні методики експертної оцінки та інформаційних технологій. Наукометричний огляд показав, що на даній території існує ряд екологічних проблем, які потребують вирішення. Аналіз попередніх досліджень дозволяє констатувати, що роль вторинного пилового забруднення у формуванні екологічної небезпеки регіону вивчається науковцями: Адаменко О.М., Адаменко О.М., Архипова Л.М., Зорін Д.О., Мандрик О.М., Мальований М.С., Рудько Г.І., Трофимчук О.М., Триснюк В.М. та інші.

Мета та завдання роботи. Метою роботи є розв'язання науково-практичного завдання з управління екологічною безпекою під дією чинників техногенного пилового забруднення та розробки конкретних технічних рішень.

Об'єкт дослідження є інформаційні технології для діагностики і оцінки стану довкілля та техногенних об'єктів.

Методика та результати досліджень. Стратегія досліджень стосовно формування небезпек різного генезису ґрунтована на визначенні місця певного виду чи підвиду екологічної небезпеки в її ієрархічній структурі[1].. Забезпечення екологічної безпеки в умовах інтенсивного пилового



забруднення, як правило, досягається шляхом застосування і вдосконалення пилоочисного обладнання. Побічним ефектом впровадження цих заходів є збільшення обсягів відходів, що утворюються в процесі пилоочищення. Неефективне складування значної кількості таких відходів створює загрозу вторинного забруднення атмосферного повітря. Зазначені обставини обумовлюють необхідність диференціації джерел екобезпеки з виділенням первинного і вторинного забруднення атмосферного повітря.

Первинне пилове забруднення розглядається як процес надходження пилоподібних забруднювачів в атмосферне повітря з стаціонарних (організованих та неорганізованих) та (або) пересувних джерел в межах технологічного процесу промислового виробництва[2]. Джерелами вторинного пилового забруднення є місця зосередження промислових відходів даного виробництва, на території яких можливе складування пилоподібних речовин і матеріалів, які виведено за межі основного технологічного процесу і для утилізації та рекуперації яких на цей час відсутні ефективні технології [3].

Неврахування джерел вторинного пилового забруднення при проведенні моніторингу стану екобезпеки (що на теперішній час спостерігається повсюди) не дає можливості об'єктивно оцінити внесок зазначеного підвиду у формування екологічної небезпеки на регіональному рівні. Експрес-оцінка внеску джерел забруднення атмосферного повітря у формування рівня техногенної небезпеки проводиться на основі чисельних значень показника T :

$$T = K_T \cdot K_{KM} \cdot K_p \cdot K_{ui} \cdot \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N K_i \cdot q \cdot M_i}{N} \right\} \quad (1)$$

де T - показник техногенної небезпеки, сформованої чинниками пилового забруднення атмосферного повітря;

K_T - регіональний коефіцієнт господарської диференціації території;

K_{KM} - коефіцієнт, що залежить від чисельності мешканців, які піддаються впливу проявів техногенної небезпеки;

K_p - коефіцієнт, що враховує рельєф місцевості;

K_{ui} - коефіцієнт, який залежить від характеристик джерел викидів;

a_i - показник, що відображає ступінь негативного впливу одиниці маси визначеного інгредієнта, що міститься у викидах в атмосферу, на навколишнє середовище;

M_i - річна маса інгредієнтів, що містяться у викидах в атмосферу, т /рік;

N - кількість інгредієнтів.

Градацію рангів промислових підприємств за рівнем техногенної небезпеки запропоновано проводити відповідно до значень показника T (Табл. 1).

Таблиця 1

Градації техногенної небезпеки підприємств

Значення показника T	Рівень техногенної небезпеки підприємства	Ранг
$0 - 10^2$	Найнижчий	1
$10^2 - 10^3$	Низький	2
$10^3 - 10^4$	Підвищений	3
$> 10^4$	Високий	4

Методичний підхід до дослідження впливу чинників пилового забруднення на стан здоров'я населення полягає у тому, що надається кількісна просторово-часова характеристика



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

проявів екологічної небезпеки на територіях, що досліджуються і здійснюється вивчення стану здоров'я населення. Захворюваність населення обраної території охарактеризовано сумарним показником P (кількість захворюлих на 1 тис. населення) та індексом здоров'я населення H :

$$H=1-\frac{N_{\alpha}}{N}, \quad (2)$$

де N – загальна чисельність обраної групи населення на території, що досліджується;

N_{α} – чисельність населення, захворілого за обраний період.

При аналізі проявів екологічної небезпеки використані значення середньорічних концентрацій C_{cp} інгредієнту, який контролюється та індекс техногенної безпеки F :

$$F=(1+j)^{-1} \quad (3)$$

де j – безрозмірний нормований показник екологічної небезпеки, який у випадку негативної дії одного забруднювача на один компонент геосфери (атмосферне повітря) виражається відношенням фактичної концентрації речовини в приземному прошарку атмосфери до гранично допустимого значення цієї концентрації ($ГДК_{м.р.}$).

Коефіцієнт F може приймати значення від 0 до 1 і його зростання буде вказувати на підвищення рівня техногенної безпеки.

За умов збігу у часі тенденцій зміни параметрів H , F , P , а також при встановленні кореляційних залежностей між ними, можна зробити висновок, що прояви екологічної небезпеки, пов'язані з присутністю даного інгредієнта в певних концентраціях, істотно впливають на розвиток аналізованої групи хвороб на обраній території.

Наведені методологічні аспекти є підґрунтям для проведення експериментальних досліджень, зокрема, детального моніторингу формування, розвитку та проявів екобезпеки, сформованої чинниками техногенного пилового забруднення атмосферного повітря.

На основі аналізу стану забруднення приземного прошарку атмосфери в межах зон селітебної забудови встановлено неприйнятний стан екологічної небезпеки стосовно зазначеного чинника (в середньому, по роках, концентрація пилу перевищує $ГДК_{м.р.}$ в 1,3 рази). Визначено вклад у формування рівня небезпеки основних джерел пилового забруднення.

Системний аналіз поводження з тонкодисперсними пилоподібними відходами виробництва на промислових підприємствах в Івано-Франківській області дозволив визначити джерела вторинного пилового забруднення, основними з яких є місця складування відходів пилоочищення золи на Бурштинській ТЕС. Сумарна кількість зазначених промислових відходів, що на сьогодні вивозять у відвали, в регіоні дослідження складає 2500-3000 тонн на рік.

Бурштинська ТЕС є потужним джерелом викидів шкідливих хімічних речовин у атмосферу. Викиди з двох 250-метрових й однієї 180-метрової труб разносять пануючі в цій місцевості західні й північно-західні вітри на відстані до 100 кілометрів. У 2015 році зафіксовано викиди 191 тис. тонн шкідливих речовин – це конкретно 20,5 тис. т твердих частинок, 159,9 тис. сірчистого ангідриду, 9,4 тис. діоксиду азоту й 0,93 тис. т оксиду вуглецю (Рис. 1).



Рис. 1. Викид в атмосферу шкідливих речовин з двох 250-метрових й однієї 180-метрової труби Бурштинської ТЕС в східному напрямку

Для оцінки динаміки екосистем Карпатського регіону в умовах техногенного пилового забруднення атмосферного повітря було сформовано базу геоданих, в яку увійшли космічні знімки з космічних апаратів Landsat 7 (Рис. 2, 5, 8); топографічні карти, цифрові моделі рельєфу різної деталізації.



Рис. 2. Тверді частинки від спалювання вугілля (зола, вугільний пил) які не вловило газоочисне обладнання, осідають у 30-кілометровому радіусі навколо станції

Оскільки техноприродні явища і процеси в переважній більшості є багатофакторними, представляють результат дії надзвичайно великого числа факторів, ступінь впливу кожного з яких на формування явища, що розглядається, повноцінно врахувати практично неможливо, то більш адекватним підходом до прогнозування екологічної небезпеки слід визнати імовірнісний підхід, що ґрунтується на побудові моделей-інтерпретацій і моделей-екстраполяцій за даними моніторингу (рядів спостережень) з використанням методів математичної статистики й теорії ймовірностей[3] (Рис. 3).

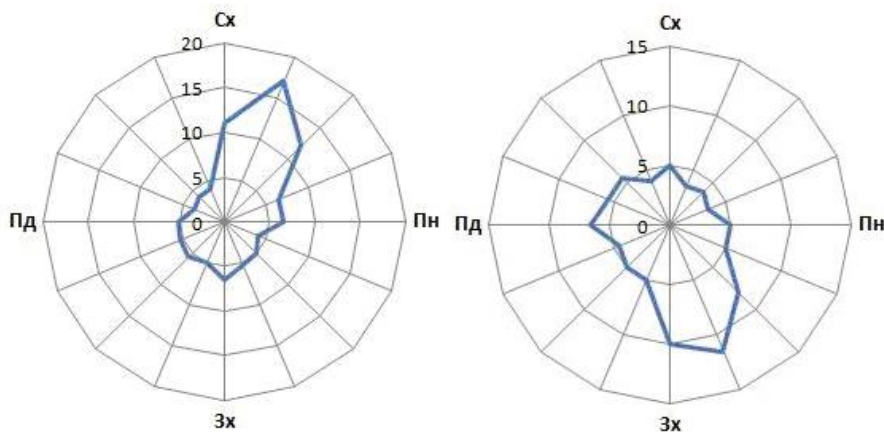


Рис. 3. Роза вітрів та імовірнісний підхід до прогнозування екологічної небезпеки Бурштинської ТЕС

Зокрема, найпростішою і найбільш популярною математичною моделлю, яка застосовується при прогнозуванні максимальних екологічних характеристик (рівнів безпеки, забруднень компонентів довкілля) в рамках імовірнісного підходу, є модель випадкової величини [4,5]. Її використовують у випадках, коли дані моніторингу формують стаціонарні ряди динаміки, де зі збільшенням числа спостережень середній їх результат практично перестає бути випадковим і може бути передбаченим з великим ступенем визначеності.

Сірчистий ангідрид в атмосферному повітрі вступає в хімічні реакції з водою і вже у вигляді кислот може пролитися з дощем на землю. Наразі, викиди сірчистого ангідриду є найгострішою проблемою і не відповідають європейським нормам. Оксид вуглецю посилює парниковий ефект (Рис. 4.).



Рис. 4. Діоксид азоту Бурштинської ТЕС спричиняє смог

Для аналізу природного стану та антропогенізації досліджуваних екосистем використовувались космічні знімки з КА Landsat 7 (рис. 2, 5).

Екологічну ситуацію не лише в санітарно-захисній зоні підприємства, а й у Бурштині, сусідніх селах, на лівому березі водосховища, Касовій горі постійно відстежує відділ охорони навколишнього середовища ТЕС. До складу цього відділу входить санітарна лабораторія, яка контролює приземні концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, а також опади і бере на аналіз проби ґрунту, ґрунтових, поверхневих та стічних вод.



Рис. 5. Космічний знімок КА Landsat 7 з роздільною здатністю 30 м від 18.07.2015 р.

Щорічно Бурштинська ТЕС скидає у р. Гнила Липа близько 2,11 млн. м³ зворотних вод. За даними екологічного паспорту Івано-Франківської області середньорічна концентрація забруднюючих речовин (мг/дм³) за 2015 рік у Бурштинському водосховищі становила: завислі речовини – 17,0; БСК5 – 2,2; сульфати 130,0; хлориди – 21,0; азот амонійний – 0,55; нітрати – 2,9.

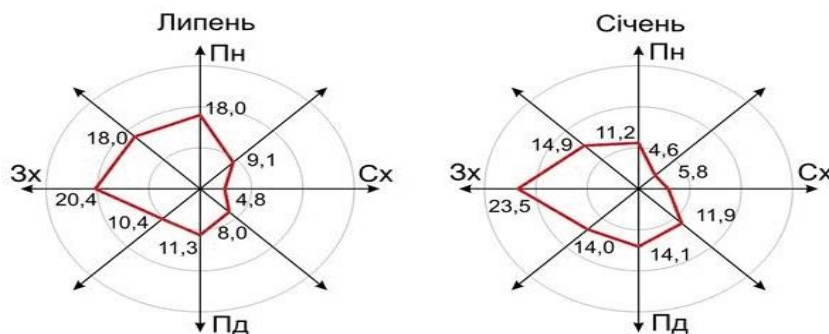


Рис. 6. Роза вітрів та розрахунок прогнозування екологічної небезпеки Бурштинської ТЕС в літній та зимовий період.



Рис. 7. Викид в атмосферу шкідливих речовин з двох 250-метрових й однієї 180-метрової труби Бурштинської ТЕС в безвітряну погоду



При комп'ютерній обробці знімків безпосередньо використовують цифрові еквіваленти яскравості, зональної яскравості[6]. Вихідними матеріалами тематичної обробки космічних знімків є знімки різного тематичного змісту. Тому основні процедури тематичної обробки космічних знімків полягають у сегментації зображень, з метою ідентифікації площинних і лінійно протяжних об'єктів.



Рис. 8. Космознімок супутника Landsat 7 з виділеними кластерами 2015 р.

Тверді частинки від спалювання вугілля (зола, вугільний пил) які не вловило газоочисне обладнання, осідають у 30-кілометровому радіусі навколо станції (Рис. 9).

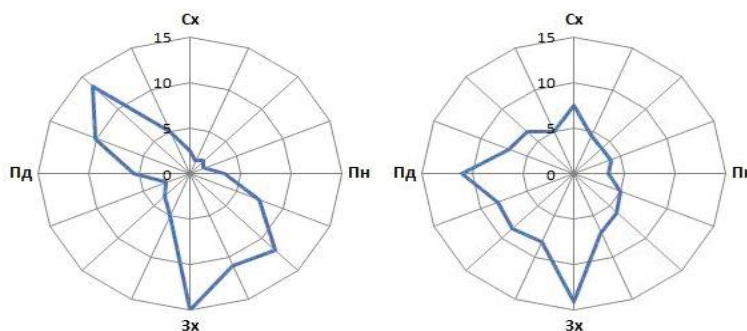


Рис. 9. Роза вітрів та розрахунок прогнозування екологічної небезпеки у 30-кілометровому радіусі навколо Бурштинської ТЕС.

Для Бурштинської ТЕС надзвичайно актуальною є проблема складування та переробки твердих відходів – паливного шлаку і золи – які залишаються після спалювання вугілля в топках ТЕС.

Результати моніторингу обумовили необхідність встановлення реальних умов формування та проявів екологічної небезпеки зазначеного підвиду з урахуванням джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря.

З метою встановлення основних характеристик раніше неврахованих джерел пилового забруднення проводились експериментальні дослідження в лабораторних умовах та шляхом натурних спостережень. Найбільш вагомими чинниками, що впливають на кількісні показники обсягів надходження пилу з зазначених джерел забруднення, є дисперсність часток пилу, швидкість вітру, вологість атмосферного повітря, опади (у вигляді дощу і мокрого снігу).

При швидкостях вітру 7-10 м/с час, необхідний на відновлення здування пилу з поверхні місць складування, змінюється незначно і складає близько 3 годин. При відносній вологості 99% інтенсивність здування пилу зменшується на 25%, в той самий час вологість відходу збільшується в 16 разів (з 0,11% до 1,69%).



Між результатами експериментальних досліджень та розрахунків здування пилу встановлено розбіжність, яка не перевищує 20 % (Рис. 3, 6, 9).

Це підтверджує доцільність практичного використання методів, рекомендованих Держкомгідрометом, для одержання чисельних значень питомого здування пилу неорганічного з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$.

Одержані результати дозволили встановити основні характеристики (г/с, т/рік) джерел вторинного пилового забруднення в КСПР. На основі використання наведеного у розділі 2 методу (формула 1), встановлено чисельні значення показника техногенної небезпеки T промислових підприємств КСПР з урахуванням внеску джерел вторинного забруднення (Табл. 2).

Таблиця 2

Техногенна небезпека промислових об'єктів з урахуванням внеску джерел вторинного пилового забруднення

Промислове підприємство	Значення показника T	
	Без урахування вторинного забруднення	З урахуванням внеску джерел вторинного забруднення
ПАТ «Івано-Франківськцемент»	772,8	1074,7
Бурштинська ТЕС	2027,3	3090,2
ПАТ «Миколаївцемент»	245,1	813,9

Для оцінки впливу проявів небезпеки на стан здоров'я населення у регіоні дослідження виділено зони селітебної забудови з підвищеним рівнем концентрації сілікозонебезпечного пилу, які розміщені поблизу промислових підприємств – основних джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря. Розміри вказаних територій встановлено за результатами розрахунку розсіювання викидів на ЕОМ з використанням програмного комплексу «ЕОЛ».

Із застосуванням методу кореляційно-регресивного аналізу часових рядів на основі вивчення залежностей $H(t)$ та $F(t)$ (Рис. 3, 6, 9) встановлено достатньо високі значення коефіцієнтів кореляції (0,70 – 0,95) по виділених зонах.

За результатами проведених досліджень встановлено:

1. При врахуванні внеску джерел вторинного забруднення спостерігається підвищення рівня техногенної небезпеки підприємств (Табл. 2);
2. В зонах безпосередньої дії джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря встановлено підсилення впливу проявів екологічної небезпеки на стан захворюваності населення стосовно певних нозологічних форм.

Результати проведених досліджень є практичним підґрунтям для розробки та реалізації системи управління екобезпекою стосовно джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря у зазначеному районі.

Система управління екологічною безпекою в регіоні з інтенсивним вторинним пиловим забрудненням атмосферного повітря включає комплексну систему техніко-технологічного управління екологічною безпекою в умовах інтенсивної дії джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря [7].

Таким чином, за результатами теоретичних узагальнень, експериментальних та прикладних досліджень у техногенно навантаженому регіоні створено реальну систему управління екологічною безпекою стосовно підвиду небезпеки, сформованої джерелами вторинного пилового забруднення атмосферного повітря, розроблено та реалізовано конкретні технічні рішення щодо ліквідації джерел небезпеки шляхом залучення тонкодисперсних пилоподібних відходів виробництва в процеси одержання продукції цільового призначення.



Висновки. Встановлено специфічні особливості формування екологічної небезпеки при дії чинників пилового забруднення, обґрунтовано диференціацію джерел небезпеки з виділенням первинного і вторинного (стосовно основного технологічного процесу промислового виробництва) пилового забруднення атмосферного повітря. Розроблено методологію оцінки впливу на стан атмосферного повітря джерел вторинного пилового забруднення. Запропоновано методичний підхід щодо оцінки стану екологічної безпеки в умовах інтенсивного пилового забруднення атмосферного повітря, який базується на застосуванні:

1. Модифікованого методу комплексної оцінки рівня техногенної небезпеки промислових об'єктів – для визначення реальних умов формування екологічної небезпеки під дією чинників пилового забруднення атмосферного повітря;

2. Методу кореляційно-регресивного аналізу часових рядів – для встановлення впливу конкретних проявів екологічної небезпеки на стан здоров'я населення.

Встановлено підсилення впливу проявів екологічної небезпеки на стан захворюваності населення стосовно певних нозологічних форм в зонах безпосередньої дії джерел вторинного пилового забруднення атмосферного повітря.

Список використаних джерел:

1. Адаменко О. М. Екологічна безпека територій. Монографія / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін. – Івано-Франківськ : Супрун, 2014. – 456 с
2. Греков Л.Д., Красовський Г.Я., Трофимчук О.М. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом. Київ. Наукова думка. 2007. -219 с.
3. V.Trsnyuk, T. Trsnyuk, V. Okhariev, V. Shumeiko, A. Nikitin Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding Centrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1,2018 С. 61-67
4. Довгий С. О., Бідюк П. І., Трофимчук О. М., Савенков О. І. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. – К.: Азимут-Україна. – 2011. – 608 с.
5. Триснюк В.М. Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно-модифікованих геосистем. Системи обробки інформації. – 2016. – №12. – С.185-188. Index Copernicus
6. Trofymchuk O., Myrontsov M., Okhariev V., Anpilova Y., Trsnyuk V. [2021] Transdisciplinary analytical system for support the environmental researches. *Systems, decision and control in energy II. Studies in systems, decision and control*. Springer. Cham.
7. Azimov, O.T., Kuraeva, I.V., Trofymchuk, O.M., Karmazynenko, S.P., Dorofey Ye. M., Voytyuk, Yu.Yu. [2019] Estimation of the heavy metal pollution for the soils and different environmental objects within the solid domestic waste landfills. *Conference Proceedings, 18th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*.



УДК 72.012.8

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ЩОДО ПРИКЛАДНИХ ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ОКРЕМОЇ КАТЕГОРІЇ КАМ'ЯНИХ РЕСУРСІВ (ПРИРОДНОГО ДЕКОРАТИВНОГО КАМІННЯ) ТА ЇХ РОДОВИЩ ДЛЯ НАДАННЯ ЇМ СТАТУСУ НАЦІОНАЛЬНОГО АБО СВІТОВОГО НАДБАННЯ

Тузяк Я.М., к. геол. н., yarynatuzyak@gmail.com,

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

У статті розглянуто світові підходи щодо прикладних засобів оцінки окремої категорії кам'яних ресурсів (природного декоративного каміння) та їх родовищ як пам'яток природи. Проведено огляд термінології і критеріїв визначення статусу кам'яного ресурсу. Природний декоративний камінь або кам'яні ресурси в межах України представлені різними генетичними типами, які охоплюють значний віковий діапазон (від докембрію до антропогену) і мають широкий спектр застосування (зведення інженерних споруд, мощення вулиць, облицювання, різьблення та ін.). На сучасному етапі з'ясування походження природного каменю окремо взятої історико-архітектурної пам'ятки має актуальне значення: 1) з метою ремонтно-реставраційних робіт; 2) розгляду ресурсів декоративного каміння як окремої категорії пам'ятки природи з наданням відповідного статусу надбання як унікального геооб'єкта; 3) визначення екологічних характеристик з метою оцінки їхнього впливу на довкілля; 4) для розширення культурно-освітнього світогляду громадськості.

Декоративний камінь території України – це окрема категорія пам'яток природи, серед яких є такі що можуть заслуговувати на національне і, навіть, світове надбання. Проаналізовано практику світової спільноти з зазначеної проблеми. Визначено характеристики і критерії, які використовують для надання кам'яним ресурсам і родовищам статусу Глобального (Світового) надбання. Наведено приклади кам'яних ресурсів і родовищ території Заходу України, які можуть розглядатися і бути включені у світову мережу зі статусом Глобального (Світового) надбання.

GLOBAL TRENDS IN THE APPLICATION FOR THE EVALUATION OF A SPECIFIC CATEGORY OF STONE RESOURCES (NATURAL DECORATIVE STONE) AND THEIR DEPOSITS TO GIVE THEM NATIONAL OR WORLD HERITAGE STATUS

Tuzyak Ya., Cand. Sci. (Geol.), yarynatuzyak@gmail.com;

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

The article considers world approaches to applied tools for evaluating a separate category of stone resources (natural decorative stones) and their deposits as natural monuments. The terminology and criteria for determining the status of the stone resource were inspected. Natural decorative stone or stone resources within Ukraine are represented by various genetic types covering a significant age-old range (from Precambrian to Anthropogenic) and have a wide range of applications (construction of engineering structures, paving streets, cladding, carving, etc.). At the present stage, the clarification of the origin of natural stone of a single historical and architectural monument is relevant: 1) for the purpose of repair and restoration work; 2) consideration of the resources of decorative stones as a separate category of a natural monument with the provision of the corresponding status of the property as a unique geo-object; 3) determination of environmental characteristics in order to assess their impact on the environment; 4) to expand the cultural and educational worldview of the public.

The decorative stone of the territory of Ukraine is a separate category of natural monuments, among which there are those that can deserve national and, even, world heritage. The practice of the world community on this problem has been analyzed. The characteristics and criteria used to grant the status of the Global (World) Heritage to stone resources and deposits are defined. Examples of stone resources and deposits of the territory of the West of Ukraine are given, which can be considered and be included in the world network with the status of the Global (World) treasure.

Природне декоративне каміння – це окрема категорія корисних копалин, яка посідає чільне місце серед мінерально-сировинних багатств України. Використання природного каменю відоме з давніх часів. Упродовж тисячоліть людство застосовувало його у будівництві, архітектурі, оздобленні, скульптурі, що знайшло своє відображення в архітектурних стилях міст, унікальність і неповторність яких становить історико-культурну й архітектурну спадщину країни і потребує охорони та ремонтно-реставраційних робіт з метою збереження. Одним з таких міст є м. Львів, яке у 1998 р. було внесене до Списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. Однак з огляду на естетичну



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

красу природного каміння недооцінені його екологічні якості, які для урбанізованих систем мають важливе значення.

До цього кам'яного ресурсу належать породи різного генезису, геологічного віку, приурочені до різних структурно-тектонічних одиниць території України й мають різне призначення в архітектурі й будівництві [1]. Серед них є ті, які характеризуються тривалою історією використання й географічного поширення (використовувалися для спорудження пам'яток архітектури не лише на території України, а й за її межами) і є унікальними у своєму роді. А є група таких, які мали і надалі мають місцеве застосування. Наприклад, до першого типу будівельного матеріалу (або кам'яного ресурсу) можна віднести рівненський базальт, теребовлянський пісковик, мармуризований вапняк (фація амонітіко-россо/*Ammonitico Rosso* (*Karpatico Rosso*)); до іншого типу житомирський граніт, оолітовий вапняк, алебастр та ін.

Природний декоративний камінь належить до невідновлювальних ресурсів, потребує раціонального використання і розроблення детальної класифікації. Деякі з них можуть заслуговувати на розгляд їх як пам'яток природи національного і, навіть, світового надбання. В цілях збереження земних надр і раціонального використання природних ресурсів геолого-економічна оцінка природного декоративного каміння потребує новітніх (сучасних) підходів. Також слід зазначити, що природний декоративний камінь – це не лише окрема категорія корисних копалин, але й особливий об'єкт досліджень, який має важливе наукове значення. Походження окремих видів декоративного каміння є дискусійним (наприклад, фація *Ammonitico Rosso*) і потребує детального вивчення з використанням сучасних теорій, концепцій і підходів у розумінні організації, акумуляції й локалізації речовини у просторі і часі. Крім того, серед декоративного каміння можуть бути виділені такі категорії як унікальні, цінні і рідкісні кам'яні ресурси.

Пропозиція щодо позначення природного каміння, яке отримало широке застосування у культурі людської цивілізації, вперше обговорена наприкінці 2007 р. і вперше представлена на суспільному форумі 33-го Міжнародного геологічного конгресу у липні 2008 р. Упродовж наступних чотирьох років створено мережу міжнародних кореспондентів, поширені циркуляри, створений веб-сайт й прийняті офіційні правила, які були націлені на створення і обґрунтування надання кам'яним ресурсам глобального надбання (Global Heritage Stone Resource). Проведення 34-го Міжнародного геологічного конгресу у липні 2012 р. під егідою Міжнародного союзу геологічних наук, водночас з Міжнародною асоціацією інженерної геології й навколишнього середовища, Комісією з будівельного каміння й декоративних порід та Радою з управління була офіційно створена Цільова група C-10 з метою визначення і надання кам'яним ресурсам статусу Глобального надбання. На сучасному етапі визнано, що нововведення має вагоме значення як у плані пропозиції механізму сприяння збереження кам'яних ресурсів, так і у плані формального визначення типів каміння у рамках достатньо жорстких параметрів, які значною мірою полегшують захист запропонованих понять. У майбутньому Раді з питань управління необхідно заохочувати й затверджувати “кандидатів” (природних об'єктів) з нового призначення. Крім того, необхідно організовувати щорічні конференції з представленням результатів на міжнародному рівні [2].

В останні роки все більше природних об'єктів претендують на пам'ятки природи різного рівня надбання, у тому числі, Глобального (Світового). На сучасному етапі з'явився ряд публікацій, присвячених дослідженню кам'яного матеріалу, який використовувався для будівництва, спорудження, зведення, мощення, облицювання та ін. історико-архітектурних пам'яток (окремих будівель, скульптур, бруківок чи, навіть, цілих населених пунктів (міст, містечок)). Цьому питанню присвячено чимало праць вітчизняних і закордонних дослідників. Ця проблема має актуальне значення для території України, оскільки часто виникають дискусії щодо визначення статусу пам'ятки природи. І в першу чергу це зумовлено відсутністю чітких критеріїв, які сприяли б ідентифікації / наданню природному (геологічному) об'єкту відповідного статусу.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

На сучасному етапі світова спільнота використовує ряд показників (критеріїв) для внесення геооб'єктів у перелік Глобальної (Світової) спадщини.

На сучасному етапі світова спільнота використовує ряд показників (критеріїв) для внесення геооб'єктів у реєстр Всесвітньої спадщини. Використання цих показників у вітчизняній практиці:

1) Полегшить процедуру визначення категорії об'єкта і сприятиме ефективнішому прийняттю рішень щодо встановлення його значення як пам'ятки природи.

2) Застосування цих критеріїв на практиці сприятиме раціональному використанню надр, охороні навколишнього природного середовища, збереженню унікальних і неповторних природних об'єктів й закріпленню їхнього статусу не лише на місцевому, регіональному чи національному рівнях, але й обґрунтує статус пам'ятки природи для внесення у перелік Глобального надбання.

3) Сприятиме запобіганню нелегальної розробки і контролю за видобутком родовищ корисних копалин.

4) Проведенню ремонтно-реставраційних робіт.

5) Характеристика хімічного складу і фізико-технічних показників (параметрів) кам'яних ресурсів зумовить обґрунтування екологічних якостей будівельного матеріалу та його значення для урбанізованих територій.

6) Сприятиме розвитку екскурсійно-туристичної сфери і створенню музейно-експозиційних заходів для розвитку культурної свідомості громадськості.

Термінологія. На сучасному етапі міжнародна спільнота використовує такі поняття як кам'яні ресурси глобального надбання (Global Heritage Stone Resources (GHSR)) і кам'яні провінції глобального надбання (Global Heritage Stone Provinces (GHSP)). Перше застосовують для означення каміння, що має значення для історико-архітектурної спадщини регіону і використовувалося або надалі використовується при зведенні будівель, скульптурному різьбленні, облицюванні, покритті та ін. і становить культурну спадщину тієї чи іншої території. Друге – означає охорону та раціональне використання регіонів (кар'єрів, копалень, каменоломень та ін.), з яких це каміння видобувалося чи надалі продовжує видобуватися.

Ці поняття були розроблені Цільовою групою кам'яного надбання і комісією C-10 (Heritage Stone Task Group (HSTG) of IUGS and Commission C-10 of IAEG (Cooper, 2014)) [2, 3]. Критерії можуть бути згруповані у такий спосіб (Рис. 1):



Рис. 1. Модель наукового підходу і прикладні засоби щодо оцінки статусу кам'яного ресурсу

Критерії оцінки. Перш ніж будь-який будівельний (декоративний) камінь чи ресурси будуть офіційно вважатися винятковими (унікальними, цінними чи рідкісними) вони повинні відповідати або володіти певними фізико-технічними характеристиками, які можуть змінюватися в залежності від генетичного типу кам'яного ресурсу і його призначення. Так, (Marker, 2014) [3, 4] досліджуючи вапняки (Бат Стоун і Пурбек Стоун, юра, Англія) запропонував комплекс критеріїв (технічних властивостей) щодо кам'яних ресурсів, яким повинні відповідати будівельні матеріали для отримання статусу глобального надбання (GHSR) з умовою зміни або уточнення.

Характеристика технічних властивостей вапняків за (Marker, 2014) [3, 4].

Товщина шарів/пластів, см

Довжина, см

Розмір блоку, м³

Пористість за обсягом, %

Коефіцієнт насичення

Водопоглинання у масі, %

Об'ємна питома вага, кг/м³

Щільність (BSEN 1936), кг/м³

Міцність стискування, МПа

Міцність деформування, МПа

Теплопровідність (BSE12524), кг



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

До цього переліку можуть бути додані хімічний склад й екологічні властивості порід, які будуть відображати комплекс показників для використання цього каміння в урбанізованих середовищах.

Таблиця 1

**Порівняння критеріїв кам'яних ресурсів для визначення
статусу глобального надбання (GHSR)**

№ з/п	Критерії	Характеристика
1.	Тривале історичне використання упродовж тривалого періоду	Використання різними культурами, державними устроями (сотні, тисячі років) / Переважно місцеве використання
2.	Широке географічне застосування	Не лише на теренах України, а й за її межами
3.	Використання у значних державних або промислових проектах	Основне використання в місті Світової спадщини та багатьох історичних будівлях / Переважно у невеликому масштабі, але включає деякі визначні давні пам'ятники, скульптури; використовується для декоративних цілей у багатьох великих будівлях.
4.	Загальне визнання як культурної ікони	Широке визнання (у різних сферах – будівництві, різьбленні, оздобленні, мощенні і т.д.) / Менш визнаний (вузьке застосування)
5.	Продовження розробки кар'єрів та їх доступність	В даний час видобувається і забезпечене майбутнє за умови постійного високого попиту / Припинення видобутку, помірний попит
6.	Потенційні вигоди (культурні, наукові, екологічні і/або комерційні)	Посилення поточного статусу

Кам'яні ресурси, які відповідають вище наведеним вимогам (критеріям) (табл. 1):

а) використовуються упродовж тривалого часу (століть, тисячоліть) і були головними добувними галузями в окремі відрізки часу;

б) мали важливе значення, як для ремонтних робіт, так і для технічного обслуговування знакових споруд, а також для зведення будівель у місцевих стилях, які гармоніювали з загальною архітектурою;

в) мають високі фізико-хімічні показники та екологічні властивості;

г) видобуток, яких не припинявся і продовжується надалі без суттєвого негативного впливу на навколишнє середовище;

д) мають комерційне значення – більша частина з них призначена для спорадичних контрактів на ремонт і технічне обслуговування, у той час, щоб бути економічно життєздатними, добувні операції яких також залежать від контрактів на зведення нових споруд з метою забезпечення більш стабільних і контрольованих рівнів продажу.

е) мають екологічне значення – за комплексом показників (наприклад, незаймистість, високі показники тепло- і звукоізоляції, паропроникності, вологопоглинання та ін.) створюють комфортне середовище проживання (урбаністичний простір).

є) мають естетичне значення – оздоблення та надання будівлям привабливого художньо-естетичного вигляду.

Будівельний (декоративний) матеріал, який відповідає вище наведеним характеристикам може розглядатися як кам'яні ресурси глобального надбання (Global Heritage Stone Resources (GHSR)), а родовища, з яких ці ресурси добуваються, як кам'яні провінції глобального надбання (Global Heritage Stone Provinces (GHSP)).



Висновки. З огляду на вище зазначене природне декоративне каміння – це окрема категорія корисних копалин, яка вирізняється серед інших своєю унікальністю, рідкісністю і цінністю, має художнє й естетичне привабливості, більшість з них є стійкими до впливу чинників природного середовища та мають високі екологічні властивості в умовах урбаністичного простору. В межах території України до кам'яних ресурсів, які можуть претендувати на статус глобального надбання, належать рівненський базальт, теребовлянський пісковик, бурштин, житомирський граніт, фація *Ammonitico Rosso (Karpatico Rosso)* Закарпаття та ін. [1]. Отже,

1. На державному рівні має бути створена експертна комісія з фахівців-геологів, істориків, реставраторів для проведення досліджень кам'яних ресурсів, використаних у будівництві історико-архітектурних пам'яток, з метою з'ясування їхнього походження, стану, можливості реставраційних робіт (заміну окремих елементів чи використання покриття для запобігання подальшого руйнування (для кам'яних ресурсів, які піддаються руйнуванню під дією зовнішніх чинників середовища), контролювання видобутку в межах родовищ, визначення хімічних, фізико-механічних показників і властивостей матеріалу та критеріїв для встановлення їхнього статусу надбання.

2. Створити реєстри історико-архітектурних пам'яток з детальним описом кам'яних ресурсів, з яких вони зведені та родовищ, з яких вони видобуті.

3. З'ясувати екологічні властивості кам'яних ресурсів для визначення впливу на навколишнє середовище і стан здоров'я населення.

4. Обґрунтувати збереження і статус кам'яних ресурсів та їх раціональний видобуток.

5. Укласти атласи-путівники із зображенням історико-архітектурних пам'яток з описом кам'яних ресурсів (будівельного / декоративного матеріалу) та родовищ для розвитку світогляду громадськості. Можливість використання зібраного матеріалу у проведенні екскурсій як у межах міста так і в межах родовищ. Створення музейних експозицій у навчальних і культурно-освітніх закладах з використанням експонатів порід, використаних як кам'яні ресурси (будівельний / декоративний матеріал) для зведення історико-архітектурних пам'яток.

Список використаних джерел:

1. Тузяк Я. Декоративний камінь як окрема категорія геотуристичних об'єктів: наукові підходи, прикладні засоби оцінки кам'яних ресурсів і їх родовищ для визначення статусу Глобального (Світового) надбання – світова і вітчизняна практика / Я. Тузяк // Екологічні науки. – 2021. – № 3 (36). – С. 21–33. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.4>

2. Cooper B. J. The “Global Heritage Stone Resource” designation: past, present and future. *Geological Society, London, Special Publications*. 407. 2014. P. 11–20. <https://doi.org/10.1144/SP407.5>.

3. Marker B. R., Pereira D., Kramer S., Cooper B. J., Schouenborg B. E. Procedures and criteria for the definition of Global Heritage Stone Resources. *Geological Society, London, Special Publication*. 407. 2014. P. 1–9. <https://doi.org/10.1144/SP407.18>.

4. Marker B. R. Bath Stone and Purbeck Stone: A comparison in terms of criteria for Global Heritage Stone Resource Designation. *Episodes* 38 (2): 2015. P. 118–123.



УДК 550.43

ВМІСТ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В ВОДАХ ШАХТИ «ЗОЛОТЕ» ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПЕРВОМАЙСЬКВУГІЛЛЯ»

Яковлев Є.О.¹, д. тех. н., yakovlev@niss.gov.ua;

Чумаченко С.М.², д. тех. н., sergiy23.chumachenko@gmail.com;

Кураєва І.В.³, д. геол. н., професор, KI4412674@gmail.com;

Сплодитель А.О.³, к. геогр. н., asplodytel@gmail.com,

1 – Інститут телекомунікації і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна,

2 – Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна,

3 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна

Проаналізовано еколого-геохімічний стан шахти «Золоте» Державного підприємства «Первомайськвугілля» та оцінено ризик виникнення надзвичайних ситуацій для систем питно-господарського водопостачання. Встановлено, що середній вміст більшості елементів-забруднювачів в шахтних водах перевищує встановлені норми в сотні, а максимальні значення в тисячі рази, зокрема по Mn і Fe. Визначено, що шахні води та води відстійника мають підвищену мінералізацію порівняльно з мінералізацією річкової води, а процес їх руху у поверхневій системі водовідведення (відстійник, скидний канал, річка) відбувається в окислювальних умовах з переходом іоно-залізо-закисного у окисне з випадінням більшої частини в осад у аеробних умовах.

THE CONTENT OF CONTAMINATING SUBSTANCES IN THE WATERS OF ZOLOTE MINE OF THE STATE ENTERPRISE PERVOMAISKVUHILLIA

Yakovliev Ye.¹, Dr. Sci. (Tech.), yakovlev@niss.gov.ua;

Chumachenko S.², Dr. Sci. (Tech.), sergiy23.chumachenko@gmail.com;

Kuraieva I.³, Dr. Sci. (Geol.), prof., KI4412674@gmail.com;

Sploodytel A.³ Cand. Sci. (Geogr.), asplodytel@gmail.com,

1 – Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,

2 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine,

3 – M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The paper analyses the ecological and geochemical condition of the Zolote mine of the Pervomaiskvugol State Enterprise and assesses the risk of emergencies for drinking water supply systems. It is established that the average content of most pollutants in mine waters exceeds the established norms by hundreds, and the maximum values by thousands of times, in particular for Mn and Fe. It is determined that pit water and settling water have increased mineralization compared to river mineralization, and the process of their movement in the surface drainage system (settling tank, discharge channel, river) occurs in oxidizing conditions with the transition of iron to oxidative with most precipitation. under aerobic conditions.

Вступ. Умови формування якості поверхневих та підземних вод Донбасу в регіональному аспекті є складними та різноманітними. Специфіка гідрогеологічних умов різних зон Донецької і Луганської областей на сучасному етапі формування є результатом складної взаємодії геологічних (склад водоносних порід, їх розчинність та ін.), ландшафтознавчо-геохімічних (кількість опадів, розвиток річкової мережі, клімат та ін.) та, в останні десятиріччя техногенних (дренування шахтами, кар'єрами, водозаборами, інфільтрація техногенних забруднень та інші) чинників. Підставою вивчення еколого-геохімічного стану шахтних вод шахти «Золоте» ДП «Первомайськвугілля» є високий ризик виникнення надзвичайних ситуацій екологічного походження на об'єктах, що є ключовими елементами критичної інфраструктури життєзабезпечення місцевого населення.

Методи дослідження. Лабораторні дослідження проб води виконано за методами ICP-MS в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України та абсорбційної спектрофотометрії в Інституті колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України, Досліджено 18 проб води.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Результати дослідження. Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн багатий на прісні підземні води, які формуються у мезо-кайнозойських відкладах. У Донецькій гідрогеологічній складчастій області в межах поширення палеозойського складчастого комплексу метаморфізованих осадових порід (від девону до початку мезозою) запаси підземних вод приурочені до водоносних комплексів юрських, тріасових, нижньопермських і кам'яновугільних відкладів [4-5].

Підземні води досліджуваної території за хімічним складом характеризуються значною варіабельністю: від гідрокарбонатно-кальцієвих до сульфатно- і хлоридно-натрієвих з мінералізацією від 0,2 до 2 г/л. Водночас шахтні води відносяться до високомінералізованих вод сульфатно-натрієвого складу з мінералізацією вище 2 г/л. Реакція рН шахтних вод в більшості випадків нейтральна або слаболужна, лише близько 20% шахт досліджуваного басейну мають постійні притоки кислих вод з рН <5 [3].

Гідрогеологічні умови в межах шахтних полів характеризуються приуроченістю до основних водоносних горизонтів різного геологічного віку та осадових порід. У складі вугленосних порід, які розкриваються гірничими виробками, водоносними є тріщинуваті пісковики та вапняки. Відносно непроникиними або слабо проникними вважаються аргіліти та алевроліти. Свої водотривкі властивості вони набувають з глибиною, а перешаровані ними вапняки і пісковики утворюють в межах Бахмутської улоговини водонапірну систему тріщини-пластових вод кам'яновугільного комплексу. Гідродинамічний зв'язок між окремими водоносними горизонтами зазвичай реалізується в місцях підвищеної тріщинуватості як водоносних, так і водотривких порід: над виробленим простором шахт, по неліквідованих гірничих виробках, в зоні вивітрювання карбону, у тріщинуватих системах розривних порушень, а також на ділянках фаціальних заміщень водотривких порід на водопроникині [1, 5, 6]. Більшість водоносних горизонтів вугленосної товщі, завдяки суцільному розвитку гірничих виробок та активному формуванню техногенної водопроникиної тріщинуватості в зонах вилучення вугільних шарів, виявилися гідродинамічно взаємопов'язаними і являють собою, переважно на верхніх горизонтах, єдине ціле [6].

Після аварійного збільшення 02.05.2018 р. водоприпливу у шахті «Золоте» Державного підприємства «Первомайськвугілля» з 583 м³/год до 2000 м³/год за ініціативою Центру гуманітарного діалогу (HD center) групою фахівців НАН України було виконано попереднє еколого-гідрогеохімічне обстеження шахтних, поверхневих і ґрунтових вод зони впливу скиду технічних вод з шахтного відстійника (табл. 1).

В період з 11 по 22 квітня 2019 року проведено повторно експрес – дослідження гідрохімічних показників проб в тому числі: з шахти (горизонт 687 м), з поверхневого відстійника, джерела та річки Комишуваха, яка входить до басейну р. Лугань та Сіверського Донця. Схема водовідбору була побудована за принципом відображення гідрохімічного профілю від поверхневих вод до шахтних та руху останніх з горизонту гірничих робіт до відстійнику та скиду у річковий стік.

За результатами виконаних гідрохімічних оцінок слідуює, що шахтні води та води відстійника мають підвищену мінералізацію (відповідно – 4500 мг/дм³ 4360 мг/дм³ порівняльно з мінералізацією річкової та джерельної води (графік шахта-відстійник-річка-джерело).



Таблиця 1

Результати хімічних аналізів проб води в районі розташування шахти «Золоте»
ДП «Первомайськвугілля»

Показники якості води		Шах-та	Відстійник	Річка Комишуваха	Джерело	Річка Лугань	ГДК по технічній воді	ГДК по питній воді
pH	польові	8,1	8,4	8,2	7,2	7,8	6,5-7,9	6,2-7,2
t°C	польові	24,5	21	23	13	21	-	-
Мінералізація (мг/дм ³)	польові	4500	4360	3910	3020	-		
Сухий залишок	мг/ дм ³ -50мл	3317	3251	2376	1654	1575	1000	1000
Жорсткість загальна	ммоль/дм ³	15,17	14,30	12,20	22,70	-	10	7
Лужність заг. гідрокарб	ммоль/дм ³	6,34	15,49	12,67	16,90	-	не визначається	6,5
HCO ₃	мг/дм ³	387	945	773	1031	-	350	500
SO ₄	мг/дм ³	1240	880	495	155	665	500	250
Cl ⁻	мг/дм ³	288	264	224	192	180	350	300
PO ₄ ³⁻	мг/дм ³	0,73	2,28	0,69	0,30	-	0,6	0,6
(КАЛЬЦІЄВА ЖОРСТКІСТЬ)	ммоль/дм ³	8,17	8,30	7,30	3,70	-		
Ca ²⁺	мг/дм ³	327	333	293	148	-	130	130
(МАГНІЄВА ЖОРСТКІСТЬ)	ммоль/дм ³	7,00	6,00	4,90	19,00	-		
Mg ²⁺	мг/дм ³	170	146	119	462	-	80	80
Na+K	мг/дм ³	347,2	189,4	251,8	235,5	-	-	-
Fe заг.	мг/дм ³	16,90	7,00	5,40	1,59	-	0,3	0,2
Cr ⁶⁺	мг/дм ³	0,025	0,021	0,028	0,011	-	0,05	0,015
Cu ²⁺	мг/дм ³	3,670	3,87	3,110	4,690	-	-	1
Радіаційний фон за Cs	норма 0,15	0,19-0,20	0,7-0,9	0,18-0,19	0,12	0,17	0,15	0,12

Всі відхилення балансу аніонів-катіонів, польовою і лабораторною мінералізацією від норми пов'язуються із нерівноважним складом стічних та забруднених поверхневих вод. Зокрема, мінливої карбонатної рівноваги, високої залізистості.

Процес руху шахтних вод у поверхневій системі водовідведення (відстійник, скидний канал, річка) відбувається в окислювальних умовах з переходом іоно-залізо-закисного у окисне з випадінням більшої частини в осад у аеробних умовах. Максимальна мінералізація водопрпливу шахти Золоте (2000 м³/год) очікується на рівні 4500 мг/дм³, а мінімальний стік р. Лугань (у період літньо-осінньої межени) дорівнює 4320 м³/год при концентрації водорозчинних сполук у кількості 2240 мг/дм³. В той же час мінералізація річки Комишуваха складає 3910 мг/дм³, що обумовлено переважаючим впливом скиду більш мінералізованих шахтних вод, які формують переважну частину стоку річки Комишуваха.

Вміст техногенних елементів в шахтних водах обумовлено їх кількістю в підземних водах вугленосних відкладів та процесами міграції елементів з гірських порід в шахтні води. З таблиці 2 видно, що вміст окремих мікроелементів в водах шахти «Золоте» перевищує ГДК, що викликає необхідність проводити оцінку можливості відведення стоків у водойми з урахуванням їх попереднього очищення перед скиданням.



Так, середній вміст більшості елементів-забруднювачів в шахтних водах перевищує встановлені норми в сотні, а максимальні значення в тисячі рази, зокрема по Mn і Fe. Збагачення шахтних вод сульфат-іоном та металами відбувається в результаті розвитку інтенсивних процесів окислення сульфідів, що містяться у вуглевмісних породах.

Таблиця 2

**Розподіл вмісту елементів-забруднювачів в шахтних водах шахти «Золоте»
ДП «Первомайськвугілля» (мг/дм³)**

Хімічний елемент	μ	Min	Max	ГДК [2]
Fe	132,5	0,3	1089	0,2
Mn	11,5	0,008	78	0,05
Ni	0,124	0,02	0,8	0,02
Co	0,06	0,005	0,29	0,1
Ti	0,12	0,008	0,6	0,13
Cr	0,13	0,006	0,8	0,05
Cu	0,042	0,007	0,3	1
Нафтопродукти	0,032	0,052	0,097	0,1

Висновок. Отримані результати свідчать, що води шахти «Золоте» ДП «Первомайськвугілля» є потужним провідним джерелом забруднення природних вод регіону. Вміст забруднюючих речовин в системі «шахта-відстійник-річка-джерело» перевищує регіональні фонові значення та значення ГДК, що складає загрозу виникнення інфекційних та неінфекційних захворювань в населення через джерела централізованого питного водопостачання. Першочерговими заходами із забезпечення екологічної безпеки та життєдіяльності території є проведення екологічного моніторингу в тому числі засобами дистанційного зондування Землі. Це забезпечить визначення потенційних шляхів міграції забруднюючих речовин за межі території дослідження та забезпечить постійну оцінку ступеню небезпеки.

Список використаних джерел:

1. Бондар О.І., Улицький О.А., Єрмаков В.М. Звіт про результати вивчення екологічної ситуації на території Донецької та Луганської області. Міністерство з питань тимчасово окупованих територій та внутрішньо переміщених осіб України. Київ, 2018. 70 с.
2. ДСТУ 7525:2014. Вода питна та методи контролювання якості. Київ. Мінекономрозвитку, 2014. 26 с.
3. Назарова Л.Н. Шахтные воды восточной части Донецкого бассейна и некоторые вопросы происхождения их химического состава. *Гидрохимические материалы*, 47. Л.: Гидрометеиздат, 1968. С. 99–109.
4. Шестопапов В.М., Коржнев М.М., Вижва С.А. та ін. Екогеологія України: навчальний посібник. Київ, 2011. 671 с.
5. Яковлев Є.О. Асиміляційний потенціал геологічного середовища гірничо-добувних регіонів України як провідний показник екологічних проблем надрокористування. *Мінеральні ресурси України*. 4. 2015. С. 37–43.
6. Yakovliev Y., Chumachenko S. Assessment of ecological hazards in Donbas impacted by the armed conflict in eastern Ukraine. Geneva. Centre for Humanitarian Dialogue. 2017. 60 p.



УДК 504.062.4+553.6

ТОРФ'ЯНИЙ ПОТЕНЦІАЛ У ВИРІШЕННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Ярошовець К.А.¹, аспірант, zigankov1927@gmail.com;

Вдовиченко А.І.², акад. АТН України, проф., vdovichenkoai@gmail.com;

1 – Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна,

2 – Академія технологічних наук України, м. Київ, Україна

Здійснена оцінка торф'яного потенціалу України, розподілу родовищ, запаси торфу по регіонах. Торф є поновлюваним ресурсом – розвиток боліт і накопичення торфу відбувається постійно. Встановлено, що видобуток торф'яної сировини спричиняє негативний антропогенний вплив на навколишнє середовище, порушення біорізноманіття ділянки та прилеглих територій, з механічний вплив на верхній шар ґрунту, видалення ґрунтово-рослинного покриву при розробці торфу. Відбувається забруднення атмосферного повітря є автомобільний транспорт, болото-підготовча та збиральна техніка, яка використовується, а також забруднення атмосферного повітря твердими частинками торфу. В роботі розглянуто проблеми розвитку торф'яної промисловості та причини ліквідації торфодобувних підприємств. Вивчення питання повторного заболочування і ренатуралізації трансформованих болотних екосистем.

PEAT POTENTIAL IN THE SOLUTION SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Yaroshovets K.¹, postgraduate, zigankov1927@gmail.com;

Vdovychenko A.², acad. ATS of Ukraine, Prof., vdovichenkoai@gmail.com;

1 – Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine,

2 – Academy of Technological Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

An assessment of the peat potential of Ukraine, the distribution of deposits, peat reserves by region. Peat is a renewable resource - the development of swamps and the accumulation of peat is constant. It is established that the extraction of peat raw materials causes a negative anthropogenic impact on the environment, disruption of biodiversity of the site and surrounding areas, with a mechanical impact on the topsoil, removal of soil and vegetation during the development of peat. Occurring air pollution is road transport, swamp preparation and harvesting equipment used, as well as air pollution by solid peat particles. The paper considers the problems of peat industry development and the reasons for the liquidation of peat extraction enterprises. Study of re-wetting and renaturalization of transformed wetland ecosystems.

Вступ. Україна має значний торфодобувний потенціал, що є дуже актуальним для дослідження сучасного стану та перспектив розвитку торфової промисловості, як на загальнодержавному, так і на регіональному рівнях [17] та детальне вивчення проблем розвитку торф'яної промисловості та причини ліквідації торфодобувних підприємств на території України. На сьогоднішній день, спалювання торфу не завжди ефективно і доцільно, оскільки з торфу можна отримувати продукти з високою доданою вартістю і розглядати торф вже не в якості архаїчного та неефективного палива, а як джерело ряду високотехнологічних і економічно ефективних продуктів. Важливо дослідити наслідки впливу на навколишнє середовище видобутку торф'яної сировини. Однак, залишається недостатньо вивченим питання штучного відновлення (заболочування) експлуатованих торфовищ, в зв'язку з кліматичними змінами та дефіцитом водних ресурсів.

Виклад основного матеріалу.

Мета дослідження – здійснити оцінку торф'яного потенціалу України, розподіл родовищ, запаси торфу по регіонах. Вивчення впливу осушення та видобутку торфу на гідрологічний режим та штучне заболочення вироблених торфовищ.

Наукова новизна та вклад автора роботи полягає в отриманні нових та систематизації матеріал по торф'яному потенціалу України, розподілу родовищ, запаси торфу по регіонах. Детальне вивчення проблеми осушення торфовищ та повторного заболочування і ренатуралізації



трансформованих болотних екосистем, у зв'язку з кліматичними змінами та дефіцитом водних ресурсів.

Торф, в геологічній інтерпретації – це органічна, обводнена порода рослинного походження, попередник генетичного ряду вугілля, що характеризується складністю складу і наявністю широкого класу органічних речовин таких, як бітумів, вуглеводів, гумінових кислот і ін. [13]. Торф – це поновлюваний енергетичний біоресурс [21], який утворюється в результаті природного відмирання і неповного розпаду болотних рослин під впливом біохімічних процесів в умовах підвищеної вологості і нестачі кисню, організація використання якого може істотно впливати на рівень соціально-економічного розвитку країни. Торф'яні родовища являють собою природні біологічні системи, що знаходяться в стадії безперервного зростання [18]. Швидкість накопичення торфу знаходиться в межах 0,5-1,0 мм/рік, а це в 50 разів перевищує рівень річного видобутку [9], щорічно в світі утворюється близько 3,0 млрд. м³ торфу, що у багато разів більше, ніж видобувається і використовується [21]. Розробляють торф відкритим способом, тому що всі торф'яні родовища розташовані на земній поверхні і [9] немає необхідності добувати його шахтним способом, що, зі свого боку, знижує ризики й кількість аварійних випадків на видобувних підприємствах [17]. Існує два способи видобутку торфу: фрезерний спосіб – для тонких шарів з поверхні землі та екскаваторний спосіб (або кусковий) – для видобутку торфу, який знаходиться в болотах [9]. Вперше категорія відновлюваних енергетичних ресурсів, окреслена в Резолюції Генеральної Асамблеї ООН «Конференція ООН по новим і відновлюваним джерелам енергії» № 33/148 у 1978 році, зокрема, відповідно до Резолюції, до відновлюваних джерел належить торф [25].

Торф та комплексна переробка торфу може дати близько [6] 70 видів продукції з високою доданою вартістю різного призначення [5]. Сьогодні торф використовують в сільському господарстві і тваринництві, медицині, біохімії, енергетиці, будівництві, хімічній промисловості, завдяки комбінації сорбційних, теплоізолюючих, бактерицидних, харчових та інших властивостей і це далеко не повний перелік можливих застосувань торфу. У медицині торф використовується в якості сировини для виготовлення активованого вугілля, гуму, мастила, медичних препаратів, фізіотерапевтичних аплікаторів і медичні препарати [5]: антибіотики, стероїди, препарати для лікування різних захворювань внутрішніх органів, для торф'яних ванн та косметичних цілей, також торф широко відомий як перев'язувальний матеріал [6].

Торф нетоксичний, широкодоступний і значно дешевший традиційних іонообмінних матеріалів, який легко піддається механічній і хімічній обробці і може служити як сорбент [5] для очищення, зокрема, води від розливів нафти, стічних вод і ліквідації інших забруднень води та повітря [6]. Торф забезпечує високу ефективність вилучення іонів важких металів з промислових і річкових стоків. Сорбційна здатність торфу по відношенню до нафти залежить від ступеня розкладання і становить для верхових торфів 8-10 грам, для низинних – 3-6 грам нафти на 1 грам абсолютної сухої речовини торфу [5].

В якості теплоізоляційного матеріалу торф традиційно використовується в будівництві [24]: плити, блоки, панелі, торфобетони, утеплювачі трубопроводів. Торфобетони мають дуже широку сферу ефективного застосування, характеризуються екологічною чистотою, високою теплоізоляцією, низькою теплопровідністю, досить високою міцністю і біологічною активністю [23]. Серед продукції і матеріалів комплексного освоєння торф'яних ресурсів слід виділити широкий набір [9] продукції для сільського господарства, торф використовується для виробництва добрив [5,6], для цього найкраще використовувати низинний торф з більш високим вмістом калію, фосфору, магнію, кальцію і азоту, використання для поліпшення і збагачення природних якостей ґрунту [24] в якості субстрату для відновлення родючості ґрунту, для виробництва корму і підстилки для худоби, для зберігання овочів і фруктів.

Як паливо використовується кусковий торф, брикети, пелети та термобрикети [5]. Торф'яне паливо екологічно безпечне, при заміні торфом вугілля, сланців, мазуту знижується забруднення



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

атмосферного повітря викидами оксидів сірки та азоту (SO_2 , NO_2), в порівнянні з вугіллям в 4-24 рази (в залежності від зольності і вугільного басейну), сланцем - в 9 разів, мазутом - в 6 разів, викид твердих суспендованих частинок в 2-19 разів у порівнянні з вугіллям і в 36 разів у порівнянні зі сланцем. В подальшому торф'яну золу використовують, як мінеральне добриво багатого мікроелементами [9].

Торф'яні родовища зустрічаються майже на всій території України, за винятком приморських і південних областей (Одеська, Чернівецька, АРК) [10], показник заторфованості території України не перевищує 1,7% [20]. Розподіл торфових запасів нерівномірний, з найбільшою концентрацією у зоні Полісся [7], найбільш поширені торфові родовища в Рівненській (17%), Волинській (21%), Чернігівській (12%), Житомирській (3%), Київській (11%), Львівській (10%) областях [10]. Дуже незначні запаси торфу: Закарпатська, Луганська, Дніпровська, Запорізька, Миколаївська, Донецька, Кропивницька, Херсонська, Харківська [16]. Нерівномірність територіального розподілу ресурсів торфу в Україні зумовлена неоднорідністю кліматичних, геологічних та інших чинників [12] табл.1.

Таблиця 1

Розподіл торф'яних ресурсів України [11]

Назва області	Запаси на 1.01.2020 р.		
	Геологічні запаси	Балансові, всього	
		A+B+C ₁ +C ₂	C ₂
Вінницька	43775	14986	328
Волинська	419388	154140	11334
Дніпровська	79	-	-
Донецька	771	-	-
Житомирська	80707	27015	5465
Закарпатська	59	-	-
Запорізька	343	-	-
Івано-Франківська	13877	5288	84
Київська	225847	77438	49443
Кропивницька	2755	-	-
Луганська	76	-	-
Львівська	215636	146281	21440
Миколаївська	400	-	-
Полтавська	90638	22979	1313
Рівненська	355203	128286	6545
Сумська	101410	44089	570
Тернопільська	120181	29266	6884
Харківська	4996	283	-
Херсонська	3331	2477	848
Хмельницька	72070	23537	4199
Черкаська	53892	17629	419
Чернігівська	255475	75338	15780
ВСЬОГО	2060909	769032	124652

Традиційно видобутий торф використовується, як резервне паливо на регіональних ТЕС, але з переходом на газ у структурі паливного балансу частка торфу становить лише 1%. Інший напрямок використання торфу, для потреб агропромислового комплексу, який є більш затребуваний, але через слабку платоспроможність сільськогосподарських підприємств попит на торфопродукцію вкрай слабкий.

Проблеми розвитку торф'яної промисловості та причини ліквідації торфодобувних підприємств:



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

- висока зношуваність обладнання та незначне оновлення автопарку сучасними машинами, а також відсутність вітчизняного галузевого машинобудування;
- застарілі та не відповідні сучасним техніко-економічним вимогам технології розробки торф'яних родовищ;
- залежність виробничого процесу видобутку торфу від погодних умов;
- низький попит на торф'яну продукцію, викликаний відсутністю стратегічних досліджень ринку для нових можливостей реалізації торф'яної продукції;
- видобування та перевезення торфу є недоцільним на значні відстані, ніж, наприклад, вугілля, тобто використання лише для вирішення регіональних проблем;
- проблема зневоднення торфу, сирий торф містить близько 90 відсотків води, товарний - близько 40 відсотків, а просушування торфу просто неба призводить до випаровування великих об'ємів води, що робить процес залежним від кліматичних та сезонних умов, тобто усунення зимових перерв у роботі підприємств торф'яної галузі могло б суттєво покращити їхні економічні показники;
- в енергетиці домінують газ, вугілля, низький попит на продукцію на основі торфу, низька прибутковість їх виробництва за низької продуктивності праці стримують розвиток торф'яної галузі;
- несформований інвестиційний потенціал для розвитку машинобудування та ринку послуг торф'яної галузі;
- можливе створення високорентабельної та високопродуктивної торф'яної промисловості, машинобудування для видобутку та переробки торфу, а також технології попередньої та остаточної його хімічної переробки [5].

Видобуток торфу має негативний антропогенний вплив на природний комплекс: осушення та порушення біорізноманіття ділянки та прилеглих територій, вплив на ґрунтовий покрив території планованої діяльності пов'язаний, в першу чергу, з механічним впливом на верхній шар ґрунту при знятті очосу, будівництві каналів, а також видаленні ґрунтово-рослинного покриву при розробці торфу на ділянці, що представляє на даний момент землі покриті деревно-чагарниковою рослинністю. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є автомобільний транспорт, болото-підготовча та збиральна техніка, яка використовується для підготовки поверхні та осушення торф'яного родовища, а також видобутку торфу. Вплив даних джерел на атмосферу - тимчасовий та обумовлений періодом підготовки та експлуатації ділянки. На осушених ділянках, зазвичай, відбувається вітрова ерозія та емісія парникових газів. У процесі видобутку торфу (фрезерування торф'яного покладу, прибирання, штабелювання, сушіння, навантаження) відбувається забруднення атмосферного повітря твердими частинками торфу [26].

Після осушення та видобутку торфу, особливо це стосується зони Полісся, рівень ґрунтових вод знижується, а [15] поява нових вироблених ділянок торф'яних родовищ підсилюють і прискорюють ці негативні процеси [1], все це призводить до перерозподілу всього внутрішнього річкового стоку. Пониження рівня води в прилеглих до боліт озерах має катастрофічні наслідки і спричиняють виснаження місцевих водних ресурсів [15]. На вироблених торф'яних родовищах водний режим продовжує залишатися несприятливим завдяки тривалій дії осушувальних мереж [1]. У зв'язку з сучасними кліматичними змінами та постійним осушенням торфовищ виникає проблема дефіциту водних ресурсів, що загрожує порушенням надійності забезпечення водними ресурсами місцевого населення. Враховуючи ситуацію, яка склалася у світі, постає завдання підтримувати та [14] реабілітувати порушені болотні території [1], щоб серйозно зменшити кліматичну кризу [19]. Враховуючи особливу актуальність даного питання є доцільним є використання практичного досвіду і методичних напрацювань зарубіжних фахівців [15].

Кліматична функція боліт виявляється у їх потужному впливі на формування теплового та водного балансів території. Маючи низьку відбивну здатність і високий вміст вологи, болота акумулюють тепло, здатний швидко акумулювати і швидко віддавати його в навколишнє



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

середовище, зволожувати повітря. В результаті осушення відбувається ослаблення та зміна ролі боліт у регулюванні мікроклімату [7]. Торфові болота є фактично водоймищами, що заповнені торфом, і тому рівень води в цих водоймищах, в процесі їх заторфовування, піднімається і стоїть значно вище порівняно з таким же, але не заповненим торфом водоймищем. Найважливіша гідрологічна функція торфових боліт є стабілізація водного режиму, включаючи підґрунтові води, відкриті водоймища, озера, річки, а також у регулюванні водного балансу територій їх поширення. Болота живлять водою природну гідрологічну сітку, передусім у межені літні періоди, а під час повеней вони забирають і акумулюють значні маси води, зменшуючи масштаби затоплення земельних територій [2]. Відомо, що вплив боліт на зміни річкового стоку і гідрологічний режим річок варіюється залежно від типів водно-болотних угідь і місця їх розташування.

За даними Pokorný J. et al. вплив осушення боліт на радіаційний баланс і, відповідно, на термічний режим нижнього шару атмосфери, є суттєво вищим, ніж за рахунок зростання концентрацій парникових газів це підкреслює, що зміна клімату у поєднанні зі знищенням природних екосистем, які прямо впливають на мікроклімат та кругообіг води, призводить до значного посилення небезпечних наслідків [19].

На сьогоднішній день важливим способом природного відновлення є повторне заболочування і ренатуралізації трансформованих болотних екосистем [22]. Для відновлення торф'яних боліт, торфовищ або торф'яних родовищ в залежності від ступеня їх порушеності і географічних умов потрібні різні підходи [3]. Дослідження доводять, що навіть в умовах клімату, що сприяє болотоутворювальному процесу, не завжди відбувається відновлення торфоутворювального процесу [22]. Болото-утворювальний процес, невід'ємною частиною якого є накопичення органогенного гірської породи – торфу [3]. Штучне заболочування означає повернення виробленого болота в вихідний (заболочений) стан, тобто до відновлення торфонакопичувальної функції. Перезволоження території розглядається як початковий етап відновлення боліт. Важливою ознакою успішності є постійне підвищення водного рівня майже до поверхні торфовища протягом 3-5 років, в результаті після стадії виродження настає стадія стабілізації [8].

Відновлення водного режиму відбувається з урахуванням геоморфології, характеру підстилаючих порід (піски, суглинки, сапропелі та т.п.), особливостей гідрогеології та гідрології вироблених і прилеглих територій. Найбільш просто і дешево відновлюються болота, що залягають в замкнутих улоговинах або заплавах річок, осушення яких здійснювалося примусово з використанням насосних станцій. В умовах плоского рівнинного рельєфу потрібне будівництво греблі для припинення скидання води, а для об'єктів, розташованих на схилах вододілів необхідно будівництво серії невеликих перемичок на каналах осушувальної мережі [1]. Наступний етап - відновлення природного стану його рослинного покриву, після якого починається відновлення, торфонакопичувальна стадія. При створеному оптимальному водному балансі необхідно відтворення і регулювання біологічних і біогеохімічних кругообігів; накопичення торфу (вуглецю), відновлення ритму торфоформування [8].

Висновки. Отже, торфова галузь України об'єктивно потрібна і потенційно ефективна, однак видобуток торфу та осушення спричиняє порушення гідрологічного режиму або повне зникнення водних ресурсів в регіоні. Важливою стратегією в найближчі роки, розробка та впровадження сучасних високоефективних технологій для видобутку і переробки торфу, що зробить можливим ефективне використання торф'яної сировини в різних галузях. Повторне заболочування вважається ефективним способом відновити болота на місцях експлуатованих торфовищ, збереження біорізноманіття, водних ресурсів та відновлення їх здатності до накопичення торфу, оскільки торфовища – це сфера зіткнення екологічних і економічних інтересів.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Список використаних джерел:

1. Бамбалов Н.Н. Современное состояние, охрана и восстановление болот и лесов Беларуси/Н.Н. Бамбалов// Семинар на тему «Роль экосистем как поставщиков воды», Женева. 2004. С. 17.
2. Вознюк С.Т., Мошинський В.С., Клименко М.О. та ін.. Торфово-земельний ресурс Північно-Західного регіону України: монографія / С.Т.Вознюк, В.С. Мошинський, М.О.Клименко та ін. - Рівнік: НУВГП, 2017. – 117 с. ISBN 978-966-327-354-9
3. Войтехов М.Я. Об определении восстановления нарушенных торфяных болот /М.Я. Войтехов// Труды Инсторфа. 2011. – № (4) 57. С. 3-11.
4. Говорушко С.М. Экологические проблемы добычи, транспортировки и переработки ископаемого топлива. владивосток: дальнаука, 2014. 208 с. ISBN 978-5-8044-1463-5
5. Государственное стимулирование развития торфяной отрасли. Рекомендаций парламентских слушаний. – М.: Издание Государственной Думы, 2011 г. – 96 с.
6. Дегтярев К.С. Торф – недооценённый ресурс России / К.С. Дегтярев // Сантехника, отопление, кондиционирование, издательство ООО Издательский дом МЕДИА ТЕХНОЛОДЖИ (Москва), 2016, № 3, с. 44-51.
7. Инишева Л. И. Болотоведение: учебник для вузов /Л. И. Инишева; ГОУ ВПО «Том. гос. пед. университет». – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2009. – 210 с. ISBN 978-5-89428-337-1
8. Инишева Л.И., Маслов Б.С. Загадочный мир болот. –Томск:Изд-воТГПУ – 232 с.: табл. 10, илл. 157. ISBN 978-5-89428-693-8
9. Ким В.С., Динь Конг Кюи Использование торфа как энергетического ресурса эффективный способ повышения энергосбережения/ Динь Конг Кюи, Ким В.С.// VII Всероссийская конференция «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов». с. 168-173.
- 10.Клименко, О. М. Сучасний стан та перспективи розвитку торфодобувної галузі в Україні / О. М. Клименко, В. О. Ремесник. – Чернігів: Статистичне забезпечення управління сталим розвитком економіки та соціальної сфери: збірник матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів, 5 грудня 2017 р.). – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – С. 80–83.
- 11.Коніщук В.В., Коваль С.І., Мельник М.Н. Просторово-часові зміни запасів торфових ресурсів України / В.В. Коніщук, С.І. Коваль, М.Н. Мельник // Агроєкологічний журнал. - 2019. - № 1. - С. 50-56.
- 12.Кудря С.О. Потенціал розвитку нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії. Київ. ЮНІДО. 2015 р. 48 с.
- 13.Лиштван И.И. Задачи комплексного использования торфяных ресурсов Республики Беларусь /И.И. Лиштван [и др.]// Современное состояние и направления развития технологий, машинного и аппаратного обеспечения, эколого-безопасного природопользования и переработки промышленных отходов горнопромышленных комплексов на территории Евразийского экономического пространства: материалы науч.- практ. конф., Минск - Солигорск, 5-6 сентября 2019 г. - Минск: БГТУ, 2019. - С. 76-80
- 14.Мандзик В.М. Водні ресурси як фактор продовольчої безпеки /В.М. Мандзик//Агросвіт. – 2009. – С. 29-30.
- 15.Мельник Н.М.Оптимізація рекультивації і охорони торфовищ / Н.М. Мельник// Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату». – 2017 р. – С. 189.
- 16.Мінеральні ресурси України - Київ, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2020. 270 с.
- 17.Поручинський В., Шкабура К., Слащук А., Липянін А. Особливості розвитку торфової промисловості Волинської області/ В. Поручинський, К. Шкабура, А. Слащук, А. Липянін// Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. – 2016. - 14 (339). С. 64-67.
- 18.Савин К.С. Эколого-экономическая оценка использования месторождений торфа в управлении природопользованием: дис. канд. эк. наук:08.00.05/ Савин Константин Сергеевич – Москва, 2016. –187 с.
- 19.Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України (резюме дослідження). / Сніжко С., Шевченко О., Дідовець Ю. // Під ред. Садогурської С.С. Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2021, 32 с.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

20.Стріха В.А., Жуков С.О. Аналіз і удосконалення технологічних процесів й інформаційного супроводу видобування та зневоднювання паливного торфу/ В.А. Стріха, С.О. Жуков// Гірничий вісник. – 2015. - № 100. С. 116-120.

21.Тимофеева С.С. Мингалеева Г.Р. Перспективы использования торфа в региональной энергетике С.С. Тимофеева, Г.Р. Мингалеева //Известия Томского политехнического университета. Техника и технологии в энергетике. 2014. Т. 325. № 4. С. 46–55.

22.Тимошук І.І. Концептуальні засади та напрями рекультивації промислово-вироблених торфовищ/ І.І. Тимошук// Ефективна економіка. - 2016. - № 1528. С. 1-4.

23.Хорошавин Л.Б. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиты / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 256 с. ISBN 978-5-93970-084-9

24.Худякова И.Н. Обоснование и выбор схемных и конструктивных решений комплекса оборудования для добычи торфяного сырья на неосушенных месторождениях: дис. канд.тех. наук: 05.05.06/ Худякова Ирина Николаевна – Санкт-Петербург, 2020. – 169 с.

25.Чумаченко І.Є. Міжнародно-правове регулювання альтернативної енергетики І.Є. Чумаченко// Юридичний науковий електронний журнал. – 2021. - № 1. С. 143-146

26.Яконовская Т.Б., Жигульская А.И. Особенности оценки экономической безопасности предприятий торфодобывающей отрасли Тверского региона России (обзор отрасли) /Т.Б. Яконовская, А.И. Жигульская// Горные науки и технологии. – 2021. С. 5-15.



УДК (622.271.3)

ЛІМНОЛОГІЯ КАР'ЄРНИХ ОЗЕР

Гайдін А.М., к. геол.-мін. н., с. н. с., anatoliy.haydin@gmail.com

ТзОВ «Інститут ГІРХІМПРОМ», м.Львів, Україна

Упродовж кількох останніх десятиліть через часто непередбачувані зміни кон'юнктури світового ринку, на багатьох кар'єрах гірничі роботи припинилися. Відбувається довільне або кероване затоплення кар'єрних виїмок, які перетворюються в озера. Новостворені озера урізноманітнюють ландшафт і, зрештою, покращують якість життя, забезпечуючи прекрасні умови для розвитку рекреації та спорту. Кар'єрні озера суттєво відрізняються від природних. Рациональне освоєння їхнього економічного та природного потенціалу потребує проведення комплексу досліджень із використанням знань із царини геології, гірництва, гідрохімії, біології. Цей комплекс знань відокремлюється в особливу галузь науки – лімнологію кар'єрних озер. Її кінцева мета полягає в обґрунтуванні раціональних способів створення озер на місці закритих кар'єрів із найкращими якостями за мінімальних витрат. Встановлена мета досягається шляхом прогнозування: 1) динаміки затоплення кар'єрних виїмок, 2) геодинамічних процесів, які супроводжують перетворення бортів кар'єра в береги озера, 3) формування хімічного складу води, 4) заселення водної товщі гідробіонтами. Утворення озер дозволяє створити посттехногенний ландшафт, що відрізняється кращими якостями порівняно з тим, яким він був до початку гірничих робіт. Практичним результатом є забезпечення екологічної та господарської цінності новостворених озер.

Ключові слова: кар'єр, затоплення, берегові процеси, зсуви, абразія, ерозія, гідрохімія, стратифікація, мероміктичні озера, рекреація.

LIMNOLOGY OF OPEN PIT LAKES

Haydin A., Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), anatoliy.haydin@gmail.com,

«INSTINUT GIRHIMPROM», Lviv, Ukraine

In the recent decades many open pit mines stopped operations, mostly due to often unexpected changes on the world markets. After that mines are flooded (both in controllable and uncontrollable manner) and are transformed to lakes. Those newly created lakes increase diversity of landscape and in the end quality of life for neighboring communities by introducing great conditions for recreation and water sports. Career lakes are very different from natural ones. Rational utilization of their economic and recreational potential requires complex study in the areas of geology, mining, hydro chemical sciences and biology. This complex study can be separated as a special branch of science – limnology of open pit lakes. Its end goal is in justifying of methods of creation of lakes with best quality and minimal expenses on place of closed open pit mines. The goal is being pursued by forecasting of dynamics of career flooding, geodynamical processes that accompany transformation of career sides into lake shores, forming of chemical composition of the water, inhabitation of the lake with water life forms. Lake forming allows to create post-technological landscape that has better qualities than before mining works started. Key practical results are ecological and economical value of newly created lakes.

Key words: open pit, flooding, breath process, landslides, abrasion, erosion, hydrochemia, stratification, meromictic lakes, recreation.

Вступ. Коли із певних причин видобувні роботи на кар'єрах припиняють, кар'єрні виїмки заповнюються водою, на їх місці утворюються озера. В Україні налічуються сотні кар'єрних озер на різних стадіях їх формування та освоєння. Озером називають [1] масив поверхневої води, що відрізняється від річок повільним водообміном, а від моря – відсутністю прямого зв'язку з океаном. На відміну від природних, озера в затоплених кар'єрах називають «кар'єрними» (англ. Pit lakes). Новостворені озера є нерівноважними природно-технічними системами, в яких швидко розвиваються різноманітні геодинамічні, гідрохімічні, біологічні процеси, що призводять до нової рівноваги.

В окремих випадках ці процеси можуть створювати загрозу виникнення надзвичайних ситуацій. Але своєчасний правильний прогноз дозволяє використовувати природні явища для поліпшення якості посттехногенного ландшафту, ядром якого є новостворені озера. Проблеми утворення й освоєння кар'єрних озер привертають велику увагу наукової громадськості. Опубліковано безліч робіт, які висвітлюють різні аспекти лімнології кар'єрних озер. Однією з узагальнюючих робіт є книга К. Gammons із співавторами [2]. Однак в більшості опублікованих робіт недостатньо висвітлені процеси, що відбуваються в початковий період формування озер.



Більшість кар'єрних озер мають зональну будову водної товщі, причому нижній шар, в якому знаходиться вода з підвищеною мінералізацією, зазвичай не бере участі в сезонному перемішуванні. Такі озера називають мероміктичними, на відміну від холоміктичних, в яких вода щорічно перемішується під впливом сезонних змін кліматичних факторів. Дослідженню мероміктичних озер присвячена ґрунтова праця R. Gulati, E. Zadereeva та A. Degermendzhi «Екологія мероміктичних озер» [3], в написанні якої взяли участь 48 співавторів з 12 країн. У монографії описані 83 мероміктичних озера, як природні, так і кар'єрні. Автори відзначають, що для того, щоб керувати якістю озерних вод, необхідно знати механізми сегрегації та змішування водної товщі. Мероміктичні озера в деяких випадках можуть становити небезпеку, обумовлену можливістю викидів газів, як це сталося на озерах Monoun і Nyos в Камеруні, де викид CO₂ став причиною смерті 1700 людей. Зміни клімату можуть призвести до того, що деякі холоміктичні озера стануть мероміктичними і це може створити стресові ситуації для озерних екосистем. Все це вказує на актуальність досліджень в області лімнології кар'єрних озер.

Позитивний досвід вирішення комплексу задач, пов'язаних із керованим затопленням кар'єрів і наступним освоєнням озер, накопичений в США, Китаї, Німеччині, Польщі та в інших країнах Європи. В Україні затоплено безліч гранітних кар'єрів, вугільних розрізів, створені озера на місці сірчаних кар'єрів у Львівській області.

Для забезпечення екологічної безпеки і господарської цінності кар'єрних озер необхідно вирішити такі основні завдання: 1) обґрунтувати концепцію ревіталізації посттехногенного ландшафту, ядром якого є озеро; 2) розробити ландшафтно-архітектурні плани, що визначають необхідність та обсяги постмайнінга, 3) вибрати спосіб та розрахувати динаміку затоплення кар'єрних виїмок, 4) виконати прогнози берегових процесів і хімічного складу води, 5) оцінити вплив озера на гідрологію та гідрогеологію зони впливу, 6) передбачити умови для розвитку водної фауни і флори, 7) скласти плани водозахисних зон й інших заходів попередження забруднення води, 8) висвітлити шляхи раціонального господарського використання акваторії та прибережжя.

Методика досліджень і прогнозування. В основу методів вирішення завдань лімнології кар'єрних озер покладені досягнення в суміжних галузях знань: інженерної геології, гідротехніки, гідрохімії, лімнології природних озер. Засновані на відомих закономірностях прогнози уточнюють шляхом проведення моніторингу, який нерозривно пов'язаний з результатами досліджень у період проведення гірських робіт. Моніторинг включає: 1) спостереження за змінами рівня води, 2) контроль деформацій бортів кар'єру, які перетворюються в берега озера, 3) поінтервальний гідрохімічний і температурний аналіз водної товщі, 4) вивчення складу та щільності біоти, яка зароджується і розвивається, спостереження за самозаростанням прибережних територій. Вимірювання, пробовідбір, хімічні аналізи проводилися за загальноприйнятими і стандартними методиками з використанням сертифікованих приладів та обладнання.

Результати досліджень.

1. **Концепція ревіталізації** порушеного гірничими роботами ландшафту впливає з ідеї компенсації завданого природі екологічного збитку. Наявність різноманітних форм техногенного рельєфу, а головне озера на місці кар'єрної виїмки, дозволяє створити ландшафти, що за всіма якостями перевершують ті, які були до початку відпрацювання родовищ [4]. Посттехногенний ландшафт повинен гармонійно вписуватися у навколишнє середовище, доповнювати його елементами, що збільшують різноманітність і багатство екологічних ніш, задовольняти естетичні вимоги, відповідати сьогоdnішнім і майбутнім інтересам населення регіону. На тлі глобального потепління і швидких змін соціально-економічного становища населення особливого значення набуває збереження водних ресурсів і створення умов для розвитку рекреації та спорту.

2. **Розрахунок динаміки затоплення** кар'єрної виїмки має на меті забезпечення високої якості озерної води, запобігання негативним процесам і явищам, пов'язаним із затопленням улоговини. Завдання вирішується числовим інтегруванням рівняння водного балансу з урахуванням змін припливу підземних вод у міру підняття рівня води [4]. При використанні



цифрової гідродинамічної моделі використовується метод зміни стаціонарних станів. Приклади прогнозних розрахунків подані в роботах [4, 5, 6].

Затоплення може бути мимовільним і керованим. Мимовільне затоплення великих кар'єрів навіть в умовах гумідного клімату триває десятиліттями. Умови керованого затоплення залежать від гідрології району. Кар'єр може перебувати в долині великої ріки, тоді термін затоплення обмежується тільки технічними факторами. У долинах малих річок тривалість затоплення залежить від стоку з водозбірної площі. Якщо кар'єр знаходиться на вододілі, кероване затоплення може потребувати великих витрат.

Досвід прогнозування і перевірка його достовірності показали, що динаміка підняття рівня визначається перш за все кліматичними факторами. У розрахунках застосовують середні багаторічні дані про опади та випаровуванні. Тому помилка за рахунок відхилення фактичних даних від багаторічних залежить від тривалості затоплення. Крива відновлення рівня за формою наближається до параболи, що пояснюється збільшенням площі водного дзеркала та величини випаровування, а також і зменшенням припливу підземних вод у міру підняття рівня води. Результати розрахунку динаміки затоплення служать також основою для прогнозування берегових процесів і формування хімічного складу озерних вод.

3. Прогнозування берегових процесів має на меті попередження негативного впливу на цінні об'єкти, що знаходяться в зоні можливих деформацій, а також оцінку морфологічних характеристик берегів, хімічного складу води і умов розвитку біоти. Затоплення кар'єрів супроводжується зсувами й обвалами бортів, площинною та лінійною ерозією схилів, розмивом берегів хвилями (абразією). Питання впливу підтоплення на стійкість бортів кар'єрів розглядалися В.А. Мироненком [7], а стосовно земляних гребель Р.Р. Чугаєвим [8]. На підставі розрахунків за відомими методиками і наступних спостережень встановлено такі особливості перелічених вище процесів.

1) Зсуви, що виникли в період експлуатації кар'єрів, інтенсифікуються через зміни напруженого стану бортів і зменшення міцності порід при замочуванні. Виникнення нових зсувів в прониклих породах є найімовірнішим в період підтоплення четвертої частини висоти укосу. Стійкість укосів, складених непроникними породами, збільшується за рахунок тиску води на оголену поверхню.

2) Обвали бортів відбуваються через їх підрізання при абразії чи розчиненні порід, що складають борти кар'єру, а також в разі створення неприпустимого навантаження на борт і підрізання схилів в період експлуатації або постмаїнінгу. Відомі випадки катастрофічних обвалів. Так, в Польщі в період затоплення кар'єру Пясечно внаслідок підрізання навантаженого схилу стався обвал обсягом близько 650 тис. м³. Були засипані два бульдозери, загинув працівник. Найбільших масштабів обвали досягають при розчиненні бортовірних соляних порід, як приклад – Домбровський калійний кар'єр у Калуші.

3) Ерозія розвивається при нерегульованому або аварійному впадінні поверхневих водотоків в кар'єр. Розвиток ярів в умовах підвищення рівня води (базису ерозії) має свої особливості. Спочатку днище яру переміщається паралельно самому собі. Нахил дна залежить від властивостей порід ложа (величини нерозмиваючої швидкості). Після того, як рівень води зрівняється з відміткою дна яру, відбувається затоплення його гирла і формування зони акумуляції наносів. У самому кар'єрі утворюється підводний конус виносу.

4) Абразія – хвильової розмив берегів – посилюється з підняттям рівня через зростання швидкості вітру та відстані розгону води, а також у зв'язку зі звичайним збільшенням розмивності порід, що складають верхню частину борту кар'єру. Оскільки швидкість підняття рівня в часі зменшується, а швидкість розмивання збільшується, профіль берега стає опуклим. Після стабілізації рівня на максимальній позначці утворюється прибережна мілина і кліф (обрив).

На відміну від природних озер, де прибережна мілина складається з абразійної та акумулятивної частин [1], в кар'єрних озерах акумуляція наносів зазвичай не відбувається, вони



спливають з крутих уступів і накопичуються на бермах і на дні. Глибина розмиву, тобто ширина мілководдя, залежить від властивостей порід і може бути оцінена за відомою методикою, запропонованою свого часу Є.Г. Качугіним [9] для водосховищ. Піщано-глинисті породи в зоні мілководдя перемиваються хвилями. Глинисті частинки виносяться на глибину, а на мілководді утворюється піщане дно. На ділянках, де берег складений легко-розмивними піщано-глинистими породами, ширина мілководдя досягає 25-30 м. У кліматичних умовах західної України абразія стримується бурхливим заростанням берегів.

У більшості випадків природні процеси покращують якість берегів озер. Круті кліфи надають берегам риси диких скель, збагачують їх колірну гамму. Як результат абразії формуються придатні для купання піщані мілини. Наслідком яроутворення є затишні заплави і мілководні конуси виносу, сприятливі для гідробіонтів. Боротися з береговими процесами потрібно тільки у випадку, коли вони загрожують конкретним об'єктам, які мають матеріальну, історичну або іншу цінність. Для забезпечення безпеки можуть застосовуватися пасивні або активні заходи. До перших належить винесення об'єктів з небезпечної зони, до других - зміцнення берега. Продукти руйнування берегів накопичуються на схилах і на дні виїмок і ізолюють хімічно активні породи від водної товщі.

4. Прогнозування хімічного складу озерних вод. Хімічний склад води залежить від наявності хімічно активних мінералів в ложі виїмки, від складу підземних вод, що дренуються кар'єром, а також від співвідношення припливу підземних і поверхневих вод. У формуванні хімічного складу озерних вод розрізняються стадії: а) змішування вод різного складу та реакції між ними вміщуваними породами у період затоплення, б) водообміну після досягнення максимального рівня, в) стабілізації, за якої зміни складу води залежить лише від кліматичних і антропогенних чинників. Будова водної товщі характеризується температурною та щільнісною вертикальною зональністю. Як результат температурної сегрегації утворюється верхня зона - епілімніон, що прогрівається влітку і, більш глибока зона - гіполімніон. В умовах помірного клімату навесні і восени відбувається перемішування водної товщі. Озера, в яких водна товща перемішується, називаються холоміктичними. Якщо на глибині в період затоплення або після накопичуються мінералізовані води з вищою щільністю, вони не беруть участі в сезонному перемішуванні. Цей шар застійних мінералізованих вод називається монімолімніоном, а озера з його наявністю – мероміктичними [2]. Найбільше ярким прикладом мероміктичного озера є Домбровське на місці калійного кар'єру в Калуші.

На багатьох вугільних розрізах і кар'єрах з видобутку руд кольорових металів присутні сульфідні мінерали. Внаслідок їх окислення утворюється сірчана кислота і вода озер має кислу реакцію. Так, вода найбільшого в світі кислого озера Berkeley Pit Lake глибиною 244 м в шт. Монтана, США, має рН, що дорівнює 2,6 [2]. У літературі описуються способи попередження утворення кислих вод і їх нейтралізації [10]. Можливість природної нейтралізації залежить від наявності карбонатів у вмісних породах і в принесених із джерел живлення опадах.

5. Оцінка впливу озера на гідрологію та гідрогеологію району необхідна для попередження негативних змін гідромережі, підтоплення і затоплення земель. Залежно від гідрологічних і кліматичних умов озера можуть бути протічними, стічними, безстічними. В умовах гумідного клімату, де кількість опадів перевищує випаровування, формуються стічні та протічні озера. В аридних зонах за відсутності річкового живлення утворюються безстічні озера, в яких відбувається випаровувальна концентрація розчинених речовин.

Напори і рівні в водоносних горизонтах у зоні впливу системи осушення кар'єрів піднімаються синхронно з підвищенням рівня води. Однак гідрогеологічні умови району після затоплення кар'єрів не відновлюються до стану, що мав місце до початку осушення. У більшості випадків озеро залишається осередком розвантаження підземних вод.

6. Розвиток водної фауни та флори у новоутворених озерах. Одразу з початком затоплення кар'єрів у водній товщі з'являються гідробіонти, види і щільність яких змінюється



відповідно до змін хімічного складу озерних вод. Найбільшою щільністю біоти характеризується епілімніон, в якому міститься розчинений кисень. У мероміктичних озерах біота розвивається тільки до глибини монімолімніону (хемоклину) де спостерігається масова загибель організмів [11].

Перші поселенці нових озер – мікроорганізми, життєздатні навіть при екстремальних температурі та хімічному складі води. За ними з'являється планктон - дрібні організми, що переносяться течіями, і нарешті нектон, до якого відносяться риби і безхребетні. Формується повна трофічна піраміда.

У випадку, коли виїмку затоплюють річковою водою, живність з річки потрапляє в стресові умови і пристосовується до них, якщо склад води не виходить за певні рамки. Найкращим умовами для гідробіонтів характеризується літораль - мілководні ділянки, на яких вода просвічується сонцем до дна і де ростуть зелені водорості - макрофіти. Оскільки в кар'єрних озерах площа мілководдя дуже мала, вони оліготрофні, їх рибна продуктивність обмежена. Великий науковий інтерес мають спостереження за формуванням біоти в мероміктичному Домбровському озері, де мінералізація води в поверхневій зоні зменшується по мірі підняття рівня від 380 г/л на глибині до перших грамів в літрі на поверхні.

7. Використання озера та прибережної території. Нові озера надають чудові умови для розвитку рекреації та спорту і широко використовуються в цьому напрямі. У країнах з аридним кліматом воду кар'єрних озер використовують також для зрошення і напування худоби. У деяких озерах вода має цілющі властивості. Значний інтерес також має ідея використання озер в якості ємностей гідроаккумулятивних станцій (ГАЕС).

Унікальне поєднання оригінальних форм рельєфу та водного плеса створюють основи для ефективних ландшафтно-архітектурних рішень, парків, атракціонів і т.д. Найбільших успіхів у цьому керунку досягли в Німеччині, Польщі, Китаї, Швеції. Однак у низці країн затоплення виїмок відбувається стихійно, кар'єрні озера ще не знаходять повноцінного використання. Існує загроза забруднення води й узбережжя. Створення водозахисних зон навколо озер передбачено законами України. Згідно водного кодексу ширина водозахисних зон для таких озер складає 100 м, а при кутах нахилу берега більше 3° (практично завжди) ширина збільшується вдвічі. Господарська діяльність в межах водозахисної зони має певні обмеження. Важливо, щоб ті ж обмеження були дотримані для водотоків, що живлять озеро. Однак насправді зазначені закони не завжди реалізуються.

Таким чином, на сполученні гірничої справи та озерознавства формується нова галузь науки - лімнологія кар'єрних озер.

Список використаних джерел:

1. Богословский Б.Б. Озероведение: Учебное пособие для ун-тов. – М.:Изд. МГУ, 1960. – 336 с.
2. Gammons C. H., Harris L.N., Castro J.M., Cott P.A., and Hanna B.W. 2009. Creating lakes from open pit mines: processes and considerations - with emphasis on northern environments. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2826: ix + 106 p.
3. Gulati Ramesh D., Zadereev Egor S. Ecology of meromictic lakes. Springer, 2017/ – 405.
4. А.М.Гайдин, І.І.Зозуля. Проблемы ликвидации серных карьеров. Горный журнал, 2002. № 1. С. 65-70
5. Гайдин А.М., Собко Б.Ю. Ревіталізація. Відновлення порушених ландшафтів в зонах діяльності гірничих підприємств. – Дніпро: «Літограф», 2019. – 218 с.
6. Гайдин А.М., Собко Б.Ю. Озера в залишкових просторах кар'єрів. Дніпро: «Журфонд», 2020. – 184 с.
7. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы геогидромеханики. – М.: Недра, 1974. – 296 с.
8. Чугаев Р.Р. Земляные гидротехнические сооружения. – М.-Л.: Энергия, 1967. – 469 с.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

9. Качугин Е.Г. Инженерно-геологические исследования и прогноз переработки берегов водохранилищ. - М.: Госгеолтехиздат, 1959. – 230 с.
10. Walter G., Klapper H. and Salomonos W. (1998). Acidic mining lakes: Acid Mine Drainage, limnology and Reclamation, Springer – Verlag. Germany. ISBN3-540-63486-X. 435 p.
11. Żurek R., Diakiv V., Szarek-Gwiazda E., Kosiba J., Wojtal A. Unique Pit Lake Created in an Opencast Potassium Salt Mine (Dombrovska Pit Lake in Kalush, Ukraine) Mine Water and the Environment <https://doi.org/10.1007/s10230-018-0527-z>



УДК 556.044:551.3

ВПЛИВ ГЕОЛОГО-ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ НА РОЗВИТОК ТА АКТИВІЗАЦІЮ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Куроєдова С.В., Маринченко М.Є., dongeo@ukr.net,

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія», м. Бахмут, Україна

Донецька область є промислово розвиненим та густонаселеним регіоном України. Геологічна будова, техногенний вплив та геоморфологічні особливості обумовлюють на території району розвиток екзогенних геологічних процесів, найбільш небезпечними з яких є зсуви, абразія, карст, підтоплення, осідання поверхні землі над гірничими виробками. Зсувні процеси найбільш активно протікають на узбережжі Азовського моря та в долині р. Сіверський Донець і її притоків. Карст розвинений у межах Краматорського, Бахмутського, Кальміуського, Волноваського та Маріупольського районів, де залягають породи здатні до активного вилигування, а також на територіях відбувається розробка кам'яної солі та гіпсу. Процеси природного підтоплення спостерігаються у заплавах частин річок та великих балок, техногенного – на ділянках зміни гідрогеологічних умов внаслідок діяльності людини. Осідання поверхні відбувається над гірничими виробками шахт переважно вугільної галузі.

INFLUENCE OF GEOLOGICAL-TECHNOGENIC FACTORS ON THE DEVELOPMENT AND ACTIVATION OF EXOGENOUS GEOLOGICAL PROCESSES

Kuroyedova S.V., Marynchenko M.E., dongeo@ukr.net,

State Regional Geological Enterprise "Donetskgeology", Bakhmut, Ukraine

Donetsk region is an industrially developed and densely populated region of Ukraine. Geological structure, man-made impact and geomorphological features determine the development of exogenous geological processes in the area, the most dangerous of which are landslides, abrasion, karst, flooding, subsidence of the earth's surface above the mine workings. Landslides are most active on the coast of the Sea of Azov and in the valley of the Seversky Donetsk River and its tributaries. Karst is developed within the Kramatorsk, Bakhmut, Kalmius, Volnovakha and Mariupol districts, where rocks capable of active leaching occur, as well as the development of rock salt and gypsum. Processes of natural flooding are observed in floodplain parts of rivers and large beams, man-made - in areas of change of hydrogeological conditions due to human activities. The subsidence of the surface occurs over the mine workings of mainly coal industries.

Вступ. Донецька область розташована на південному сході України. Площа території області 26,5 тис. км². Територія Донецької області з найбільш високим на Україні техногенним навантаженням на геологічне середовище і на даний час становить складний комплекс геотехнічних систем, що знаходяться в стані постійного перетворення під впливом техногенезу, де зміни гідрогеологічних і інженерно-геологічних умов набули регіонального і незворотного характеру. Специфіка промислового виробництва регіону та його технологічний рівень призвели до інтенсивної зміни природних ландшафтів, порушення умов залягання масивів гірських порід, формування техногенних ґрунтів, різкого посилення масопереносу та деградація енергетичних характеристик геологічного середовища. Зміна інженерно-геологічних і гідродинамічних умов мають місце на великих площах, призводять до значних непродуктивних витрат щодо утримання численних промислових і цивільних споруд та підвищенню екологічної небезпеки області. На території Донецької області мають місце наступні екзогенні геологічні процеси: зсуви, карст, абразія, підтоплення, осідання над гірничими виробками шахт.

Основна частина. Особливості геологічної будови з наявним впливом сучасних ерозійних процесів і техногенезу зумовлюють розвиток зсувних процесів. У межах Донецької області нараховується 189 зсувів, з них 93 зсуви характеризуються як активні. Загальна площа зсувів у межах регіону складає близько 9 км², площа активних зсувів – біля 4 км². В цілому територія Донецької області на 0,03 % уражена зсувами.

Найбільш масштабні зсуви розвинуті на узбережжі Азовського моря, де головним чинником є абразія, яка обумовлює процес зсувоутворення постійним.



На захід від м. Маріуполі по р. Кальміус зсуви приурочені до схилів висотою до 60-65 м, складеними піщано-глинистими відкладами четвертинного і середньо-верхньопліоценового віку. Значна висота схилів, обводненість піщаних шарів, що перешаровуються з глинистими, обумовлюють розвиток тут глибоких зсувів роздавлювання. Ширина зсувних схилів нерідко досягає 200-250 м (рис. 1).

На схід від м. Маріуполя схили берегів складені малопотужною товщею четвертинних відкладів (5-20 м) і піщано-глинистих осадів верхнього пліоцену, під якими залягають вапняки сарматського та понтичного віку. Останні обмежують поширення зсувів на велику глибину. Ширина зсувів у більшості випадків складає 40-50 м, рідко досягаючи 100 м. Поширення зсувів у берегових обривах незначне, їх висота менша 20 м, переважають обвальні-осипні процеси (рис. 2).

За формою в плані зсуви узбережжя відносяться до фронтальних. Їхня ширина значно більша за довжину. На захід від м. Маріуполя довжина окремих зсувів досягає двох-п'яти кілометрів. Майже суцільна ураженість схилів активними зсувними процесами спостерігається на ділянках узбережжя між с. Бабах-Тарама – с. Юр'ївка та с. Мелекине – м. Маріуполь.



Рис. 1. Зсув в районі с.Піщане біля м. Маріуполя



Рис. 2. Руйнування зсувом території клубу «Тімеринда» в с.Сопине

У басейні р. Сіверський Донець, окрім поодиноких зсувів на схилах ріки і невеликих її притоків, знаходяться три ділянки масового розвитку зсувних процесів. Ці ділянки приурочені до долин рік Нітріус, Жеребець і Казенний Торець. На кожній з цих ділянок нараховується 5-12 зсувів. Зсуви тут найчастіше приурочені до четвертинних суглинків, які сповзли по корінній основі, представленій піщано-глинистими відкладами неогенового, юрського і тріасового віку.

Найбільше поширення мають зсуви-опливини, пов'язані з перезволоженням і зміщенням покривних мас. Такі зсуви зустрічаються у верхів'ях ярів і генетично тісно пов'язані з яроутворенням. При наявності в підшві суглинків глинистих горизонтів у зміщення часто утягуються і корінні породи, які є основним деформованим горизонтом. Якщо ж під покривними суглинками залягають водонасичені неогенові піски, тоді опливання цих пісків відбувається разом з суглинками, які залягають вище, і основна зона зміщення проходить в пісках. Ширина зсувів змінюється від 25 до 1000 м (переважають близько 100 м), довжина 10-300 м (частіше – до 50 м). Висота стінок відриву змінюється від 1-2 до 9-10 м.

Основними причинами виникнення зсувів є геологічна будова, розорювання і зрошення схилів долин, що веде до перезволоження четвертинних суглинків, розвитку ярів, і неорганізоване скидання побутових стоків у населених пунктах. Найбільш уражені зсувними явищами населені пункти у Краматорському районі – села Хрестище, Біляївка, Рай-Стародубівка, територія історико-архітектурного комплексу "Святогір'я"; у Лиманському районі – селище Зарічне, села Торське і Дронівка; у Покровському – села Торецьке, Паньківка та Шахове.

Окрім зсувів на узбережжі Азовського моря активно розвиваються процеси абразії, які формують берегову лінію і є одним із зсувоутворюючих чинників для узбережжя Азовського



моря. Крім того, абразія є одним з небезпечних геологічних процесів, що приводить до розмиву берегів і руйнування цивільно-господарських об'єктів, розташованих поблизу берега моря. Абразійні ділянки узбережжя Азовського моря приурочені в основному до крутих обривчастих берегів, складених неогеновими пісками та лесовими відкладами, що легко піддаються розмиву. Швидкості руйнування та відступу берегу досягає 1-2,5 м за рік.

Інтенсивність абразійного процесу залежить від гідрологічного режиму моря і в першу чергу від нагонних штормів південних і південно-західних напрямків. На усіх типах берегів абразійний процес активно протікає на відкритих ділянках берега (незахищених). Найсильніші розмиви берегу відбуваються восени та взимку, коли дують стійкі вітри східних та північно-східних румбів, які викликають сильні шторми на декілька діб. На абразійно-зсувних типах берегів цей процес був одним із факторів, що активізував зсувний процес.

Не врахування гідрологічного фактору діяльності морських вод людиною нерідко призводить до небажаних наслідків. Одним із прикладів є замулення дна моря у с. Ялта, яке відбулося на початку 2000-х років. Проведення берегоукріпних заходів без врахування морських течій, зміна конфігурації Білосарайської коси та материковий стік призвели до цього явища.

Багаторічний ряд спостережень за зсувами по території Донецької області свідчить, що розвиток зсувів залежить, в основному, від метеорологічного фактору, а для зсувів узбережжя Азовського моря ще і від гідрологічного режиму моря (інтенсивності абразійного процесу). Імовірність активізації зсувів перебуває в прямій залежності від кількості атмосферних опадів, що випадають, і найбільш масштабні періоди активізації зсувів припадають на мінімальну імовірність опадів, що випадають (менше 10%, або більше 600 мм опадів на рік).

Широкий розвиток галогенних та карбонатних порід на території області зумовлює розвиток **процесів карстоутворення**.

На території області виділяються наступні карстові райони: 1) розвитку карсту (соляного та гіпсового) в пермських породах Бахмутської улоговини; 2) закарстованих вапняків та доломітів у смузі розповсюдження нижнього карбону на півдні Донбасу; 3) прояви карстових процесів в крейдових породах північних околиць Донбасу.

Площа розповсюдження порід, здатних до карстування складає 3102 км², що становить 11,7% території Донецької області. За період досліджень на території області було виявлено 394 прояви карсту.

Породи, що схильні до процесів карстування, на території Донецької області розповсюджені на площах Краматорського, Бахмутського, Кальміуського, Волноваського та Маріупольського районів.

Процеси вилуговування на карстових ділянках, а разом з ним і утворення карстових форм на поверхні, відбувається з різною швидкістю. В пермських гіпсоносних та соленосних відкладах карстові процеси мають найбільше поширення і швидкість розвитку.

Карст у хемогенних осадах нижньої пермі розповсюджений у північно-західній частині Донецької області в межах Бахмутської улоговини. У найбільших масштабах карстові процеси проявляються в межах позитивних морфоструктур, що ускладнюють Бахмутську улоговину: Бахмутське, Дронівське, Дружківсько-Костянтинівське антиклінальне підняття. Карстуючими породами є гіпси, кам'яна сіль, пласти вапняків і доломітів.

Природно-історичний карст проявляється у вигляді карових полів (с. Іванград, с. Зайцеве, с. Отрадівка), карстових воронок, мульд і балок осідання (сс. Бахмутівка, Кодемо, Зайцеве, південна частина м. Бахмут, східна частина м. Соледача, с. Дронівка), карстових озер (м. Слов'янськ), печер (с. Трипілля). Найбільша щільність карстових форм відзначається на схилах річок Бахмутки, Мокрої Плотви, стр. Горілий Пень (м. Бахмут, Соледача), Казенний Торець (м. Слов'янськ) (рис. 3).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Рис. 3. Карстове блюдце в с. Іванград

На ділянках з техногенним типом карсту, в районі розробки корисних копалин, карстові процеси протікають більш інтенсивно. Над виробленим простором утворюються воронки значних розмірів. Зокрема, на полі затопленої соляної шахти ім. Шевченко відзначалися воронки розміром понад 200 м при глибині 25-30 м. Остання воронка, яка виникла в 2012 р, продовжує щорічно збільшуватися (рис. 4).

Періодично утворюються нові провальні форми на полях соляних та гіпсових шахт компанії ТДВ «Сініат» (діюча), №2 (біля м. Соледар), ім. Урицького (с. Стряпівка), «Островського» (с. Нагірне) (рис. 5).



Рис. 4. Панорама розвитку карстових утворень на полі колишньої соляної шахти ім. Шевченка



Рис. 5. Провальна воронка на полі шахти ТДВ «Сініат»

На території колишніх розсолопромислів у м. Райгородок та Ново-Карфагенського родовища солі колишнє проведення солевидобутку призвело до посилення процесів вилугування пластів солі та спричинило суттєві зрушення надсолевих товщ і утворення провальних карстових котловин та воронок. Котловини зазвичай заповнені водою (озера Вейсове, Рапне та ін.). Глибина їх досягала 19 м, довжина іноді перевищувала 800 м при ширині 300 м (оз. Сліпне). Швидкість осідання в окремі роки досягала 150-180 мм. Після припинення видобутку солі карстові процеси на ділянках уповільнилися, але не зупиняються. Загальна величина виносу кам'яної солі з карстуючого масиву на даний час складає 50-60 тис. т/рік.

Карбонатний карст розвинутий в зоні зчленування Донецького басейну з Приазовським кристалічним масивом в товщі вапняків та доломітів нижнього карбону (C_1^1), що протягується вузькою смугою (1-8 км) в басейні ріки Суха Волноваха. З поверхні карбонатні породи перекриті піщано-глинистими відкладами палеогенового та четвертинного віку. Глибина розповсюдження закарстованих порід досягає 240 м. Сучасний карбонатний карст проявляється численними карстовими порожнинами (печерами і колодязями), а також провальними карстовими воронками. Активізація сучасного карсту відбувається під впливом різко змінених гідродинамічних умов в результаті експлуатації 6 водозаборів і водовідливів з 11 кар'єрів. Тому прояви карсту на денній поверхні найбільш відмічаються на околицях водозаборів і кар'єрів.



Поховані карстові порожнини зазвичай заповнені піщано-глинистим матеріалом. Карст, головним чином, приурочений до зон тектонічної порушеності карбонатних порід, а також до долин річок Суха та Мокра Волноваха. Карстові воронки різноманітні за формою (конусоподібні, колодязеподібні та блюдцеподібні) та розмірами. У більшості випадків глибина воронок становить 30-60 м. Одна з форм підземного карсту – карстові печери, що зазвичай заповнені піщано-глинистим матеріалом. Зяючі печери зустрічаються доволі рідко. Найбільша печера (довжиною 74 м та діаметром 4-6 м) розташована у с. Новотроїцьке.

На розвиток карсту впливають як геолого-гідрогеологічні та геоморфологічні, так і кліматичні умови. Багатоваріантність зв'язків карстового процесу не дає можливості однозначно інтерпретувати розвиток процесів деформації денної поверхні, що спостерігається, без детального вивчення всіх стадій процесу. В умовах техногенних впливів кількість варіантів зростає, змінюється імовірність їхньої реалізації внаслідок зміни характеру і швидкості протікання різних стадій процесу, що вимагає глибокого вивчення впливу природних і техногенних факторів, а також їхніх взаємодій. Враховуючи зміщення в часі між дією чинника та реалізацією виникнення прояву на поверхні землі, утворення негативних форм рельєфу відбувається із запізненням – від півроку до декількох років, в залежності від глибини залягання карстуючих порід.

Посилюючим фактором розвитку карстових процесів є діяльність людини (шахти, кар'єри, великі водозабори, розсолопромисли та витoki з міських комунікацій). Тому під особливою увагою повинні знаходитися ділянки розвитку техногенно-активізованого типу карсту, розташованих у населених пунктах чи поблизу важливих народногосподарських об'єктів.

Аналіз карстоутворення на території, що знаходиться під спостереженням, свідчить про циклічність цього процесу. Тобто за роками, що характеризуються відносно невеликою кількістю утворення нових карстових форм, йдуть роки із підвищеною кількістю карстоутворень. Після чого цикл повторюється.

Підтоплення земель на території Донецької області має локальний характер. Природне підтоплення спостерігається у заплавах рік Самари, Кринки, Вовча, Кальміус, Сіверського Донця та їх притоків. На схилах річок і балок можна спостерігати численні мочарі, утворення яких пов'язане із захованим виходом підземних вод на денну поверхню. Заболочування приустьових ділянок заплав річок Берди, Мокрої Белосарайки, частково б. Сухой Білосарайки є сезонним явищем під час весняної повені, а також нагонних течій моря. Техногенне підтоплення виникає у місцях, де внаслідок діяльності людини відбуваються суттєві зміни гідрогеологічного режиму підземних вод: підпор підземних вод водосховищами та ставками, перекриття природного стоку підземних та поверхневих вод, витoki з комунікаційних мереж, зрошення сільськогосподарських земель, просідання поверхні над гірничими виробками, затоплення шахт.

Підтоплені ділянки по території Донецької області зафіксовані в містах Святогірськ, Лиман, Слов'янськ, Сіверськ, Краматорськ, Дружківка, Білозерськ, Костянтинівка, Бахмут, Покровськ, Горлівка, Єнакієве, Авдіївка, Ясинувата, Крістівка, Курахове, Красногорівка, Мар'їнка, Донецьк, Макіївка, Харцизьк, Іловайськ, Вугледар, Амвросіївка, Старобешеве, Графське, Бойківське, Маріуполь, Велика Новоселівка, Волноваха загальною площею 22998,8 га. Найбільш підтопленими є міста Слов'янськ (72% від загальної площі), Білозерськ (72,2%), Бойківське (100%), Велика Новосілка (35,0%), Сіверськ (29,4%).

Еколого-гідрогеологічна обстановка гірничо-промислових районів і прилеглих територій Донбасу ускладнилася у зв'язку з закриттям і затопленням вугільних шахт. При закритті шахт у зв'язку з їх повним або частковим затопленням, підняття рівня підземних вод стає головним чинником порушення існуючої відносної рівноваги геологічного середовища. В результаті активізуються процеси підтоплення, затоплення, забруднення поверхневих і підземних вод, додаткове осідання денної поверхні, нагромадження потенційної енергії в затоплених гірничих виробках з формуванням гідрогеологічних напруг і зниженням стійкості гірських масивів.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Загальна площа хитливих *підроблених територій* в межах Донецької області складає понад 2 тис. км².

Підробка поверхні гірничими виробками шахт впливає на зменшення стійкості ґрунтових основ у межах промислового Донбасу, що відрізняється високою щільністю забудови. Підробка територій і утворення мульд осідання часто супроводжувалося розвитком підтоплення. Ділянки підтоплення над підробленою територією зафіксовані на території всього промислового Донбасу. За даними інституту «Укр ГІНТІЗ» підвищення рівня ґрунтових вод у західній частині м. Білозерська на величину більш 2,5 м пов'язано з осіданням поверхні і витокami води з комунікацій при аваріях, що виникають у результаті підробки і зсунення гірських порід.

Оскільки в Донбасі розробка вугілля здійснюється більше двохсот років, верхні горизонти відпрацьовані досить давно і тому плани гірничих робіт на них можуть бути відсутні, а сучасний стан приповерхневих гірничих виробок і підробленого масиву тим паче невідомий.

Про масштаби підроблення земної поверхні свідчать наступні цифри: у Донбасі в 1917 році працювало 1604 шахти глибиною, в основному до 100 м. У післявоєнний період поновлювальних робіт було закладено понад 600 дрібних похилих шахт з гірничими роботами на малих глибинах. Таким чином, практично вся поверхня басейну виявилася підробленою в різні періоди на малих глибинах (20-100 м) розповсюдження вугленосної товщі.

Масове закриття вугільних шахт обумовлює підняття підземних вод, і отже, замочування порід навколо старих гірничих виробок, що може служити причиною активізації зрушень над ними. З літературних даних відомо близько 80 випадків зрушень земної поверхні над старими гірничими виробками, розташованими на малих глибинах з утворенням провалів на земній поверхні. Такими прикладами можуть служити провал по вул. Димитрова в м. Донецьку на полі шахти Мушкетівська ВО «Донецьквугілля» (воронка глибиною 3,0 м і діаметром 2,5 м); провал глибиною 5,0 м і діаметром 4,5 м на шахті «Донтоп» ВО «Шахтарськантрацит». На полі шахти «Червона Зірка» ВО «Торезантрацит» у 1980 р. після тривалих дощів відбулося обвалення поверхні під кутом будинку з утворенням воронки діаметром близько 3 м і глибиною 2,8 м. У 1981 році на полі шахти «Річна» ВО «Торезантрацит» відбувся провал поверхні над вентиляційним штреком і в результаті на поверхні утворилася воронка діаметром 3-3,5 м і глибиною 10-12 м.

Висновки. Поширення екзогенних процесів на території Донецької області зумовлено природними факторами, які посилюються внаслідок техногенного впливу. В свою чергу розвиток цих процесів завдає значної шкоди економіці регіону та господарюючим суб'єктам.

Динамічність та непередбачуваність екзогенних процесів потребує постанови постійних спостережних моніторингових досліджень за їх розвитком на площі та в часі, однак у останні роки суттєво зменшені обсяги цільових робіт, передбачених чинними методиками і проектом, у зв'язку із неритмічністю та значним скороченням фінансування за дерзамовленням.

Список використаних джерел:

1. Вивчення основних екзогенних геологічних процесів на території Донецької області у 2001-2005 рр. М.М.Сьомкин, Л.Г.Поповська, Артемівськ, 2006.
2. Інженерно-геологічне до вивчення території, геологічне обґрунтування протизсувних заходів та геологічне забезпечення УІАС НС по території Донецької області. Л.Г.Поповська, М.М.Сьомкин, Артемівськ, 2006.
3. Моніторинг поширення та розвитку інженерно-геологічних процесів та явищ (ЕГП) у межах території Донецької області з метою геологічного забезпечення УІАС НС та протизсувних заходів. С.В.Куроедова, Н.Г.Логін, Артемівськ, 2013.
4. Составление инженерно-геологической карты масштаба 1: 200 000 территории деятельности треста «Артемгеология». Т.Ф.Овчаренко, Артемовск, 1973.
5. Гидрогеология СССР., т. VI, Донбасс, М., под ред. Д.И.Щеголева, изд-во «Недра», 1971.



УДК 622.841:622.847:622.5:556.3.004.942

ВИЗНАЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМУ ПІДЗЕМНИХ ВОД НАВКОЛО ЗАТОПЛЕНИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Улицький О.А., д. геол. н., доцент, olegulytsky@gmail.com;

Бойко К.Є., к. геол. н., boyko_ekateruna@ukr.net,

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, Україна

Досліджено особливості формування режиму підземних вод при затопленні шахт Торецько-Єнакієвської гірничо-промислової агломерації. Питання гідродинамічного та гідрохімічного впливів затоплення шахт на стан водних ресурсів заслуговує окремого детального вивчення, оскільки цей процес у подальшому може призвести до підтоплення територій, погіршення якості підземних та поверхневих вод, погіршення інженерно-технічного стану основ будівель. Комплекс методів, що включає методи математичного моделювання геофільтрації та методи інтерпретації та обробки аерокосмічних даних, дозволив виконати прогноз відновлення рівнів підземних вод у процесі затоплення шахт та оцінити ризики погіршення стану довкілля у межах впливу шахт, що затоплюються.

DEFINITION OF FEATURES OF GROUNDWATER REGIME ESTABLISHMENT AROUND FLOODED COAL MINES

Ulytsky O., Dr.Sci (Geol.), Assoc. Prof., olegulytsky@gmail.com;

Boiko K., Cand. Sci. (Geol.), boyko_ekateruna@ukr.net,

State ecological academy of postgraduate education and management, Kyiv, Ukraine

The research considers issues related to groundwater regime establishment during mines flooding within Toresk-Enakieve mining and industrial agglomeration. Hydrodynamic and hydrochemical pressures on water resources state, that accrue during the mines' flooding, merit a review in its own right, as this process can further lead to surface waterlogging, groundwater and surface water quality deterioration, the decline in the engineering and technical state of constructions foundations. A set of methods was applied, including geofiltration mathematical modeling methods and methods of satellite images interpretation and processing, in order to make a forecast of groundwater levels rebound and to assess the risks of environmental degradation within flooded mines territories of impact.

Вступ. На території Торецько-Єнакієвської гірничо-промислової агломерації розміщено всього 27 шахт. Станом на 2021 р. на підконтрольних уряду України територіях залишилось 4 з них (включаючи ш. «Центральну», ш. «Торецьку» та ш. «Нову» ДП «Торецьквугілля»). Діючі шахти «Торецька» та «Центральна» перебувають у водовідливному режимі, шахта «Нова» знаходиться на стадії ліквідації із підтримкою водовідливу. Разом із тим відбувається неконтрольоване затоплення гірничих виробок шахт, які розміщені на непідконтрольних територіях, – шахт «ім. Артема», «ім.Гагаріна», «Північної» та ін. Слід відмітити, що характерною рисою всіх шахт Донбасу є наявність гідравлічних зв'язків між ними. Такі зв'язки являють собою поєднані гірничі виробки сусідніх шахт, які утворились внаслідок порушення затверджених меж виїмкового шахтного поля – міжшахтних бар'єрних ціликів. Крім того, наявні зв'язки є основним шляхом перетікання забруднених шахтних вод із гірничих виробок шахт, які затоплюються.

Мета дослідження. Оцінити ступінь змін геофільтраційних умов техногенного порушеного в ході вуглевидобутку водовміщуючого комплексу середнього та верхнього карбону та надати якісний прогноз змін гідрогеологічних умов навколо окремих груп шахт Торецько-Єнакієвської ГПА (гірничо-промислової агломерації) у ході їх неконтрольованого затоплення.

Методи дослідження. Використані методи математичного моделювання геофільтрації із відповідним калібруванням моделі на основі збіжності складових водного балансу, а також аналітичні методи розрахунку водопритливів у шахти із розглядом можливих прогнозних схем затоплення гірничих виробок діючих і ліквідованих шахт. Оцінка розвитку підтоплення територій виконувалась у комплексі із застосуванням методу аналізу інтерферометричних даних дистанційного зондування землі.



Виклад основного матеріалу. Шахтні поля ш. «Центральна», ш. «Торецька» та ш. «Північна» розташовані у межах населених пунктів Донецької області – м. Торецьк, с. Щербинівка, с. Північне та ін. Лінія розмежування знаходиться на відстані близько 7 км від південно-східної околиці м. Торецьк (рис.1).

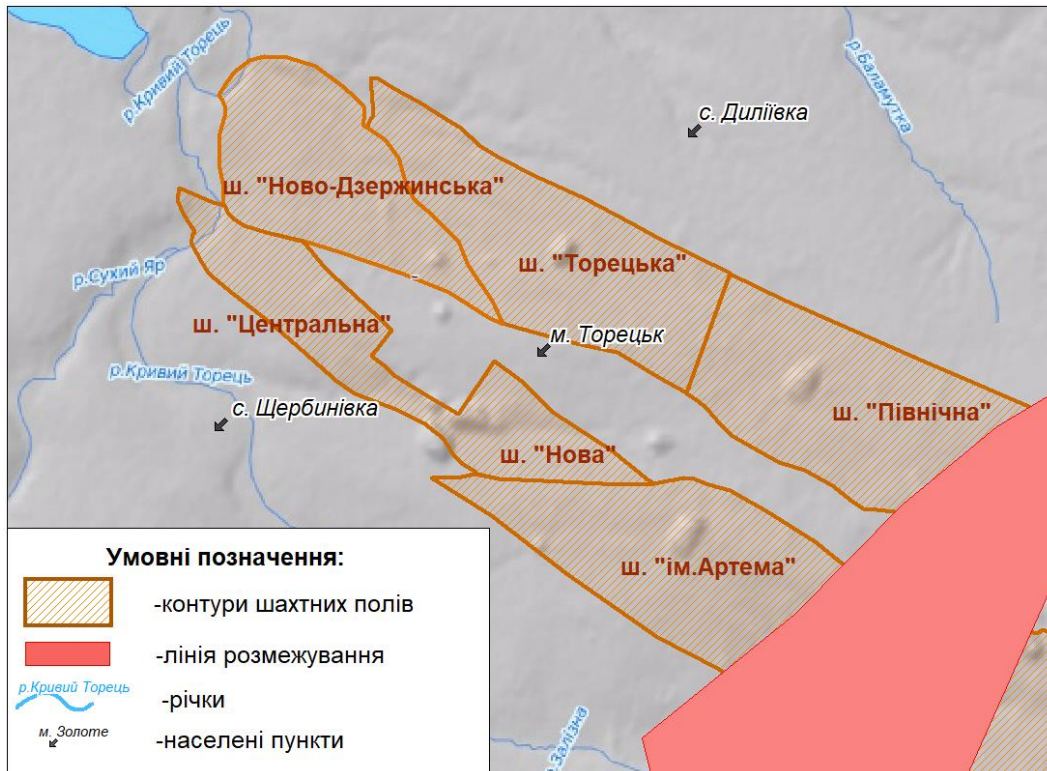


Рис. 1. Схема розташування полів шахт ДП «Торецьквугілля»

Шахта «Нова» перебуває у процесі ліквідації і працює у режимі водовідливу, шахта «Центральна» – діюча, шахтна вода відкачується з головного водозбірника шахти за трьох-ступеневою схемою у поверхневий шахтний відстійник. Площа підземного стоку, який приймає участь у формуванні загального шахтного водоприпливу, визначається контурами шахтних полів на півночі, сході та півдні, а із заходу – межею водозбору р. Кривий Торець.

Затоплення гірничого простору, призвело до створення штучного підземного водоносного басейну [1] до абс. відміток +49,0 – +55,0 м (середня глибина до рівня затоплення – 150 м з поверхні землі) у межах системи гірничих виробок шахт – «ім. Артема», «Південної», «ім. Гагаріна». Це зумовило перерозподіл додаткового об'єму води у суміжні шахти, включаючи шахту «Нова».

Схематизація фільтраційних ті гірничо-геологічних умов, виконана в рамках дослідження, дозволила виконати кількісну оцінку складових водного балансу та геофільтраційних параметрів в умовах затоплення гірничих виробок та здійснити прогноз гідродинамічних та гідрохімічних умов територій, прилеглих до шахт, які затоплюються.

На основі отриманого в ході моделювання положення рівня підземних вод, що встановиться на прикінцевий період затоплення шахт «ім. Артема» та «Нова», з урахуванням змін топології рельєфу в результаті прояву максимальних вертикальних деформацій, що відбуватимуться в процесі повторного зволоження гірського масиву під час затоплення гірничих виробок шахт [2], виявлені площі розвитку підтоплення, в межах яких глибина залягання дзеркала підземних вод становитиме 0-2 м від земної поверхні. З метою уточнення зон прогнозованого підтоплення, у дослідженні також був також використаний метод інтерферометричної обробки результатів радарної зйомки орбітальних апаратів (InSAR – Interferometric Synthetic aperture radar –



англ., інтерферометричні радары із синтезованою апертурою, - переклад укр.). Результуюча картографічна схема інтенсивності висхідних рухів у межах шахт Торецько-Єнакієвської ГПА [3], які затоплюються, отримана в ході спільного дослідження із експертами Ноттінгемського геопросторового інституту та дослідницької компанії «Terra Motion», наведена на рисунку 2.

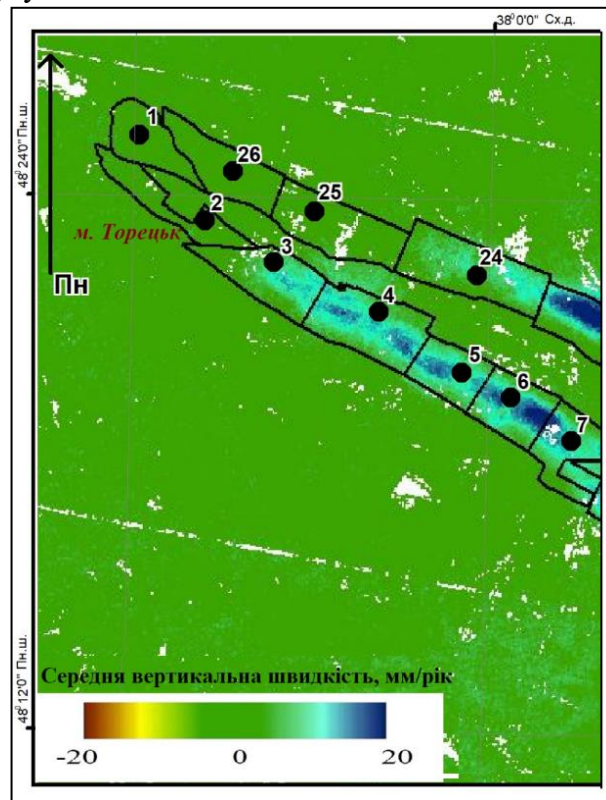


Рис. 2. Схема висхідних вертикальних рухів, зафіксованих у межах шахтних полів Торецько-Єнакієвської ГПА на основі первинного InSAR аналізу космічних знімків: номер – назва шахти; 1 – ш. «Ново-Дзержинська»; 2 – ш. «Центральна»; 3 – ш. «ім. Артема»; 4 – ш. «ім. Гагаріна»; 5 – ш. «Комсомолец»; 6 ш. «ім. Леніна»; 7 – ш. «Кочегарка»; 24 – ш. «ім. Ізотова»; 25 – ш. «Сєверна»; 26 – ш. «Торецька»

Отримана результуюча прогнозна схема формування площ підтоплення (рис.3) дає можливість констатувати, що в процесі очікуваного затоплення шахти «Нова» та інших шахт Торецька, ймовірний розвиток підтоплення у заплавах частинах р. Кривий Торець (правобережжя), балки Залізна, балки Диліївської та на деяких ділянках міста Торецьк. Наведене твердження може бути співставне із прогнозами, наведеними у джерелі [4].

Висновки. На сьогодні водовідливний комплекс шахти «Центральна» працює у стабільному режимі і забезпечує відкачування шахтних вод у обсязі 232-240 м³/год. Однак, головною проблемою об'єднаної системи гірничотехнічного вузла у Торецьку сьогодні є – забезпечення гідробезпеки функціонування шахти «Центральна» шляхом підсилення роботи водовідливого комплексу та розробка чіткого плану реагування у випадку надходження додаткового водоприпливу високомінералізованих шахтних вод із ш. «Нова». Якщо відбудеться зупинка водовідливу шахти «Нова» з будь-яких причин, всі наявні гідравлічні зв'язки, тією чи іншою мірою, візьмуть участь у транзиті шахтних вод до гірничих виробок ш. «Центральна». Основна роль у цьому процесі належатиме спільним гірничим виробкам, наявними між шахтами на горизонтах гірничих робіт: 615 м (ш. «Нова») - 616 м (ш. «Центральна») і 715 м (ш. «Нова») - 716 м (ш. «Центральна»).



Рис. 3. Схема розвитку площ підтоплення за результатами прогнозування на територіях, прилеглих до шахт ДП «Торецьквугілля»

Мінералізація шахтних вод ш. «Центральна» за даними протоколів вимірів складу шахтної води у відстійниках (2019-2020 рр.) становить у середньому $2,1 \text{ г/дм}^3$. У випадку аварії водовідливних установок на ш. «Нова», очікується надходження додаткового обсягу води до ш. «Центральна» у кількості $125 \text{ м}^3/\text{год}$. Тоді прогнозована мінералізація шахтних вод ш. «Центральна» становитиме $2,35 \text{ г/дм}^3$. Внаслідок взаємодії гірських порід із шахтними водами відбуватиметься зміна хімічного типу шахтних вод та зростання постійної жорсткості. У підземній гідросфері превалюватимуть води сульфатні натрієві.

Список використаних джерел:

1. Усенко В. В. Гидрогеологическое и инженерно-геологическое доизучение с геолого-экологическими исследованиями масштаба 1:50000 на площади листов М-37-112-А, Б, В. – Артемовск: Донецк ГРГП, – 2001.
2. Питаленко Е. И. Механизм активизации процесса деформации горного массива над затопленными старыми горными выработками / Е. И. Питаленко, Э. В. Борисенко, В. Н. Ермаков, О. А. Улицкий / Проблемы горного давления. – Донецк: ДГТУ. – 1999. – № 3. – С.116-121.
3. Улицкий О.А. Прогноз підтоплення територій ліквідованих вугільних шахт України за даними ДЗЗ / О. А. Улицкий, К. Є. Бойко // *Український журнал дистанційного зондування Землі*. – 2021. – №28 (1). – С.18-25.
4. Ильин В. В. Геолого-экологические исследования масштаба 1:50000 на территории Горловско-Енакиевского промышленного узла. – Артемовск: Артемовская ГРЭ ГПП Донбассгеология, – 1993.



УДК 330.15 : 504.05 : 553

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ВАРТОСТІ АСИМІЛЯЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИКОНІВ

Улицький О.А.¹, д. геол. н., доцент, olegulytsky@gmail.com;

Сухіна О.М.², к. екон. н., с. н. с., olsuhina@gmail.com, olsuhina@ukr.net,

*1 – Навчально-науковий інститут екологічної безпеки та управління Державної екологічної академії
післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України,
м. Київ, Україна,*

*2 – ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку
Національної академії наук України», м. Київ, Україна*

Представлено методологічний підхід до вартісної оцінки асиміляційного потенціалу озелених териконів. Встановлено, що для таких розрахунків доцільно знати вартість процесу поглинання 1 т CO₂ лісовою екосистемою, вартість квот на викиди CO₂. Зроблено узагальнений аналіз відповідних літературних джерел, і його результати відображено у таблиці. Сформовані таблицю щодо обсягів поглинання вуглекислого газу рослинами України, які найбільш інтенсивно асимілюють вуглекислий газ. Дані таблиці можуть використовуватись в математичному апараті. Наведено 2 формули для такої вартісної оцінки.

Ключові слова: методологічний підхід, вартісна оцінка, терикон, озеленення, лісова екосистема

ETHODOLOGY FOR ESTIMATING THE COST OF ASSIMILATION POTENTIAL OF GREEN SLAGHEAPS

Ulytsky O.¹, Dr.Sci (Geol.), Assoc. Prof., olegulytsky@gmail.com;

Suhina O.², Cand. Sci. (Econ.), Senior Sci. Researcher, olsuhina@ukr.net,

*1 – The Educational-Scientific Institute of Environmental Security and Management of the State Environmental
Academy of Graduate Education and Management of Ministry of Environmental Protection and Natural Resources
of Ukraine, Kyiv, Ukraine,*

*2 – Public Institution «Institute of Environmental Economics and Sustainable Development of the National
Academy of Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

A methodological approach to the cost assessment of the assimilation potential of green heaps is presented. It is established that for such calculations it is expedient to know the cost of the process of absorption of 1 ton of CO₂ by the forest ecosystem, the cost of quotas for CO₂ emissions. A generalized analysis of the relevant literature sources is made, and its results are shown in the table. The table on volumes of absorption of carbon dioxide by plants of Ukraine which most intensively assimilate carbon dioxide is formed. These tables can be used in a mathematical apparatus. There are 2 formulas for such a valuation.

Keywords: methodological approach, valuation, landfill, landscaping, forest ecosystem

В Україні залишилась значна кількість териконів, які горять і пилять. Вони можуть вмішувати і цінні мінерали, які оцінюють фахівці, але вони також можуть стати і основою лісових екосистем. І якщо десятки років терикони не використовуються як техногенні родовища, то невідомо скільки ще породні відвали отруюватимуть навколишнє природне середовище. Для стимулювання здійснення робіт з їх озеленення доцільно визначити вартість асиміляційного потенціалу озелених териконів.

Метою даного наукового дослідження є розробка методологічного підходу до оцінювання вартості асиміляційного потенціалу озелених териконів.

Для здійснення таких розрахунків необхідно знати поточну вартість *i*-го виду екосистемних разових послуг (наприклад, скільки коштує процес поглинання 1 т CO₂ лісовою екосистемою. Причому, вартість поглинання двоокису вуглецю береться на рівні середньої ціни 1 т CO₂ на вуглецевому ринку Євросоюзу на дату проведення оцінки).

Слід зазначити, станом на сьогоднішній день у країнах Європейського Союзу вартість квот на викиди CO₂ складає більше 50 євро/т [1]. MCL GROUP OF COMPANIES зазначає: «ЄС, в рамках Європейської системи торгівлі викидами (EU ETS), планує до 2030 року підняти ціну квот за



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

викиди CO₂ до 90 € за тонну. У 2017 році ціна становила 5 € за тонну і виросла до теперішнього часу до 52,89 € за тонну» [1].

На даний час на ринку викидів парникових газів існують не лише квоти на викиди CO₂, а також інших парникових газів. Так, наприклад, компанія Argus публікує в своїх виданнях котирування квот на викиди CO₂, SO₂ і NO₂, а також інформацію про схеми продажу емісійних квот.

Для отримання коректного результату вартісної оцінки лісової екосистеми (тобто озеленого терикону) необхідно попередньо встановити її річну спроможність у поглинанні парникових газів та виділення кисню в атмосферу повітря (тонн/рік).

Опрацювавши літературні джерела, що стосуються питання поглинання деревами вуглекислого газу, нами зроблено узагальнений аналіз зазначеної літератури, і його результати відображено у таблиці 1.

Таблиця 1

Обсяги поглинання вуглекислого газу рослинами України, які найбільш інтенсивно асимілюють вуглекислий газ *

Рослини	Обсяги поглинання вуглекислого газу 1 га біоресурсів протягом 1 року, т
<i>Дерева</i>	
Тополя	40,0–90,0 (згідно з нашими розрахунками на основі [2])
Дуб (40-річна діброва) (1 варіант)	18,0 [3, 4]
Дуб (2 варіант)	7,0 [5]
Модрина	6,78–15,25 (згідно з нашими розрахунками на основі [2])
Сосна (20-річні насадження) (варіант 1)	9,35 [4]
Сосна (60-річні насадження) (варіант 2)	14,4 [3]
Сосна	7,0 [5]
Ялина	13,0 [6], 7,0 [5]
Акація	20,0 (згідно з нашими розрахунками за даними [7])
Липа	14,81–33,33 (згідно з нашими розрахунками на основі [2])
Бук	7,0 [5]
Вільха	7,0 [5]
Береза	7,0 [5]

* Джерело: Розроблено Сухіною О.М. на основі даних [2–8].

Як відомо, лісові екосистеми водночас продукують O₂ та поглинають CO₂, тобто збагачують атмосферу повітря киснем. У разі розрахунків вартості екосистемних послуг лісових екосистем необхідно враховувати не лише поглинання вуглекислого газу, а й виділення кисню в атмосферне повітря, який здійснюють лісові екосистеми (різні види лісів мають різну киснепродукуючу здатність: хвойні, змішані чи листяні) (формула 1):

$$\sum_{i=1}^n V_{\text{lea}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{апlea}} + \sum_{i=1}^n V_{\text{кплеа}} ; \quad (1)$$

де V_{lea} – вартість лісових екосистем, грн.; $V_{\text{апlea}}$ – вартість асиміляційних послуг лісових екосистем, грн.; $V_{\text{кплеа}}$ – вартість киснепродукуючих послуг лісових екосистем, грн.

Тому для повного розрахунку визначення вартості лісових екосистем (озелених териконів) відповідна формула буде мати наступний вигляд (формула 2):



$$\sum_{i=1}^n V_{\text{леа}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{зр}} \cdot V_{\text{квзр}} \cdot t_i + \sum_{i=1}^n M_{\text{к}} \cdot V_{\text{к}} \cdot t_i ; \quad (2)$$

де $V_{\text{леа}}$ – вартість лісових екосистем (у грошовому виразі), грн.;

n – кількість видів лісових екосистем (ресурсів) (лісових хвойних, змішаних, листяних та інших);

$M_{\text{зр}}$ – кількість забруднюючих атмосферне повітря летючих речовин (у тому числі CO_2), що поглинається лісовою екосистемою протягом року, т/рік;

$V_{\text{квзр}}$ – вартість квот на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (у тому числі CO_2 : на вуглецевому ринку Євросоюзу – на дату проведення оцінки лісової екосистеми, євро/т; грн./т (в перерахунку на гривні за курсом НБУ на дату проведення оцінки);

$M_{\text{к}}$ – кількість кисню, яку продукує (виділяє) в атмосферне повітря лісова екосистема (ресурс) протягом 1 року, т/рік;

$V_{\text{к}}$ – вартість виробництва кисню, який можна отримати за допомогою повітророзподільної промислової установки, грн./т; (довідково: вартість кисню, що виділяє природним шляхом в атмосферне повітря лісова екосистема протягом свого життєвого циклу, підрахувати неможливо. Тому, в розрахунках пропонується брати вартість виробництва кисню, який можна отримати на промислових кисневих установках повітроподілу);

t_i – тривалість життєвого циклу i -го виду лісової екосистем (у часовому вимірі, наприклад, 70 років), роки.

На нашу думку, крім вищезазначеного, вартісна оцінка озелених териконів необхідна для:

- 1) оцінки сучасного стану екосистеми та її потенціалу;
- 2) забезпечення прийняття відповідних управлінських рішень щодо охорони та використання екосистем озелених териконів;
- 3) створення системи еколого-економічних показників в рамках стратегії управління;
- 4) визначення першочергових заходів щодо охорони природи;
- 5) здійснення обліку та моніторингу озелених та неозелених териконів;
- 6) регулювання екологічних відносин в державі. Під екологічними відносинами слід розуміти – відносини, що виникають з приводу використання екосистемних ресурсів між суб'єктами господарської діяльності(забруднювачі) з однієї сторони та реципієнтами впливу з іншої сторони та регулюються між ними правами та обов'язками, які встановлені на законодавчому рівні та організації державного контролю за їх виконанням.

На нашу думку, соціально-економічний ефект завдяки здійсненню вартісної оцінки озелених териконів як екосистеми буде досягнуто, якщо буде збільшено кількість озелених териконів, що в свою чергу забезпечить більш здорове навколишнє природне середовище місцевості, де вони розташовані – гірничопромислових регіонів.

Висновки. Таким чином, в умовах, коли актуальною є цінність екосистем, доцільно оцінювати вартість асиміляційного потенціалу озелених териконів як локальних екосистем, які сприяють очищенню атмосферного повітря, ґрунтів та ґрунтових вод, задля стимулювання проведення їх озеленення. Нами розроблено методологічний підхід до оцінювання вартості асиміляційного потенціалу озелених териконів як лісових екосистем, що є *новизною наукового дослідження*.

Відповідно до нашого дослідження встановлено, що результат вартісної оцінки асиміляційного потенціалу озелених териконів є дуже важливим фінансово-економічним показником і дозволить приймати відповідні управлінські рішення щодо збільшення кількості озелених териконів для забезпечення отримання соціально-економічного ефекту для суспільства і збереження навколишнього природного середовища, а також для визначення того, що буде вигіднішим: розробка даного терикону як техногенного родовища чи його озеленення.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Список використаних джерел:

1. Повышение цены квот за выбросы CO₂ в странах ЕС. Дата оновлення: 08.2021. URL: <https://mcl.kiev.ua/povyshenie-ceny-kvot-za-vybrosy-so2-v-stranah-es/> (дата звернення: 06.09.2021).
2. Какое дерево лучше? URL: <http://dendrology.ru/books/item/f00/s00/z0000047/st040.shtml> (дата звернення: 03.12.2020).
3. Куликова М. Какое дерево выделяет больше кислорода? URL: <https://givoyles.ru/articles/nauka/kakoe-derevo-vydelyaet-bolshe-kisloroda/> (дата звернення: 05.02.2021).
4. Лакида І.П. Киснепродуктивність модальних штучних сосняків міських лісів міста Києва / І.П.Лакида, 2011. URL: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/pvnpau_lds/2011_164_3/11lip.pdf
5. Шлапак М. Кліматичні краплі. Мобільний додаток екологічно-дружніх вчинків. Дата оновлення: 27.03.2018. URL: <https://www.slideshare.net/MykolaShlapak/ss-92057771> (дата звернення: 06.06.2021).
6. Окружающая среда. Баланс CO₂. <https://www.globalnaturetrees.com/ru/%D0%BE%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B0%D1%8F-%D1%81%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0/> (дата звернення: 05.02.2021).
7. Миколук О. Озеленення – проти зміни клімату. Вчені дослідили, де в Києві найспекотніше, і як цьому зарадити. Дата оновлення: 23.06.2016. URL: <https://day.kyiv.ua/uk/article/cuspilstvo/ozelenennya-proty-zminy-klimatu> (дата звернення: 20.05.2021).
8. Одно дерево тополя поглощает за пять месяцев (с мая по сентябрь) около 44 кг углекислого газа. Дата оновлення: 10.07.2020. URL: <https://iotvet.com/biologiya/4970813.html> (дата звернення: 10.11.2020).
9. Бюджетный кодекс Украины : закон від 8 липня 2010 року № 2456-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text> (чинний, поточна редакція – Редакція від 01.01.2021, підстава – 1081-IX, 1082-IX.) (дата звернення: 26.06.2021).



УДК 504.06:553.94(477)

СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ ВПЛИВУ ВИДОБУВНИХ І ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Джумеля Е.А., к. тех. н., доцент, elviradzhumelia@gmail.com;

Джумеля В.А., vdzhumelia@gmail.com;

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

Екологічний моніторинг є важливою науковою темою, визнаною завдяки своєму потенціалу для надання базових, але життєво важливих даних для оцінювання екосистеми для вирішення проблем стійкості. Метою роботи є визначення вимог до системи екологічного моніторингу територій впливу видобувних і переробних підприємств.

Обґрунтовано необхідність побудови ефективної системи моніторингу територій впливу видобувних і переробних підприємств. Встановлено, що моніторинг дасть змогу покращити стан екологічної безпеки території підприємства і прилеглих до нього населених пунктів.

THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL MONITORING OF TERRITORIES OF INFLUENCE OF MINING AND PROCESSING ENTERPRISES

Dzhumelia E., Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., elviradzhumelia@gmail.com;

Dzhumelia V., vdzhumelia@gmail.com;

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Environmental monitoring is an important scientific topic, recognized for its potential to provide basic but vital data for assessing ecosystems to address sustainability issues. The purpose of this work is to determine the requirements for the system of environmental monitoring of areas of influence of mining and processing enterprises.

The construction of an effective system for monitoring the areas of influence of mining and processing enterprises is substantiated. It is established that the level of monitoring will improve the state of ecological safety of the enterprise territory and adjacent settlements.

Вступ. Останнім часом екологічні проблеми в нашій країні мають характер загострення: спостерігаються поширення важких металів та інших небезпечних речовин у компонентах довкілля, підтоплення, зсуви і т. д.

З розвитком інформаційних технологій стає можливим вирішення проблем, що пов'язані із забезпеченням інформації про більш комфортні умови життя, збереження здоров'я і підтримки екологічної обізнаності людей.

Важливість створення ефективної системи моніторингу довкілля набуває особливого значення в контексті реформ у сфері управління та охорони довкілля відзначено необхідність координації діяльності органів виконавчої влади для гармонізації законодавства та ефективного моніторингу довкілля. Крім того, необхідним є створення умов для підтримання екологічної рівноваги на території України, про що було зазначено у Стратегії національної безпеки України, затвердженої Указом Президента України від 14 вересня 2020 року № 392/2020.

Одним із головних інструментів забезпечення оцінювання якості довкілля в районах впливу видобувних і переробних підприємств і процесу ліквідації та рекультивациі та попередження погіршення стану безпеки є екологічний моніторинг.

Метою роботи є визначення вимог до системи екологічного моніторингу територій впливу видобувних і переробних підприємств.

Виклад матеріалу. В Україні вже не раз здійснювались спроби створення єдиних автоматизованих систем з метою об'єднання чи інтеграції всіх інформаційних ресурсів державного моніторингу навколишнього природного середовища та інформування громадян відповідно до вимог Орхуської конвенції. Зокрема, була прийнята Державна цільова екологічна програма моніторингу навколишнього природного середовища на 2007-2012 роки, що була профінансована лише на 8%. Заходи цієї програми, які стосувались застосування інформаційно-комунікаційних технологій не були в повній мірі виконані, зокрема в частині «програмного забезпечення для узагальнення і подання екологічної інформації та результатів її оцінки з



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

використанням геоінформаційних систем». У "Декларації про навколишнє середовище та розвиток" на конференції ООН з питань навколишнього середовища та розвитку, що проходила в Ріо-де-Жанейро з 3 по 14 червня 1992 р., визнаючи цілісність і взаємозв'язок природи на Землі, проголошено 27 Принципів. У Принципі 17 зазначено: "Одним з інструментів державної політики повинно бути оцінювання впливу на довкілля, здійснюване стосовно пропонованих видів діяльності". Для визначення впливу гірничо-хімічного підприємства на довкілля необхідно систематично проводити оцінювання та моніторинг стану всіх елементів довкілля як після завершення діяльності підприємства, так і під час його діяльності [1]. Проведення широкого спектру моніторингу навколишнього середовища дасть змогу уникнути несприятливих екологічних змін довкілля і змодельовати майбутні процеси довкілля у зв'язку з діяльністю гірничопромислових об'єктів [2, 3].

Науковці стверджують, що оскільки екологічна система перебуває не в стані рівноваги, а, швидше, у процесі розвитку, ключовою особливістю системи є стійкість. Внутрішня стійкість – це здатність екосистеми поглинати поступові зміни [4]. Зазвичай екосистема може поглинути і пристосуватися до змін та негативних ситуацій. Але, коли відбуваються масивні аварії чи накопичуються поступові зміни, екосистема не може впоратися з цим і створює різкі і несподівані сигнали змін.

У попередні роки було неодноразово досліджено водне і ґрунтове середовище ДП "Роздільського гірничо-хімічного підприємства "Сірка"". У техногенних водоймах підприємства (оз. Глибоке, оз. Середнє, оз. Чисте, канали), які впадають у р. Дністер, спостерігається перевищення ГДК за різними гідрохімічними показниками: рН, сульфатами (у 17 разів), фосфатами (у 700 разів), азотом амонійним (у 13,8 разів) тощо. Також встановлено значне перевищення ГДК Стронцію (у 6 разів) [1].

Тому важливим є контроль і моніторинг цих змін задля уникнення негативних реакцій екосистеми. На рисунку зображено спрощену модель поділу основних видів середовища. Модель впливу промислового середовища на інші типи розділена відповідно до критеріїв розвитку екосистеми та ресурсів життєвого циклу. Суть моделі полягає в тому, що якщо змінюється обсяг одного з видів середовища, то це впливає і на інші види.

Сконцентровані на об'єктах розміщення (у відстійниках, резервуарах і накопичувачах) відходи різноманітні за складом і класами небезпеки. Органічні й неорганічні речовини, контактуючи з атмосферою, гідросферою, літосферою, один з одним, зазнають складних фізико-хімічних й біологічних змін. Унаслідок цього утворюються й виділяються численні з'єднання, у тому числі токсичні, які мігрують у навколишнє середовище, впливають на повітря, ґрунти, поверхневі й підземні води, донні відкладання найближчих водоймищ і водотоків, рослинність.

З метою суттєвого зменшення відходів виробництва гірничо-збагачувальних підприємств необхідно використовувати комплексний підхід до вирішення цього питання. Слід ураховувати, що відходи можуть бути заміником природних мінеральних ресурсів і водночас вони є небезпечними для довкілля. У заскладованих відходах підприємств містяться не тільки мінеральні складові, які застосовуються у будівельній індустрії, але й коштовні метали, придатні для чорної й кольорової металургії.

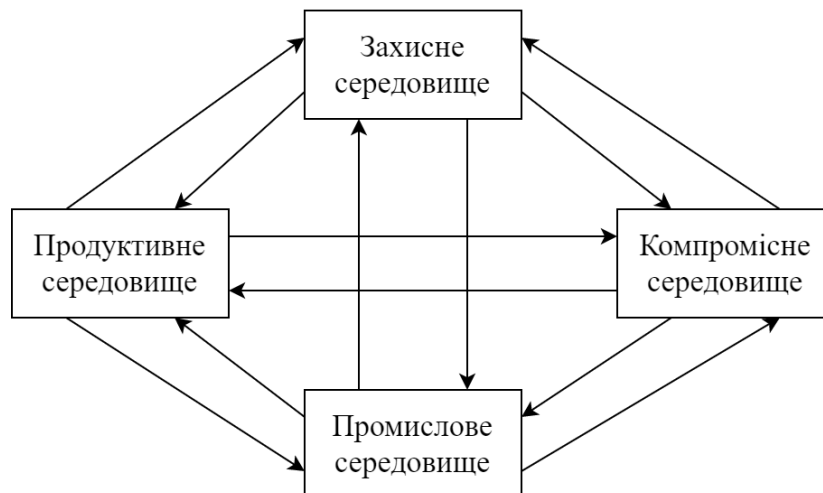


Рис. 1. Структурна модель впливу промислового середовища на інші типи, необхідних людині, розділена відповідно до критеріїв розвитку екосистеми та ресурсів життєвого циклу

Одним із головних інструментів забезпечення оцінювання якості довкілля в районах впливу видобувних і переробних підприємств і процесу ліквідації та рекультивації та попередження погіршення стану екологічної безпеки є екологічний моніторинг.

За допомогою ефективної системи екологічного моніторингу можна зберегти площі рекультивованих територій після діяльності видобувних і переробних підприємств (гірничих, хімічних, металургійних і т. д.).

Висновки. Досліджено і встановлено, що екологічний моніторинг є важливим інструментом для покращення стану екологічної безпеки та досягнення цілей сталого розвитку територій впливу видобувних і переробних підприємств. Але і дотепер система моніторингу довкілля як важлива складова системи державного управління у сфері природокористування, екологічної безпеки, формування державної політики сталого розвитку, виконання міжнародних зобов'язань України у природоохоронній сфері потребує принципового удосконалення.

Список використаних джерел:

1. В. Погребенник та Е. Джумеля, «Екологічна безпека території гірничо-хімічного підприємства на етапі ліквідації», в VI міжнар. наук.-практ. конф. "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування, Трускавець, 7-11 жовтня 2019 р., с. 127-131.
2. «The Rio Earth Summit: Summary of the United Nations Conference on Environment and Development,» 1993.
3. I. Sherameti, A. Varma, Heavy Metal Contamination of Soils: Monitoring and Remediation, т. 44, Switzerland: Springer, 497 p., 2015.
4. V. Pohrebennyk, E. Dzhumelia, «Evaluation of Impact of Mining and Chemical Enterprise on Ecological State of the Water Environment,» в Water Security: Monograph, Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2016, pp. 155-169.
5. E. P. Odum, «The Strategy of Ecosystem Development. An understanding of ecological succession provides a basis for resolving man's conflict with nature,» Science, т. 164, № 3877, pp. 262-270, 1969.



УДК 504 (477) : 323

ЗЕМЛЕВИКОРИСТАННЯ ТОРФОВИЩ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ У КОНТЕКСТІ ПРИРОДНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Тиханович Є.Є., к. геогр. н, доцент, Yevhen.Tykhanyovych@lnu.edu.ua;

Біланюк В.І., к. геогр. н, доцент, Volodymyr.Bilanyuk@lnu.edu.ua;

Андрейчук Ю.М., к. геогр. н, доцент, Yuriy.Andreychuk@lnu.edu.ua;

Хоменко К.С., Kateryna.Khomenko@lnu.edu.ua,

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна

Вивчення екологічної ситуації у межах торфовищ як природних ресурсів в Україні є надзвичайно актуальним з точки зору природно-техногенної безпеки держави. Першочергово це визначається процесами протікання пожеж у природних екосистемах пов'язаних з горінням торфу. Опіраючись на це, проведено дослідження структури рослинного покриву та структури землекористування у межах торфовищ Львівської області. При цьому виокремлено шість типів землекористування на територіях у межах торфовищ: землі під забудовою, комерційні землі, землі під промисловими об'єктами, землі військового призначення, природоохоронні землі та землі сільськогосподарського призначення. Найбільші площі під торфовищами займають землі сільськогосподарського використання – понад 17 тис. га. Важливо, що згідно проведеного дослідження на другому місці перебувають землі військового призначення – 3,7 тис. га. Ці тези засвідчують необхідність проведення такого роду досліджень у контексті національної безпеки України.

THE LANDUSE OF PEATS OF LVIV REGION IN NATURAL SECURITY OF UKRAINE CONTEXT

Tykhanyovych E., Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Yevhen.Tykhanyovych@lnu.edu.ua;

Bilanyuk V., Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Volodymyr.Bilanyuk@lnu.edu.ua;

Andreychuk Y., Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Yuriy.Andreychuk@lnu.edu.ua;

Khomenko K., Kateryna.Khomenko@lnu.edu.ua,

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

The ecological situation within peatlands as natural resources researches, in Ukraine is extremely relevant from state natural and anthropogenic security point of view. This mainly determined by fires in natural ecosystems processes, associated with peat burning. Based on this, a research of vegetation structure and land use structure within peatlands of Lviv region is more than important. There are six types of landuse in areas within peatlands: land under construction, commercial land, lands under industrial facilities and military objects, nature conservation and agricultural lands. The largest areas under peatlands occupied by agricultural lands - more than 17 thousand hectares. It is important that according to research, lands under military objects in second place - 3.7 thousand hectares. These theses testify to the need for such research in context of national security of Ukraine.

Вступ. Дослідження торфовищ та торфових пожеж є важливим питанням в наш час, адже з кожним роком кількість та масштаби таких пожеж зростають. Торфові пожежі завдають шкоди не тільки викидами в атмосферу значної кількості шкідливих речовин, але й пошкодженням та зміною екосистеми торфовищ та навколишнього ландшафту [1]. Відповідно одним з базових за дослідження ландшафтно-приуроченості торфовищ є вивчення природних умов для різних територій та, особливо, особливості землекористування. Знаючи особливості землекористування у межах території торфовищ чи потенційних територій поширення торфових пожеж можемо пропонувати рекомендації щодо покращення екологічної безпеки території, особливо на регіональному рівні. Важливо розуміти характеристики торфовищ, які сприяють розвитку пожеж. Також слід встановити принципи поширення торфів та причини виникнення пожеж.

Методика дослідження. Основою методики, що використовувалась в даному дослідженні був геоінформаційний аналіз просторової інформації [3]. В якості вихідних матеріалів використано геоінформаційні моделі ландшафтно-приуроченості (Муха Б.П.) та ґрунтової (Позняк С.П., Ямелинець Т.С., Гаськевич В.Г. та ін.) карт Львівської області, геопросторові дані OpenStreetMap отримані за допомогою сервісу geofabrik.de, дані дистанційного зондування Землі (Landsat, Sentinel-2 та ін.). Методично роботи виконувались в кілька етапів:



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

1. Підготовчий етап – включав підготовку матеріалів для подальшого аналізу
 - a. вибір та присвоєння усієї геопросторової інформації єдиної системи координат, з метою отримання коректних результатів аналізу;
 - b. здійснення вибірки об'єктів за критеріями атрибутивної інформації та просторового розміщення з їх подальшим виокремленням геопросторові шари;
2. Аналітичний етап – включав в себе розрахунок площ виділених типів землекористування та наземного покриття
 - a. шляхом використання операцій оверлейного аналізу отримано векторні площинні геопросторові шари для кожного окремого ареалу торфовищ та ландшафтних одиниць до яких вони належать;
 - b. розрахунок площ типів землекористування та наземного покриття відбувався на рівні атрибутивних баз даних з використанням індексів ландшафтних в якості ключових полів з подальшим підключенням отриманих даних в якості атрибутів ландшафтних одиниць.
3. Візуалізаційний етап – передбачав підбір способів картографічного відображення отриманих результатів та підготовку оригінал макету відповідних картографічних моделей. В процесі підбору було вирішено використовувати спосіб кількісного фону для такого показника як заторфованість ландшафтів у відсотках та структурні діаграми для типів землекористування та наземного покриття.

Результати дослідження. На основі опрацьованих матеріалів розраховано заторфованість ландшафтів, яка виражається співвідношенням площі торфу до площі ландшафту та виражається у відсотках (рис. 1, 2).

Отже, найбільш заторфованими є ландшафти четвертої групи, а саме Янівський та Домачирський. Також показник заторфованості перевищує 15 % у Солокійському, Радехівському та Городоцько-Щирецькому ландшафтах. Найменше торфовищ у опільських, центрально-малополіських та передкарпатських ландшафтах.

Проаналізувавши структуру рослинного покриття можемо зробити висновок, що найбільш поширеною в межах торфовищ є деревна рослинність, а в центрально-малополіських та опільських ландшафтах поширення деревної рослинності сягає 100 %.

Сільськогосподарські культури та сади поширені в межах окраїнно-малополіської, опільської та подільської групи ландшафтів. Менш поширеними у відсотковому відношенні площ є торфовища, які покриті трав'яною рослинністю та чагарниками. Ці території поширені передусім в опільській групі, і приурочені головним чином до Татарківського, Городоцько-Щирецького та Куликівського ландшафтів.

Щодо покриття торфовищ сільськогосподарськими культурами та садами зазначимо, що на основі проведеного площі доволі значні. Загалом у низці ландшафтів є такі торфовища, які повністю покриті згаданими типами лісорослинного покриття. Сюди відносять: Підкамінський, Підгологірський, Варязький, Стільський, Ходорівсько-Бурштинський та ін.

Загалом, проаналізувавши одержані під час аналізу площинні показники структури рослинного покриття можемо зробити висновок, що у структурі рослинного покриття найбільші площі на торфовищах займають сільськогосподарські культури і сади – понад 17 тис. га. Деревною рослинністю покрито близько 12 тис. га. території виокремлених торфовищ. Найменші площі зайняті трав'яною та чагарниковою рослинністю – 311 та 262 гектари відповідно.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

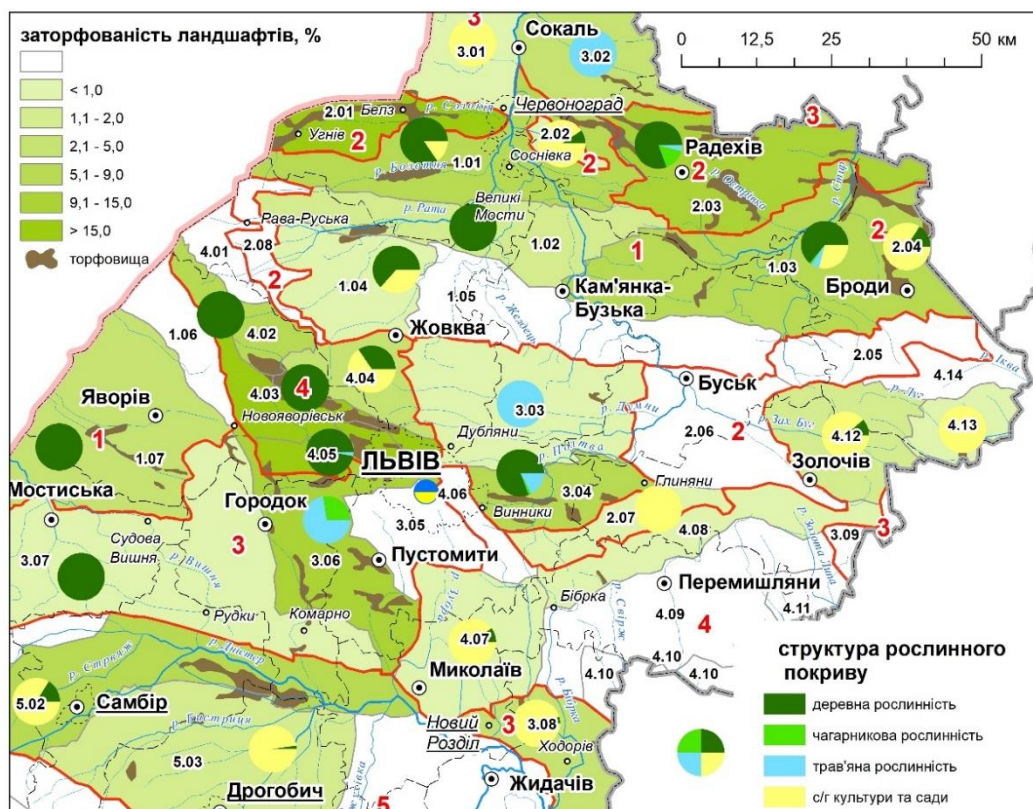


Рис. 1. Структура рослинного покриву в межах торфовищ Львівської області

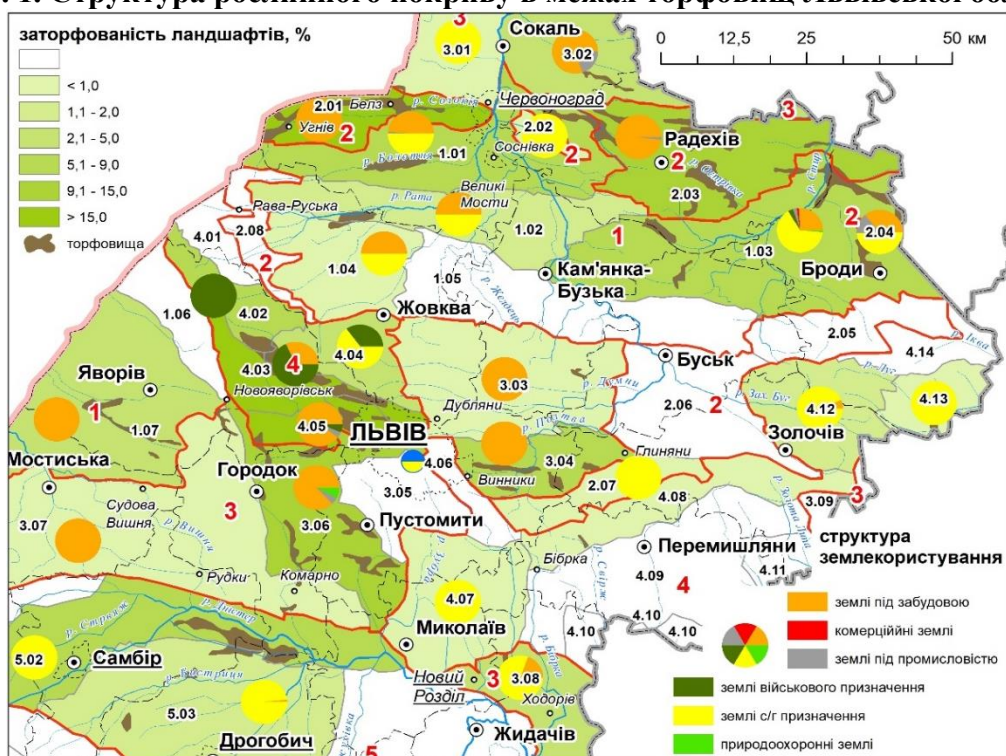


Рис. 2. Структура землекористування в межах торфовищ Львівської області

Ще одним етапом дослідження є проведення аналізу структури землекористування у межах торфовищ, оскільки при аналізі екологічної безпеки регіону першочерговим є виявлення того, на які об'єкти інфраструктури вплинуть потенційні природні торфові пожежі.



Для виконання цього завдання, нами у системі ArcGIS опрацьовано базу даних LandUse. При цьому для створення (рис. 2.) карти виокремлено шість типів землекористування на територіях у межах торфовищ. Сюди відносимо землі під забудовою, комерційні землі, землі під промисловими об'єктами, землі військового призначення, землі сільськогосподарського призначення та природоохоронні землі.

Найбільші площі у структурі землекористування займають землі сільськогосподарського використання. Їхні показники площ становлять понад 17 тис. га. Ці території поширені практично в усіх індивідуальних ландшафтах. Значна частина ландшафтів Львівської області практично повністю підпадає під цей показник. Торфовища повністю використовуються як землі сільськогосподарського призначення розміщені у Корчинському, Варязькому, Підгологірському, Самбірському, Стільському та інших ландшафтах.

Важливо зазначити, що на другому місці за площею відповідно до землекористування перебувають землі військового призначення. Кількісний показник цих територій становить понад 3,7 тис. га. Таке розміщення об'єктів військової промисловості несе додатковий ризик для території, особливо за проходження торфових пожеж. Ці території розташовано у Равському, Дубровицькому, Верхньоверешицькому ландшафтах.

Приблизно такі ж площі торфовищ – понад 3,3 тис. га. – використовуються як землі під забудовою. Такий тип землекористування притаманний Яворівському, Куликівському, Білківському, Татарківському Мостиському та інших ландшафтів. Цікаво, що у межах вказаних ландшафтних виділів практично уся площа торфовищ виявилася забудованою.

Найменші площі при аналізі структури землекористування припадають на землі під промисловістю, природоохоронні та комерційні землі. Їх площі за нашими підрахунками не перевищують 100 га, за винятком промислових земель, показник площі яких становить 107 га.

Висновок. Проаналізувавши річні звіти Державної служби України з надзвичайних ситуацій за період з 2016 по 2020 роки [2], зазначимо, що кількість пожеж на торфовищах Львівської області має тенденцію зростання. Найбільшу кількість НС пов'язаних з пожежами на торфі зафіксовано в 2019 році, а найменша – 2017 році. Тенденцію зростання також мають і площі охопленні пожежами, виділяється з дослідженого періоду 2017 рік, адже охоплена пожежами площа становить 4,1 га, що відповідає найменшому значенню.

Негативні екологічні наслідки горіння торфу можна поділити на дві групи: короточасні, які діють безпосередньо на фоні пожежі, та віддалені, проявляються через певний проміжок часу значно перевищуючи час дії пожежі. Серед продуктів горіння торфу присутні насичені та ненасичені вуглеводні, бензол, толуол та інші ядовиті речовини в концентраціях, що в тисячі разів перевищують значення гранично допустимої концентрації. Найбільш чутливим до впливу пожеж є ґрунт, як головний компонент біоценозу. При пожежі відбувається сильне нагрівання ґрунту, що впливає на зміну рослинної різноманітності після пожежі, на водопроникність ґрунтів та утворення ерозії.

У структурі рослинного покриву найбільші площі на торфовищах займають сільськогосподарські культури і сади – понад 17 тис. га. Деревною рослинністю покрито близько 12 тис. га. території виокремлених торфовищ. Найменші площі зайняті трав'яною та чагарниковою рослинністю – 311 та 262 гектари відповідно.

Для вивчення структури землекористування опрацьовано базу даних LandUse. При цьому виокремлено шість типів землекористування на територіях у межах торфовищ: землі під забудовою, комерційні землі, землі під промисловими об'єктами, землі військового призначення, природоохоронні землі та землі сільськогосподарського призначення. Найбільші площі землі сільськогосподарського використання – понад 17 тис. га. Важливо, що на другому місці перебувають землі військового призначення – 3,7 тис. га. Приблизно такі ж площі торфовищ – понад 3,3 тис. га. – землі під забудовою. Найменші площі при аналізі структури землекористування припадають на землі під промисловістю, природоохоронні та комерційні землі.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»

Список використаних джерел:

1. Black R.R., Aurell J., Holder A., George I.J., Gullett B.K., Hays M.D., Geron C.D., Tabor D. Characterization of gas and particle emissions from laboratory burns of peat emissions. *Atmospheric Environment*, 2016, no. 132, pp. 49–57.
2. Звіти про роботу Головного управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Львівській області за 2016–2020 роки.
3. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.

**ВИКОРИСТАННЯ
ПІДЗЕМНИХ ВОД.
ПЕРЕОЦІНКА
ЗАПАСІВ ТА РЕСУРСІВ
ПІДЗЕМНИХ ВОД**





УДК 556. 532 (477-924-52)

НАСЛІДКИ, ПРИЧИНИ ТА МОЖЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ НА РІКАХ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

Адаменко О.М., д. геол.-мін. н., професор, yarad1964@gmail.com;

Михайлюк Р.Й., аспірант, vodaif@vodaif.gov.ua;

Мандрик О.М., д. тех. н., професор, o.mandryk@nung.edu.ua;

Качала С.В., к. тех. н., pernerolik@gmail.com;

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

На ріках Західного регіону України Дністрі, Пруті, Тисі, Сіреті відбуваються катастрофічні паводки з періодичністю 8-12-16 років, що руйнують ландшафти, господарську інфраструктуру і приводять до людських жертв. Тільки два останні паводки 2008 і 2020 років зруйнували більше 20 тисяч будинків у 420 населених пунктах, розмили більше 300 км автодоріг, 600 км берегоукріплень, більше 100 мостів, загинули люди, в тому числі діти. Тому проблематика аналізу наслідків, виявлення причин та можливість прогнозування наступних паводків є актуальною. Важливим є прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки з розробкою заходів її подолання. Матеріали і методи досліджень розроблені авторами в процесі багаторічної роботи на Дністровському протипаводковому полігоні. Це – системний аналіз, картування геоморфології четвертинних відкладів і ландшафтів, відбір та аналіз проб із компонентів довкілля для оцінки забруднень.

CONSEQUENCES, CAUSES AND POSSIBILITIES OF FORECASTING DISASTER FLOODS ON THE RIVERS OF WESTERN UKRAINE

Adamenko O., Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), professor, yarad1964@gmail.com;

Mikhailyuk R., researcher of scientific degree, vodaif@vodaif.gov.ua;

Mandryk O., Dr. Sci. (Eng.), professor, o.mandryk@nung.edu.ua;

Kachala S., Cand. Sci. (Eng.), pernerolik@gmail.com;

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

On the rivers of the Western region of Ukraine Dniester, Prut, Tisza, Siret catastrophic floods occur with a frequency of 8-12-16 years, destroying landscapes, economic infrastructure and resulting in human casualties. The last two floods of 2008 and 2020 destroyed more than 20,000 houses in 420 settlements, washed away more than 300 km of roads, 600 km of fortifications, more than 100 bridges, and killed people, including children. Therefore, the issue of analysis of consequences, identification of causes and the ability to predict subsequent floods is relevant. It is important to predict and prevent man-caused and ecological hazards with the development of measures to overcome it. Materials and research methods were developed by the authors in the process of many years of work at the Dniester flood polygon. These are systematic analysis, mapping of the geomorphology of Quaternary sediments and landscapes, sampling and analysis of samples from environmental components to assess pollution.

За минуле і початок нинішнього століття відбулись паводки на північно-східному макросхилі Карпат, Прикарпатті та Поділлі у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002, 2008 і 2020 роках у теплу пору року, а на Закарпатті у 1926, 1947, 1957, 1970, 1998, 2002, 2008 і 2020 роках у холодну пору року. Особливо катастрофічними були паводки 2008 і 2020 рр.

Наслідки останнього обговорені на науково-практичному семінарі «Прогнозування, попередження та ліквідація наслідків повеней у Карпатському регіоні», який відбувся 15 липня 2020 р. у ІФНТУНГ за участю фахівців Києва, Рівного, Ужгорода та ін. Було прийнято рішення з комплексом протипаводкових заходів.

З грудня 2020 р. Вчена Рада ІФНТУНГ ухвалила своїм рішенням № 09/615, а ректор 28 грудня видав наказ № 337 про створення з 01.01.2021 р. у структурі університету окремого структурного підрозділу – «Центру прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття» на чолі з директором – доктором геолого-мінералогічних наук, професором кафедри екології Адаменком О. М. та координатором роботи Центру першим проректором ІФНТУНГ доктором технічних наук, професором Мандриком О. М.

Метою Центру є прогнозування техногенно-гідроекологічної небезпеки та попередження



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

про неї у басейнах річок Дністра, Прута та ін. Основними функціями Центру є оцінка гідроекологічних процесів у басейнах рік та дослідження взаємозв'язків та взаємозалежностей між природними та антропогенними чинниками, які в умовах глобального потепління клімату приводять до періодичних катастрофічних паводків з глибокими трансформаціями ландшафтів, змінами інфраструктури, а іноді і з людськими жертвами.

У роботі Центру передбачена участь, крім ІФНТУНГ, фахівців Державної служби надзвичайних ситуацій України в Івано-Франківській області, Дністровського басейнового управління водних ресурсів, Управління екології та природних ресурсів Івано-Франківської ОДА, органів місцевого самоврядування, Національного технічного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне), Національних університетів Київського ім. Т. Шевченка, Львівського ім. І. Франка, Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, Краківської гірничо-металургійної академії, Геологічного інституту Польської академії наук (м. Варшава), Університету ім. Марії Кюрі-Склодовської (м. Люблін) та ін.

Розроблені та затверджені Стратегія досліджень Центру на 2021-2023 рр. з 16-ма основними завданнями, Бізнес-план роботи на 2021 р. з 6-ма завданнями, Положення про Центр прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття та інші необхідні документи.

Не залишаються поза увагою попередні дослідження та публікації. Із головних наведемо Товариство Лева (Львів), яке разом з університетом Філіпса (Марбург, ФРН) розробило нову ринкову стратегію сільськогосподарського, лісового і водного природокористування у басейні Дністра. Міжнародний українсько-молдавський проект ЄС опублікував Атлас Дністра. Цікавими є окремі роботи молодих вчених-ентузіастів, наприклад Є. А. Витриховського, що запропонував плідну ідею водопостачання населених пунктів під час катастрофічних паводків.

Причинами руйнівних водних стихій є природні і техногенні (антропогенні) чинники. Останні – через безгосподарську (некомпетентну) діяльність. До природних причин відносяться:

- наднормативна кількість опадів та висока швидкість їх випадання;
- високе насичення вологою ґрунтів, що зменшує їх водопоглинальну спроможність;
- слабкі механічні властивості субстрату схилів, складених лесоподібними суглинками, глинистими менілітами та ін., що спричиняє формування запруд у долинах з обвалами, селями і т. ін.;

• високий енергетичний потенціал глибоко розчленованого гірського рельєфу;

• нестійкість окремих блоків літосфери у зв'язку з сейсмічною активністю;

• зниження захисної спроможності рослинності, особливо лісового покриву, внаслідок раннього припинення вегетації – усихання листя, трав на луках;

- велика швидкість стікання води із крутих схилів.

Техногенні (антропогенні) причини обумовлені в основному безграмотною господарською діяльністю:

- розорювання та знеліснення водозаборів без застосування протиерозійних заходів;
- забудова заплавл річок, особливо водоохоронних зон та водозахисних смуг;
- несанкціоноване вирубування лісів, які за даними В.П. Лахова, О. Маєрґакової, В. Олійника, І.С. Шпака, здатні затримувати до 30 % дощової води;
- видобування піщано-гравійних сумішей із русел рік, що перевищує рівновагу твердого стоку;
- будівництво автомобільних доріг вздовж русел рік, замість того щоб їх віднести вгору по схилу долини;
- спорудження мостів, опори (палі) яких не доходять до корінних порід, а «повисають» в алювії;



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

- знищення полонинських лук та приполонинських лісів через тривалі періоди випасання худоби.

Для подолання такого широкого комплексу паводкової небезпеки необхідно розробити прогноз її передбачення.

Прогнозування катастрофічних паводків розглядається авторами статті як тріада необхідних відповідей на питання: який масштаб прояву небезпеки, тобто яка територія буде затоплена; інтенсивність паводку або на яку висоту підніметься вода; коли це станеться в часі. На першу і другу складові прогнозу вже навчилися давати відповіді, а ось третя складова тріади поки що тільки починає відкриватись: ще кілька років тому О. М. Адаменко і Д.О. Зорін передбачили паводок 2020 р.

Перша частина тріади – територіальний прогноз визначався на Дністровському протипаводковому полігоні протягом 2008-2018 рр. шляхом складання спеціальних карт – геоморфологічної, четвертинних відкладів і ландшафтної у масштабі 1:10 000. На території 1 640 км² було виділено 72 квадрати площею по 20 км². До вивчення було залучено 52 студенти – майбутні магістри, які оцінювали екологічну ситуацію «свого» квадрату шляхом відбору та аналізу проб ґрунтів на основні забруднювачі [1, 2, 6]. Це дозволило виділити різновисотні гіпсометричні рівні низької (+1 м над руслом), середньої (+3 м), високої (+5 м) заплавних та І надзапавної (+10-12 м) терас. Таким чином була побудована Карта екологічного прогнозу затоплення територій катастрофічними паводками. Карта дає можливість виділити у кожному населеному пункті сегменти, що будуть затоплені, і які залишаються «сухими», щоб визначити, кого потрібно евакуювати, а кого ні.

Друга частина тріади прогнозування – інтенсивність прояву паводку – визначається при аналізі максимальних підйомів води за період інструментальних спостережень, які проводились у регіоні з 1881 р. Аналіз цієї інформації показує, що на гідропостах у мм. Галичі, Коломії, Стрию, Долині максимум висоти паводків досягав 10–12 м. Щоб контролювати першу і другу складові тріади О. М. Адаменко і Д. О. Зорін розробили ідею АВПС «Дністер» – автоматизованої інформаційно-вимірювальної протипаводкової системи для басейну Дністра. У верхів'ях кожного допливу Дністра необхідно розмістити автоматизовані метеорологічні станції (АМС), а у гирлах цих приток – автоматизовані гідрологічні пости (АГП), які б вимірювали кількість опадів у верхів'ях кожної допливи і відповідний підйом води у її гирлі. Це необхідно для збалансованого управління паводками.

Третя складова прогнозу тріади – коли проявиться наступний паводок – найбільш складна і поки що малоімовірна. Необхідно виконати періодизацію геологічних, геоморфологічних, палеогеографічних, археологічних, літописно-історичних подій.

За даними досліджень П. Ф. Гожики, В. М. Шестопалова, С. С. Круглова, В. О. Зубакова, Г. І. Рудька, Джеймса Лера, Дугласа Палмера, Клера Патерсона, Чарлза Волкота, Волтера та Луїса Альваресів, розробок Смітсонівського інституту у Вашингтоні, Музею історії природи у Нью-Йорку, Британського музею у Лондоні, Інституту палеонтології людини у Парижі, в історії Землі виділяється кілька різнопорядкових періодичних коливань (еонів, періодів, циклів, етапів, фаз) розвитку. Найдавніша періодичність – це синусоїда І порядку – галактичний рік (225–250 млн р. – період обертання нашої галактики Чумацький шлях разом з Сонячною системою і Землею навколо центру галактики. Уже відбулось 19 таких обертів від народження Землі 4, 567 млрд р. тому до сьогодення.

II цикл періодичності відповідає чергуванню тектоно-магматичних етапів (165 млн р.) у гадейському (4,565–4,0 млрд р. т.), архейському (4,0–2,0), протерозойському (2,0–0,56) та фанерозойському (560–0 млн р.т) еонах. Найпевніше тектоно-магматичні цикли виявлені в останньому еоні: це карельський, балтійський, каледонський, герцинський, тихоокеанський та альпійський.

III цикл періодичності – це поділ тектоно-магматичних циклів на океанічний,



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

геосинклінальний, складчасто-гороутворювальний та платформовий етапи протяжністю від 30–40 млн р. циклів 10–15 млн р., відносяться до IV порядку. Чим ближче до сьогодення, тим детальніше проявляється періодичність геологічних подій.

V (3–1 млн р.), VI (130–140 тис. р.) та VII (10–20 тис. р.) – це геоморфологічна та палеогеографічна періодичність, яку вивчають за чергуванням поверхонь вирівнювання та розчленування рельєфу, а також за палеокліматичними змінами ландшафтів. Так, за даними наукової школи М. Ф. Веклича (Інститут географії НАН України) виділяється 16 палеокліматичних етапів від теплих і вологих до сухих холодних і навіть зледенінь: приазовський, мартаноський, сульський, завадівський, дніпровський та ін. Вони супроводжуються екстремальними явищами, у т. ч. і катастрофічними паводками.

VIII цикл періодичності – це малий кліматичний оптимум (з початку нашої ери до XII століття). IX цикл – це малий льодовиковий період (XIII–XVIII ст.). X цикл характеризується потеплінням з XIX ст. і до наших днів, а XI цикл – 33-літніми коливаннями клімату, що встановлено інструментальними спостереженнями з 1881 р. XII цикл – 11-літні зміни глобального клімату, які поділяються на 5–6 та 3–4-річні (XIII цикл). Результуючою кривою кліматичних коливань є накладання синусоїд 13 порядків, яка дає змогу порівняти частоту повторюваності катастрофічних паводків через певну кількість років. Таким чином, ще у 2014 р. О. М. Адаменко отримав дату наступного паводку 2020 року, через 12 років після попереднього 2008 р. з ймовірністю у 30 %. Це означає, що ми на вірному шляху у прогнозах. Підкреслимо, що не має значення через скільки років це відбудеться – через 4, 8, 12, чи 19, важливо, що «напад» водної стихії обов'язково відбудеться і до цього треба бути готовим!

Висновки.

1. Катастрофічні паводки 2008 та 2020 р. принесли не тільки руйнівні наслідки та великі матеріальні, моральні та фінансові збитки Західному регіону України, а й пришвидшили наукове осмислення як природних, так і антропогенних причин цих потужних явищ.

2. Розроблено кілька державних протипаводкових програм, проведені координаційні семінари виробничих, природоохоронних та наукових установ, виділені кошти, хоча і недостатні для подолання катастрофічних наслідків.

3. Створено Центр прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття, який повинен об'єднати зусилля науковців та захисників довкілля єдиною стратегією захисту від водних стихій.

4. У справі прогнозування паводків визначена тріада, що об'єднує масштаби майбутнього прояву паводків, тобто їх просторове поширення, та інтенсивність або висоту можливого підйому води. Третя складова тріади – коли це відбудеться поки що прогнозується з невисокою ймовірністю (до 30 %).

5. Повторюваність повеней кожного року – це звичайне явище, коли тане сніг. Через 3–4 роки відбуваються літні паводки, іноді катастрофічного характеру. Через 5–6 років вони можуть повторюватись, але максимальної інтенсивності досягають через 12–16–19 років. При цьому не має значення, коли це відбудеться – у 2028, 2032, 2036 роках. Головне те, що воно обов'язково відбудеться і до цього необхідно бути підготовленим.

Список використаних джерел:

1. Адаменко О. М., Зорін Д. О., Мосюк М. І., Радловська К. О. Еколого-економічні наслідки катастрофічних паводків та їх подолання на Дністровському інженерно-екологічному полігоні. *Економічний форум*. 2020. № 1. С. 54–64.

2. Крижанівський Є. І., Мандрик О. М., Адаменко Я. О., Зорін Д. О. та ін. Організаційні, навчальні та науково-дослідні роботи на Дністровському протипаводковому полігоні у 2012–2013 рр. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2014. № 1 (9). С. 53–70.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

3. Трофимчук О. М., Адаменко О. М., Триснюк В. М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду. Івано-Франківськ–Київ: Супрун В. П., 2021. 340 с.
4. Дячук В. А., Сусідко М. М. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення. *Український географічний журнал*. 1999. № 1. С. 33–42.
5. Адаменко О. М., Крижанівський Є. І. Про можливість передбачення та запобігання катастрофічних наслідків паводків на ріках Карпатського регіону. *Матеріали 5 науково-практичної конференції*. Київ: НПП «Екологія. Наука. Техніка», 2009. С. 17–20.
6. Адаменко О. М., Зорін Д. О. Стан довкілля у річкових долинах з катастрофічними паводками. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 240 с.
7. Кравчук Я. С. Геоморфологія Прикарпаття. Львів: Меркатор, 1999. 188 с.
8. Кирилук М. І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат. Чернівці: Рута, 2001. 246 с.
9. Вишневський П. В. Зливи і зливовий стік на Україні. Київ: Наукова думка, 1964. 144 с.
10. Тепловой и водный режим Украинских Карпат. Под ред. Л. И. Сакали. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 204 с.
11. Олийнык В. С. Задержание дождевых осадков пологом еловых древостанов Карпат. *Лесоводство и агролесомелиорация*. 1978. Вып. 51. С. 46–50.
12. Шпак И. С. Влияние леса на водный баланс водосборов. Киев: Наукова думка, 1968. 142 с.
13. Лахов В. П. Учет осадков, задержанных лесом, методом дождевания. *Метеорология и гидрология*. 1938. № 6. С. 13–17.
14. Майергакова О. Значение перехвата осадков при решении осадкостокowych отношений и отношений баланса. В кн.: Конференция по гидрологии Карпат. Братислава, 1981. С. 38–41.
15. Адаменко О. М., Зорін Д. О., Белз Т. П. Парк історії Землі та Людини на Прикарпатті. Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2019. 236 с.
16. Hazen, R.M. The Story of the Earth. New York: Penguin Books, 2012. 306 p.
17. Матвіїшина Ж. М., Передерій В. І., Герасименко Н. П. та ін. Просторово-часова кореляція палеогеографічних умов четвертинного періоду на території України. Київ: Наукова думка, 2010. 192 с.
18. Пасецкий В. М., Борисенков Е. П. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. Москва: Мысль, 1988. 524 с.
19. Lomnicki A. Atlas Geologiczny Galicyi. Krakow. 1905. Zecz. 5. 391 p.
20. Madeyska T., (ed.), Lessy I paleolit Naddnisterza halickego (Ukraina). *Studia Geologica Polonica*. Krakow. 2002. Vol. 119. P. 5–391.
21. Romer E. Epocha lodowa na Swidezowe. Krakow: Kosmos, 1906. T. XXXI. P. 363–386.



УДК 551.49:551.497:551.491.56 (477.8)

**ПОВТОРНА ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ДІЛЯНОК
«КРИШТАЛЕВЕ ДЖЕРЕЛО-1» І «КРИШТАЛЕВЕ ДЖЕРЕЛО-2»
ГОЛУБІНСЬКОГО РОДОВИЩА МІНЕРАЛЬНИХ
ЛІКУВАЛЬНО-СТОЛОВИХ ВОД**

Бацевич Н.В.¹, к. геол. н. (доктор філософії), natalja_bats@ukr.net;

Панченко А.В.², к. екон. н., доцент;

Яремович М.В.³, mishayaremovich@gmail.com;

Базіляй С.Б.³, nadravoda@gmail.com;

1 – Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, Україна,

2 – Національний університет "Львівська політехніка",

3 – ТзОВ Науково-виробниче технічне підприємство "Геологічні Технології", м. Львів, Україна

Дану наукову публікацію підготовано на основі результатів геолого-розвідувальних робіт, проведених ТзОВ «Геол-Тех» для забезпечення гідромінеральної бази ТОВ «Санаторій «Кришталеве джерело», ділянка, де розташовані свердловини №№ 3-р та 12-р, Голубинського родовища мінеральних підземних вод. Корисною копалиною на Голубинському родовищі є мінеральні вуглекислі гідрокарбонатні натрієві води лікувального та лікувально-столового призначення. Метою даної роботи було перерахувати експлуатаційні запаси мінеральних лікувально-столових підземних вод водозабірних свердловин № 3-р (ділянка «Кришталеве джерело-1») та 12-р (ділянка «Кришталеве джерело-2»). В результаті проведених робіт, таких, як: заміри витрат води, контрольні заміри миттєвого дебіту, заміри рівня в свердловині, визначення HCO_3 , визначення CO_2 розчиненого, визначення газового фактору, лабораторні аналізи води (короткий хімічний аналіз (х/ан.), скорочений х/ан, повний х/ан, санбак/ан.) оцінено експлуатаційні запаси мінеральних вод за промисловою категорією «В» на проектний 25-річний термін розробки.

**REPEAT GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OPERATING
RESERVES OF SITES «CRYSTAL SOURCE-1» AND «CRYSTAL SOURCE-2»
OF GOLUBINSKY DEPOSIT OF MINERAL MEDICAL-TABLE WATERS**

Batsevych N.¹, Cand. Sci. (Geol.), (Doctor of Philosophy), natalja_bats@ukr.net;

Panchenko A.², Cand. Sci. (Econ.), **Jaremovych M.³**, mishayaremovich@gmail.com;

Baziljaj S.³, nadravoda@gmail.com;

1 – Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

2 – Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine,

3 – LTD Research and production technical enterprise "Geological technologies", Lviv, Ukraine

This scientific publication is based on geological exploration works carried out by LLC «Geological Technologies» to provide the hydromineral base of Company «Sanatorium «Crystal Source», the area where wells 3-p and 12-p are located, of Golubinsky mineral groundwater deposit. Mineral carbonate sodium bicarbonate waters for medical and medical-table purposes are a mineral at the Golubynskoye deposit. The purpose of this work was to list the operational reserves of mineral medical-table groundwater of water intake wells № 3-p (section «Crystal source-1») and 12-p (section "Crystal source-2"). As a result of the performed works, such as: water flow measurements, control measurements of instantaneous flow, level measurements in the well, determination of HCO_3 , determination of dissolved CO_2 , determination of gas factor, laboratory analyzes of water (short chemical analysis (ch /an.), abbreviated ch/an, full ch/an, sanbak/an.) operational reserves of mineral waters according to the industrial category "B" for the project 25-year development period are estimated.

Вступ. Корисною копалиною на Голубинському родовищі є мінеральні вуглекислі гідрокарбонатні натрієві води лікувального та лікувально-столового призначення, які видобувають із водозабірних свердловин і використовують в лікувально-оздоровчому процесі в санаторіях «Квітка полонини» та «Кришталеве джерело», а також фасують для промислового розливу як лікувально-столові мінеральні води із загальною назвою «Лужанська», на заводах розливу «Луги» (ВАТ «Свалявські мінеральні води»), «Маргіт» (ТзОВ «Маргіт») та ТзОВ «Аква поляна».

Голубинське родовище вуглекислих мінеральних вод розташоване в долині р. Пінія (ліва притока р. Латориці), між селами Солочин і Голубине Мукачівського району Закарпатської



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

області на віддалі 6 км на північ від м. Свалява та 68 км на схід від обласного центру – м. Ужгород. Територія Голубинського родовища мінеральних вод займає територію розміром 2,3 x 2,5 км, загальною площею 5,7 км².

В даній роботі оцінено (переоцінено) запаси мінеральних вод свердловин 3-р та 12-р, які розробляються ТОВ «Санаторій «Кришталеве джерело» з 1985 року. Географічні координати свердловини № 3-р: 48°35'54" ПнШ; 22°58'37" СхД, а свердловини № 12-р: 48°35'26" ПнШ; 22°58'36" СхД. Система координат - WGS-84.

Мета робіт – повторна геолого-економічна оцінка ліцензійних ділянок «Кришталеве джерело-1» (свердловина 3-р) та «Кришталеве джерело-2» (свердловина № 12-р) Голубинського родовища з перерахунком експлуатаційних запасів мінеральних лікувально-столових підземних вод водозабірних свердловин № 3-р та 12-р.

Методи досліджень. При визначенні методики польових дослідних робіт був проведений аналіз режиму експлуатації свердловин 3-р та 12-р за попередні роки.

Режимні спостереження на водозаборах свердловини № 3-р та 12-р Голубинського родовища мінеральних вод: заміри витрат води, контрольні заміри миттєвого дебіту, заміри рівня в свердловині, визначення НСО₃, визначення СО₂ розчиненого, визначення газового фактору, відбір проб на лабораторні аналізи води (короткий хімічний аналіз (х/ан.), скорочений х/ан, повний х/ан, санбак/ан.).

Геологічна будова і гідрогеоумови району робіт. Голубинське родовище є одним із серії родовищ вуглекислих гідрокарбонатних натрієвих вод які розвідані у Мукачівському районі Закарпатської області [1]. Родовища просторово і генетично приурочені до регіональних геологічних структур міогеосинкліналі флішових Карпат: Бачавського покриву (структурно-фаціальній зоні) першого порядку та перетину цієї структури регіональним Пінійським розривом. Цей розрив, сформований в постгеосинклінальну фазу тектонічного розвитку Карпат в ранньому плейстоцені рухами «розтягання», утворив потужні тріщинуваті і, відповідно, колекторські зони, які проникають через увесь флішовий чохол у субстрат міогеосинкліналі. Останній, складений мармуром та доломітами тріасу і юри, під впливом термометаморфізму, викликаного вулканічною діяльністю пліоценового часу, регенерує вуглекислий газ, який, піднімаючись у приповерхневі колектори, насичені підземними водами, утворює мінеральні вуглекислі води. Гідрокарбонатний натрієвий (чисто содовий) склад цих вод утворюється при циркуляції вуглекислих вод в породах, багатих плагіоклазами, з яких агресивна вуглекислота вилугує натрій, не пов'язаний з хлором. На-плагіоклазами збагачені пісковики бачавської світи верхньокрейдового віку, які розвинені саме у Бачавському покриві.

В районі Сваляви – Голубино – Поляни утворилися лінійні складки іншого структурного плану. В районі Голубино – Поляни крупні складчасто-насувні структури складені переважно крейдовими (бачавськими) та палеогеновими (лютськими) відкладами, серед яких переважають масивні та товстошаруваті пісковики [2]. Між ним знаходиться сама структура регіональної для Бачавського покриву зони зсуву. В досліджуваному районі зсув трасується долиною річки Пінії.

У плані формування ресурсів підземних вод в Карпатській гірській системі молоді розриви відіграли ключову роль. В лінійних зонах тріщинуватості утворилися, особливо коли розриви розсікали кластичні породи – пісковики, лінійні зони відкритої тріщинуватості, абсолютно нехарактерні для флішових карпатських структур, утворених рухами стискання. Відкрита тріщинуватість порід характерна саме для молодих розривів, утворених рухами розтягання. Основні колектори тріщинуватих порід приурочені до гірських долин. Всі такі долини з їхніми річками – поверхневими водотоками – є, крім того, «жолобами» розвантаження тріщинуватих водних систем. В таких, особливо вузьких, долинах завжди спостерігаються потужні джерела підземних вод, а бурові свердловини мають високі дебіти. Останнє для карпатського флішу є взагалі явищем нетиповим.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

В районі, який досліджується, відомі численні джерела підземних вод, що використовуються для водопостачання міста Сваляви в долині Вечі, численних оздоровниць в районі Поляни у верхів'ях приток Пінії.

З молодими розривами, які сягають субстрату Карпат, складеного вапняковими породами, пов'язані і вуглекислі води. Вуглекислота, регенована неогеновим термометаморфізмом із вапнякових порід по зонах відкритої тріщинуватості, в яких циркулюють підземні води, змішується з ними, сприяє метаморфізації їхнього складу, насичуючи натрієм і гідрокарбонатами.

Окремі потужні розриви сягають субстрату карпатської міогеосінкліналі, складеного карбонатними породами юри і тріасу, які за Олегом Гнилко [3] структурно належать Західно-Європейській платформі. Саме ці розриви, утворюючи завдяки рухам розтягання зони відкритої тріщинуватості в кластичних породах, забезпечують виведення на поверхню вуглекислоти в газовій фазі, яка утворилась в карбонатних породах карпатського субстрату в міоценовий час завдяки впливу термального фактору при магматичних процесах виливу міоценових базальтів в пасмі Закарпатського розлому з утворенням Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма. Отже, постгеосинклінальні плейстоценові рухи є фактором генезису родовищ вуглекислих вод в Карпатах.

Стратиграфія. Розріз крейдових відкладів Бачавської зони починається з характерних скременілих чорних тонкозернистих пісковиків і аргілітів шипотської світи.

Верхньокрейдові відклади починаються з малопотужної товщі (до 100-150 м) яловецької світи, що представлена сірим тонкоритмічним, переважно глинистим флішем з характерними слюдистими тонкошаруватими алевролітами. Вище залягає потужна товща масивних і товстошаруватих пісковиків характерного кварц-польовошпатового складу – бачавська світа. Потужність світи – 500-1000 м. Вище, в покрівлі бачавської світи залягає ритмічний темно-сірий глинистий фліш, який утворює потужну березнянську світу.

Отже, границі яловецької, бачавської та березнянської світ в бачавському типі розрізу верхньої крейди є діахронними. З півночі на південь верхня і нижня флішеві товщі зменшуються в потужності і стратиграфічному інтервалі і заміщуються бачавськими пісковиками; верхня з них в окремих розрізах – майже повністю.

Палеогенові відклади починаються масивними пісковиками лутської світи кварцевого складу, груборитмічної морфології. Потужність 200-700 м, частіше 400-600 м.

Еоценові відклади представлені тонкоритмічним флішем піщано-глинистого складу з характерними зеленкуватими аргілітами та строкатими горизонтами (потужність 400 - 500м).

Особливий, характерний лише для Бачавської зони тип розрізу мають нижньо-олігоцені відклади, які на північ у всіх зонах флішових Карпат представлені менілітовою світою. Тут розвинена дусинська світа, що складена переважно чорними і темно-сірими мергелями з пачками темних і чорних тонкошаруватих аргілітів, алевролітів, світлих сірих пісковиків. Потужність дусинської світи складає 200-300 м. Вище залягають сірі товстошаруваті пісковики маловиженської світи (до 700 м).

Четвертинні відклади представлені в долині р. Пінії алювієм, що складений валунно-галечниками, галечниками з лінзами піску, глин, супісків та суглинків. На схилах розвинений делювій – щебінчасто-суглинисті відклади. Потужність алювіальних відкладів в районі Полянського родовища становить 0-5 м, частіше 2-3 м; делювіальних – 1-4 м.

Гідрохімічний генезис вуглекислих содових вод Полянської групи родовищ є таким. В карбонатних породах субстрату Карпат, метаморфізованих високотемпературними процесами пліоценового магматизму із площинними виверженнями лав, утворюються сухі флюїди вуглекислоти, які при міграції відкритими тріщинами розкритих розломів розтягання вилуговують з польових шпатів бачавських пісковиків натрій, і у водному середовищі проходить утворення гідрокарбонатів натрію. Відсутність соленосних порід у флішовому чохлі та висока промитість тріщин від залишкових морських солей в цих породах, завдяки тривалому (міоцен-пліоцен)



їхньому перебуванню в континентальних умовах і періодично вище базису ерозії, зумовлюють незначний вміст хлоридів, які не входять в хімічну формулу розчинних солей. Тому утворюються чисто гідрокарбонатні натрієві води, насичені вуглекислою, яка не тільки генерує генезис мінеральних вод, але й зберігає карбонатну рівновагу і, відповідно, їхній склад в приповерхневих умовах при змішуванні з прісними водами незначної мінералізації ($0,2-0,5 \text{ г/дм}^3$), але насиченими киснем повітря.

Результати досліджень. Гідрохімічний режим водозабору свердловини 3-р стабільний. Це підтверджується дослідженнями останніх 6-ти років розробки ділянки.

Реальний дослід 2019-2020 рр. у свердловині 3-р показує стабільність динамічного рівня при дебіті 37,97 м на рівні 38,0 м. Принаймні, динамічний рівень весь період авторського дослід 2019-20 рр. стабільно відповідав дебіту при його коливаннях з амплітудою $\approx 2,0$ м. Тому швидше за все, не варта очікувати зниження за наступні 25 років в 6,5 м; воно має бути істотно меншим або відсутнім.

Про це свідчить також дослід сумісної відкачки свердловин 3-р та 3-РД з сумарним дебітом $50,0 \text{ м}^3/\text{добу}$. При дебіті свердловини 3-р = 32,6 та свердловини № 3-РД = $16 \text{ м}^3/\text{добу}$, рівні у свердловинах становили свердловини 3-р = 38,05, свердловини № 3-РД = 37,3 м. Рівні встановились на 4-й день відкачки.

Швидше за все, саме наявність свердловини 3-РД, розташованої в 6 м від свердловини 3-р при повному гідродинамічному з'язку та більший глибини свердловини № 3-РД (100м проти 80 м) утворює додаткове джерело живлення за рахунок збільшення площі притоку.

За цей період можна і, на думку авторів, потрібно провести реконструкцію водозабору, замінивши стару розвідувальну свердловину 3-р на її експлуатаційний дублер свердловину 3-РД. При глибині 100 м допустимий рівень у свердловини 3-РД може бути прийнятий до 70 метрів, що істотно збільшить потенційні можливості водозабору. Є також надія, що можна буде забезпечити приріст запасів по свердловині принаймні до об'єму затверджених у 1971 році запасів = $50 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Прогнозований час розробки водозабору свердловини 3-р приймається «Т прогнозне» = 25 років, тобто до 01.03.2045 р.

У свердловині 12-р спостерігаються зміни мінералізації води в бік зменшення за весь період детальних спостережень: з 2011 по 2019 рік. З певного досвіду такого простеження на інших родовищах вуглекислих вод Закарпаття, де спостерігається зменшення мінералізації води з часом, такі зміни підлягають залежності від логарифму часу та сумарних відборів за весь період. В даному випадку стабільність дебіту вливу дозволяє використати лінійну залежність. Для повнішого аналізу ми використали обидва варіанти залежності та побудували графіки, як в лінійному, так і в логарифмічному часі (рис. 1, 2).

При аналізі в обох варіантах отримані дуже близькі показники величин мінералізації та вмісту гідрокарбонат-іону на кінець проектних 25-річних термінів експлуатації водозабору 12-р. $M = 6,12 \text{ г/дм}^3$. Це достатньо вище нижньої кондиційної норми ($M = 5,5 \text{ г/дм}^3$, $\text{НСО}_3 = 4,5 \text{ г/дм}^3$). Отже, якість води свердловини 12-р на проектні 25-річний періоди розробки можна вважати забезпеченою.

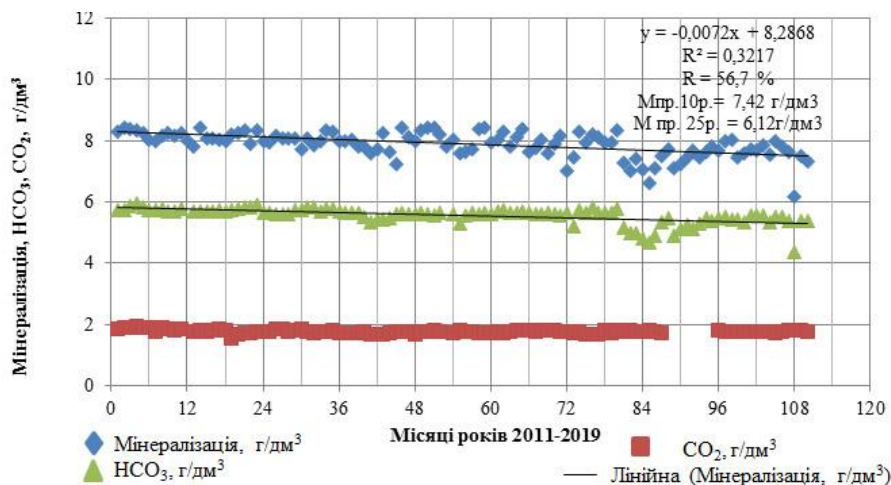


Рис. 1. Простеження змін мінералізації, HCO₃ та CO₂-розчиненої у воді свердловини 12-р у реальному часі (2011-2019 рр.) з прогнозом на 10 і 25 років

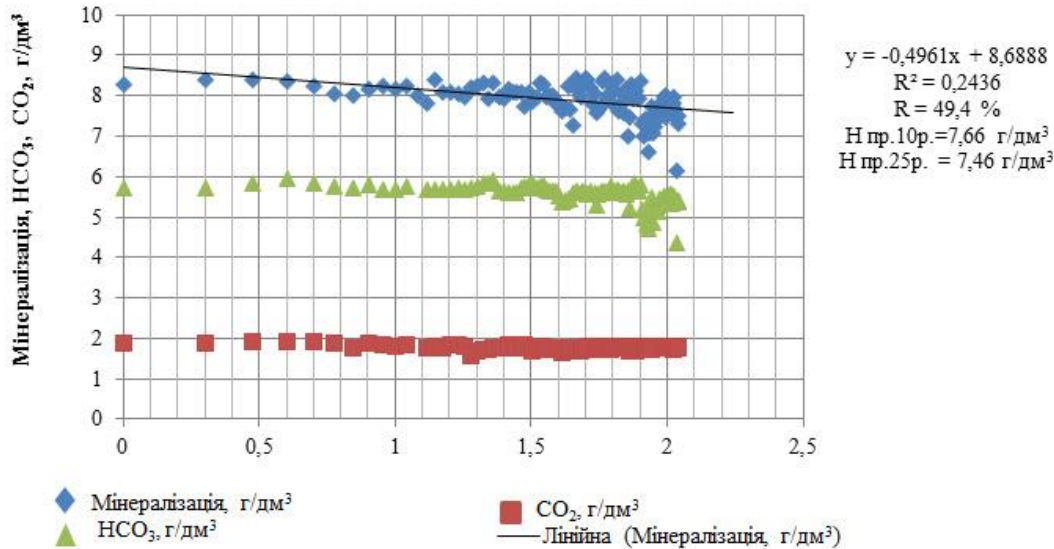


Рис. 2. Простеження вмісту основних компонентів якості мінеральної води свердловини 12-р за період 2011-2019 рр. у логарифмічному часі з прогнозом на 10 і 25 років використання

Характеристика якості підземної води свердловини № 3-р. За результатами тривалих спостережень підземні води свердловини № 3-р характеризуються як вуглекислі борні маломінералізовані гідрокарбонатні натрієві, кальцієво-натрієві, слабкокислі-нейтральні, холодні.

Хімічний склад мінеральних вод свердловини № 3-р ділянки Голубинського родовища стабільний, що об'єктивно підтверджується результатами багаторічного моніторингу та схожістю результатів хімічних аналізів різних лабораторій.

В мінеральному складі вод містяться різноманітні компоненти та сполуки. У концентраціях менш за 0,01 мг/дм³ визначено кадмій, свинець, хром, мідь, в більшості аналізах цинк. Також присутні: стронцій – від 0,36 до 1,33 мг/дм³; залізо загальне – від 0,80 до 3,40 мг/дм³; фтор – від 1,40 до 2,17 мг/дм³; ванадій до 0,05 мг/дм³; метакремнієва кислота – від 33,63 до 41,15 мг/дм³, в окремих аналізах ГГРЕС визначався йод – до 0,1 мг/дм³ та бром – до 1,5 мг/дм³. В підвищених концентраціях води містять діоксид вуглецю – від 1156,0 мг/дм³ до 1870,0 мг/дм³ та ортоборну кислоту – від 36,1 мг/дм³ до 69,9 мг/дм³.

Компоненти та сполуки, що нормуються – стронцій, хром, цинк, свинець, мідь, ванадій, кадмій, фтор містяться у концентраціях, нижчих за гранично допустимі. Селен, ртуть, уран,



феноли, нітрити, нітрати, арсен, органічні речовини або не виявлено, або їх вміст нижчий за чутливість методик визначення. За показниками радіаційної якості та санітарно-бактеріологічними станом води відповідають вимогам чинних нормативних документів [4].

Характеристика якості підземної води свердловини № 12-р. За своїм фізико-хімічним складом води свердловини № 12-р характеризуються як середньомінералізовані гідрокарбонатні натрієві вуглекислі борні, слабкокислі-нейтральні, холодні.

В мінеральному складі вод містяться різноманітні компоненти та сполуки. У концентраціях менш за 0,01 мг/дм³ визначено кадмій, свинець, хром, мідь, цинк. Також присутні (мг/дм³): стронцій – 2,63; залізо загальне – від 0,04 до 3,0; фтор – від 1,90 до 3,0; ванадій до 0,04; метакремнієва кислота – від 19,70 до 30,0, в окремих аналізах визначали йод – до 0,1, бром – 0,4-2,1.

В підвищених концентраціях води містять діоксид вуглецю – від 1046,74 мг/дм³ до 2400,0 мг/дм³ (з переважними значеннями від 1500,0 мг/дм³ до 1900,0 мг/дм³) та ортоборну кислоту – від 65,30 мг/дм³ до 148,40 мг/дм³.

Компоненти та сполуки, які нормуються ГСТУ 42.10-02-96 – стронцій, хром, цинк, свинець, мідь, ванадій, кадмій, фтор, містяться у концентраціях, нижчих за гранично допустимі. Селен, ртуть, уран, радій, феноли, нітрити, нітрати, арсен, органічні речовини або не виявлено, або їхній вміст нижчий за чутливість методик визначення.

Наукова новизна. Проведено режимні спостереження на водозаборах свердловини № 3-р та 12-р Голубинського родовища мінеральних вод: заміри витрат води, контрольні заміри миттєвого дебіту, заміри рівня в свердловині, численні дослідження складу води на основі яких оцінено експлуатаційні запаси мінеральних вод.

Висновки. 1. В результаті проведених робіт оцінено експлуатаційні запаси мінеральних вод за промисловою категорією «В» на проектний 25-річний термін розробки.

2. Балансові запаси оцінені за категорією «В» в об'ємі:

- по ділянці «Кришталеве джерело-1» (свердловини 3-р) – 36,0 м³/добу;
- по ділянці «Кришталеве джерело-2» (свердловини 12-р) – 1,5 м³/добу (на умові вільного виливу);
- разом по двох ділянках – 37,5 м³/добу.

3. Ділянки Голубинського родовища - «Кришталеве джерело-1» (свердловини № 3-р) та «Кришталеве джерело-2» (свердловина 12-р) підготовані до освоєння на найближчі 25 років за наявністю та станом водозабірних споруд, об'ємом та категорійністю запасів мінеральних вод та дозвільними документами на розробку родовища.

4. Потрібно провести реконструкцію водозабору, замінивши стару розвідувальну свердловину 3-р на її експлуатаційний дублер свердловину 3-РД. При глибині 100 м допустимий рівень у свердловини 3-РД може бути прийнятий до 70 м, що істотно збільшить потенційні можливості водозабору.

Список використаних джерел:

1. "Углекислые воды СССР", Минздрав СССР, Тр. НИИК и Ф, т. ХПУ, М., 1980.
2. Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат. Мингео УССР, УкрНДІ, Тр. Вип. XXV, М., Недра, 1971.
3. Гнилко О.М. «Автореферат дисертації «Геологічна будова та еволюція Українських Карпат», ЛНУ ім.І.Франка, 2016 р.
4. ДСТУ-878-93 "Води питні мінеральні", Держстандарт, Укр., К., 1993.



УДК 551.491.4

«ГЕОДИНАМІЧНЕ ТІЛО» ГЕОМОРФОЛІТОСФЕРИ КИЄВА ЯК ПРИРОДНА МОДЕЛЬ ВИВЧЕННЯ ДИНАМІКИ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Комлев О.О.¹, д. геогр. н., проф., ORCID-0000-0002-5081-7786, morpha2007@ukr.net,

Бейдик О.О.², д. геогр. н., проф., beydik@mail.ru,

Бортник С.Ю.³, д. геогр. н., проф., bs_7@ukr.net,

Спиця Р.О.⁴, к. геогр. н., с. н. с., spytsyaroman@ukr.net,

Жилкін С.В.⁴, н. с., morfo75@ukr.net,

Філоненко Ю.М.⁵, к. геогр. н., доц., filonenkojury@gmail.com,

1 – Національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,

2 – Державний університет імені Богдана Хмельницького, Мелітополь, Україна,

3 – Yan Kochanowski University of Kielce, Poland,

4 – Інститут географії НАНУ, Київ, Україна,

5 – Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя, Ніжин, Україна

Підземна гідросфера має величезне значення у сучасному житті. Особливо це відноситься до місць з густим населенням і розвинутою економікою, зокрема до великих міст, як Київ. Київ нині центр великої агломерації, яка стрімко розвивається, охоплює все нові площі і проникає на усе більші глибини. В останні роки у багатьох районах світу спостерігаються підняття рівня підземних вод, викликаних природними і людським чинниками. На території Києва від цього потерпає в найбільшій мірі Правобережна частина міста, де розташовані відомі історичні об'єкти, в їх числі всесвітньо відомі пам'ятки. Моніторинг динаміки підземних вод важливий з різних причин (забезпечення водопостачання, виявлення їх негативного впливу на фундаменти будівель, міграції техногенних забруднюючих речовин). Він нині здійснюється різними технічними засобами, використання яких територіально обмежене, вибіркоче. Цю проблему вирішує сучасна геоморфологія, не звична «поверхнева», а яка розглядає «рельєф» як історико-динамічну геоморфосистему, яка на нашій планеті існує з архею і яка сформувала свій матеріальний «простір-час» – геоморфолітосферу. В реальному часі, геоморфолітосфера це «геодинамічне тіло», для якого геоморфологія створює статичні моделі (карти), які стають основою для динамічних, в їх числі і прогнозних, для частини літосфери, де відбувається активна циркуляція підземних вод.

"GEODYNAMIC BODY" OF THE GEOMORPHOLYTOSPHERE OF KYIV AS A NATURAL MODEL OF STUDY OF GROUNDWATER DYNAMICS

Komliev A.¹, Dr. Sci. (Geogr.), prof., ORCID-0000-0002-5081-7786, morpha2007@ukr.net,

Beydik A.², Dr. Sci. (Geogr.), prof., beydik@mail.ru,

Bortnyk S.³, Dr. Sci. (Geogr.), prof., bs_7@ukr.net,

Spitsia R.⁴, Cand. Sci. (Geogr.), Senior fellow, spytsyaroman@ukr.net,

Zhylykin S.⁴, researcher, morfo75@ukr.net,

Filonenko Yu.⁵, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., filonenkojury@gmail.com,

1 – Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine,

2 – Bohdan Khmelnytsky State University, Melitopol, Ukraine,

3 – Yan Kochanowski University of Kielce, Poland,

4 – Institute of Geography of NASU, Kyiv, Ukraine,

5 – Mykola Gogol Nizhyn State University, Nizhyn, Ukraine

The underground hydrosphere is of great importance in modern life. This is especially true for places with dense populations and developed economies, particularly large cities like Kyiv. Kyiv is now the center of a rapidly growing agglomeration, covering ever new areas and penetrating ever greater depths. In recent years, many parts of the world have seen rising groundwater levels caused by natural and human factors. On the territory of Kyiv, the right-bank part of the city, which is home to famous historical sites, including world-famous monuments, suffers the most. Monitoring of groundwater dynamics is important for various reasons (water supply, detection of their negative impact on the foundations of buildings, migration of man-made pollutants). It is carried out by various technical means, the use of which is territorially limited, selective. This problem is solved by modern geomorphology, not the usual "surface", but which considers "relief" as a *historical-dynamic geomorphosystem*, which exists on our planet from the archaean and which has formed its material "space-time" – *geomorpholithosphere*. In real time, the geomorpholithosphere is a "geodynamic body" for which geomorphology creates static models (maps), which become the basis for dynamic, including predictive, part of the lithosphere, where there is an active circulation of groundwater.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Морфодинамічна концепція, яка нині провідна в геоморфології, зводить об'єкт геоморфології до експонованої земної поверхні з прилеглою до неї незначною товщею (потужністю десятки–перші сотні метрів) гірських порід, поєднаної з базисами ерозії річок і морських басейнів. Практично повністю повз *геоморфологічного аналізу* в рамках морфодинамічної концепції проходять *поховані* форми рельєфу минулих циклів розвитку, які вивчає *палеогеоморфологія*. *Морфохронодинамічна* концепція системно інтегрує експоновані і поховані форми рельєфу в *геоморфолітосфері* – матеріалізованому «просторі-часі» *історико-динамічної геоморфосистеми*, яка існує на нашій планеті з архею. Між експонованими і похованими формами різних генерацій спонтанно виникають системні зв'язки, просторово-часові тренди яких визначаються гравітаційним полем Землі. Ще Платон ввів для систем поняття *об'єкт-зв'язок*. На нашій планеті об'єктом-зв'язком для багатьох природних систем часто є *вода*. Саме вода в найбільшій мірі і перетворює геоморфолітосферу в *сучасне* «геодинамічне тіло».

Вихідними для геоморфолітосфери є їх *статичні* моделі, які показують її *склад, будову і структуру* і стають основою для *динамічних* моделей – *історичної, еволюційної і сучасної функціональної* динаміки історико-динамічної геоморфосистеми. Морфохронодинамічна концепція розвиває фундаментальні теоретичні положення геоморфології (циклічності морфогенезу, взаємодії ендегенних та екзогенних чинників), використовує загальні і часткові теорії і методи – загальної теорії систем, палеогеографії, палеогеоморфології, неотектоніки, морфолітогенетичного, морфоструктурного і структурно-тектонічного аналізу, методи картографії, математичне моделювання. На їх основі розроблені теорія, методологія, понятійно-термінологічний апарат (таблиця), методи і методики морфохронодинамічної концепції геоморфології [3].

Понятійно-термінологічний апарат морфохронодинамічної концепції

рельєф Землі – історико-динамічна морфосистема Землі, що розвивається з архею;
геоморфолітосфера – простір-час рельєфу Землі, складена речовинно-морфологічними комплексами (*морфолітотілами*) геоморфологічних формацій (сучасних і древніх);
мікроцикл – висхідна і низхідна стадії розвитку рельєфу; *мезоцикл* – 2 і > мікроциклів;
макроцикл – мезоцикли геологічного періоду; *мегацикл* – всі макроцикли, співпадає з тектонічним циклом;
морфолітогоризонт – морфолітотіло геоморфологічної формації, сформована впродовж мікроциклу (елемент вертикальної структури);
обмежувальні поверхні морфолітотіла – *експонована і поховані*;
морфолітокомплекс – морфолітотіло з певною кількістю представлених в ньому морфолітогоризонтів (елемент горизонтальної структури);
геоморфолітогенез – сукупність процесів формування геоморфолітосфери;
морфолітогенез (екзогенний) – поєднане формування рельєфу і відкладів на земній поверхні, включає стадії геоморфолітогенезу – *морфоелювіогенез і морфоседиментогенез*;
морфокатагенез, морфометагенез, морфометаморфізм – стадії геоморфолітогенезу, властиві термодинамічним умовам надр;
морфолітодинамічний потік – динамічно зв'язана з сучасними базисами ерозії частина геоморфологічної формації;
морфолітодинамічні тунелі – наскрізні і транзитні морфолітокомплекси, проникні потоками речовини і енергії; *морфолітодинамічні бар'єри* – закриті морфолітокомплекси, змінюють напрями руху потоків речовини і енергії; *морфолітодинамічні пастки* – ділянки накопичення речовини і енергії;
ініціальні (місця висхідних літопотоків), *транзитні* (місця транзиту речовини і енергії), *термінальні* (місця низхідних літопотоків) форми рельєфу; *термінали* – місця акумуляції речовини і енергії;



Сучасні масштаби будівництва на території Києва ведуть до більшого проникнення в літосферу і створюють загрози для *природно-техногенної геосистеми* (ПТГ) міста. В умовах дефіциту нових площ під забудову традиційних ландшафтних критеріїв вибору їх місця і контролю недостатньо. Структурно-тектонічне положення Києва в геодинамічно активній перехідній зоні Українського щита і його північно-східного схилу вимагає враховувати і інші критерії - глибинну геологічну будову, геоструктуру, неотектонічні і сучасні тектонічні рухи, які містять потенційні загрози для міста. Вони могли бути і основною причиною повної або часткової руйнації, нинішнього аварійного стану багатьох історичних будівель Києва. Але основну роль в цих руйнівних процесах виконують підземні води, які циркулюють між їх водоносними горизонтами, які розташовані в геоморфолітосфері. Моделі геоморфолітосфери показують структурно-функціональний каркас історико-динамічної геоморфосистеми, який використовують і підземні води.

Вихідні статичні моделі можуть створюватись з використанням об'ємно-площинних і лінійно-точкових елементів. *Об'ємно-площинні* елементи: *горизонтальної* структури – *морфолітогоризонти*; *вертикальної* структури – *морфолітокомплекси*. На структурних картах геоморфолітосфери основні картувальні одиниці – *морфолітокомплекси*. Морфолітокомплекси – це *наскрізні* тіла на певну товщину геоморфолітосфери, які виділяють за основними стратиграфічним, морфологічним, літологічним критеріями. Морфолітокомплекси відрізняються за *складністю* (кількістю морфолітогоризонтів в них), *складом* (віком морфолітогоризонтів), *позиційністю* (гіпсометричному положенню в геоморфолітосфері). Статика може бути виражена *кількісно* (метричними та іншими показниками) і *якісно* (для пластики обмежувальних поверхонь морфолітогоризонтів, інтегральної *конформності* їх в морфолітокомплексі). Отримані показники, можуть бути використані для виявлення *сучасної* функціональної спеціалізації морфолітокомплексів в «*геодинамічному тілі*» *геоморфолітосфери*» (ГТГ). З огляду на ці дані, морфолітокомплекси поділяються на *закриті* (вода в них з поверхні не просочується, а може затікати з боків і взагалі; в першому випадку вони складені водотривкими породами з поверхні, другому - повністю), *наскрізні* (вода просочується через них зверху вниз; вони складені водопроникними породами), *транзитні* або *прохідні* (вода в них рухається зверху вниз і по горизонталі; в них перешаровуються водопроникні і водотривкі породи). Морфохронодинамічний аналіз показав суттєві відмінності в будові геоморфолітосфери Правобережної і Лівобережної частин Києва. В ГТГ Правобережної частини чергуються закриті, наскрізні і транзитні морфолітокомплекси. В ГТГ Лівобережної частини переважають наскрізні морфолітокомплекси.

Лінійно-точкові елементи – це виражені на поверхні і поховані форми рельєфу і характерні точки – *вершинні* і *базисні*. Серед *лінійних* структурних елементів геоморфолітосфери найбільший інтерес представляють *поховані долини*. Необхідно зазначити, що геоморфолітосфера території Києва відзначається великими значеннями *коефіцієнту долинності* (загальна довжина похованих і експонованих долин на одиниці виміру площі). Тут виділяються древні поховані долини 12 вікових генерацій (починаючи з пізньої пермі), які утворюють єдиний комплекс - *палеозойсько-кайнозойську долинну формацію*. В ньому виявлені ознаки системної організації долин, що важливо для прогнозів динаміки підземних вод.

Вивчення морфолітокомплексів і похованих долин необхідне для виявлення *морфолітотунелів*, *морфолітобар'єрів* і *морфолітопасток*, які впливають на динаміку підземних вод, переміщення ними техногенних забруднюючих речовин і їх накопичення в геоморфолітосфері [4-7].

В складі ПТГ Києва виділяються природні і техногенні об'єкти. Техногенні об'єкти по різному взаємодіють з її ГТГ. Тут розташовані численні об'єкти: *цивільні* (будинки, сервісні і соціальні будівлі), житлові комплекси (їх до 50), 1199 *хмарочосів* (за їх кількістю він займає перше місце у Європі), *промислові* (485 крупних і більше 4,5 тисячі середніх та малих підприємств



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

різних галузей), *інженерні* (системи електрозабезпечення, опалення, водопостачання, водовідведення, дренажу, каналізації, газифікації, вентиляції та кондиціонування будинків, які утворюють цілі підземні міста), *військові* (казарми, склади ін.), релігійні (церкви, храми, монастирі, які утворюють цілі комплекси – Києво-Печерська Лавра, Софійський собор, Андріївська церква, Церква Успіння Богородиці Пирогощі, Михайлівський собор, Свято-Іллінська церква, Кирилівська церква, Храм Святителя Миколи Чудотворця), *садово-паркові* (Національний ботанічний сад, Ботанічний сад ім. Фоміна, Парк Шевченка, Хрещатий парк, Маріїнський парк, Міський сад, Володимирська гірка, Парк «Аскольдова Могила», Парк Вічної Слави, Пейзажна алея, Сквер Чорновола, Гідропарк, Голосіївський парк, Голосіївський ліс, Парк партизанської слави, Парк «Перемога», Пушкінський парк, Зоопарк), *монументально-скульптурні* (меморіали, пам'ятники, монументи, скульптурні групи в історичній частині міста).

Підземні води представляють особливу загрозу для об'єктів історичної частини Києва (Печерськ, Старокиївська гора, Поділ) як Києво-Печерська Лавра, історико-культурний заповідник «Софія Київська» (об'єкт ЮНЕСКО), Андріївський узвіз. Будівлі їх перенасичені інженерними комунікаціями, які зношені. До 30 % води, яка тече підземними комунікаціями, просочується в ґрунт. Це викликає підйом рівня ґрунтових вод (на території Києво-Печерської Лаври за останні десятиліття – на 6-10 м, «Софії Київської» – 4-6 м).

Взаємодія ГТГ і ПТГ представляє важливу проблему для міста, може досліджуватись з використанням моделей ГТГ, а результати враховуватись в територіальному плануванні Києва.

Список використаних джерел:

1. Бейдик О. О. Рекреаційні і туристичні ресурси України: методологія і методи аналізу, термінологія, районування: монографія. К.: ВПЦ "Київський університет". - 2001. - 395 с.
2. Бейдик О. О. Методологія і методи аналізу рекреаційних і туристичних ресурсів України: дис. докт. геогр. наук. К. - 2004. – 424 с.
3. Комлев О.О. Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. Автореф. дис. докт. геогр. наук. - К. – 2005.-37 с.
4. Комлев О.О., Погорільчук Н.М., Філоненко Ю. М. До проблеми структуризації та картографування геоморфолітосфери на палеогеоморфологічні основи. Збірник наукових праць «Українська геоморфологія: стан і перспективи». Львів: Меркатор, С.45-47.
5. Комлев О.О., Філоненко Ю.М. Соціально-економічні чинники техногенного забруднення мезозой-кайнозойського осадового покриву Правобережжя Середнього Дніпра. Економічна та соціальна географія. № 52, С. 80-85.
6. Погорільчук Н.М. Басейнова організація мезозой-кайнозойського морфо літогенезису північної і центральної частини Волино-Поділля. Автореф. канд. геогр. наук. К., 19 с.
7. Філоненко Ю.М. Палеогеоморфологічний аналіз річкових басейнів Правобережжя Середнього Придніпров'я та прогноз їх техногенного забруднення. Автореф. дис. канд. геогр. наук. - К., 2001. - 16 с.



УДК 556.38

**ОЦІНКА РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТРАНСКОРДОННОЇ МІЖ
УКРАЇНОЮ ТА ПОЛЬЩЕЮ ТЕРИТОРІЇ В РАМКАХ ПРОЕКТУ
“EU-WATERRES: ЄВРОПЕЙСЬКА ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА
УПРАВЛІННЯ ТРАНСКОРДОННИМИ РЕСУРСАМИ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТА
АНТРОПОГЕННИМИ НЕБЕЗПЕКАМИ”**

Панов Д.Г.¹, dgp.panov@gmail.com;

Гарасимчук В.Ю.², к. геол. н., v_harasymchuk@ukr.net;

Соловей Т.В.³, д. геогр. н., tsol@pgi.gov.pl;

Януш Л.О.¹, liubovyanush@ukr.net;

Сокоренко С.М.¹, svitl_sok@ukr.net;

Павлюк Н.М.¹, natalka1916@gmail.com,

1 – ДП "Західукргеологія", м. Львів, Україна,

2 – ІГГГК НАН України, м. Львів, Україна,

3 – Польський геологічний інститут, м. Варшава, Польща

Стаття відображає результати виконання частини проекту No.2018-1-0137 “EU-WATERRES: європейська інтегрована система управління транскордонними ресурсами підземних вод та антропогенними небезпеками”. Проект виконується в межах країн: Польща, Україна, Латвія, Естонія, Норвегія. Основна мета проекту – сприяти скоординованому управлінню та комплексній охороні транскордонних підземних вод шляхом створення геоінформаційної платформи. Оцінка ресурсів транскордонних водоносних горизонтів проведена в межах польсько-української транскордонної ділянки басейнів рік Західний Буг і Сян. Методом гідростратиграфічної уніфікації було ідентифіковано спільні придатні для використання aQ , fgQ , N_1 , K_2 водоносні горизонти, оцінені їхні морфологічні, гідродинамічні та гідрогеохімічні параметри. На основі гідрогеологічних параметрів водоносних горизонтів, гідрологічних характеристик водозбірних басейнів, обсягів водовідбору було побудовано концептуальну гідрогеологічну модель та оцінено баланс транскордонних перетоків підземних вод між Україною та Польщею.

**ASSESSMENT OF THE GROUNDWATER RESOURCES OF THE
TRANSBOUNDARY AREA BETWEEN UKRAINE AND POLAND WITHIN THE
PROJECT “EU-WATERRES: EU-INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM OF
CROSS-BORDER GROUNDWATER RESOURCES AND ANTHROPOGENIC
HAZARDS”**

Panov D.¹, dgp.panov@gmail.com;

Harasymchuk V.², Cand. Sci. (Geol.), v_harasymchuk@ukr.net;

Solovey T.³, Dr. Sci. (Geogr.), tsol@pgi.gov.pl;

Yanush L.¹, liubovyanush@ukr.net;

Sokorenko S.¹svitl_sok@ukr.net;

Pavlyuk N.¹, natalka1916@gmail.com,

1 – SE "Zahidukrgeologiya", Lviv, Ukraine,

2 – IGGCM NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine,

3 – Polish Geological Institute, Warsaw, Poland

The report represents the results of the implementation of part of the project No.2018-1-0137 "EU-WATERRES: European integrated management system for transboundary groundwater resources and anthropogenic hazards". The project is implemented within the countries: Poland, Ukraine, Latvia, Estonia, Norway. The primary task of the project was to create joint geographic information platforms for cross-border areas. Assessment of transboundary aquifers resources was carried out within the Polish-Ukrainian cross-border area for the Zakhidnyi Bug and San river basins. By the method of hydrostratigraphic unification, the joint useable aQ , fgQ , N_1 , K_2 aquifers were identified, their morphological, hydrodynamic and hydrogeochemical parameters were estimated. Based on the hydrogeological parameters of aquifers, hydrological characteristics of catchment basins, water abstraction volumes, the conceptual hydrogeological model was built and the balance of transboundary groundwater flows between Ukraine and Poland was assessed.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Вступ. Глобальна тенденція зростання споживання питних підземних вод, а також збільшення антропогенного впливу вимагає від державних інституцій вивчення та постійного моніторингу стану водних ресурсів з метою упередження загроз їхнього виснаження та забруднення. Особливо актуальним це питання є для транскордонних водоносних басейнів, що передбачає налагодження міжнародної співпраці у цій сфері.

На даний час міжнародна ідентифікація і координація транскордонних водоносних горизонтів (ТВГ) здійснюється комітетом ISARM (Міжнародне Спільне Управління Водоносними Горизонтами) під егідою UNESCO. З моменту свого заснування в 2002 році ISARM запустила ряд глобальних і регіональних ініціатив, які спрямовані на розмежування та аналіз систем транскордонних водоносних горизонтів і на заохочення держав працювати спільно на взаємовигідних і стійких засадах [1]. На даний час в межах польсько-українського прикордоння лише підземні води басейну Західного Бугу було віднесено до світового списку транскордонних водоносних горизонтів [2].

Представлена робота відображає результати виконання частини проекту No.2018-1-0137 “EU-WATERRES Європейська інтегрована система управління транскордонними підземними водними ресурсами та антропогенними небезпеками”, який фінансується в розмірі 2447761 євро Ісландією, Ліхтенштейном та Норвегією через Фонд грантів ЕЕА (Європейська економічна зона) та Норвезьким грантовим фондом регіонального співробітництва. Метою проекту є сприяння злагодженому управлінню та комплексному захисту транскордонних підземних вод шляхом створення геоінформаційної платформи. В проекті приймають участь установи п’яти країн.

До виконавчої команди проекту входять: з польської сторони – Польський геологічний інститут – Національний науково-дослідний інститут, з української сторони – Дочірнє підприємство ПрАТ „НАК „Надра України” „Західукргеологія”, Інститут геології та геохімії горючих корисних копалин НАН України, ДП “Українська геологічна компанія”, з естонської сторони – Геологічна служба Естонії, з латвійської сторони – Латвійський центр навколишнього середовища, геології та метеорології та Латвійський університет, з норвезької сторони – Геологічна служба Норвегії [3]. Оцінка транскордонних ресурсів виконана в межах двох пілотних ділянок: польсько-українського та латвійсько-естонського транскордоння.

В Україні роботи по проекту здійснюються в межах Волинської і Львівської областей на території 7 адміністративних районів та охоплюють територію 74 об’єднаних територіальних громад.

Доповідь представляє результати виконаних робіт в межах польсько-української транскордонної ділянки.

Результати досліджень. Мета досліджень полягала в ідентифікації та уніфікації ТВГ, дослідженні геолого-гідрогеологічних умов, створенні концептуальної гідрогеологічної моделі, оцінці гідродинамічних параметрів моделі.

У роботі використовувалися статистичні методи аналізу фактичних даних, побудови геолого-гідрогеологічних карт, схем та розрізів, комп’ютерні програми графічного та математичного моделювання (ArcGIS, QGIS, MapInfo, Modflow і ін.). Вихідними даними служили геологічні, гідрогеологічні, геоморфологічні, топографічні карти України та Польщі, космоснімки, бази даних гідрогеологічних та моніторингових свердловин, гідрометричних та метеорологічних постів, моніторингові дані водозаборів.

У проекті оцінка ресурсів ТВГ проведена для транскордонних водоносних басейнів (ТВБ) рік Західний Буг, Сян та Дністер (в межах водогосподарської ділянки від витoku до гирла р. Стрий) (рис. 1). Площа ТВБ Західного Бугу становить 15575 км², Сяну – 4569 км², Дністра – 5929 км².



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Рис. 1. Транскордонні водоносні басейни рік Західний Буг, Сян та Дністер

Ідентифікація придатних для використання водоносних горизонтів (ПВВГ) була проведена згідно таких критеріїв: водопровідність більше $50 \text{ м}^2/\text{добу}$; потужність більше 5 м; просторова витриманість; дебіт свердловин більше $5 \text{ м}^3/\text{добу}$. Регіональна ідентифікація охоплювала такі стадії:

1. Визначення типів та розмірів основних геоморфологічних форм (гідродинамічних зон) ТВБ.
2. Оцінка основних гідрологічних параметрів водозбірних басейнів.
3. Встановлення приналежності ТВБ до регіональних тектонічних структур.
4. Стратиграфічна та літологічна ідентифікація транскордонних водовмісних та водотривких геологічних утворень.
5. Уніфікація гідростратиграфічних одиниць.
6. Дослідження просторових характеристик ПВВГ.
7. Початкові дослідження гідродинамічних та гідрохімічних параметрів ПВВГ.
8. Визначення меж ТВБ.

Основні гідрогеологічні характеристики ПВВГ, ідентифікованих та уніфікованих в межах ТВБ між Польщею та Україною представлені у табл. 1.

Опрацювання концептуальної гідрогеологічної моделі регіону досліджень включало визначення її меж, оцінку гідрогеологічних параметрів водоносних горизонтів, розрахунок водного балансу. Площа моделі була обмежена до 7150 км^2 , виходячи з граничних умов значного водообміну (водопровідність більше $50 \text{ м}^2/\text{добу}$) в межах ТВГ.

За результатами схематизації гідрогеологічних умов зони активного водообміну ділянки моделювання було виокремлено 2 водоносні шари:

- *I шар* - алювіальний водоносний горизонт (alQ) у долинах великих річок;
- *II шар* просторово неоднорідний. На півночі в межах Східноєвропейської платформи – верхньокрейдовий (K_2) водоносний горизонт тріщинного типу, у центральній частині на стику Східноєвропейської платформи та Передкарпатського прогину – міоценовий (N_1) тріщинно-порового типу, на півдні в межах Зовнішньої зони Передкарпатського прогину – четвертинний флювіогляціальний (fgQ) водоносний горизонт порового типу (рис.2).



Таблиця 1

Гідрогеологічні характеристики ПБВГ

КВВГ		alQ	fgQ	N ₁	K ₂
Глибина до поверхні (від–до), м		0	2–10	10–60	0-120
Напірний/ненапірний		ненапірний	ненапірний	напірний, локально ненапірний	напірний, локально ненапірний
Альтитуда статичного рівня, м		160-220	220-580	250–375	160 - 300
Характеристики		поровий	поровий	тріщинно-поровий	тріщинний
Літологія		пісок, гравій, галька	пісок, гравій	пісковик, вапняк	мергель, крейда
Гідро-геологічні параметри	m*, м	2-5	10-40	2-20	10-115
	k**, м/год	0,022-1,7	0,001-0,10	0,42-1,25	0,001-92,16
	T***, м ² /год	1,0-20	0,01-4,20	0,05-10	0,05-50
Зв'язок із залягаючими нижче горизонтами		гідравлічний контакт	немає контакту	немає контакту, слабкий контакт	немає контакту

* – потужність, ** – коефіцієнт фільтрації, *** – водопровідність

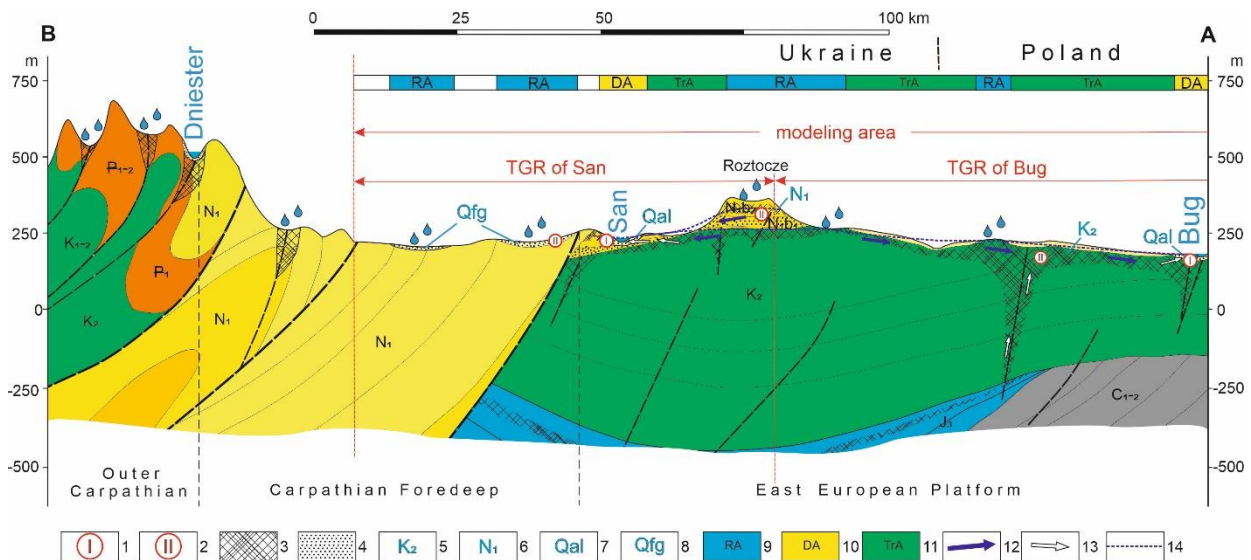


Рис. 2. Концептуальна гідрогеологічна модель ТВБ рік Західний Буг і Сян:

1 – перший шар моделі; 2 – другий шар моделі; 3 – водоносний горизонт тріщинного типу; 4 – водоносний горизонт порового типу; 5 – водоносний горизонт K₂; 6 – водоносний горизонт N₁; 7 – водоносний горизонт alQ; водоносний горизонт fgQ; 9 – область живлення; 10 – область розвантаження; 11 – транзитна область; 12 – напрямок потоку підземних вод; 13 – перетоки між водоносними горизонтами; 14 – рівні підземних вод

Структура цифрової моделі та методи опрацювання були адаптовані до головної мети модельного дослідження – підготовки та калібрування моделі, яка відображатиме гідродинаміку та баланс транскордонних підземних вод з метою проектування майбутньої ефективної мережі моніторингу. Система циркуляції підземних вод була змодельована на основі двошарової



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

гідродинамічної моделі (водотривкий шар не був модельним шаром). Область дослідження була оцифрована квадратною сіткою з кроком 500 м.

Вихідними даними для моделювання були математично відкалібровані моделі розподілу коефіцієнта фільтрації вод для кожного шару та розподілу інфільтраційного живлення ділянки моделювання (рис. 3).

Результати моделювання дозволили, серед іншого, побудувати моделі гіпсометричних поверхонь для обох водоносних шарів, оцінити гідродинамічний зв'язок між ними та визначити зони транскордонних перетоків підземних вод басейнів Західного Бугу та Сяну (рис. 4). Встановлено, що розподіл рівнів підземних вод I та II шарів визначається річковою мережею. Результати моделювання показують, що система циркуляції підземних вод складається з низки локальних систем, пов'язаних з водозборами водотоків нижчого порядку (притоки рік).

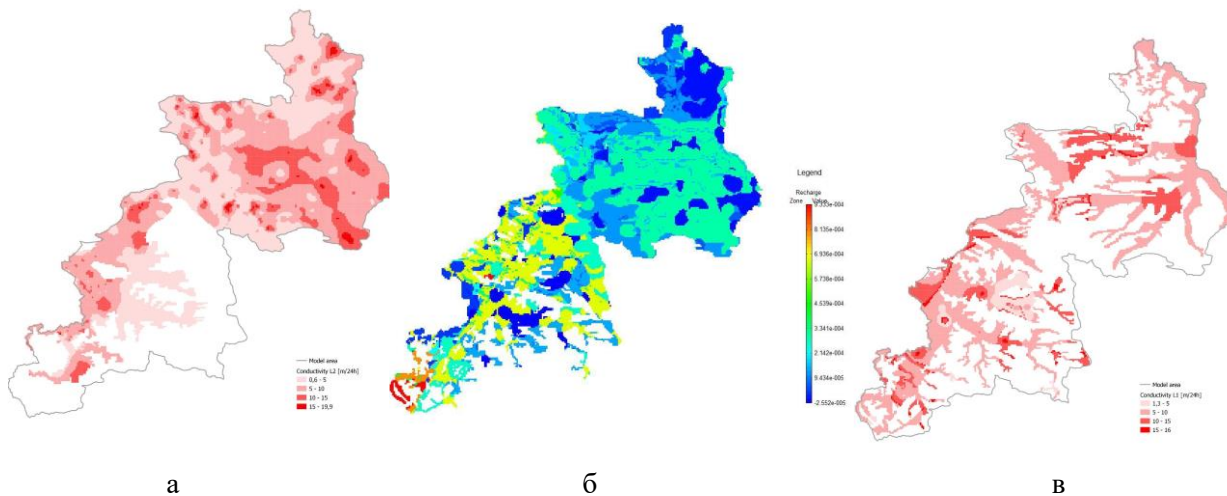


Рис. 3. Моделі розподілу коефіцієнта фільтрації для водоносного шару I – а, для шару II – б та інфільтраційного живлення ділянки моделювання – в

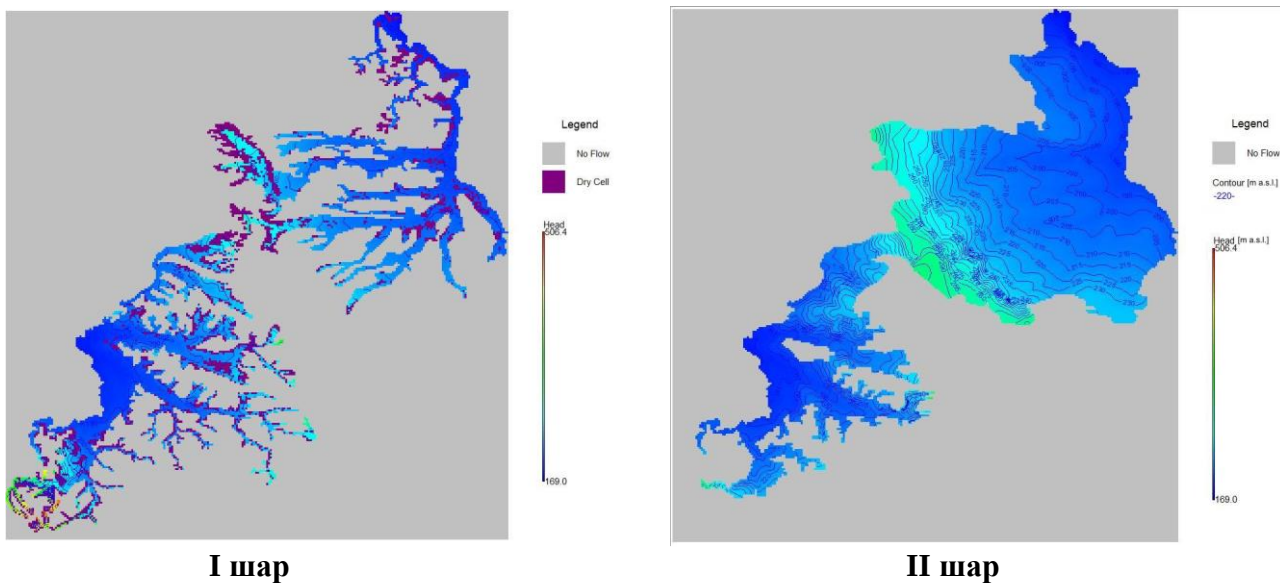


Рис. 4. Моделі гідроізогіпс водоносних шарів

Оцінка балансу транскордонних перетоків підземних вод ПВВГ між Україною та Польщею (рис. 5) встановила такі особливості:



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

– загальний обсяг стоку підземних вод з Польщі в Україну становить 42 350 м³/добу, з яких 78% стоку підземних вод проходить в межах басейну Західного Бугу, 22% – в межах басейну Сяну;

– стік з України до Польщі становить 27 924 м³/добу, 42% з яких проходить в межах басейну Західного Бугу та 58% - в межах басейну Сяну;

– найбільша інтенсивність потоків підземних вод спостерігається в межах транзитних зон;

– регіональним водорозділом транскордонних перетоків підземних вод виступають тектонічні структури Розточчя.

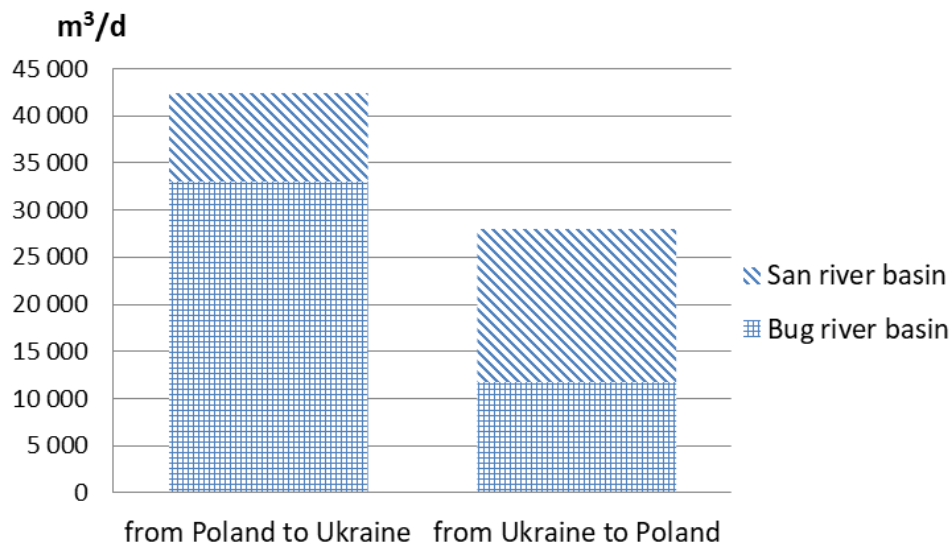


Рис. 5. Баланс транскордонних перетоків підземних вод ПВВГ між Польщею та Україною

Отримані результати будуть використані для оптимізації режимної мережі, планування і проведення моніторингу підземних вод, а також в процесі планування моніторингу підземних вод в рамках формування планів управління річковими басейнами Дністра, Вісли, у вивченні транскордонних водоносних горизонтів. Крім того, ці дані будуть використані для створення цифрової інформаційної платформи еколого-геохімічних параметрів у системі спільного транскордонного управління водними ресурсами та можуть бути використані для поповнення загальноєвропейської бази даних інформації щодо просторового розміщення і характеристик масивів підземних вод.

Загалом, результати реалізації проекту спрямовані для широкого спектру цільових груп сфери охорони навколишнього середовища - органи управління водними ресурсами, геологічні інститути, дослідницькі та освітні установи, компанії геологічного сектору, регіональні та місцеві органи влади, природоохоронні організації, державні та приватні комунальні служби, місцеві громади.

Список використаних джерел:

1. Regional activities. <https://www.un-igrac.org/ru/special-project/isarm>
2. IGRAC, (n.d.). Groundwater Glossary. International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC). <https://www.un-igrac.org/groundwater-glossary>.
3. EU-integrated management system of cross-border groundwater resources and anthropogenic hazards. <http://eu-waterres.eu>.



УДК 621.484/484+556.33/34

ШАХТНІ ВОДИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ РЕСУРС

Панова О.А., к. геол.-мін. н., olena.panova@gmail.com;

Привалов В.О., д. геол. н., проф., vitaliy.privalov@gmail.com;

Кураєва І.В., д. геол. н., проф., KI4412674@gmail.com;

Кошлякова Т.О., к. геол. н., tatianakoshliakova@gmail.com;

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ, Україна

Наведено аналіз шахтних вод: обсяги води, що відкачується шахтами на поверхню, склад вод і перспектива використання їх у якості альтернативного джерела. Показано негативний вплив скидання шахтних вод на навколишнє середовище і можливості демінералізації води. Наведено результати досліджень з оцінки впровадження теплонасосних установок з використанням шахтної води як джерела низькопотенційного тепла.

MINE WATERS AS AN ALTERNATIVE RESOURCE

Panova O., Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), olena.panova@gmail.com;

Privalov V., Dr. Sci. (Geol.), Prof., vitaliy.privalov@gmail.com;

Kuraieva I., Dr. Sci. (Geol.), Prof., KI4412674@gmail.com;

Koshliakova T., Cand. Sci. (Geol.), tatianakoshliakova@gmail.com;

*M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

The analysis of mine waters is given: the volume of water pumped by mines to the surface, the composition of the waters and the prospect of using it as an alternative source. Shown is the negative impact of mine water discharge on the environment and the possibility of water demineralization. The results of studies on the assessment of the introduction of heat pump installations using mine water as a source of low-grade heat are presented.

У центрі дискусій або конфліктів, що виникають у світовій практиці, до 60 % причини обумовлені прямо або побічно проблемами з водою. Використання зворотніх вод виробництва, а також їх очищення, є дуже актуальною темою сьогоdnішнього дня. Шахтні води є тим альтернативним ресурсом, який міг би вирішувати проблему водопостачання, зниження забруднення навколишнього середовища.

Практично усі вуглевидобувні регіони України характеризуються нестачею води для населення і підприємств. Особливо гостро ця проблема стоїть там, де на базі підприємств вугільної промисловості отримали широкий розвиток металургія, важке машинобудування, коксохімія, хімія, сільське господарство, високий ступінь урбанізації. У той же час, у процесі видобутку вугілля з шахт на поверхню відкачуються значні обсяги шахтних вод. У зв'язку з закриттям шахт загальний водоприплив шахтних вод істотно зменшився. Наприклад, у 2019 році загальний обсяг шахтної води, яка була відкачана на денну поверхню підприємствами вугільної промисловості, склав понад 20 млн м³, з яких в гідрологічну систему було скинуто біля 18 млн м³. Тобто лише 10 % шахтної води було використано у господарських цілях [1].

Наразі на більшості ліквідованих шахт змушені постійно відкачувати шахтні води для недопущення затоплення сусідніх підприємств і підтоплення поверхні, що вимагає величезних витрат і ресурсів. Крім того, шахтні води характеризуються підвищеною мінералізацією (від 2,0 до 10,0 г/дм³, в окремих випадках понад 20 г/дм³), бактеріальною забрудненістю, значним вмістом зважених речовин (від 20 до 500 мг/дм³), наявністю нафтопродуктів і мікрокомпонентів – важких металів, небезпечних і токсичних хімічних елементів, а також їх сполук, що робить неможливим їх використання без спеціального очищення і демінералізації [2]. Обсяг шахтних вод залежить від коефіцієнта водонасичення. Останній залежить у першу чергу від гідрогеологічних умов вугільних родовищ, по Центральному району Донбасу він становить 14,5 м³/т вугілля.

Шахтні води забруднюються на усіх стадіях технологічного процесу виробництва. На сьогодні очищення шахтних вод практично в межах усіх діючих та ліквідованих підприємствах вугільної промисловості проводиться виключно від механічних домішок (завислі речовини,



нафтопродукти) і бактеріальних забруднень. Скидання шахтних вод проводиться в гідрографічну мережу, на річки басейну Азовського моря припадає 79,3 % загального обсягу скиду шахтних вод.

У той самий час сама по собі виробнича діяльність шахти потребує питної і технічної води. Відповідно, шахтна вода у якості альтернативи, після очищення, може замінити воду з питного джерела. Питна вода використовується і як за своїм прямим призначенням для задоволення господарсько-питних потреб, так і для виробничих цілей. У Донецькій, Луганській і Дніпропетровській областях на виробничі потреби витрачається 24,9 %, 23,2 % і 21,4 % споживаної питної води, у Львівській і Волинській областях відповідно – 46,7 % і 30,6 %. Така відмінність пояснюється наявністю ресурсів питної води в регіонах, а також її вартістю [3].

У вугільній галузі спроби демінералізації шахтних вод почалися з 80-х років, коли на шахті «Тернівська» було випробувано промислову випарну демінералізаційну установку продуктивністю 30 м³/добу. На шахті «Петровська» ВО «Донецьквугілля» випробовувалася установка щодо опріснення продуктивністю 50 м³/добу.

У промислових масштабах використання шахтних вод здійснювалося на шахті «Щегловська-Глибока» ПАТ «ДОНБАС», де загальний притік шахтних вод було сформовано з притоку шахтних вод ліквідованих шахт ім. Орджонікідзе і «Червоногвардійська» (700 м³/год, вміст завислих речовин – до 10 мг/дм³; сухий залишок – до 1500 мг/дм³) і власного притоку шахти «Щегловська-Глибока» (230 м³/год, вміст завислих речовин – 100 ÷ 150 мг/дм³, сухий залишок – 250 ÷ 3000 мг/дм³). Загальний притік шахтних вод становив 930 м³/год [4]. Демінералізація шахтних вод надала змогу зменшити скидання солей в гідрографічну мережу, тим самим поліпшивши екологічну ситуацію.

ЗАТ «Аквасервіс» у м. Алчевську побудувало єдиний в Україні завод з виробництва питної води продуктивністю 500 м³/год. Завод використовував воду з Ісаківського водосховища, до якого поступали поверхневі і шахтні води, і забезпечував Алчевський металургійний комбінат технічної та питною водою.

Наступний важливий напрям використання шахтних вод – у якості джерела низькопотенційного тепла в теплообмінних апаратах теплових насосів.

Шахтна вода на вугільному підприємстві відкачується, у середньому, з дебітом 100 – 300 м³/год і має температуру від +15°C до +25°C (у залежності від пори року та глибини розробки) [1, 3].

Усі ці джерела низькопотенційної енергії можуть і мають бути використані для виробництва теплової енергії за допомогою теплових насосів для забезпечення потреб як самої шахти, так і прилеглих населених пунктів.

Тип шахтних вод, вміст і співвідношення катіонів і аніонів, зважених речовин та ін. практично і визначають необхідну технологічну схему і методи очищення та опріснення шахтних вод, які можуть значно відрізнятися для шахтних вод з однією мінералізацією, але які відносяться до різних типів.

На прикладі комплексного геологічного аналізу (структурного, літологічного, гідрогеологічного, геохімічного) Червоноградського гірничопромислового району було оцінено потенціал шахтних вод. За показником щорічного обсягу шахтних вод було обрано шахту «Степова». Середній загальний шахтний притік становить від 128 м³/год до 130 м³/год, температура води – +16 °C на глибині 500 м. У геологічному розрізі шахти підземні води виявлені в четвертинних, крейдових та кам'яновугільних відкладах. Найбільше значення для формування шахтних вод мають пісковики карбону, при проходці стволів шахти притік складав 80–85 м³/год [4, 5]. За результатами аналізу зразків шахтної води було зафіксовано значне перевищення нормативу для заліза (майже у дев'ять разів), хлоридів (більш ніж у сім разів), сульфатів (у два рази) та магнію, сухий залишок майже у 2,5 рази перевищує гранично допустиме значення. Що стосується мікроелементного складу, то концентрація у воді більшості елементів, що визначалися за методикою ICP-MS, знаходяться в межах допустимих величин. Виключенням є вміст мангану



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

(більш ніж у 12 разів перевищує ГДК). Але ці показники не є перешкодою при використанні шахтних вод. Розроблена технологічна схема дозволяє у якості енергоносія використовувати шахтну воду, коефіцієнт перетворення (літо – 4,40, зима – 3,04). На виробництво 1 кВт теплової енергії влітку буде необхідно лише 0,23 кВт електроенергії, а взимку – 0,33 кВт, температура води може досягати +65 С. Річна економія за витратами на електроенергію у порівнянні з електрокотельнею може складати 530385 грн/рік без ПДВ. Термін окупності проєкту в цьому випадку становитиме 4,4 роки [6].

Аналіз проведених досліджень вказує на необхідність більш раціонального підходу у використанні шахтних вод як діючих, так і ліквідованих шахт. З огляду на водний дефіцит, їх можна використовувати як джерело водопостачання, а також у якості енергоносія. Крім того, це – створення додаткових робочих місць і вирішення екологічних проблем.

Список використаних джерел:

1. Panova O. A., Pryvalov V. O., Krasnik V. G., Ulanov M. M. A step towards extraction renewable heat from mine waters in Ukrainian coal-mining environments. Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття: збірник праць всеукраїнської конференції (MinGeoIntegration ХХІ), Київ, 23-25 вересня 2020 року. Київ: Навчально-науковий інститут «Інститут геології» КНУ ім. Тараса Шевченка. Київ, 2020. С. 207–211. URL: http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/Mingeo2020_materials.pdf
2. Гавришин, А. И. Некоторые важные закономерности химического состава шахтных вод [Текст] / А. И. Гавришин // Фундаментальные исследования. Геолого-минералогические науки. – М., 2014. – № 11. – С. 465-470.
3. Кабаков, А. С. О целесообразности строительства на закрытых шахтах и водоемах комплексов по производству питьевой воды [Текст] / А. С. Кабаков, А. С. Язев, О. Н. Титомир // Уголь Украины. – Киев, 2007 – № 6. – С. 24-27.
4. Гулько, С. Е. Опыт и перспективы использования шахтной воды [Текст] / С.Е. Гулько, И.И. Гомаль // Уголь Украины. – 2013. – № 6. – С. 30-34.
5. Pryvalov V. O., Panova O. A., Pryvalov A. V. Geology in Environmental Management Issues of the Donbas within the Context of Its Forthcoming Restoration // Мінералогічний журнал. 2020. 42 (1). С. 76-85. URL: <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.01.076>.
6. Панова О.А., Привалов В.О. Геологічна складова в аналізі геотермічного потенціалу шахтних вод Львівсько-Волинського вугільного басейну на прикладі трансграничного району України та Польщі // ХХІІ міжнародна науково-практична конференція «Відновлювана енергетика та енергоефективність у ХХІ столітті». Київ, 20–21 травня 2021 р. С. 784–787. <https://doi.org/10.36296/renewable.conf.20-21.05.2021>.



УДК 004.9:912:502

ПРО ШВИДКІСТЬ АКТИВІЗАЦІЇ ЗСУВНИХ ТА КАРСТОВИХ ПРОЦЕСІВ У ДНІСТРОВСЬКОМУ КАНЬЙОНІ

Радловська К.О., к. т. н., доцент, katolrad22@gmail.com;

Зорін Д.О., к. геол. н., доцент, denzor2@mail.ru;

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Анотація. Глибоке розчленування рельєфу в Дністровському каньйоні та частота кліматичних змін в умовах глобального потепління сприяє активізації розвитку небезпечних екзогеодинамічних процесів – зсувів, селів, обвалів, осипань, площинної та бічної ерозії, карстоутворення та ін., які наносять великі збитки не тільки сільському та лісовому господарству, а й природно-заповідному фонду. Щоб науково обґрунтовано керувати оптимізацією та зниженням дії цих процесів необхідно їх вимірювати кількісно. У статті подається один із методів вимірювання активізації екзогенних процесів.

Ключові слова: зсуви, селі, ерозія, зміни клімату, каньйон, полігон.

ON THE SPEED OF ACTIVATION OF SLIDING AND KARST PROCESSES IN THE DNISTER'S CANYON

Radlovska K., Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, katolrad22@gmail.com;

Zorin D., Cand. Sci. (Geol.), Associate Professor, denzor2@mail.ru;

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Abstract. Deep dissection of the terrain in the Dniester canyon and the frequency of climate change in global warming contribute to the development of dangerous exo-geodynamic processes - landslides, mudslides, landslides, landslides, planar and lateral erosion, karsts formation, etc., which cause great damage to agriculture. But also the nature reserve fund. In order to scientifically manage the optimization and reduction of these processes, it is necessary to measure them quantitatively. The article presents one of the methods of measuring the activation of exogenous processes.

Keywords: landslides, mudslides, erosion, climate change, canyon, landfill.

У 1981 р. Чернівецька гідрогеологічна партія ДГП «Західукргеологія» (Г. І. Рудько та ін.) виконали першу оцінку розповсюдження небезпечних екзогеодинамічних процесів (зсувів, селей, обвалів, осипищ, суфозій, ерозії) на території Західного регіону України. Був складений кадастр зсувів, у тому числі і на досліджуваній нами район Дністровського каньйону, включаючи право- і лівобережжя долини Дністра в межах Тернопільської та Івано-Франківської областей. Тоді було зафіксовано 45 зсувів різної стадії активності на площі 1400 га або 1 400 0000 м². Загальна площа потенційної зсувонебезпечності складала 120 км² або 120 000 000 м².

Пройшло 25 років і тепер, за даними дешифрування космічних знімків М. В. Арістова і О. В. Тимченко, маємо 84 зсуви загальною площею 8 км² (8 000 000 м²), із них активними є 17 зсувів. Прогнозована зсувонебезпечна територія складає 12 км² (12 000 000 м²). Зсуви мають різну будову, морфологію, генезис і розміри. Відрізняються і умови їх виникнення та активізації, хоча першопричина, в першу чергу, природна: різко розчленований рельєф, обумовлений активними неотектонічними рухами, чергування водопроникних і водотривких порід у глибоких річкових долинах, періодичні епохи надмірного зволоження і т. ін.

Щоб оцінити масштаб вражень геоморфосфери (рельєфу) зсувними процесами скористаємось формулою:

$$sE_{ГМ}^{зсув} = \frac{S_{зсув}}{S_{ГМ}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де $sE_{ГМ}^{зсув}$ – частка в % площі зсувів, тобто природних екологічних змін геоморфосфери (ГМ) під впливом зсувів;

$S_{зсув}$ – площа зсувів;

$S_{ГМ}$ – площа прогнозованих зсувних процесів.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Підставивши в цю формулу наведені вище цифри, отримаємо:

$$sE_{ГМ}^{зсув} = \frac{14000000}{120000000} = 0,116 \quad \text{або } 11,6 \% \quad \text{у 1981 р.}$$

$$sE_{ГМ}^{зсув} = \frac{8000000}{12000000} = 0,66 \quad \text{або } 66 \% \quad \text{у 2006 р.}$$

За 25 років площа активізованих зсувів зростає з 11,6 до 66 %, тобто в 6 разів. Якщо ж нинішню зсувонебезпечну площу у 12 км² порівняти з загальною площею зсувонебезпечного району у 720 км², то враженість зсувами складає 1,5 %, що є значним показником, значно вищим, ніж такий для усієї території Івано-Франківської (0,5 %), Тернопільської (0,3 %) або Львівської (0,7 %) областей. Звідси висновок: необхідні термінові заходи для запобігання розповсюдження зсувів на цій у майбутньому природоохоронній території національного природного парку «Дністровський каньйон».

Яких природних змін зазнало геологічне середовище під впливом карстових процесів? Ми їх оцінюємо як відношення площі та об'єму карстових порожнин відповідно до площі та об'єму закарстованого геологічного середовища:

$$sE_{ГС}^{карст} = \frac{S_{карст}}{S_{ГС}}, \quad (2)$$

$$vE_{ГС}^{карст} = \frac{V_{карст}}{V_{ГС}}, \quad (3)$$

де $sE_{ГС}^{карст}$ і $vE_{ГС}^{карст}$ – частка у відсотках площі та об'єму закарстованого геологічного середовища, тобто природні екологічні зміни геологічного середовища (ГС) під впливом карстових процесів;

$S_{карст}$ – площа печер закарстованого ГС;

$V_{карст}$ – об'єм печер закарстованого ГС;

$S_{ГС}$ – площа ГС, де розповсюджені карстові процеси;

$V_{ГС}$ – об'єм ГС, де розповсюджені карстові процеси.

У нашому випадку:

$$S_{карст} = 710,8 \text{ тис. м}^2,$$

$$V_{карст} = 1459,2 \text{ тис. м}^3,$$

$$S_{ГС} = 1900 \text{ км}^2 = 1\,900\,000\,000 \text{ м}^2,$$

$$V_{ГС} = 1\,900\,000 \text{ м}^2 \times 50 \text{ м} = 95\,000\,000\,000 \text{ м}^3.$$

Підставляємо цифри у відповідні формули (2) і (3) та отримуємо:

$$sE_{ГС}^{карст} = \frac{710800}{1900000000} = 0,0004 \quad \text{або } 0,04 \%.$$

$$vE_{ГС}^{карст} = \frac{1459200}{95000000000} = 0,000015 \quad \text{або } 0,0015 \%.$$

Розрахунки свідчать, що природні порушення – екологічні зміни геологічного середовища – незначні, як за площею розповсюдження карстових процесів (0,04 %), так і за об'ємом печерних порожнин (0,0015 %).

Таким чином, геологічне середовище Подільського Придністров'я зазнало значних змін під впливом підземних карстових процесів природного характеру. Значна розчленованість неогенових відкладів блоками і розломами, переміщення окремих блоків відносно сусідніх на десятки метрів, ураженість їх густими сітками тріщин сприяло карстуванню гіпсо-ангідризової товщі та



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

утворенню гігантських лабіринтів. Ці системи є найбільшими у світі, унікальними в геологічному, гідрогеологічному, спелеологічному відношеннях. Це безцінний дар Тернопільщині від Природи! На жаль, в останні роки увага науковців, краєзнавців, природоохоронців до печер Поділля значно і незаслужено знизилась.

Необхідно на сучасному рівні довивчити ці печерні системи, дати їх науковий та популярний опис, розробити туристичні маршрути, видати путівники та карти, облаштувати печери для відвідування. Без сумніву, ці об'єкти стануть всесвітньо відомими та принесуть Тернопільщині чималі прибутки для соціально-економічного розвитку області.



УДК 551.495

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ЗАПАСІВ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД В УКРАЇНІ

Саніна І.В.¹, ekogeol@ukr.net;

Люта Н.Г.², к. геол.-мін. наук, nlyuta@ukr.net;

1 – ДП «Українська геологічна компанія», м. Київ, Україна,

*2 – ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
м. Київ, Україна*

У статті розглянуто сучасний стан експлуатаційних запасів підземних вод та перспективи їхнього освоєння. Наведено дані щодо використання підземних вод для забезпечення питною водою населених пунктів України. 19 тис. 123 населених пунктів не мають централізованого водопостачання. Організація централізованого водопостачання може бути здійснена за рахунок використання наявних потужних резервів питної води. Пропонуються шляхи вирішення цієї проблеми із застосуванням методів пошуків та розвідки і державної оцінки запасів підземних вод в ДКЗ України.

OPERATING RESERVES OF DRINKING GROUNDWATER IN UKRAINE: PROSPECTS OF USING

Sanina I.¹, ekogeol@ukr.net;

Lyuta N.² Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), nlyuta@ukr.net;

1 – SD UkrGRI, SE «Ukrainian geological company», Kyiv, Ukraine,

2 – «Institute of geology», Kyiv Taras Shevchenko University, Kyiv, Ukraine

The article discusses the current state of the operational reserves of groundwater and the prospects for their development. The data on the use of groundwater to provide drinking water to the settlements of Ukraine are presented. 19123 settlements do not have centralized water supply. The organization of centralized water supply can be carried out by using the available powerful reserves of drinking water. The ways of solving this problem using methods of prospecting and exploration and state assessment of groundwater reserves in the State Reserves Committee of Ukraine are proposed.

Україна володіє значними ресурсами питних підземних вод, пов'язаними з відкладами архею, протерозою, палеозою, мезозою та кайнозою, які за даними регіональної оцінки 1975-1980 років становлять 61 689,2 тис. м³/д. Вони мають стратегічне значення як єдине надійне екологічно чисте джерело забезпечення населення питною водою. На 01.01.2021 р. Державним балансом експлуатаційних запасів питних та технічних підземних вод України обліковано 1 498 розвіданих ділянок по 719 родовищ, з яких введено в експлуатацію близько 730 ділянок. Сумарні балансові експлуатаційні запаси цих вод за категоріями А+В+С₁ досягають 16206,136 тис. м³/добу (розвіданість складає 26 %). Водовідбір на сучасний період із затверджених запасів становить 1407,711 тис. м³/добу, рівень їхньої освоєності складає лише 9 %. В той же час загальний водовідбір підземних вод із підземних вод в цей період становив 2275,711 м³/добу. Тобто, 867,416 тис. м³/добу було відібрано на ділянках із нерозвіданими та неоціненими запасами [1].

Падіння промислового виробництва протягом останніх десятиріч відобразилося на зменшенні водоспоживання, в тому числі підземних вод. За останні п'ять років (2016-2020 рр.) зменшення загального видобутку підземних вод склало 998,557 тис. м³/добу (30,5 %), з балансових запасів – 92,961 тис. м³/добу (6,2 %). Тенденція до скорочення видобутку підземних вод крім економічних причин зумовлена також зменшенням кількості водоспоживачів, а також відсутністю даних з анексованої АР Крим та тимчасово окупованих територій Донецької, Луганської областей [1]. Нині використання підземних вод становить 4 % їхніх прогнозних ресурсів

Додатковим показником, що дозволяє оцінити тенденцію водоспоживання, є демографічний показник змін чисельності населення. Загальна динаміка чисельності населення за останні 10 років виявляє слабко виражену тенденцію до депопуляції [2]. Так, порівняно з даними 2008 року загальна чисельність населення у 2017 р. зменшилась на 3,2 %. При цьому зміни міського і сільського населення направлені протилежно – очевидно є внутрішня міграція



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

населення з сільських населених пунктів, відносна частка населення яких зменшилась на 0,8 %, у міста, де спостерігається відповідний приріст числа мешканців.

Враховуючи ситуацію із використанням експлуатаційних запасів і прогнозних ресурсів підземних вод, ми можемо відмітити наявні потужні резерви питної води, які є надійною базою для нарощування видобутку підземних вод для забезпечення потреб промисловості і населення в питній і технічній воді. Для цього може бути використана незадіяна частина розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод.

Треба зазначити, що на сьогоднішній день існує невідповідність між просторовим розподілом експлуатаційних запасів питних підземних вод і реальною схемою потреб в них, велика кількість населених пунктів не має централізованого водопостачання (табл. 1).

Таблиця 1

Забезпеченість населених пунктів в Україні централізованим водопостачанням [3]

№ з/п	Адміністративні області	Відсутнє централізоване водопостачання			Забезпечене централізоване водопостачання		
		міста	сміт	села	міста	сміт	села
1	Вінницька			1097	18	29	353
2	Волинська		4	735	11	18	319
3	Дніпропетровська			1024	20	46	348
4	Донецька		2		40	70	128
5	Житомирська		5	1488	12	38	125
6	Закарпатська			388	11	12	191
7	Запорізька		2	426	14	20	488
8	Івано-Франківська		11	739	15	13	26
9	Київська		1	296	26	29	830
10	Кіровоградська		5	774	12	22	217
11	Львівська	2	10	1639	42	24	211
12	Луганська		5	462	12	18	35
13	Миколаївська		1	372	9	16	513
14	Одеська			998	19	33	126
15	Полтавська			1262	16	20	548
16	Рівненська			795	11	16	204
17	Сумська			958	15	20	500
18	Тернопільська	1	2	977	17	15	46
19	Харківська		7	1320	17	54	353
20	Херсонська		2	17	9	20	641
21	Хмельницька			976	13	24	438
22	Черкаська			662	16	15	162
23	Чернігівська		1	1271	16	28	194
24	Чернівецька	1	1	383	10	7	15
25	м. Київ				1		
	Всього	4	60	19059	402	623	7017

Слід також зазначити, що в Законі України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» (ст. 6) одним з принципів державної політики у сфері питної води визначено «дотримання оптимального балансу використання поверхневих і підземних вод для питного водопостачання». Що ж є цим оптимальним балансом? На жаль, жодних роз'яснень чи уточнень ні в законі, а ні в будь-яких підзаконних актах і методичних документах немає.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Згідно з інформацією одного з керівних документів Спільної стратегії імплементації Європейської Комісії з Водної Рамкової директиви (2000/60/ЄС) № 15 «Моніторинг підземних вод», відсоток підземних вод у структурі водопостачання населення у різних країнах суттєво різняться. Так, в Австрії та Данії частка підземних вод у водопостачанні населення становить 99 %, в Угорщині – 96 %, Ісландії та Швейцарії – 94 і 93 % відповідно, в Італії 80 %, у Німеччині 72 %, у Франції 62. У Греції та Португалії використовується однакова кількість підземних і поверхневих вод – 50/50. Є низка країн, де переважає частка поверхневих вод – це Великобританія (35 % підземних вод), Іспанія (21 %), Норвегія (13 %).

Загалом число європейських країн, де в структурі водопостачання переважають підземні води, становить 65 %. Визначається співвідношення постачання підземних і поверхневих вод низкою умов і чинників, головними з яких є ресурси природних вод – їхня кількість і якість, обумовлені геологічною будовою території, гідрогеологічними умовами, кліматом, рівнем антропогенного навантаження тощо.

В Україні частка підземних вод у водопостачанні населення становить менше 25 %, причому упродовж останніх 20 років, як зазначалося вище, видобуток підземних вод скоротився втричі. Навіть у Києві, за даними сайту ПрАТ АК «Київводоканал», у 2019 році становив лише 8,6 %. Наразі видобуток підземних вод у межах Києва складає близько 13 % від їхніх затверджених експлуатаційних запасів, хоча ці запаси є достатніми для задоволення потреб киян на 100 %.

Що ж можна вважати для нас оптимальним балансом використання поверхневих і підземних вод для питного водопостачання? В Україні є достатньо ресурсів підземних вод, хоча розподілені по території вони нерівномірно, тому, звичайно, зовсім відмовитися від використання поверхневих вод нереально і недоцільно. Щодо антропогенного навантаження, то воно в Україні досить значне – попри занепад багатьох галузей економіки, спостерігається стійке зростання сільськогосподарського виробництва. Це супроводжується постійним збільшенням застосування добрив і засобів хімізації, що не може не впливати на стан поверхневих вод. Абсолютно очевидним є те, що в межах територій зі значним антропогенним навантаженням доцільно використовувати більш захищені від поверхневого забруднення підземні води.

Отже, враховуючи наявність достатніх ресурсів підземних вод, з одного боку, і суттєве антропогенне навантаження, з іншого, можна дійти висновку, що для умов України оптимальним балансом використання поверхневих і підземних вод для питного водопостачання було б співвідношення цих вод у пропорції 50/50.

Висновки. В Україні існує значний потенціал та гостра необхідність збільшення використання розвіданих експлуатаційних запасів питних підземних вод практично в усіх регіонах, особливо в зоні розташування крупних населених пунктів.

Забезпеченість населених пунктів розвіданими запасами підземних вод на сучасний період є вкрай незадовільною, що вимагає проведення масштабних геологорозвідувальних робіт з метою виявлення відповідних джерел питних підземних вод і оцінки їхньої придатності для водопостачання населених пунктів і державної оцінки запасів підземних вод в ДКЗ України

Для вирішення зазначеної проблеми необхідно розробити цільову програму щодо максимально можливого використання розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод із урахуванням розвитку національної економіки та перспективних потреб населення.

Список використаних джерел:

1. Щорічник про стані підземних вод в Україні. ДНВП «Геоінформ України». Київ, 2021 р.
2. Набиванець Ю.Б., Осадча Н.М. та ін. «Розроблення плану управління районом річкового басейну Дніпра в Україні: фаза 1, крок 1 – опис характеристик району річкового басейну». Звіт, 2019 р.
3. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2019 році. Київ, 2020. С. 36–37.



УДК 556.03

ПРОМИСЛОВІ ЙОДО-БРОМНІ ВОДИ В СВЕРДЛОВИНАХ ПЛОЩІ ВОВЧЕ КРОСНЕНСЬКОГО ПОКРИВУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Шлапінський В.Є.¹, к. геол.-мін. н., vlash.ukr@gmail.com;

Кондратюк Є.І.², k.yevhen14@gmail.com;

Савчак О.З.¹, к. геол.-мін. н., savchakolesya@gmail.com;

Тернавський М.М.¹, miroslavtmm@gmail.com;

1 – Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів,

2 – ТЗОВ "ФІРМА Т.С.Б", м. Трускавець

Згідно з інструкцією ДКЗ, води з концентраціями йоду – 10 мг/л, бром – 200 мг/л, літію – 10 мг/л, рубідію – 3 мг/л, стронцію – 300 мг/л відносяться до категорії потенційно корисних копалин. У водах Вовченської площі при випробуванні перспективних на вуглеводні об'єктів, в інтервалах глибин 215–650 м отримані води гідрокарбонатно-натрієвого типу з загальною мінералізацією від 6,7 до 19,08 г/л і концентрацією йоду, а в одному інтервалі і бром, яка значно перевищує вище зазначені показники. За даними Центру громадського здоров'я МОЗ України більшість мешканців держави щодня споживає лише 40–80 мкг йоду на добу (при нормі 90–300 мкг). У зоні найбільшого ризику – Західна Україна та Чернігівська область, де споживання йоду найменше. Наслідки нестачі йоду в організмі: відчуття постійної втоми, слабкість, депресія; збільшення щитовидної залози (зоб); затримка інтелектуального розвитку у дітей; порушення обмінних процесів; гіпотиреоз; рак щитовидної залози; погіршення пам'яті, слуху; підвищення холестерину; порушення роботи кишківника; тощо. Через недостатній вміст йоду в ґрунтах регіонів України, віддалених від моря, гористих місцевостях, у низці прибережних регіонів тощо, мільйони українців щодня відчувають наслідки йододефіциту. Для ліквідації дефіциту йоду можна використовувати воду зі свердловин площі Вовче, як столово-лікувальну. Приклади використання вод такого типу в цьому аспекті, відомі в країнах світу.

THE POTENTIAL AND SIGNIFICANCE OF IODINE-BROMINE WATERS IN THE REGION OF VOVCHE IN THE KROSNO NAPPE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

Shlapinskyi V.¹, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), vlash.ukr@gmail.com;

Kondratiuk Ye.², k.yevhen14@gmail.com;

Savchak O.¹, Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), savchakolesya@gmail.com;

Ternavskyi M.¹, miroslavtmm@gmail.com;

1 – The Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of

National Academy of Sciences of Ukraine,

2 – LLC "TSB Firm", Truskavets

According to the standards of DKZ (State Natural Resources Committee of Ukraine), water with concentrations of iodine – 10 mg / l, bromine – 200 mg / l, lithium – 10 mg / l, rubidium – 3 mg / l, strontium – 300 mg / l may be considered an extractable resource. In the waters of Vovche area during the examining of potentially productive carbon-bearing objects, there was obtained hydro carbonate-sodium water with a total mineralization of 6.7 to 19.08 g / l at the depth of 215–650 m. The concentration of iodine, and in one interval of bromine is even higher. According to the Center for Public Health of the Ministry of Health of Ukraine, the majority of population consumes only 40-80 mcg of iodine per day with the norm equal to 90–300 mcg. Among the areas of greatest deficit, we can find Western Ukraine and Chernihiv region, where iodine consumption is lowest. Among the consequences of iodine deficiency in the body there can be observed the following symptoms: tiredness, weakness, depression; enlargement of the thyroid gland (goiter); intellectual retardation in children; metabolic disorders; hypothyroidism; thyroid cancer; impairment of memory and hearing; increase in cholesterol; intestinal disorders etc. Due to lack of iodine both in the soils of the regions of Ukraine that are situated far from the sea and in mountainous areas millions of Ukrainians face the effects of iodine deficiency every day. To fill up the iodine deficiency, waters from Vovche springs can be recommended for consumption as mineral water with healing properties. The use of mineral waters for curative purposes is widely spread all over the world.

Вовченська площа розташована на крайньому північному заході Українських Карпат поблизу від українсько-польського кордону, у верхній течії Дністра, у Бітлянській ліцензійній ділянці в межах Турківського району Львівської області [1].

У тектонічному відношенні в границях площі знаходиться Вовченська структура, яка представляє собою фрагмент антиклінальної складки, локалізованої у фронті Лімненської луски



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

однойменної скиби Турківського субпокриву Кросненського покриву. Довжина структури 18 км, ширина – до 2 км. Структура розірвана поперечними порушеннями між Лопушанкою і Шум'ячем на п'ять блоків: Лопушанський, Хащівський, Лімненський, Бережоцький (від с. Бережок) і Вовченський (рис. 1).

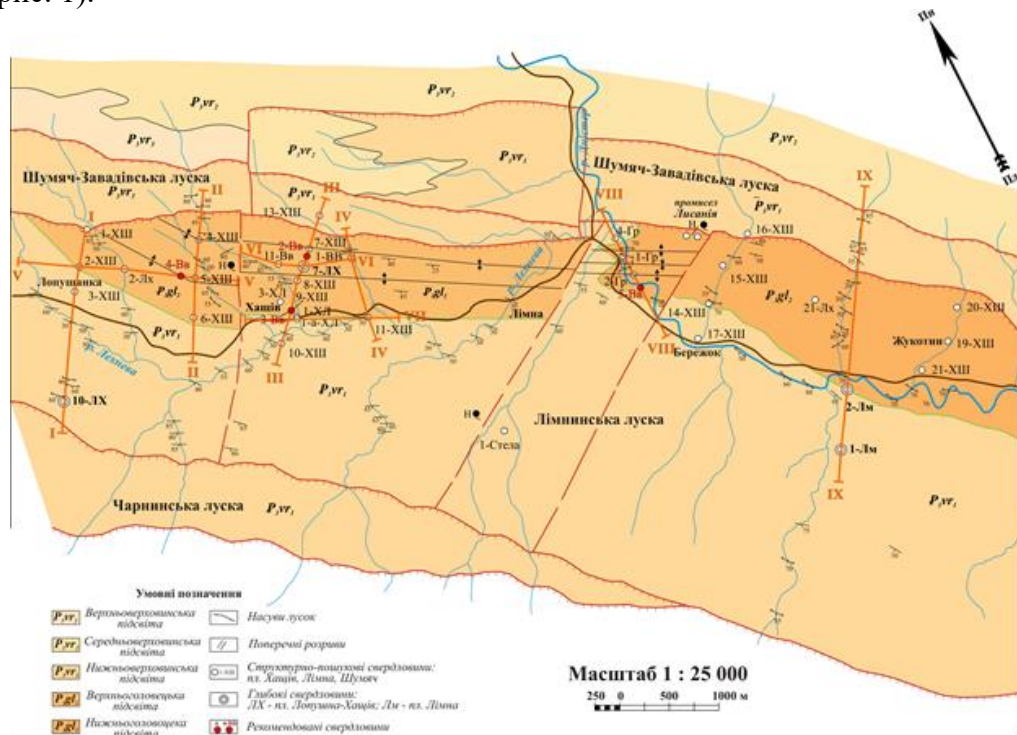


Рис. 1. Геологічна карта площі Вовче (П.Ю. Лозиняк, В.В. Кузовенко, В.Є. Шлапінський, 1997 р. Змінено і доповнено В. Шлапінським у 2017 р.)

На всій площі свого розвитку Лімненська луска на поверхні складена виключно олігоценними відкладами, представленими піщано-глинистим флішем кросненського літотипу з різним співвідношенням аргілітів чорних та сірих, пісковиків, алевролітів та сидеритистих мергелів. Піщані горизонти, надійно ізольовані від денної поверхні, можуть представляти інтерес у відношенні промислової нафтогазоносності. Про можливу перспективність Вовченської структури свідчать природні поверхневі прояви вуглеводнів в межах Лімненської луски, а також результати буріння параметричних, структурно-пошукових, розвідувальних і картувальних свердловин. У багатьох з них були відзначені нафтогазопояви, а в розвідувальній свердловині 7-Лопушанка-Хащів, пробуреній в 1951 р. Бориславським УБР, з інтервалу 250-319 м отримано приплив нафти з водою (початковий дебіт – 5,7 т/добу) і з якої було видобуто 779,2 т. нафти. Позитивні результати пошуково-розвідувальних робіт, вказували на можливість розширення і площі і інтервалів промислової нафтогазоносності. Виходячи з цього, геологами ДП "Західукргеологія" і УкрДГРІ (В. В. Кузовенко, П. Ю. Лозиняк, В. Є. Шлапінський) у 1999–2000 р. був складений проект на проведення структурно-пошукового буріння на Вовченській площі, а пізніше у 2000 р. був підготовлений паспорт на цю структуру.

Згідно з проектом, у 2001 р. на площі була пробурена свердловина 1-Вовче (вибій – 900 м), а у 2002 р. випереджувальна свердловина 11-Вовче (вибій – 650 м), які розкрили відклади нижньовержовинської і верхньоголовецької підсвіт олігоцену (рис. 2). В обидвох свердловинах були випробувані об'єкти, з яких одержали невеликі припливи нафти (до 1,67 м³/добу) і вод (0,6–1,6 м³/добу).

Гідрогеологічна характеристика розрізу. На Вовченській площі розвинуті четвертинні і корінні відклади. Четвертинні (грунтові) води приурочені до алювіальних, елювіальних і



делювіальних відкладів. Проаналізовані природні виходи цих вод. Води прісні 0,1–0,5 г/л, рН – 6,5–7,0. Вміст мікрокомпонентів обмежений: йод і бром відсутній. Переважають води гідрокарбонатно-кальцієвого типу. Значно поступаються їм кількісно води з перевагою сульфат-натрієвого і гідрокарбонатно-натрієвого типів.

Пластові води з олігоценівих відкладів Вовченської структури (верхньоголовецька підсвіта) були одержані при випробуванні свердловин 1- і 11-Вовче. Спостерігається досить цікава аномальна закономірність (свого роду інверсія), яка полягає в зменшенні з глибиною загальної мінералізації, вмісту броду і йоду і збільшенні коефіцієнту $SO_4/Cl \cdot 100$ (можливо через вплив конденсаційних вод за В. В. Колодієм, які потрапляли у складі з парогазовою водно – вуглеводневою сумішшю в розріз, з глибоко занурених горизонтів).

У свердловині 11-Вовче вода була одержана з інтервалу глибин 650-557 м, причому на початку була отримана пластова вода змішана з фільтратом глинистого розчину, про що свідчить дуже високе значення коефіцієнту $SO_4/Cl \cdot 100$ – 39,4. У подальшому мав місце приплив пластової води (значення цього коефіцієнту коливались від 0,08 до 0,26).

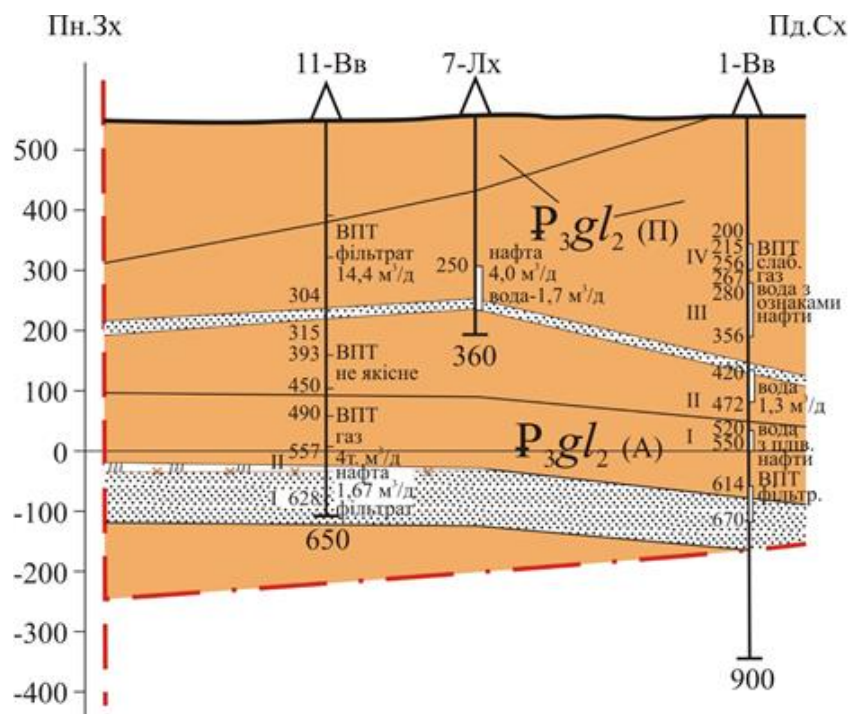


Рис. 2. Геологічний профіль VI-VI по лінії свердловин 11Вв-1Вв (Хачівський блок).

Масштаб 1 : 10 000. Склад В. Шлапінський, 2017 р.

Загальна мінералізація води цього горизонту складає 11,17–14,43 г/л, хлор-бромний коефіцієнт коливається від 43,4 до 55,39, а вміст броду і йоду становить відповідно 40,08–89,51 і 4,23–14,81 мг/л (табл. 1). У свердловині 1-Вовче пластові води були відібрані з загального інтервалу 550–215 м. Загальна мінералізація вод коливається від 3,19 до 19,08. Тип вод гідрокарбонатно-натрієвий. Для цих вод характерні значення хлор-бромного коефіцієнту 22,74/90,26 і доволі високі вмісти мікрокомпонентів (Br^- від 17,64 до 200 мг/л, I^- – від 2,96 до 55,02) (табл. 1). Гідрохімічні показники притаманні для цих вод свідчать, про закритість розрізу і відсутність впливу поверхневих вод. Йодо-бромисті води високої мінералізації з лікувальною метою, використовують для ванн і басейнів, розводячи прісною водою. Дуже рідко зустрічаються такі води призначені для пиття. У РФ це Талицька вода середньої мінералізації в Свердловській області і йодисті води малої мінералізації Хадиженського родовища в Краснодарському краю. Ці



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

води використовують для питного лікування в натуральному вигляді, а також промислового розливу у пляшки.

Таблиця 1

Гідрохімічні показники пластових вод олігоцену Вовченської структури

№ з/п	Інтервал випро- бування, м	Глибина відбору, м	Загальна мінера- лізація, г/л	Вміст мікрокомпонентів, мг/л			Коефіцієнти		Тип води	Дебіт, м ³ /добу
				NH ₄ ⁺	Br ⁻	I ⁻	Cl/ Br	SO ₄ / Cl *100		
1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
1-Вовче										
1	550-520	535 пробо- відбірник	8,43	200	32,06	3,39	79,17		5,07	гідро- карбонатно- натрієвий
2	550-520	535 пробо- відбірник	8,38	70,0	53,97	8,46	66,47		3,18	- II -
3	550-520	391 пробо- відбірник	3,52	40,0	18,44	2,96	78,94		7,68	- II -
4	550-520	з вибою при промивці	3,19	40,0	17,69	4,23	71,02		7,76	- II -
5	472-426	з вибою при промивці	10,76	30,0	82,83	10,16	61,3		1,2	- II -
6	327-267		12,03	20,0	107,95	21,16	26,71		0,21	- II -
7	327-267		6,7	20,0	64,66	11,85	25,92		2,21	- II -
8	356-267		9,21	5,0	104,21	21,16	22,74		0,77	- II -
9	356-267		14,56	5,0	141,62	38,09	23,9		0,72	- II -
10	256-215		9,68	5,0	42,75	21,16	90,26		2,65	- II -
11	256-215		17,16	10,0	192,38	38,09	25,36		0,69	- II -
12	256-215		11,34	30,0	133,6	29,62	31,42		1,55	- II -
13	256-215		19,08	40,0	200,0	55,02	28,38		0,15	- II -
11-Вовче										
14	650-557	610	11,17	210,0	40,08	4,23	55,39		39,4	- II -
15	650-557	при промивці	13,83		76,15	14,81	50,21		0,22	- II -
16	650-557	- II -	13,43	10,0	73,48	12,70	52,87		0,16	- II -
17	650-557	- II -	14,43	10,0	80,16	12,70	49,24		0,26	- II -
18		612	13,29	50,0	89,51	14,81	43,4		0,08	- II -

Список використаних джерел:

1. Шлапінський В.С. Звіт: Уточнення геологічної будови та перспектив нафтогазоносності Бітлянської ліцензійної площі (Вовченська та Боберська ділянки). Львів, 2017. 125 с. (в тому числі 3 таблиці, 15 рисунків, 21 джерело, 1 графічний додаток, 27 текстових додатків). Фонди.



УДК 336.22:502.35

ЕКОЛОГІЧНИЙ ФІСКАЛЬНИЙ ПЛАТІЖ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

*Бодюк А.В., к. екон. н., ст. наук. співроб., наук. кер., g2030@ukr.net,
Науково-дослідний заклад «Ресурси», Київ, Україна*

Обґрунтовано поняття «екологічний фіскальний платіж» за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти, застосування регулюючих факторних коефіцієнтів для їх обчислення; застосування принципу *n*-мірності для визначення факторів, які необхідно врахувати при обчисленні суми цього платежу; створення Суспільного екологічного водного фонду.

ECOLOGICAL FISCAL PAYMENT FOR POLLUTION OF WATER FACILITIES

*Bodyuk A., Cand. Sci. (Econ.), Senior Research Fellow, g2030@ukr.net
Supervisor Research institution «Resource», Kyiv, Ukraine*

The concept of "environmental fiscal payment" for discharges of pollutants into water bodies, the use of regulatory factors for their calculation; application of the principle of *n*-dimensionality to determine the factors that must be taken into account when calculating the amount of this payment; creation of the Public Ecological Water Fund.

Вступ. У вирішенні екологічних проблем до актуальних належать дослідження взаємовідносин геологічних і гірничих суб'єктів господарювання з державою і місцевими органами самоврядування. До таких взаємовідносин належать пов'язані з управлінням фінансово-економічними питаннями щодо екологічних платежів за забруднення водного середовища.

Аналіз результатів відповідних досліджень у профільній науковій літературі, засобах масової інформації та й власний досвід водокористування показують, що водні об'єкти, зокрема річки, в Україні не надто чисті. Скиди у водні об'єкти не проходять багаторівневі стадії очищення з застосуванням найсучасніших технічних засобів і технологій. Безумовно, що і вода у квартирних кранах не достатньо чиста для її споживання без додаткового очищення.

Виклад основного матеріалу.

Метою написання статті є обґрунтування потреби запровадження екологічного фіскального платежу за забруднення водних об'єктів.

Методологія і методи досліджень: застосовані принцип *n*-мірності для виокремлення базово-ресурсних понять; абстрактно-логічний та порівняльний аналіз.

Дослідження і результати. Нормативно-правова база, що регулює водопостачання та його очищення, потребує оновлення з врахуванням сучасного стану водних об'єктів, включення до її положень важелів і стимулів застосування більш дієвих механізмів впливу на водокористувачів, зокрема, з метою здійснення ними заходів у своїй господарській діяльності по зниженню забруднень водного середовища, яким користується, а також фіскальних орієнтацій відповідних статей, включення нових, зокрема, поєднаних з відповідними статтями Податкового кодексу України.

За статтею 3. «Водний фонд України» Водного кодексу України «Усі води (водні об'єкти) на території України становлять її водний фонд. До водного фонду України належать:

- 1) поверхневі води: природні водойми (озера); водотоки (річки, струмки); штучні водойми (водосховища, ставки) і канали; інші водні об'єкти;
- 2) підземні води та джерела;
- 3) внутрішні морські води та територіальне море».

За цим поділом, як одним з факторів, має бути встановлені відповідні ставки екологічного податку, для кожного відповідні коефіцієнти водного фонду $K_{\text{вф}}$. Для визначення їх величини потрібні відповідні масові дослідження.



Згідно зі статтею 5 «Водні об'єкти загальнодержавного і місцевого значення» до водних об'єктів загальнодержавного значення належать:

- 1) внутрішні морські води, територіальне море, а також акваторії морських портів;
- 2) підземні води, які є джерелом централізованого водопостачання;
- 3) поверхневі води (озера, водосховища, річки, канали), що знаходяться і використовуються на території більш як однієї області, а також їх притоки всіх порядків;
- 4) водні об'єкти в межах територій природно-заповідного фонду загальнодержавного значення, а також віднесені до категорії лікувальних.

За цим поділом необхідно застосовувати у розрахункових формулах суми платежів певні коефіцієнти щодо фіскалювання обсягів і процесів використання водних ресурсів загальнодержавного значення ($K_{фд}$). Цими коефіцієнтами необхідно визначати частку сум екологічних платежів, що направляються до державного бюджету для фінансування проведених державою заходів, якими зберігаються, а то й поліпшуються якість води у її джерелах.

До водних об'єктів місцевого значення належать:

- 1) поверхневі води, що знаходяться і використовуються в межах однієї області і які не віднесені до водних об'єктів загальнодержавного значення;
- 2) підземні води, які не можуть бути джерелом централізованого водопостачання.

За цим поділом необхідно в розрахункових формулах визначення суми платежів застосовувати певні коефіцієнти щодо фіскалювання водних ресурсів місцевого значення ($K_{фм}$). Цими коефіцієнтами виділяється частка сум екологічних платежів, що направляються до місцевих бюджетів для фінансування проведених місцевими територіальними громадами екологічно значимих заходів.

Взагалі, водний фонд країни не бідний на власні водні й наявні у них природні ресурси. У статті 6 «Власність на води (водні об'єкти)» зазначено, що води (водні об'єкти) є виключно власністю народу України і надаються тільки у користування. Однак у засобах масової інформації поширюється факти про приватизацію водних об'єктів або їх частин. Тому, безумовно, потребуються додаткові дослідження проблем фіскалювання екологічно значимих процесів і об'єктів у водному середовищі.

Взагалі, чинний екологічний податок за своєю суттю *являє мобілізовані* державою від суб'єктів господарювання грошові кошти за порушення ними природного стану, забруднення навколишнього середовища: на його поверхні землі і під поверхнею, в атмосфері і водних середовищах.

Розглянемо питання фіскалювання суб'єктів господарювання за скиди ними забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Як і в 2019 р., у 2020 р. найменше коштів надійшло за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти – 146 млн 031 тис. 140 грн, що складає 2,8 % загальної суми і на 0,7 % менше, ніж у 2019 р. [4].

Окремо відмітимо, що водозабезпеченість в середньому по Дніпропетровській області становить 0,57 тис. м³ води на душу населення на рік. Цей показник по Україні становить 1 тис. м³ на душу населення в рік (в Європі – 4,6 тис. м³, у світі – 8,2 тис. м³, в Канаді – 99 тис. м³) [5].

В Україні найбільші показники як забруднень, так і екологічних податків взагалі, зокрема водних забруднень припадають на Дніпропетровську та Запорізьку області. За інформацією Держводагентства України обсяг скидів забруднених стічних вод в поверхневі водні об'єкти України в 2018 р. склав 568 млн м³. У той же час обсяг скидів забруднених стічних вод промисловими підприємствами м. Кривий Ріг в поверхневі водні об'єкти згідно зі статичною звітністю підприємств 2 ТП-водгосп у 2018 р. склав 10,7 млн м³ (1,8 % загального обсягу скидів по Україні), з них – 4,7 млн м³ шахтні води [6].

Для порівняння класифікація доходів бюджету та їх показники у 2020 р. наведено у табл. 1 [4].



Таблиця 1

Класифікація доходів бюджету та їх показники у 2020 р.

Код доходів бюджету	Вид доходу бюджету	Сума, млн грн	Питома вага
19010100	Екологічний податок за викиди в атмосферне повітря	1919,0	37,2
19010300	Надходження від розміщення відходів	1048,5	20,3
19011000	Екологічний податок за викиди в атмосферне повітря двоокису вуглецю	1037,2	20,1
19010400	Екологічний податок за утворення та/або тимчасове зберігання радіоактивних відходів	1015,1	19,6
19010200	Надходження від скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти	146,0	2,8
	Усього	5165,8	100,0

Як приклад, про масштаби забруднень річок у Дніпропетровській області свідчать наступні окремі показники. За даними статистичної звітності 2ТП-водгосп (річна) за 2016 рік у р. Інгулець здійснювали скиди 8 підприємств. До них, зокрема, належать:

ДТЕК Криворізька ТЕС – показник обсягів скидів забруднених без очистки зворотних вод складає 5100 тис. м³;

ПАТ “Кривбасзалізрудком” – 4498 тис. м³ шахтних вод;

ПрАТ “ЦГЗК” – 2151,4 тис. м³ шахтних вод;

ШУ ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” – 2791,1 тис. м³ шахтних вод та ін. [5].

З даного прикладу видно, що аналізовані показники вимірюються в обсягах.

За Податковим кодексом України сума екологічного податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти обчислюється за такою формулою:

$$P_c = \sum_{i=1}^T (M_{ei} \cdot H_{ni} \cdot K_{oc}),$$

де P_c – сума екологічного податку за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти (грн); M_{ei} – обсяг скидуваних виробничих відходів i -того виду в тоннах; H_{ni} – ставка податку за тонну, гривня з копійками; K_{oc} – коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в інших випадках коефіцієнт дорівнює 1).

За Податковим кодексом України ставки екологічного податку у гривнях за одну тонну поділяються на два види: по назвах забруднюючих речовин; по гранично допустимій концентрації забруднюючих речовин або орієнтовно безпечному рівню впливу (міліграмів на літр). З положень Податкового кодексу України, які регулюють екологічне оподаткування скидів у водні об'єкти, видно, що воно **враховує лише факти їх забруднення речовинами**. А власне **види та особливості водних об'єктів** не враховуються (тобто враховується сторона забруднювача, а сторона водного об'єкта забруднення ні). На наш погляд, зі сторони водного об'єкта забруднення знову таки необхідно врахувати фактори: поділ водних об'єктів за різними ознаками та їх власність. Не враховується і власник водних об'єктів.

Тому нами пропонується така формула для розрахунку екологічного фіскального платежу на екологічні, як пропонується їх називати, заходи:

$$P_c = \sum_{i=1}^T (M_{ei} \cdot H_{ni} \cdot K_{oc} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\phi m})$$

$K_{\phi d}$
 K_{ϕ}
 $K_{\phi m}$

У цій формулі K_{ϕ} – коефіцієнт, що визначає відрхування в $K_{\phi m}$ потреби за чинним законодавством.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Пропоновані правки необхідні для операцій з казначейством, тобто щоб зразу ж здійснювався розподіл сум за їх призначенням.

Висновки і пропозиції. Підприємствами-забруднювачами щорічно сплачуються надто малі суми коштів за скиди у водні джерела забруднюючих речовин. Тому вони не надто зацікавлені у власних і державних екологічних заходах.

Наукова новизна статті полягає у обґрунтуванні поняття «екологічні фіскальні платежі», у застосуванні регулюючих факторних коефіцієнтів для їх обчислення. Застосування принципу *n*-мірності для визначення факторів, які необхідно врахувати при обчисленні суми екологічного фіскального платежу:

- 1) народна власність на водні об'єкти;
- 2) громадяни країни, які отримують певні суми за користування суб'єктами господарювання водними об'єктами народної власності;
- 3) держава, органи якої здійснюють від імені народу права власника;
- 4) суб'єкти господарювання (у тому числі домашні господарства), що здійснюють забруднюючі скиди у водні об'єкти та вносять на казначейські рахунки відповідні платежі;
- 5) місцеві органи самоврядування.

Чинний екологічний податок не відповідає офіційно визнаному поняттю податку як безумовному платежу до відповідного бюджету.

Рекомендований платіж має бути платежем для накопичення коштів з метою фінансування проведення екологічних заходів. Ці накопичення логічно назвати наповненнями Суспільного екологічного водного фонду, що і необхідно узаконити.

На наш погляд, з боку водного об'єкта, його забруднення, необхідно врахувати наступні фактори: поділ користувачів водних об'єктів за різними ознаками. Зокрема доцільно врахувати фактор власності на джерела водних ресурсів при обчисленні фіскального екологічного платежу: надходження від скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Список використаних джерел:

1. Водний кодекс України: Закон України від 6 червня 1995 року № 213/95-ВР (зі змін. і доп.). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
2. Податковий кодекс України (зі змін. і доп.) Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>.
3. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Податок>.
4. Аналітика екоподатків за 2020 рік. Режим доступу: <https://www.savednipro.org/analitika-ekopodatktiv-za-2020-rik/>.
5. https://mepr.gov.ua/files/docs/ДНІПРОПЕТРОВСЬКА_ОБЛАСТЬ.pdf.
6. Реалізація заходів Міської екологічної програми з охорони та раціонального використання водних ресурсів. Режим доступу: https://kr.gov.ua/ua/news/pg/170120403335115_s/.



УДК 556.3

ПЕРСПЕКТИВИ ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПРИРОСТУ РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВИЩОЇ ЯКОСТІ ДЛЯ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЬВОВА

Павлюк В.І., к. геол. н., notebooc@gmail.com;

Ванькович Д.М., lvivvodokanal@ukr.net;

ЛМКП «Львівводоканал», Львів, Україна

Окреслено переваги переорієнтації водопостачання м. Львова з підземних водоносних горизонтів із більш якісними характеристиками хімічного складу, відповідно до нормативних вимог України. Визначено основні джерела ресурсної бази водоносних горизонтів Львівської області для вирішення даного питання.

PROSPECTS AND FEASIBILITY OF INCREASING GROUNDWATER RESOURCES WITH WATERS OF THE HIGHEST QUALITY FOR LVIV WATER SUPPLY

Pavliuk V., Cand. Sci. (Geol.), notebooc@gmail.com;

Vancovich D., lvivvodokanal@ukr.net;

Lviv Citi Public Utility "Lvivvodokanal", Lviv, Ukraine

The advantages of reorientation of water supply of Lviv from underground aquifers with better characteristics of chemical composition, in accordance with the regulatory requirements of Ukraine are drawn. The main sources of the resource base of aquifers of Lviv region for the decision of the given question are defined.

Вступ. Питання ресурсів, які забезпечують першочергові потреби життєдіяльності населення, особливо в умовах сучасного світу, який знаходиться під впливом значного техногенного навантаження, з кожним днем стає все більш актуальним. Енергія, чисте повітря, корисні копалини, в умовах стрімкого росту чисельності населення планети та зростання економічного потенціалу людства невинно потребує все більше обсягів цих ресурсів. Серед них, на одній з перших позицій по важливості стоїть вода, особливо питна. Зважаючи на планетарні процеси потепління та кліматичні зміни, вчені у найближчі 30 років прогнозують значний її дефіцит. Відповідно до незалежних оцінок, 40% населення Землі вже до 2030 року зіткнеться із глобальним дефіцитом води. На сьогоднішній день, на кожного жителя Землі припадає близько 750 м³ на рік прісної води, а до 2050 року ця кількість зменшиться до 450 м³, унаслідок чого, до 80 % країн світу опиняться у зоні, яка за класифікацією ООН відноситься до категорії за межею дефіциту водних ресурсів [1]. Це дуже загрозливі цифри. Не виключення становить і Україна, яка вже зараз досить погано забезпечена водою. За даними Світового банку (2014 р), ми посідаємо аж 124 місце зі 181 країни у світі за цим показником.

Виклад основного матеріалу. На фоні всієї країни, м. Львів, у плані забезпеченості питною водою, знаходиться у кращому стані. На відміну від більшості міст України ми користуємося відносно якіснішою водою, яка видобувається ЛМКП «Львівводоканал» з підземних водоносних горизонтів, резервуарами для яких являються чотири основних різновікових літолого-формаційних комплекси (рис. 1). Відповідно до віку, зверху вниз вони представлені:

1. *Водоносним горизонтом II-III надзаплавних терасах верхнього плейстоцену і голоцену у гравійно-піщаних відкладах Стрийської річкової долини;*
2. *Неогеновим водоносним горизонтом у вапняках, пісковиках та пісках;*
3. *Крейдовим водоносним горизонтом у мергелях, крейді та пісковиках;*
4. *Девонським водоносним горизонтом у пісковиках з прошарками аргілітів та алевролітів, вапняках та доломітах.*

На основі досліджених водоносних горизонтів, у межах Львівської області, відповідно до методики [2], виділено 7 масивів підземних вод. Чотири з них, які експлуатує ЛМКП



«Львівводоканал» представлені на рисунку 1. Видобувні води з означених чотирьох літолого-формаційних комплексів за якісними характеристиками можна розділити на два умовних типи.

Перший, платформний (Волино-Подільський артезіанський басейн), в який входять девонські, крейдові та неогенові води, характеризується у більшості випадків підвищеною жорсткістю, а у ряді випадків вмістом заліза та сірководню. Відповідно до санітарних норм [3] з 1 січня 2022р за їх показниками, по ряду родовищ ми будемо виходити за межі встановлених нормативів, або матимемо показники наближені до них. Усі 16 водозаборів ЛМКП «Львівводоканалу», які знаходяться у межах Волино-Подільського артезіанського басейну розташовані субшироко у центральній частині Львівської області (рис. 1). Вони експлуатують різновікові масиви підземних вод, починаючи від транскордонного крейдового на західній границі України, закінчуючи девонським на сході, на границі з Тернопільською областю.

Навпроти, підземні води Передкарпатського артезіанського басейну, видобуті з четвертинних гравійно-піщаних відкладів Стрийського водозабору відрізняються від попередніх набагато кращими якісними характеристиками, які у повній мірі відповідають нормативним вимогам до води питної, не тільки за стандартами України, але і інших світових норм.

Джерелом наповнення водою алювіальних відкладів на Жулинській ділянці Стрийського водозабору являються атмосферні опади, що дренуються з території всього басейну долини р. Стрий, розташованого вище за течією, площею понад 2,5 тис. км², який повністю входить у межі гірського масиву Складчастих Карпат. На відміну від виділених перших трьох масивів підземних вод, які представлені відкладами переважно карбонатного складу, карпатський фліш, за рахунок меншого вмісту карбонатів формує склад першого від поверхні горизонту підземних вод в алювіальних відкладах з набагато меншою мінералізацією, жорсткістю та збалансованим вмістом інших мікро та макроелементів на рівні кларкових значень. Окрім того, зважаючи на умови техногенно навантаження та залісненість, дана територія відноситься до найбільш чистих в Україні, з токи зору екологічності.

Переорієнтація всього водопостачання м. Львів з ресурсів підземних алювіальних вод карпатських річок є доцільною з багатьох причин. З найбільш очевидних, можна виділити наступні:

1. Головна, рівень нашого здоров'я та наших майбутніх поколінь. За хімічним складом підземні води долин Прикарпатських річок збалансовані для потреб людського організму, що суттєво впливатиме на рівень фізіологічного здоров'я населення при її постійному питному споживанні.

2. Експлуатаційно-технологічна. Води нижчої мінералізації та жорсткості призведуть до кардинальних змін у довговічності експлуатації обладнання, яке використовує подібні води, такі води менш корозійно агресивні. Технологія водопостачання від місця видобування до споживача передбачає подачу води по трубопроводам. У зв'язку з підвищеною мінералізацією вод девонського, крейдового і неогенового водоносних горизонтів, трубопроводи, видобувне та нагнітальне обладнання відносно швидко кородує та виходить з ладу, що потребує величезних додаткових експлуатаційних витрат для ЛМКП «Львівводоканал».

У процесі експлуатації водозаборів девонського, крейдового і неогенового водоносних горизонтів, свердловинами виносяться величезні обсяги тонкодисперсного породного матеріалу, який знаходиться у поровому просторі водоносних горизонтів та важко технологічно осаджується. Даний матеріал накопичується у відстійниках та відкладається на ділянках з пониженою силою потоку у подаючих трубопроводах. Залізо, яке завжди присутнє у мінеральному складі видобувних вод, а також дифузороване зі стінок труб, надає даному мулистому матеріалу насичений бурий колір. З часом, при певних граничних умовах, неминуче періодичне збурення його та попадання брудної, окрашеної бурої води до споживача.

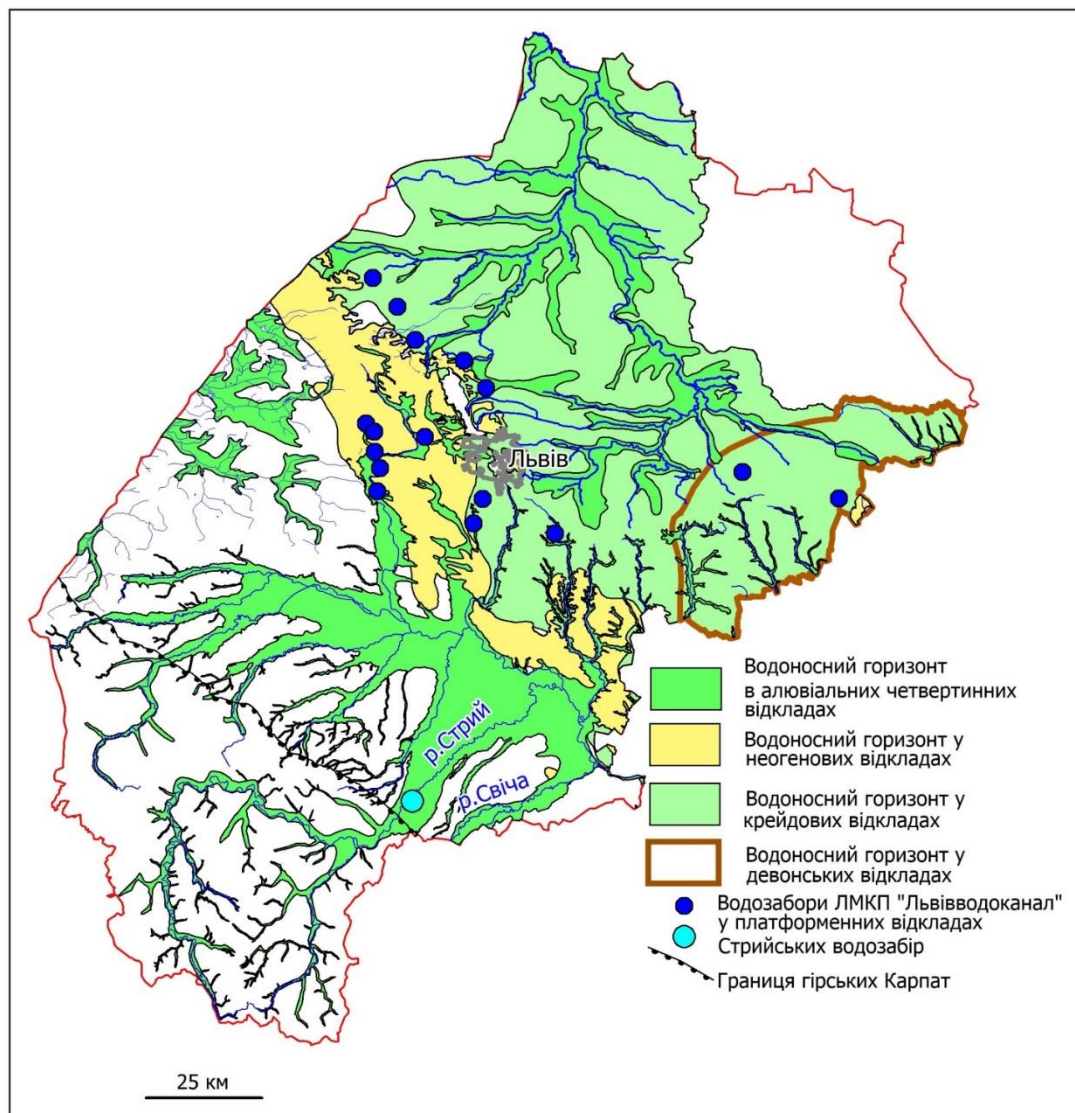


Рис. 1. Схема розташування у межах Львівської області чотирьох основних масивів підземних вод у границях басейнів рр. Дністер та Вісла, які використовує ЛМКП «Львівводоканал» для водопостачання м. Львів

Алювіальні відклади прикарпатських долин мають, в основному, супісчано-галечниковий склад, що призводить до меншого відсотку токодисперсного матеріалу у складі зважених частинок, що попадають у водопровідну мережу із свердловин. Відповідно, такі механічні домішки технологічно легше гравітаційно осадити.

3. Ресурсна. Складна розгалужена мережа магістральних водопроводів навколо м. Львів з багатьох родовищ потребує наявності значного по кількості персоналу та спеціальної техніки для обслуговування такої складної системи. У разі переорієнтації мережі водопостачання, замість 17 водозаборів залишиться принаймні 2, що відповідно скоротить та спростить загальну систему комунікацій.

4. Організаційна. Оптимізованою системою водопостачання організаційно буде простіше та оперативніше управляти.

5. Економічна. Раз вклавши фінанси у підготовку, налагодження видобування та будівництво додаткового водозабору та другої вітки водопостачання з родовищ питних води у алювіальних відкладах карпатських річок (паралельної існуючій), надалі економити на ремонтах, заміні обладнання, ресурсних витратах підприємства. При аварійних ситуаціях на водогонах чи



профілактичних роботах. За двома магістральними водогонами спостерігати та проводити профілактичні роботи буде простіше, що має призвести до зменшення втрат води при транспортуванні.

6. Соціально-економічна. Корозійні властивості вод з підвищеною мінералізацією не тільки впливають на терміни експлуатації обладнання ЛМКП «Львівводоканал», але і на техніку та водоподаючі комунікації споживачів. Економічний ефект від продовження служби такого обладнання та витрат на його ремонт на підприємствах м. Львів та його мешканців буде очевидний і у перспективі дасть мільярдів гривень економії, які буде переорієнтовано на інші потреби необхідні населенню, підприємствам та державі.

7. Соціально-екологічна. У наслідок діяльності 17 водозаборів ЛМКП «Львівводоканалу», 34 населених пункти опинилися у зоні впливу депресійних лійок, що сформувало на цих територіях порушений режим водоносних горизонтів з яких населення раніше відбирало воду для власних потреб. Окрім того, такий стан речей створив певну соціальну напругу та невдоволення окремої частини населення у цих населених пунктах. ЛМКП «Львівводоканал», компенсуючи даний вплив, вимушений подавати воду у дані населені пункти на пільгових умовах, що є збитковим для підприємства. Діяльність Стрийського водозабору має вплив тільки на два населених пункти. Переорієнтація водопостачання м. Львова з передкарпатських алювіальних вод значно скоротить фінансові витрати на компенсацію впливу від діяльності водозаборів та відновить порушені гідрогеологічні умови на ділянках більшості існуючих водозаборів, вирішить соціальні протиріччя.

Щодо ресурсів підземних вод в алювіальних відкладах карпатських річок. До цього часу, цій проблематиці приділялося недостатньо уваги і тому вона потребує додаткового вивчення та оцінки отриманих результатів, але очевидно, дане питання заслуговує уваги. Також, очевидно, що такому дотаційному підприємству, як ЛМКП «Львівводоканал», самостійне вирішення такого проекту не під силу. Щонайменше, для цього необхідно залучити ресурси міста.

Станом на 2020р, потреба м. Львова у водопостачанні, згідно обліку видобутої води (включаючи втрати при транспортуванні 11%) становила 87,86 млн м³/рік, з них по Жулинській ділянці Стрийського водозабору було відібрано 34,63 млн м³, що становить 39,4% від загального річної потреби міста (або 44,4% без втрат).

Фактично, на даний час, середнє видобування по Стрийському водозабору становить 97,26 тис. м³ на добу. Згідно спеціального дозволу на користування надрами № 1374 – маємо можливість видобувати 144 тис. м³/добу. Відповідно, Стрийський водозабір працює на 67,5% від своєї дозволеної потужності. При повному використанні видобувних можливостей, річний видобуток становитиме 51,26 млн м³, що відповідно становитиме 58,3% від потреби міста (разом із втратами), або 65,7% без втрат при транспортуванні.

Окрім того, згідно 615 постанови Кабінету міністрів України, ЛМКП «Львівводоканал» має право на розширення меж розвіданого родовища з метою приросту запасів до 50% від затверджених у ДКЗ України. Це у сумі дає прогноз на видобування у обсягах наближених до потреб міста.

Середня витрата води при впадінні р. Стрий у Дністер складає 4 млн м³/добу, водозабір Стрий, у середньому відбирає близько 3,5% від цього обсягу. Враховуючи підруслові стоки та водонасиченість терас, звідки відбувається водовідбір, Жулинським водозабором використовується менше 1% ресурсу підземних вод стрийської долини.

До даного ресурсу, можна залучити потенційну ділянку у долині р. Свіча, яка перетинає Львівську область у південно-східній її частині між селами Подорожнє – Мельничі на протязі більше 20 км. Ділянка неоцінена, але потенційно з неї можна сподіватися на ресурс видобувної води не менше обсягів по Жулинській ділянці.

Висновки. Підсумовуючи, можна стверджувати, що південний напрямок подачі води, видобутої для потреб міста Львів з долин рр. Стрий та Свіча, з вищими якісними показниками,



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

соціально та економічно доцільний та перспективний для повноцінного водозабезпечення м. Львова. Ресурсна база підземних вод для вирішення даного питання існує, хоча потребує додаткового дослідження та вивчення.

Список використаних джерел:

1. «Valuing water» The United Nations World Water Development Report. – 2021. unesdoc.unesco.org/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_db06f7c4-b33f-4833-be56-bbf54afdee3f?_=375724eng.pdf&to=206&from=1
2. Наказ міністерства екології та природних ресурсів України № 4 від 14.01.2019. «Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод». м. Київ. – 2019.
3. Наказ міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010. «Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». м. Київ. – 2010.



УДК 615.838.97:553.76].03:615.838 (477)

МІНЕРАЛЬНІ РАДОНОВІ ВОДИ УКРАЇНИ. РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА СУЧАСНЕ ВИКОРИСТАННЯ

Бабов К.Д., д. мед. н., професор, mrik@kurort.odessa.net,

Погребний А.Л., pgrb@ukr.net,

Олійник Н.П., н. с., oleynik_gidro@ukr.net,

Гуща С.Г., к. мед. н., с. н. с., gushchasergey@rambler.ru,

*ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України»,
м. Одеса, Україна*

Узагальнено результати досліджень ДУ «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології МОЗ України» щодо виявлених ділянок та родовищ мінеральних радонових вод на території України, їх гідромінеральних ресурсів, характеру розповсюдження та умов формування, особливостей якісного складу та біологічної дії, сучасного використання у лікувальній практиці.

MINERAL RADON WATERS OF UKRAINE. RESOURCE POTENTIAL AND MODERN USE.

Babov K., Dr. Sci. (Med), Prof., mrik@kurort.odessa.net,

Pogrebny A., pgrb @ ukr.net,

Oliynyk N., researcher, oleynik_gidro@ukr.net,

Gushcha S., Cand. Sci. (Med), Senior Researcher, gushchasergey@rambler.ru,

*SI «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of
Ukraine», Odessa, Ukraine*

The results of researches of the State Institution "Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Resort Therapy of the Ministry of Health of Ukraine" on the identified areas and deposits of mineral radon waters in Ukraine, their hydromineral resources, nature of distribution and conditions of formation, features of qualitative composition and biological action, modern use in medical practice.

Мінеральні радонові води в силу своїх специфічних умов формування та характеру біологічної дії безумовно відносяться до дуже цінних й унікальних мінеральних лікувальних вод. Поширення радонових вод на території України чітко пов'язане з певною геологічною структурою — Українським кристалічним щитом.

Весь комплекс кристалічних порід щита та покриваючих його осадових утворень містить декілька водоносних горизонтів, серед яких виділяються підземні води тріщинної зони метаморфічних та магматичних порід докембрію, продуктів їх вивітрювання, у піщаних відкладах палеогену, пісках і вапняках неогенової системи, в четвертинних відкладах. Водообільність порід щита визначається петрографічними та структурними особливостями докембрійських порід, а також в значній мірі складом покриваючих осадових порід та кліматом. Немаловажна роль у розподілі водообільних ділянок належить тектонічним зонам і характеру гідрографічної мережі [1].

УКІЩ займає центральну частину України, що включає Житомирську, Вінницьку і Кіровоградську області, східні райони Хмельницької, південні райони Київської, західні райони Черкаської, правобережні райони Дніпропетровської, більшу частину Запорізької області, північні райони Миколаївської області і невелику частину Донецької області. Площа УКІЩ складає більш 200 тис. км² [2].

Мінеральні радонові води визначено практично у всіх перелічених областях України. На території УКІЩ умовно можливо виділити 22 ділянки водопроявів та родовищ мінеральних радонових вод, в межах деяких у свою чергу також виділяються окремі ділянки (рис. 1). Загальна кількість свердловин, якими розкрито мінеральні радонові води і досліджено їх якісний склад, становить близько 80.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Рис. 1. Розповсюдження мінеральних радонових вод у межах УКЩ

Мінеральні радонові води, що розкрито свердловинами у межах УКЩ, як правило пов'язані з докембрійськими кристалічними породами – гранітами, гнейсами, граніто-гнейсами, мігматитами, пігматитами, на окремих ділянках каптовано сумісно з осадовими породами (Криворізька, Миколаївська ділянки Дніпропетровської області). Води розкрито в інтервалах глибин від 4,0 м до 200 м, іноді до 300 м (ділянка Конча-Заспівська Київської області). Дебіти свердловин складають переважно від 100 до 200 м³/д, іноді сягають до 300 м³/д. Добовий водовідбір, з врахування затверджених запасів по родовищах (4767 м³) та прогнозних ресурсів інших наявних свердловин може складати до 6 тис. м³ на добу.

Згідно до існуючих критеріїв [3,4] мінеральні радонові води за вмістом радону поділяються на: дуже слабкорадонові – 185 - 740 Bq/l; слабкорадонові – 740-1480 Bq/l;

середньорадонові – 1480-7400 Bq/l; високорадонові – більше 7400 Bq/l. Більшість (до 80%) радонових вод відносяться до дуже слабкорадонових. Слабко-та середньорадонові води визначено на ділянках Шепетівська, Поніська, Корбутівська, Миронівська, Олександрійська, Валовецька, Криворізька, Волноваська, Конча-Заспівська, Хмельницька, Казанківська, Миколаївська.

Води холодні (Т 8-17 °С), характеризуються переважно нейтрально-слабколужною реакцією (рН 6,7-7,2). Загальна мінералізація вод як правило не перевищує 1,0 г/л, але на окремих ділянках (Корецька, Миронівська, Конча-Заспівська, Хмельницька, Олександрійська, Валовецька, Криворізька, Миколаївська, Казанківська, Волноваська) може становити 1,3-4,7 г/л, і навіть сягати до 8,0 г/л (Криворізька).

Іонно-сольовий склад слабкомінералізованих вод досить різноманітний – гідрокарбонатний, хлоридно-гідрокарбонатний, сульфатно-гідрокарбонатний, сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний натрієвий, кальцієво-натрієвий, магнієво-кальцієвий, натрієво-магнієво-кальцієвий. Більш мінералізовані води є хлоридними, сульфатними, сульфатно-хлоридними натрієвими, натрієво-кальцієвими, кальцієво-натрієвими, магнієво-кальцієво-натрієвими (табл. 1).



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Таблиця 1

Мінеральні радонові води України (основний іонно-сольовий склад та вміст радону)

№ на мапі	Місцезнаходження	№ свр.	М-ція, g/l	Формула хімічного складу води	pH, од. pH	Вміст Rn, Bq/l
1	2	3	4	5	6	7
Рівненська область						
1.	м. Корець обласна лікарня	998(1)	0,64-1,62	<u>HCO₃13-77SO₄11-57 Cl 12-28</u> Ca48-74(Na+K)2-27Mg 14-24	6,7-6,8	185-348
2.	с. Маринин районна лікарня	дж.	0,45	<u>HCO₃83</u> Ca75 Mg 23	7,5	222-307
Житомирська область						
3.	с. Дениші сан. «Дениші»	1PK, 2PK	0,28-0,58	<u>HCO₃49-60 Cl16-37 SO₄14-31</u> Ca44-53Mg26-48 (Na+K) 5-29	6,3-7,4	205-367
4..	м. Житомир Корбутовське родовище сан. «Пролісок»	510 p/з, 545 p/з, 547 p/з	0,12-0,27	<u>HCO₃59-94 Cl7-22</u> Ca38-54(Na+K)24-42Mg16-23	6,3-7,1	525-1400
		1640p/з 1641p/з	0,33-0,36	<u>HCO₃45-59 SO₄25-37</u> (Na+K)27- 43Ca 36-42 Mg22-31	6,9	444-1147
	м. Житомир реабілітац. центр	3	0,50-0,80	<u>Cl50HCO₃42-72 SO₄14-24</u> Ca54-61Mg 26-35	6,8-7,2	332
Київська область						
5.	с. Фурси Білоцерквиський р-н	392	0,75-0,82	<u>HCO₃52-60 SO₄17-19Cl12-14</u> Ca62-78 (Na+K)19-22 Mg19	6,8-7,7	585-622
6.	м. Миронівка обласна лікарня, сан. «Нива»	1, 3, 4	1,84-1,89	<u>HCO₃84-87 Cl 11-19</u> Ca 52-60 Mg 26-37	6,90	480-1036
		1893, 1894, 2485	0,80-1,00	<u>HCO₃57-82Cl 14-23</u> Ca 49-64Mg 15-25(Na+K)3-25	6,8-6,9	370-20
7.	ділянка Конча-Заспа	366, 368	3,01-4,70	<u>Cl82-83 SO₄15-16</u> (Na+K)78-81Mg 6-19	7,0-7,1	899-2338
Хмельницька область						
8.	м. Шепетівка районна лікарня	20, 22, 27, 30, 40	0,37-0,74	<u>HCO₃64-93 Cl 13-35</u> Ca41-82(Na+K)14-59 Mg8-30	7,0-8,3	474-1040
9.	смт. Понінка Полонський р-н	1537/2	0,24	<u>HCO₃78 Cl13</u> Ca53 Mg 25 (Na+K) 22	7,1	814-962
Вінницька область						
10.	м. Хмільник сан. «Радон»	604-E	1,74-1,92	<u>HCO₃ 73-76 Cl 12-13</u> (Na+K) 44-48 Ca39-42	6,7-6,9	484-674
	м. Хмільник сан. «Хмільник»	5-рк	0,72-0,81	<u>HCO₃83-90SO₄6-14</u> Ca54-71Mg18-27(Na+K)10-24	6,7-7,1	363-2465
		8-рк, 18-рк, 21-рк, 1981-1, 1983, 1989,	0,66-0,82	<u>HCO₃79-96 SO₄5-16</u> Ca53-78 Mg 20-27	6,7-7,3	185-862



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

1	2	3	4	5	6	7
	м. Хмільник ЦВКС «Хмільник»	5-МО, 8-МО, 9-МО, 10-МО	0,72- 1,02	<u>HCO₃74-87 SO₄ 10-15</u> Ca 65-74 Mg 19-25	7,0- 7,1	183- 549
	м. Хмільник обласна лікарня	11-рк	1,40	<u>HCO₃73 SO₄14</u> (Na+K) 44 Ca40	6,8	456
	м. Хмільник МРЦ «Південний Буг»	603-Е	1,39	<u>HCO₃55 SO₄26</u> Ca 54(Na+K) 26	6,8	250
	м. Хмільник сан. «Поділля»	2-Е, 6-Е, 12-Е	0,74- 0,76	<u>HCO₃92-94</u> Ca 59-71 Mg 20-23	6,8- 7,1	240- 900
11.	м. Немирів сан. «Авангард»	5	0,79	<u>HCO₃76 Cl12</u> Ca 68 Mg26	7,1	357- 684
Черкаська область						
12.	с. Червоне Звенигородське родовище	321/15, 321/16, 326-А/16-А, 2254	0,45- 0,66	<u>HCO₃70-81 SO₄ 14-21</u> Ca 63-71 Mg 16-29	7,0- 7,2	192- 248
13.	с. Маньківка санаторій	323-В	0,68- 0,93	<u>HCO₃74-81SO₄ 14-18</u> Ca45-53(Na+K)26-34Mg21-28	7,1- 7,2	200- 760
Кіровоградська область						
14.	с. Петрово Знам'янський р-н обласна лікарня	10833, 106/5	0,70- 0,99	<u>HCO₃48-74 SO₄20-34Cl 11-22</u> (Na+K)35-56Ca23-41Mg12-33	6,8- 7,5	333- 726
15.	с. Олександрія районний центр	1850-бис, 974	0,79- 0,84	<u>HCO₃52-57 SO₄ 27-31</u> (Na+K) 57-58 Ca24	7,5	580- 1000
		956, 3033	1,83- 3,20	<u>SO₄58 -77HCO₃12-23</u> (Na+K) 44-47 Ca 35-38	7,2- 8,1	185- 814
16.	с. Покровське Гайворонський р-н	дж.	0,56	<u>HCO₃ 88</u> Ca 50 Mg32	7,5	226
Дніпропетровська область						
17.	с. Валове Криворізький р-н	22415, 22416, 23960	3,0- 5,0	<u>SO₄55-66 Cl 23-36</u> (Na+K)42-48Ca25-31Mg25-30	7,0- 7,5	303- 969
18.	с. Христофорівка Криворізький р-н	22479	1,30	<u>SO₄55-57Cl23-26 HCO₃ 22</u> (Na+K)34-48Ca31-33Mg21-33	7,2- 7,4	333- 388
		2246, 23956	3,50- 4,00	<u>Cl512-56 SO₄ 39-43</u> (Na+K)33-40Ca32-38Mg27-30	7,2- 7,6	481- 573
19.	с. Миколаївка Широкоський р-н	15924, 15881	0,80- 2,10	<u>Cl73 SO₄14HCO₃13</u> (Na+K)71Mg16 Ca13	7,0- 8,0	636- 1683
20.	м. Кривий Ріг	14090	1,40	<u>Cl68 SO₄22</u> (Na+K)47 Ca35	7,2	491- 1494
		13652, 14349	3,90- 8,00	<u>Cl 56-82 SO₄15-36</u> (Na+K)38-68 Ca18-38	7,5	185- 540
Миколаївська область						
21.	сmt. Казанка	18428, 18436	2,4- 3,00	<u>Cl 44-52SO₄ 33-49</u> (Na+K) 48-83Ca 9-25 Mg19-39	7,4- 7,6	1480- 3515
Донецька область						
22.	Благовещенськ Волновахський р-н	7533	2,60	<u>SO₄56 Cl28</u> (Na+K)49Ca26Mg25	7,4	185- 370
	с. Зелений Гай Волновахський р-н	44, 48-ГД	1,71- 2,76	<u>SO₄ 56-77 HCO₃ 16-31</u> (Na+K)48-51Mg24-26Ca24-27	6,9- 7,7	562- 880
	сmt. Комсомольський	842 ГД	2,5- 3,0	<u>SO₄75-76 HCO₃17</u> (Na+K)43-45 Ca 31-40Mg24	7,0- 7,7	266- 350

З представленої кількості ділянок та свердловин Медичні (бальнеологічні) висновки, тобто води, що пройшли повний комплекс доклінічних досліджень та клінічні випробування відповідно до [5], отримано всього 16 санаторно-курортними закладами та лікарнями: у Житомирській



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

області – санаторієм «Дениші» (свр. № 1РК), Київській області – санаторієм «Діброва» (свр. № 1 та № 2), Обласною лікарнею відновного лікування (свр. № 1, № 3, № 4), у Вінницькій області – санаторієм «Радон» (свр. № 604-Е), Клінічним санаторієм «Хмільник» (свр. № 5-рк, № 8-рк, № 18-рк, № 1981-1, 1983), Військовим санаторієм «Хмільник» (свр. № 5-МО, № 8-МО, № 9-МО, № 10-МО), санаторієм «Поділля» (свр. № 12-Е, № 2-Е, № 6-Е), Реабілітаційним центром «Південний Буг» (свр. № 603-Е), Реабілітаційним центром залізничників (свр. № 600-Е), Обласною фізіотерапевтичною лікарнею (свр. № 11-рк), санаторієм «Авангард» (свр. № 5), у Черкаській області – санаторієм «Аквадар» (свр. № 323-В), у Кіровоградській області – Обласною бальнеологічною лікарнею (свр. № 10833, свр. № 106/5), у Дніпропетровській області – Криворізькою міською лікарнею № 11 (свр. № 13652), у Донецькій області – ТОВ «Форест парк готель» (свр. № 842 ГД).

Комплексними експериментальними дослідженнями на інтактних лабораторних тваринах, які було виконано на доклінічному етапі медико-біологічної оцінки мінеральних радонових вод (МРВ), і безпосередньо по ділянках Денишівського родовища (санаторій «Дениші» Житомирської області), санаторіям «Авангард», «Радон», «Хмільник» Вінницької області, Знам'янської обласної лікарні Кіровоградської області засвідчено, що при курсовому зовнішньому застосуванні МРВ характеризуються односпрямованим характером за впливом на нервову систему, але різним за силою. Так, МРВ санаторію «Дениші» чинять помірний заспокійливий вплив на функціональний стан ЦНС та емоційну активність, а МРВ санаторію «Авангард» чинять вагомий заспокійливий вплив на стан ЦНС та вегетативну активність тварин, МРВ Знам'янського родовища навпаки, чинять збуджувальний вплив на функціональну активність ЦНС (рухова і орієнтувально-дослідницька активність тварин за більшістю показників збільшилась у середньому на 20 - 30 %), при цьому незначно гальмувалась емоційна активність, МРВ санаторію «Радон» чинять односпрямований за характером та менший за силою заспокійливий вплив на функціональну активність ЦНС, як і МРВ санаторію «Авангард», але збуджувальний на емоційну активність.

За впливом на функціональний стан нирок МРВ також чинять односпрямований, але різний за силою стимулюючий вплив. МРВ санаторію «Дениші» – незначний, визначено достовірне зниження каналцевої реабсорбції у ниркових каналцях та достовірне зниження швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ), що у підсумку не призводило до збільшення об'єму добового діурезу, МРВ санаторіїв «Немирів», Знам'янської лікарні характеризувались значним стимулюючим впливом (об'єм добового діурезу достовірно збільшувався за рахунок прискорення ШКФ та зниження каналцевої реабсорбції у ниркових каналцях, виведення креатиніну та хлорид-іонів збільшувалось, виведення сечовини навпаки знижувалось, МРВ санаторію «Радон» на функціональний стан нирок чинили менш потужну стимулюючу дію.

За впливом на функціональний стан печінки всі досліджені МРВ значно активували детоксикаційну функцію печінки. При цьому дещо уповільнюються процеси перамінування в печінці на тлі інтенсифікації її жовчостворюючої функції.

Щодо впливу на периферійну кров та імунну систему щурів, МРВ санаторію «Немирів» не чинили суттєвих змін: кількість лейкоцитів, швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ), відсоток нейтрофілів, ацидофілів, моноцитів, лімфоцитів, еритроцитів, вміст гемоглобіну та кольоровий показник не змінювались. МРВ Знам'янського родовища також не викликали значних змін, але достовірно знижувалась кількість ацидофілів та моноцитів, що можна розцінювати як наявність десенсибілізуючої дії МРВ. У стані імунної системи визначено незначне зниження кількості загальних Т-лімфоцитів та активацію внутрішньоклітинної мікробіцидної системи фагоцитів. МРВ санаторію «Радон» викликали таку ж односпрямовану реакцію з боку периферійної крові та імунної системи, як і МРВ Знам'янського родовища, яка супроводжується активацією захисно-пристосувальних процесів.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Тобто, МРВ чинять односпрямований за характером та силою вплив на стан периферійної крові та імунної системи.

За морфологічними та гістохімічними дослідженнями МРВ досліджених родовищ не викликали негативних змін в органах-цільях щурів. Мали місце лише ознаки підвищення функціональної активності шлунку, печінки та зміни водного обміну в нирках.

Характер біологічної дії МРВ сприяв можливості їх застосування у лікувальній практиці при зовнішньому застосуванні з широким спектром медичних показань, що було підтверджено клінічними випробуваннями. МРВ володіють вираженою лікувальною дією при захворюваннях серцево-судинної системи (ішемічної хворобі серця, гіпертонічної хворобі, вегетативно-судинна дисфункції тощо), захворюваннях опорно-рухового апарату (артрозах великих та малих суглобів, остеохондрозі хребта без виражених неврологічних порушень, стані після операцій на суглобах або хребті (після видалення менісків, екзостозів, захворювання навколосуглобових тканин тощо), захворюваннях шкіри (псоріазі, atopічному дерматиті), захворюваннях периферичних судин (варикозному розширенні вен нижніх кінцівок без виразок та запалення), хронічних захворювання жіночої статеві системи.

Україна є світовим прикладом успішного та дбального використання мінеральних радонових вод у лікувальній практиці.

Список використаних джерел:

1. Бабинец А.Е. Подземные воды юго-запада Русской платформы. — К.: Изд. Академии наук УССР, 1961. — 378 с.
2. Руденко Ф.А. Гидрогеология Украинского кристаллического массива. — М.: ГОСГЕОЛТЕЕХИЗДАТ, 1958. — 216 с.
3. Иванов В.В. Основные критерии оценки химического состава минеральных вод. — М.: Недра, 1982. — 93 с.
4. Води мінеральні лікувальні. Технічні умови: ГСТУ 42.10-02-96. — К.: Міністерство охорони здоров'я, 1996. — 30 с.
5. Про затвердження Порядку здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання : наказ від 02.06.2003 р. № 243 // Збірник нормативно-директивних документів з охорони здоров'я. — 2003. — № 9. — С. 72–91.



УДК [628.171.033:556.332](477)

ПРО ПРОБЛЕМУ РОЗВИТКУ КАНЕВА В УМОВАХ КОНФЛІКТНИХ УСКЛАДНЕНЬ З ЙОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ

Стеценко Б.Д., к. геол.-мін. н., stecenko@hydrosafe.kiev.ua;

*ДУ «Науково-інженерний центр радіогідрогеоекологічних полігонних досліджень НАН України»,
Київ, Україна*

Матеріал розкриває проблему організації водопостачання підземними водами для відносно близько розташованих соціально-економічних структур в умовах дефіциту виробничих потужностей експлуатованих водоносних горизонтів та значної гідродинамічної взаємодії їх водозаборів. Обговорення теми цієї статті проводиться на прикладі конфлікту між Канівським муніципальним підприємством «Управління водопостачанням та водовідведенням» та птахофабрикою Миронівка, розташованою неподалік. Оцінка додаткових спадів рівня ґрунтових вод у свердловинах, що експлуатуються птахофабрикою Миронівською птахофабрикою. Заміри, здійснені методом чисельно-математичного моделювання, показали, що заплановане до 2042 р. збільшення загальної продуктивності свердловин Канівського водозабору з 3,0 до 7,7 тис. м³/добу можливе, хоча скорочення в свердловинах тріасово-юрського комплексного водоносного горизонту близькі до їх максимально допустимих значень. Подальше збільшення водопостачання Канева можливе лише після реорганізації водопостачання Миронівської птахофабрики та перенесення частини його бізнесу на інші території України.

ABOUT PROBLEM OF DEVELOPMENT OF KANIV UNDER CONDITIONS OF CONFLICT COMPLICATIONS FOR IT WATER SUPPLY

Stetsenko B.D., Cand. Sci. (Geol. & Mineral.), stecenko@hydrosafe.kiev.ua;

SI "Radioenvironmental Center of NAS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

The material related to the problems of organizing of water supply by groundwater for relatively closely located social and economic structures in conditions of a deficit of productive capacity of exploited aquifers and significant hydrodynamic interaction of their water intakes is presented in this abstract. Discussion of the topic of this abstract is conducted on the example of the conflict between the Kaniv municipal enterprise "Water supply and sewerage management" and Myronivka poultry farm, located nearby. Assessment of additional drawdowns of groundwater levels in the development wells of Kaniv and Myronivka poultry farm water intakes made by the method of numerical mathematical modeling showed that the planned by 2042 increase of the total productivity of wells of the Kaniv water intake from 3.0 to 7.7 thousand m³/day is possible, although drawdowns in development wells of Triassic-Jurassic complex aquifer are close to their maximum permissible values. Further increasing of Kaniv water supply is possible after the reorganization of the water supply of Myronivka poultry farm and transfer of the part of its business to other areas of Ukraine only.

Зі зростанням потреби у питній воді в Україні іноді виникають місцеві конфлікти між споживачами через обмежену потужність джерел їх водозабезпечення. Типовим прикладом цієї колізії є конфлікт, що стався у 2015 р. між Канівським комунальним підприємством «Управління водопровідно-каналізаційного господарства» (КП «УВКГ») і Миронівською птахофабрикою, розташованою неподалік від м. Канева.

Місто Канів знаходиться поряд з р. Дніпро на його правому березі біля греблі Канівської ГЕС. Більша частина його житлових і виробничих будівель розташована у підніжжя східного схилу Канівських гір, які смугою, шириною від 3 до 9 км і довжиною в декілька десятків кілометрів, простягаються вздовж Дніпра від гирла р. Рось на півдні до с. Трахтемирів на півночі.

Визначною особливістю геологічної будови Канівських гір є інтенсивна складчастість товщі кайнозойських і мезозойських осадових відкладів в їх межах, до юри включно, потужністю 50–180 м, посіченої і дислокованої розривними порушеннями. Природа механізму цього локального явища достеменно невідома. Існують тільки гіпотези про тектонічне, льодовикове та катастрофічне походження цих гір.

Оскільки ця складчастість утворилась в неогені, то з гідрогеологічного погляду вищезначену товщу обводнених дислокованих порід відносять до неоген-четвертинного водоносного комплексу. Незважаючи на високу неоднорідність фільтраційних параметрів, відносно низьку середню водопровідність суміші різновікових дислокованих порід і гідрогеологічним



умовам, що відповідають третій (вищій) групі складності деякі промислові підприємства Канева розташували в межах Канівських гір свої невеликі водозабори.

Зразу за Канівськими горами, починаючи з підніжжя їх західних схилів, знаходяться правобережні технологічні ділянки потужної Миронівської птахофабрики, що розташовані в районі населених пунктів Козарівка, Степанці і Яблунів. Ця фабрика почала діяти з 2006 р.

Потреба Канева і правобережної частини Миронівської птахофабрики у питній і технічній воді забезпечується підземними водами з осадових порід неоген-четвертинного, бучацько-канівського і тріас-юрського водоносних комплексів. Обидві ці соціально-господарські структури розраховують на стабільне функціонування і розвиток своїх економік, важливим доповненням до яких є їх водозабезпечення.

Конфлікт між Канівським КП «УВКГ» і Миронівською птахофабрикою виник через використання обома цими господарниками тріас-юрського водоносного комплексу як джерела питної води при відносно малій відстані (10–12 км) між їх водозаборами (у Дніпровському артезіанському басейні, в межах якого розташовані м. Канів і Миронівська птахофабрика, воронки депресії підземних водозаборів в тріас-юрському водоносному комплексі зазвичай поширюються на десятки кілометрів, а то і на весь басейн, в залежності від інтенсивності тривалого видобутку води).

Після того, як було виявлено значний не очікуваний приріст зниження (12–13 м) рівнів підземних вод в експлуатаційних свердловинах центральної ділянки Канівського водозбору керівництво Канівського КП «УВКГ» у неодноразових зверненнях до керівництва Миронівської птахофабрики наголошувало про можливий гідродинамічний зв'язок між їх водозаборами у тріас-юрських відкладах. Так, до початку введення в дію Миронівської птахофабрики значення знижень рівнів підземних вод тріас-юрського водоносного комплексу в експлуатаційних свердловинах центральної ділянки Канівського водозбору при досить стабільному видобутку води 2,7–3,0 тис. м³/добу знаходились в межах 37–40 м, а після початку роботи цієї птахофабрики зниження рівнів води в цих свердловинах досягли 50–53 м. Це говорило про втрату приблизно 1,0 тис. м³/добу можливого видобутку підземних вод з тріас-юрського комплексу тільки на центральній ділянці Канівського водозбору.

Керівництво Миронівської птахофабрики, напевно, через слабе уявлення про підземні гідродинамічні процеси і геологічну будову району досліджень, вважало Канівські гори достатньо надійним бар'єром проти поширення воронки депресії від їх тріас-юрського водозбору у бік Канева. Тому керівництво Миронівської птахофабрики деякий час не реагувало на звернення керівництва Канівського КП «УВКГ», шукаючи дотепних для себе пояснень. Але, як відомо фахівцям з гідрогеології, цей водоносний комплекс залягає нижче товщі Канівських складчастих дислокацій, що створили Канівські гори, і не перешкоджає поширенню гідродинамічного впливу між водозаборами.

Для вивчення негативного впливу водозаборів Миронівської птахофабрики на Канівський водозбір керівництвом Канівського КП «УВКГ» була залучена наукова організація ДУ «НІЦ РПД НАН України» з Києва.

Гідродинамічні дослідження з цих питань разом з підрахуванням експлуатаційних запасів підземних вод обох родовищ на термін 10 000 діб були виконані ДУ «НІЦ РПД НАН України» у 2015–2016 рр. Детальну розвідку підземних вод під ці дослідження виконувало приватне підприємство ТОВ «Генозонд».

Зважаючи на багат шаровість геолого-гідрогеологічної будови осадового чохла, багатофакторність умов формування підземних вод і розбіжність границь розповсюдження різних водоносних шарів в районі досліджень для виконання розрахунків було застосовано метод чисельного математичного моделювання, тобто створена загальна розрахункова гідродинамічна модель Канівського і Козарівсько-Степанцівського родовищ підземних вод.



В основу цієї моделі покладена система диференціальних рівнянь в часткових похідних, що описує планову фільтрацію підземних вод в чотирьох поверхово розташованих водоносних комплексах (неоген-четвертинному, бучацько-канівському, крейдовому і тріас-юрському), поширених в районі даних досліджень, а також вертикальний водообмін між вищезначеними водоносами крізь шари відносно водотривких порід, розташованих між ними. Вищезгадана система рівнянь в скінчено-різницевому вигляді вирішується за допомогою комп'ютерної програми MODFLOW з пакету PMWIN [1].

Область моделювання у формі прямокутника, розміром 47×54 км, охоплює обидва береги р. Дніпро для того, щоб загальна воронка депресії рівнів підземних вод внаслідок дії водозаборів обох господарських структур, згаданих вище, змогла вільно поширюватися на лівий берег річки.

Для параметричного наповнення моделі були використані результати детальної розвідки підземних вод в районі Канева і Миронівської птахофабрики, виконаної ТОВ «Генозонд» (М.М. Бондаренко та інші, 2015), фондові звітні матеріали минулих гідрогеологічних робіт, проведених на території даних досліджень (Ларкина Н.В., 1975; Гаркуша А.П., 1981), а також результати вирішення обернених і тестових задач на даній моделі для забезпечення задовільної функціональної подібності моделі до фактичних спостережень.

В 2015 р. Канівський КП «УВКГ» запланував до 2042 р. поступово збільшити загальний видобуток підземних вод від 3,0 до 7,7 тис. м³/добу, в т. ч. із тріас-юрського водоносного комплексу від 2,7 до 7,2 тис. м³/добу. При цьому Миронівська птахофабрика не передбачила суттєвої зміни загального видобутку підземних вод на майбутнє і він зберігся на рівні 16, 2 м³/добу, в т. ч. із тріас-юрського комплексу близько 6,0 м³/добу.

В якості гранично припустимих знижень рівнів підземних вод в експлуатаційних свердловинах були, в основному, прийняті напори над покрівлею продуктивних водоносних комплексів, а у разі безнапірних вод – половина потужності водоносного горизонту.

Моделювання дії прогностичних дебітів всіх водозаборів Канева і Миронівської птахофабрики протягом 10 000 діб на рівні підземних вод в експлуатаційних свердловинах, розташованих в неоген-четвертинному, бучацько-канівському і тріас-юрському комплексах, показало, що водозабори вищезначених господарських структур у водоносних комплексах, розташованих вище тріас-юрського не взаємодіють між собою і не впливають на рівні підземних вод тріас-юрського комплексу, але наостанніс суттєво впливає гідродинамічна взаємодія між тріас-юрськими водозаборами Канева і Миронівської птахофабрики. Так, середня величина додаткової зрізки рівнів підземних вод в Канівських тріас-юрських свердловинах під впливом дії Миронівського водозабору в цьому ж комплексі сягає 12–13 м.

За результатами моделювання зниження рівнів підземних вод в тріас-юрських експлуатаційних свердловинах центральної ділянки Канівського водозабору в 2042 р. мають досягти 102–109 м (не враховуючи ще поправку у кілька метрів на різницю між розмірами модельних розрахункових блоків і фактичних діаметрів експлуатаційних свердловин в зоні розташування їх фільтрів), небезпечно наближаючись до гранично припустимих значень 105–130 м, в середньому 121 м, а в Миронівських тріас-юрських експлуатаційних свердловинах зниження рівнів підземних вод складе в середньому 73 м і залишиться ще запас на зниження рівнів у розмірі 24–28 м.

З отриманих результатів модельних досліджень виходить, що ділові перспективи керівництва Канівського КП «УВКГ» і Миронівської птахофабрики до 2042 р. мають знаходитись в припустимих рамках, хоча і на небезпечній межі для Канева. Оскільки м. Канів має стаціонарне положення, то можна зробити висновок про те, що його подальший соціально-економічний розвиток можливий тільки через перегляд статей водозабезпечення Миронівської птахофабрики у бік зменшення видобутку підземних вод з тріас-юрського комплексу і збільшення видобутку з неоген-четвертинного і бучацько-канівського комплексів, а також перенесення подальшого розвитку Миронівської птахофабрики на інші території України.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

З розглянутого вище конфлікту інтересів випливає давно відоме загальне правило про потребу триматися коректності у відносинах між споживачами таких природних ресурсів, як підземні води, згідно якому ділові структури, які передбачають використовувати підземні води повинні ще до впровадження своїх підприємницьких задумів оцінити їх можливий негативний вплив на водозабори сусідні населених пунктів і узгодити свої дії з їх муніципальним керівництвом.

Список використаних джерел:

1. Chiang W.-H., Kinzelbach W. 3D-Groundwater Modeling with PMWIN. Springer, Berlin, Heidelberg, 2001. 346 p.



УДК 556.3 (477.43)

ПРО ПРИРОДНУ ЗАХИЩЕНІСТЬ ПІДЗЕМНИХ ВОД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сивий М.Я., д. геогр. н., професор, syvyjm@ukr.net;

Довганик О.З., аспірант, lesyadovhanyk@gmail.com;

Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка, Тернопіль, Україна

Робота присвячена оцінці природної захищеності підземних вод Тернопільської області (Україна). За основу оцінювання взято параметричний метод В.М. Гольдберга. Подано характеристику геологічної будови зони аерації та водоносних горизонтів, визначено райони найбільшого впливу карсту на захищеність водоносних горизонтів. Описано стратиграфічну приуроченість водозаборів та великих родовищ підземних вод для подальшого аналізу їх захищеності. Пропонується спосіб врахування їх впливу на захищеність водоносних горизонтів. Опрацюванням первинної документації ТОВ «Тернопільводпроект» визначено захищеність основних водоносних горизонтів, які використовуються підприємствами та приватними господарствами для питного водопостачання. Здійснено оцінювання захищеності водоносних горизонтів на територіях районних центрів. Визначено об'єкти щодо яких необхідне термінове оцінювання захищеності з використанням моделювання.

ON THE NATURAL PROTECTION OF GROUNDWATER OF THE TERNOPIL OBLAST

Syvyj M., Dr. Sci. (Geogr.), Professor, syvyjm@ukr.net;

Dovhanyk O., researcher of scientific degree, lesyadovhanyk@gmail.com;

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

The work is devoted to the assessment of the natural protection of groundwater in the Ternopil oblast (Ukraine). The evaluation is based on the parametric method of V. M. Holdberh. The characteristics of the geological structure of the aeration zone and aquifers are given. The areas of the greatest influence of karst on the protection of aquifers are determined. The stratigraphic confinedness of water intakes and large deposits of groundwater is described for further analysis of their protection. A method is proposed to take into account their impact on the protection of aquifers. By processing the primary documentation of Ternopilvodproekt, LLC the protection of the main aquifers used by enterprises and private households for drinking water supply was determined. The protection of aquifers opened by wells in the territory of district centers has been assessed. The location of the main pollutants of aquifers such as large landfills, treatment facilities, as well as water intakes of centralized drinking water supply is superimposed on the protection map. The objects that are potential pollutants of aquifers and for which an urgent assessment of protection using modeling is required are identified.

Вступ. Під захищеністю підземних вод розуміють перекриття водоносного горизонту (ВГ) гірськими породами, що перешкоджають потраплянню забруднюючих речовин з поверхні. Захищеність – це часова характеристика, яка описує, за який час забрудник потрапить у певний водоносний горизонт. На захищеність впливають параметри зони аерації (глибина залягання поверхні ВГ, сорбційні та фільтраційні властивості порід, передовсім водотривів, наявність і характеристика водоносного горизонту, що залягає над досліджуваним ВГ, гідравлічні зв'язки між ВГ і поверхневими водами, напірність ВГ тощо), умови потрапляння забрудників у ВГ і фізико-хімічні властивості забруднюючих речовин [1, 2]. Сучасна методична база оцінки захищеності підземних вод досить широка [1, 3, 4, 5]. Вибір конкретної методики залежить від розміру оцінюваної території, доступу до геологічної та гідрогеологічної інформації, технічних можливостей використання ГІС-систем та моделювання. Для окремих областей чи соціально-економічних районів проводять оцінку природної захищеності підземних вод (ПВ) використовуючи метод гідрогеологічного районування, індексно-рейтингові чи параметричні методи. Цього достатньо, щоб визначити, де є ризик виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаний із забрудненням ПВ. Щоб оцінити в абсолютних показниках масштаби впливу на водоносні горизонти конкретного джерела забруднення, використовують симуляційні моделі.

Виклад основного матеріалу. В основу визначення захищеності ВГ Тернопільщини покладено параметричний метод В.М. Гольдберга, доповнений авторським варіантом обрахунку впливу карсту [1]. Захищеність вираховується за сумою балів на основі трьох показників: глибини



залягання рівня ґрунтових вод (H); потужності слабопроникних відкладів у зоні аерації (m), літології відкладів [1, 2]. Вихідною одиницею (балом) в оцінці захищеності прийнято вважати час, за який речовина проникне крізь породу потужністю 10 м з коефіцієнтом фільтрації (K_f) порід 2 м/добу. За розрахунками, час фільтрації крізь шар порід потужністю 10 м і K_f 2 м/добу приблизно дорівнює часу фільтрації через двометровий шар порід з K_f 0,02 м/добу, часу фільтрації через метрову товщу порід з K_f 0,002 м/добу і часу фільтрації через півметрову товщу з K_f 0,000 2 м/добу. Відповідно, за фільтраційними властивостями породи зони аерації об'єднано у групи: а) супіски, глинисті піски, легкі суглинки, слаботріщинуваті крейда, мергель, опока (K_f 0,1–0,01 м/добу); б) важкі суглинки, піщані глини (K_f 0,01–0,001 м/добу); в) глини, монолітні товщі крейди, мергелю ($K_f < 0,001$ м/добу). Кожному показнику (H , m з врахуванням груп а, б і в) присвоюється певна кількість балів, а за сукупністю показників визначається сума балів, властива конкретним умовам зони аерації, яка перекидає ВГ і характеризує умови їх захищеності. Чим більша сума балів (E), тим кращі умови захищеності підземних вод. Найнесприятливіші умови захищеності відповідають категорії I ($E \leq 5$), найсприятливіші – категорії VI ($E > 25$).

Різні форми та етапи карстування вимагають диференційованого підходу до визначення його впливу на захищеність ВГ. Особливістю Тернопільської області є значне поширення карстових явищ як поверхневого, так і похованого типу. Закарстовані породи належать до крейдових та неогенових відкладів [6], частина тріщин залікована пізнішими відкладами (кальцитом, піритом, бітумом, глиноземом та ін.). Методика В.М. Гольдберга не враховує впливу карсту, пропонує лише зменшити захищеність на одну категорію. Ми пропонуємо враховувати ступінь закарстованості території, щоб оцінити ймовірність потрапляння забрудника на закарстовану ділянку і вплив карсту на час фільтрації. За основу при підрахунках взято напрацювання А.Д. Кучерука, який при аналізі карсту західної частини Поділля запропонував схему його закарстованості. В роботі [6] описано, зокрема, райони поширення карсту, приведено низку коефіцієнтів фільтрації, притаманних кожному з чотирьох етапів карстування відповідного району. Відповідно, визначаємо середню захищеність ділянки (формула 1), переводячи час фільтрації (формула 2) у бали (таблиця 1). Маючи дані про поширення кожного типу карсту, обраховуємо середню захищеність по кожній свердловині:

$$E_{\text{сер}} = \frac{E_0 \cdot K_{k0} + E_{1\text{сер}} \cdot K_{k1} + \dots + E_{4\text{сер}} \cdot K_{k4}}{100}; \sum_{n=0}^4 K_{kn} = 100 \quad (1),$$

де $E_1 \dots E_4$ – середня захищеність ділянок різних етапів карстування (в балах); E_0 – захищеність в точці, що не закарстована (в балах); $K_{k1} \dots K_{k4}$ – коефіцієнти поширення ділянок різних етапів картування, %; K_{k0} – не порушені ділянки, %.

Захищеність в балах визначаємо, маючи час фільтрації у водоносний горизонт:

$$t_f = \frac{H}{K_f} \quad (2),$$

де t_f – час фільтрації; K_f – коефіцієнт фільтрації, м/добу; H – глибина залягання водоносного горизонту.

$$K_{kn} \equiv \frac{S_n}{S_0} \cdot 100 \quad (3),$$

де S_0 – загальна площа території, що досліджується; S_n – площа карстопроявів певного типу на досліджуваній території.

В основу розподілу балів за часом фільтрації речовин взято категорії захищеності за кількісною оцінкою В.М. Гольдберга з деякими уточненнями [1, 2].



Таблиця 1

Градація часу фільтрації через карстопрояви

Категорії захищеності							
I		II		III		IV	
t_{ϕ} , доба	бали	t_{ϕ} , доба	бали	t_{ϕ} , доба	бали	t_{ϕ} , доба	бали
1-2	1	11-15	6	51-57	11	101-115	16
3-4	2	16-22	7	58-66	12	116-132	17
5-6	3	23-30	8	67-76	13	133-152	18
7-8	4	31-40	9	77-88	14	153-175	19
9-10	5	41-50	10	89-100	15	176-200	20

Територія Тернопільської області належить до Волино-Подільського артезіанського басейну. Структура басейну доволі складна через відсутність чітко окреслених, витриманих за площею водотривів водоносні горизонти утворюють багатопверхові гідралічно пов'язані комплекси. Шари гірських порід поступово занурюються у західному-південно-західному напрямку, що чітко відображається в стратиграфічній приуроченості основних водозаборів. Підземні води області приурочені до відкладів антропогенової (алювіальні та елювіально-делювіальні водоносні горизонти (ВГ)), неогенової (сарматський і баденський ВГ), крейдової (сенон-туронський, сеноманський ВГ), юрської, девонської і силурійської систем. Сильна розчленованість рельєфу, невеликі за площею водотриви, значне поширення карсту зумовлюють гідралічний зв'язок між окремими горизонтами, а також підземними і річковими водами. Потужність зони аерації міняється від 0,3 до 70–120 м, що поряд з літологічною різноманітністю порід створює різні умови захищеності водоносних горизонтів.

Водоносні горизонти алювіальних відкладів заплав та надзаплавних терас поширені у вигляді вузьких смуг (від 100 м до 1,5–2 км) вздовж русел річок і розкриваються шахтними колодзями (криницями). Водовмісними породами є піски, супіски, суглинки потужністю від 1 до 10–12 м. На окремих вододілах центральних районів області в суглинках та супісках формується незначний, потужністю від 2 до 10 м, елювіально-делювіальний ВГ. Він мало обводнений, K_{ϕ} водовмісних порід 0,5–0,8 м/д для суглинків і до 1,3 м/д для пісків. Глини неогену потужністю від 5 до 20 м з коефіцієнтом фільтрації порід менше 0,005 м на добу стають надійним, хоч і локальним водотривом, який захищає нижчезалягаючі горизонти.

Водоносний комплекс сарматських відкладів поширений в центрі та на сході області на вододілах. Водовмісні породи (піски, вапняки та пісковики потужністю до 30 м) подекуди перекриті антропогеновими відкладами. K_{ϕ} водовмісних порід від 4,5 до 0,2 м/добу. У Зборівському, Чортківському, Гусятинському районах баденські відклади містять самостійний водоносний горизонт, який використовується для водопостачання поряд з силурійським. Водоносний комплекс баденського регіоярису поширений на півдні та заході області. Водовмісні породи (вапняки, піски, пісковики потужністю від 5 до 100 м, переважно 15–40 м) залягають на глибинах від 1 до 38 м і на сході перекриваються глинами волинських верств потужністю до 20 м (завдяки чому комплекс тут має водонапірні властивості). K_{ϕ} порід змінюється від 3 до 64,0 м/добу.

Водоносні горизонти та комплекси антропогенових та неогенових відкладів не вирізняються значними ресурсами, дренажі ріками, гідралічно зв'язані з водоносними горизонтами порід, розташованих нижче.

Різновікові крейдові відклади обводнені майже на всій площі розповсюдження (на



північний захід від лінії Шумськ–Бучач). Водовмісні породи верхньої крейди представлені тріщинуватими крейдою, мергелями, вапняками. Потужність порід становить 0–129 м, у середньому 60–80 м. Тріщинуватість порід дуже нерівномірна як по вертикалі, так і по площі поширення. Найбільш інтенсивна вона до глибини 60–80 м, причому на вододілах тріщинуватість відносно незначна, а в напрямку до річкових долин зростає. У верхній частині тріщини закальматовані глинистим і карбонатним матеріалом, завдяки чому виникає особлива водотривка зона потужністю від 2–5 до 10 м. Глибина залягання водоносного горизонту верхньої крейди змінюється від 0 у річкових долинах до 75–85 м на вододілах. Води часто напірні, величина напору іноді сягає 34–50 м. K_f порід змінюється від 0,02 до 4,6–9,84 м/добу. Відсутність витриманих водотривів в покрівлі та підшві зумовлюють активний гідравлічний зв'язок крейдового водоносного горизонту з девонським та неогеновим. Водоносний горизонт нижньої крейди представлений пісками, пісковиками, мергелями. Потужність ВГ незначна, переважно 6–13 м, в північно-західній частині області він занурюється на глибину до 200 м, води стають напірними. K_f змінюється від 0,35 до 3,65 м/добу.

Обводнені юрські відклади використовуються у південно-західній частині області на вододілі Стрипи–Золотої Липи. Представлені вони тріщинуватими вапняками, пісковиками, конгломератами, глинами потужністю від 2 до 22 м. Глибина залягання зростає з півдня (13–100 м) на північний захід (169–226 м). ВГ напірний, гідравлічно пов'язаний з крейдовим ВГ.

Девонські відклади у центральній та південно-західній частинах області залягають неглибоко і перекриваються породами крейди, неогену та антропогену. Водовмісні породи верхнього та середнього девону (відклади фаменського, франського, живецького ярусів) представлені вапняками з перешаруваннями пісковиків, доломітів та алевролітів загальною потужністю від 22 до 140 м. Глибина залягання покрівлі водоносних комплексів змінюється від 50–70 м в долинах річок до 170–200 м на вододілах. Води напірні, величина напору від 50 до 120 м. Особливістю водовмісних порід верхнього і середнього девону є сильна тріщинуватість тектонічного походження. На вододілах тріщинуватість порівняно незначна (тріщини закальматовані), в напрямку до долини річок збільшується кількість тріщин, їх розміри, промитість і, відповідно, водозбагаченість. K_f порід, залежно від ступеня тріщинуватості, змінюється від 0,14 до 34 м/добу. Через відсутність витриманих водотривів у покрівлі живлення водоносних комплексів відбувається шляхом перетоку вод з водоносних горизонтів, що залягають вище, і підтоку річкових вод. Нижче знаходиться водотрив ейфельського ярусу середнього девону, складений аргілітами, алевролітами, гіпсами, ангідритами, який похило занурюється в західному напрямі. Потужність водотриву від 0 до 97 м, K_f від 0,001 до 0,1 м/добу.

Водоносний комплекс нижнього девону (празький ярус) піднімається до мезозойської поверхні смугою шириною 5–30 км на захід від лінії населених пунктів Горинка–Вишнівець–Колодне–Збараж–Сушин. Водовмісні породи – перешарування пісковиків, аргілітів та алевролітів потужністю від 14 до 78 м. На південь від Тернополя, в долинах річок Серет та Гнізна, водовмісний комплекс виходить на поверхню, тож глибина залягання його покрівлі, залежно від рельєфу, змінюється від 0–3 до 140 м. Водоносний комплекс слабонапірний, K_f – від 1 до 36,5 м/добу. Живиться перетоком вод з крейдових горизонтів, розташованих вище. Паралельно до празького ярусу простягається водоносний комплекс відкладів лохківського ярусу. Водовмісні породи (пісковики, алевроліти, вапняки) виходять на поверхню в долинах лівих приток р. Гнізна, тож глибина залягання покрівлі ВГ змінюється від 0 до 82 м. Води слабонапірні, K_f водовмісних порід – 0,02–0,28 м/добу.

Вздовж східної периферії області неглибоко залягають і розкриваються ріками породи силурійської системи. Водовмісні відклади верхнього силуру представлені тріщинуватими вапняками, доломітами, мергелем потужністю 18–28 м. Глибина залягання покрівлі ВГ верхньосилурійського комплексу досягає 80–120 м, K_f водовмісних порід 0,25 м/добу. Комплекс напірний, величина напору зростає в напрямку занурення порід з 40 до 80 м.



Різноманітність геологічних і геоморфологічних умов є причиною значної мінливості захищеності підземних вод області (рис. 1).

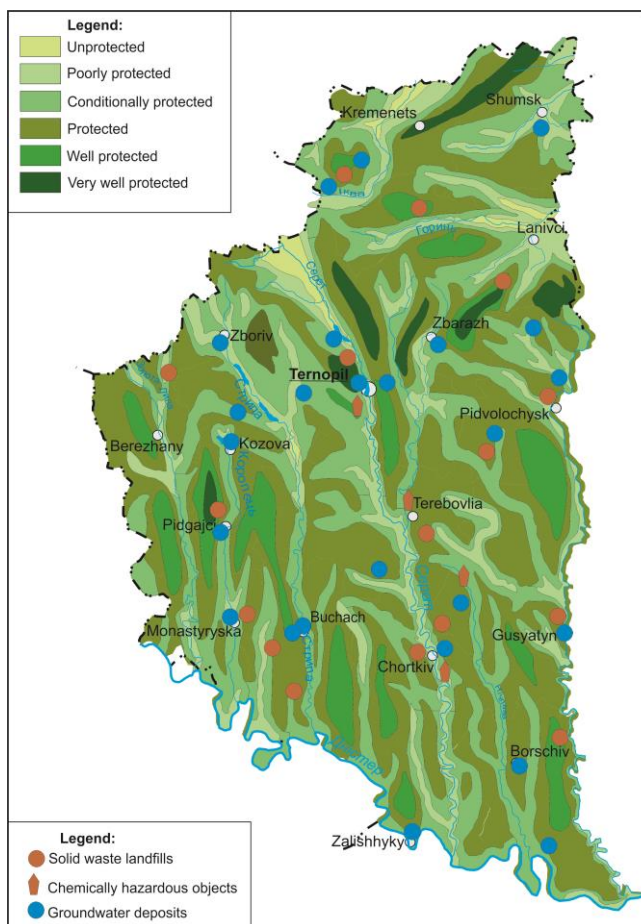


Рис. 1. Схема захищеності підземних вод Тернопільської області

На заплавах, невисоких терасах, вздовж водосховищ ПВ мають I чи II категорію захищеності. Так, незахищеними є водоносні горизонти алювіальних відкладів, а також ділянки водоносних комплексів крейди й девону, що розкриваються річковими долинами й мають активний гідралічний зв'язок з поверхневими водами. Незахищеними також є елювіально-делювіальний ВГ вододілів і ділянки неогенових та крейдових водоносних горизонтів, які є першими від поверхні і в покрівлі яких є сильно закарстовані породи. Локальними зонами підвищеного ризику є ділянки інтенсивного розвитку поверхневого карсту з дуже високими швидкостями фільтрації вод (від 10 м/д), проте обмеженість площі впливу та недостатня вивченість поширення таких карстопроявів не дозволяє будувати чітких прогнозів

Більшу частину ВГ Тернопілля, що розкриваються водозабірними свердловинами, можна віднести до III та IV категорії захищеності. Перш за все це крейдові водоносні горизонти на вододілах – вони залягають порівняно неглибоко (30–40 м) і перекриваються малопотужними глинистими відкладами неогену.

Умовно захищеними є водоносні горизонти крейдових відкладів в районах слабого розвитку карстових процесів. Дуже часто в крейдових відкладах свердловини розкривають два-три водоносних горизонти, розмежовані нечітко окресленими слабопроникними відкладами. В таких поверхових системах води нижчих ярусів завжди мають певний напір і будуть добре захищеними відносно верхнього ВГ.

Невелику частину ВГ вод можна назвати добре (V) і дуже добре (VI) захищеними. Перш за



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

все це водоносні комплекси юри, девону та силуру в центральних частинах вододілів Збруча–Серету–Стрипи. На вододілах вони перекриті потужними товщами крейдових і неогенових відкладів, у яких перешаровуються водоносні горизонти та водотривкі породи. Попри гідравлічний зв'язок цих різновікових структур, води девонських та силурійських відкладів є напірними, що служить додатковим чинником їх захищеності. В напрямку річкових долин захищеність девонських і силурійських відкладів стрімко погіршується через зв'язок річкових вод з підземними (коефіцієнт зв'язку тут досягає 0,75–0,93) і зменшення потужності зони аерації.

Щоб оцінити інтенсивність техногенного навантаження, на картосхемі захищеності ВГ нанесено найбільші родовища прісних підземних вод, сміттєзвалища, а також місцеві та відомчі очисні споруди. На території Тернопільської області відсутнє скидання забруднюючих речовин безпосередньо у водоносні горизонти чи їх виходи в гірничих виробках. Проте досить велика кількість забрудників потрапляє у підземні води за рахунок горизонтальної та вертикальної інфільтрації. В області півсотні об'єктів, що постійно чи періодично викидають стічні води у поверхневі водойми. За даними облдержадміністрації щороку в області утворюється 900 тис. м³ (300 тис. т) твердих побутових відходів, для захоронення яких функціонує близько 740 сміттєзвалищ (з них 32 комунальних). Станом на 01 січня 2019 р. на сміттєзвалищах області захоронено 22,2 млн м³ сміття. Документи на земельні ділянки під сміттєзвалищами мають лише міста Бучач, Заліщики, Кременець, Ланівці, Монастирська, Почаїв, Тербовля, Тернопіль і Хоростків та село Білокриниця Кременецького району. Багато малих сміттєзвалищ розташовані на території з погано або умовно захищеними підземними водами, що вимагає особливого контролю за їх технічним станом і роботою. В першу чергу моніторинг забруднення підземних вод необхідно провести на сміттєзвалищах, де є такі природні об'єкти, як джерела (сmt Мельниця-Подільська, сmt Хоростків, м. Козова), потічки (сmt Хоростків), стояння ґрунтових вод (цукровий завод філія “Поділля”), ріка (м. Козова – р. Стрипа). Термінового вивчення вимагає ситуація з Малашівським сміттєзвалищем, що може стати джерелом забруднення основного водозабору м. Тернополя.

Висновки. Складна геологічна будова території є причиною виділення великої кількості водоносних комплексів. Між суміжними водоносними горизонтами і комплексами існує гідравлічний зв'язок, що зумовлює їх спільне використання і підвищує ризик перетоку забрудників з одного горизонту в інший. На території області повсюдно зустрічається похований чи покритий карст, його врахування зумовило переоцінку захищеності підземних вод у бік зменшення категорій захищеності в середньому на 1–2 позиції.

Через сильне розчленування рельєфу природна захищеність водоносних горизонтів навіть в межах одного населеного пункту змінюється в широких межах. Загалом найзахищенішими є ділянки водоносних горизонтів на вододілах, в напрямку річкових долин захищеність погіршується через зменшення зони інфільтрації та посилення зв'язку з поверхневими водами.

Водозабори, розташовані біля русел рік, вразливі до потрапляння забрудника як з поверхні, так і через інфільтрацію річкових вод. Для уникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням таких водозаборів, необхідне розширення зон їх санітарної охорони.

Детального вивчення умов захищеності та моніторингу забруднення ПВ потребують зони розташування найбільших сміттєзвалищ твердих побутових відходів області, а також каналізаційних очисних споруд міст Кременець, Чортків, Борщів, Бережани, Тербовля.

Список використаних джерел:

1. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Ленинград, 1987. 248 с.
2. Смирнова А.Я., Умнякова Я.В., Гольдберг В.М. Грунтовые воды и их естественная защищенность на территории Воронежской области. Воронеж, 1986. 107 с.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»

3. Левонюк С.М., Удалов І.В. Комплексна геоекологічна оцінка захищеності питних підземних вод. *Вісник Одеського національного університету. Серія Географічні та геологічні науки.* 2018. Т. 23. Вип. 2. С. 111–133.
4. Ємчук Т.В. Оцінка захищеності підземних вод: методологічні аспекти і практичне застосування. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2011. Т. 1 (22). С. 45–50.
5. Давибіда Л.І., Подлогов В.М. Геоінформаційна оцінка ризику забруднення підземних вод Чернігівської області. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування.* 2019. Вип. 1 (19). С. 59–68.
6. Кучерук А.Д. Карст Подолья. Київ: Наукова думка, 1976. 198 с.



УДК 615.327:663.64.05

НОВІ ГОРИЗОНТИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ВОД

Шестопалов В.М., д. геол. н., Академік-секретар, vmshest@gmial.com;

Моїсєєва Н.П., к. х. н., moiseevanp37@gmail.com;

Лєсюк Г.В., м. н. с., lesiuk.galya@gmail.com,

Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна

Подані результати довгострокових досліджень мінеральних вод України. Наводяться нові відомості про хімічний, мікрохімічний склад і про нові, вперше відкриті в Україні мінеральні води. Дослідження мікро компонентного складу мінеральних вод відкриває нові біологічні особливості їх застосування при радіологічному забрудненні, та можливість використовувати, як ефективний засіб відновлення у післяковідному періоді. Надає перспективи лікувальному туризму.

NEW HORIZONS OF MINERAL WATER APPLICATION

Shestopalov V., Dr. Sci. (Geol.), academician-secretary, vmshest@gmial.com;

Moiseeva N., Cand. Sci. (Chem.), moiseevanp37@gmail.com;

Lesiuk H., junior research fellow, lesiuk.galya@gmail.com.

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine

Results of long-term research mineral waters of Ukraine are presented. New information of the chemical micro-component composition and new mineral waters, first discovered in Ukraine, is provided. Study of the component composition of mineral waters reveals new biological effects and development of medical tourism.

Мінеральні води (МВ) – це доступні, не дорогі засоби масового оздоровлення. На 2009 рік в Україні відкрито та підготовлено до промислового використання 277 ділянок родовищ підземних вод, що зосереджені на 205 родовищах. Сумарні експлуатаційні запаси підземних вод, що розвідані, складають 87607 м³/добу. Але використовується тільки 8–10 % запасів МВ. Це недопустимо мало. Україна має унікальні природні умови, які визначають розповсюдження майже по всій території країни МВ. Найбільш ефективними для лікування різних захворювань, особливо тих, що викликані поганою екологією, є води із специфічними мікроелементами – поліметальні та мінеральні води типу “Нафтуся” (МВТН).

“Нафтуся” Трускавецького родовища більше 250 років вважалася унікальною та не пізнаваною водою. Постійні комплексні дослідження розпочалися в інституті Геологічних наук НАН України ще у 1973 році під керівництвом доктора наук, Члена Кореспондента НАН України А.Є. Бабинця. Були виявлені величезні запаси даних вод у межах Карпатської горно-складчастої області і у Подільській частині Східно-Європейської платформи, які налічували біля 30 родовищ з загальним запасом біля 2000 м³/добу. Дослідження проводились у Трускавці, Східниці, Сатанові, Гусятині, Макові, Верхньому Синевидному, Вижниці.

При вивченні хімічного складу МВТН було встановлено, що бальнеологічна дія даних вод визначається специфічними органічними сполуками – не стійкими, полярними, не летючими, здатними до комплексоутворення, до того ж у воді вони знаходяться у низьких міліграмових концентраціях. Їх виділення та розділення потребувало розробки нових специфічних методик, найчастіше – трудомістких.

Застосування сучасних методів аналізу дозволило ідентифікувати не тільки окремі групи, но і азото- та кисневмісні сполуки, які відрізняються високою бальнеологічною активністю та лабільністю - органічні карбонові, ненасичені оксикислоти, складні етери, кетони, спирти, третичні та четвертичні аміні сполуки, лінійні та ізопренові вуглеводи.

Відокремлена група полярних сполук, притаманних тільки воді “Нафтуся”, які можуть слугувати “паспортом” при ідентифікації МВТН.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Спільні хіміко-біологічні дослідження впливу на організм окремих груп органічних сполук МВТН дозволили вперше визначити критерії для оцінки складу вод даного класу. Саме ці сполуки надають “Нафтусі” та МВТН унікальні лікувальні властивості.

Крім традиційних показань при захворюваннях печінки і нирок МВТН проявили себе як ефективний засіб при лікуванні дитячого церебрального паралічу та при захворюваннях крові. Високий діуретичний і детоксикаційний ефекти, здатність утворювати комплекси із іонами важких металів дали змогу прогнозувати їх винятково корисне застосування після чорнобильської ситуації.

Отримані результати спільних хіміко-біологічних досліджень, як в дослідах на тваринах, так і при обстеженні людей, які лікувались безпосередньо на Трускавецькому, Збручанському та Новозбручанському родовищах, а також при застосуванні свіжозаконсервованої, за методикою патенту Моїсєєва А.Ю. і Моїсєєвої Н.П. води - подібні.

Після застосування “Нафтусі” за рахунок глибоких відновлювальних процесів функції костно-мозгового кровотворення спостерігалось відновлення всіх показників периферичної крові, збільшення кількості більш молодих клітин, стимуляція клітинного імунітету. Були розроблені разом із співробітниками ІЕПОР під керівництвом доктора біологічних наук Дружини Миколи Олександровича методичні вказівки лікування та профілактики населення, що страждає від наслідків від аварії на ЧАЕС та від інших екологічних катастроф.

Пізніше була відкрита і антиоксидантна дія “Нафтусі” і МВТН.

При зміні геохімічних умов відбувається руйнування органічних речовин під дією мікрофлори та кисню. Втрата лікувальних властивостей води відбувається, як це показано у дисертаційній роботі Сулейманова С., практично в перші дві доби, що раніше обмежувало її застосування умовами курорту.

Розроблений промисловий метод консервування “Нафтусі” та МВТН (патент України) дозволяє стабілізувати органічні сполуки і зберігати лікувальні властивості води більш як півроку, що дає можливість використовувати її як лікувальну поза курортами.

До мінеральних вод зі специфічними компонентами відносять і поліметальні води, які містять той чи інший мікроелемент (м.е.) при визначеній нижній межі бальнеологічних активних концентрацій: заліза (ІІ) – від 10 (20) мг/дм³, літія – від 5, бора – від 1, марганцю – від 1 мг/дм³. Для Со, Ni, Cu, Ag, Al – норми не визначені.

В органах людини у різних концентраціях містяться різноманітні мікроелементи, які або входять у склад тканин, або знаходяться у крові, сироватці крові не поєднуючись із нею. Маючи сильну каталітичну дію м.е. часто приймають участь у роботі ферментів, а також у процесах окислювально-відновлювального, газо-теплого, жиру-вітамінного, вуглеводного обміну; клітинного та тканинного дихання. Приймають участь у процесах старіння клітин організму.

МВ – це складні багатокомпонентні розчини і значною мірою їх дослідження залежало від розвитку методів аналізу. Залізисті МВ докладно вивчені. Для МВ із підвищеним вмістом міді, нікелю, кобальту вимірювання концентрацій яких потребує складного, дорогого обладнання для хімічних і біологічних дослідів, навіть норми бальнеологічно активних концентрацій не встановлені. Глибоке вивчення мікро компонентного складу дозволяє не тільки розширити спектр застосування МВ, але і визначити нові аспекти використання вже відомих.

При застосуванні поліметальних МВ потрібно враховувати синергетичну дію (мідь, залізо) або антагоністичну (мідь, цинк) м.е. на організм людини.

Важливе значення мають і форми міграції м.е.

Потрібно відзначити особливу цінність гідрокарбонатних вод (Келечинське родовище) у порівнянні із сульфатними (Марциальні води).

На прикладі води Дравецького родовища (Закарпаття) показано позитивні результати при лікуванні залізистими водами порушень функції кровотворення.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

В Україні особливо цінною є гідрокарбонатна, вуглекисла вода із вмістом 20-40 мг/дм³ заліза (II) Келеченського родовища. Затверджені експлуатаційні запаси його складають 501 м³/добу, а дебіти свердловини досягають 70-150 м³/добу. Технологія розливу, яку розробила Моїсєєва Н.П., дозволяє зберігати лікувальні властивості води більше як півроку. На жаль Келечинське родовище залізистих вод не використовується.

В Закарпатті зустрічаються літєві мінеральні води.

Необхідно детально дослідити склад вуглекислих мінеральних вод. Їх складну бальнеологічну дію не можна пояснити лише присутністю вуглекислоти.

Для досліджень нами були взяті МВ Дуклянсько-Черногорської зони - санаторіїв "Поляна", "Сонячне Закарпаття", санаторію "Квітка полонини", "Кришталеве джерело" МВ заводу "Луги"; МВ Вигорлат-Гутинської гряди, які використовуються санаторіями "Шаян" і "Синяк"; МВ Кросненської зони родовища "Сойми", що використовуються родовищем "Верховина".

Згідно із результатами досліджень у всіх МВ, крім проб Синяцького родовища, концентрація літію складає від 6 до 16 мг/дм³, що перевищує нижній поріг бальнеологічно активної концентрації. Таким чином, всі ці води можуть класифікуватися, як літєві вуглекислі.

Із інших елементів цікавим є кремнезем вміст якого вище бальнеологічної активної норми (50 мг/дм³ у перерахунку на кремнієву кислоту). у водах Шаянського родовища. МВ з підвищеним вмістом кремнію затримують процеси старіння тканин.

Застосування мінеральної води "Нафтуся" та нафтусі подібних мінеральних вод у після ковідному періоді показали обнадійливі результати.

Таким чином, склад бальнеологічно активних компонентів МВ потребує докладного всебічного дослідження. Та через брак належного фінансування роботи просуваються дуже повільно, хоча розширення сфер застосування МВ через знання їх мікро складу дало б значний економічний ефект і поштовх для розвитку лікувального туризму.

Україна має величезний рекреаційний потенціал.

Список використаних джерел:

1. А.Ю. Моїсєєв. Особенности химического состава и бальнеологического применения минеральных вод. Киев: "КИМ", 2017. – 453 с.
2. А.Ю. Моїсєєв. Автореферат дис. канд. біол. наук. вільно радикальні процеси в крові при радіаційних ураженнях, засоби їх корекції: Київ, 2005. – 17 с.
3. Пухова Г.Г., Гела А.О., Моїсєєва Н.П. та інш. Застосування мінеральної води типу "Нафтуся" для санітарно-курортної та поза курортної профілактики радіаційних порушень у населення, яке проживає на територіях, забруднених після аварії на Чорнобильській ФЕС (методичні рекомендації). Київ: Поліграф. Послуги, 1988. – 15 с.



УДК 628.1.03

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В УКРАЇНІ ТА ПОЛЬЩІ

*Мацієвська О.О., к. т. н, доцент, Ok_M@ukr.net,
Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна*

Українські вимоги, що ставляться до питної води, гармонізовані з європейськими нормативними документами. З 11 показників епідемічної безпеки, що наведені в українських нормах, 4 мікробіологічні показники відповідають європейським, зокрема польським. Один показник – *Clostridium perfringens* (включно зі спорами) – відсутній в українському нормативному документі. Загальна кількість санітарно-хімічних показників безпеки питної води в Україні – 66 показників. З них: відповідають нормативним показникам, прийнятим у Польщі та країнах ЄС – 27 показників; є суворішими за нормативні показники, прийняті в Польщі та країнах ЄС – 6 показників; перевищують значення нормативних показників в Польщі та країнах ЄС – 9 показників.

ANALYSIS OF DRINKING WATER QUALITY REQUIREMENTS IN UKRAINE AND POLAND

*Matsiyevska O., Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Ok_M@ukr.net,
National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine*

Ukrainian requirements for drinking water are harmonized with European regulations. Of the 11 indicators of epidemic safety listed in Ukrainian standards, 4 microbiological indicators correspond to European, in particular Polish. One indicator – *Clostridium perfringens* (including spores) – is missing in the Ukrainian normative document. The total number of sanitary and chemical indicators of drinking water safety in Ukraine is 66 indicators. From them: correspond to the standard indicators accepted in Poland and the EU countries – 27 indicators; are stricter than the normative indicators adopted in Poland and the EU countries – 6 indicators; exceed the values of normative indicators in Poland and EU countries – 9 indicators.

У 2014 р. Україна підписала Угоду про асоціацію з Європейським Союзом. Цей документ зобов'язує Україну запроваджувати європейські стандарти у різних сферах господарської діяльності, зокрема із забезпечення якості питної води до нормативів ЄС.

Одним з таких документів є Водна рамкова директива ЄС [2]. У зазначеній Директиві [2] встановлено головні положення щодо досягнення країнами ЄС відповідної якості води, зокрема питної [3] (рис. 1).

Головне завдання Директиви [3] – захист здоров'я людини шляхом забезпечення її водою відповідної якості, а також гарантування такої якості встановленням науково обґрунтованих значень показників.

У Польщі, як європейської країни, що межує з Україною, нормативний документ щодо вимог, що ставляться до питної води, був запроваджений Розпорядженням Міністра здоров'я у 2007 р.

Наказом МОЗ України від 12 травня 2010 р. № 400 затверджено нормативний документ, що стосується показників якості питної води [4]. Цей документ вступив в силу 16 липня 2010 р. Прийняття цього наказу свідчило про гармонізацію українських показників якості питної води з європейськими. У Наказі [4], під час його затвердження, було зазначено про поетапне ведення нормативів: I етап – з липня 2010 р.; II етап – з 01.01.2015 р., III етап – з 01.01.2020 р.

Повне впровадження та застосування на водопровідно-каналізаційних підприємствах України норм [4] вимагає значних коштів (рис. 2). Тому актуальним напрямом наукових досліджень є порівняння вимог до якості питної води в Україні та європейських країнах.

Дія норм [4] розповсюджується на воду:

- водопровідну, з пунктів розливу та бюветів;
- з колодязів та каптажів джерел;
- фасовану.

При цьому є чітке розмежування значень показників якості води для цих категорій.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

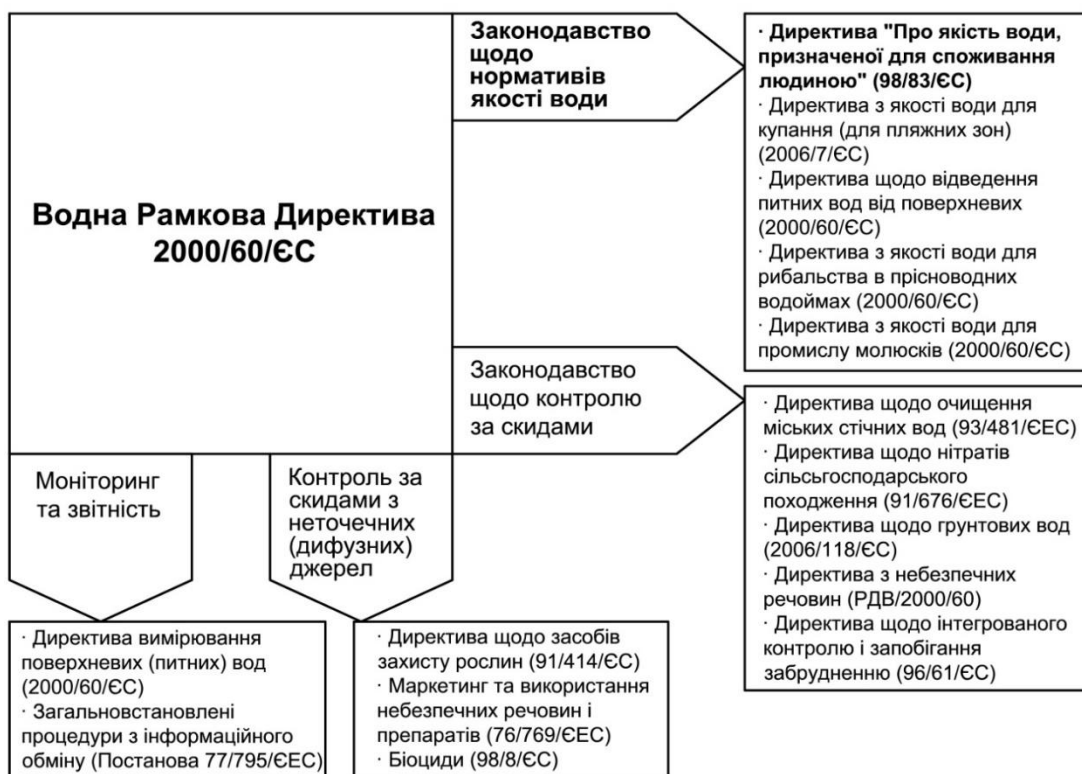


Рис. 1. Основні складові Європейського водного законодавства



Рис. 2. Обсяги коштів, необхідних для ремонту систем водопостачання та водовідведення в Україні

Вимоги, зазначені у [1], стосуються води:

- водопровідної;
- з окремих водозаборів, що забезпечують водою понад 50 осіб або обсягом понад 10 м³ води;
- з окремих водозаборів, незалежно від кількості, якщо вона використовується для комерційної чи громадської діяльності;
- з цистерн або резервуарів;
- з резервуарів для зберігання в наземних, повітряних або водних транспортних засобах;
- фасованої.

Вимоги, зазначені у [3], стосуються води:



- водопровідної;
- з цистерн або резервуарів;
- фасованої;
- для підприємств харчової промисловості.

Показники якості води, наведені в [1, 3, 4] можна поділити на 3 групи (рис. 3).



Рис. 3. Показники гігієнічної оцінки безпеки та якості питної води

Порівняння показників епідемічної безпеки питної води свідчить, що з 11 показників епідемічної безпеки, що наведені в українських нормах, 4 мікробіологічні показники відповідають європейським, зокрема польським. Один показник – *Clostridium perfringens* (включно зі спорами) – відсутній в українському нормативному документі.

Порівняння санітарно-хімічних показників безпеки та якості питної води свідчить, що загальна кількість санітарно-хімічних показників безпеки питної води в Україні – 66 показників. З них:

- відповідають нормативним показникам, прийнятим у Польщі та країнах ЄС – 27 показників. Зокрема, органолептичні – 3 показники; фізико-хімічні – 4 показники; санітарно-токсикологічні – 20 показників;
- є суворішими за нормативні показники, прийняті в Польщі та країнах ЄС – 6 показників. Зокрема, фізико-хімічні – 2 показники; санітарно-токсикологічні – 4 показники;
- перевищують значення нормативних показників в Польщі та країнах ЄС – 9 показників. Зокрема, органолептичні – 1 показник; фізико-хімічні – 3 показники; санітарно-токсикологічні – 5 показників.

Порівняння показників радіаційної безпеки питної води свідчить, що радіаційна безпека питної води в Україні та Польщі визначається за різними показниками і методиками.

Список використаних джерел:

1. Rozporządzenie Ministra zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. – Режим доступу: <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20070610417/O/D20070417.pdf>.
2. Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту та Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року.
3. Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_963.
4. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 р., №400. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.



УДК 553.04 : 553.7 (477.87)

МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ В ДОЛИНІ РІЧКИ РІКИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Кондратюк Є., k.yevhen14@gmail.com,
Чертков Ю., chertbur@ukr.net,
ТОВ "КВАРЦ", м. Моришин, Україна*

В статті розглянуто історію вивчення мінеральних вод у долині р. Ріки, що на Міжгірщині в Закарпатській області. Наведені характеристики мінеральних вод Келечинського та Сойминського родовищ, які використовуються на курорті Сойми, Менчул-Бистрівського родовища природних столових вод, перспективних проявів мінеральних вод різних типів у околицях сіл Майдан і Верхній Бистрий, запропоновані напрямки їх вивчення та використання. Показано унікальність цього куточка Закарпаття, з багатими та різноманітними гідромінеральними ресурсами, які практично не використовуються.

MINERAL WATERS IN RIKVA VALLEY, ZAKARPATTIA REGION

*Kondratiuk Ye., k.yevhen14@gmail.com;
Chertkov Yu., chertbur@ukr.net;
Kvarts Ltd., Morshyn, Ukraine*

The history of mineral waters of Rika valley (near Mizhhiria, Zakarpattia region) is reviewed in the article. The article summarizes characteristics of Kelechynske and Soimynske deposits mineral waters that are used in Soimy resort, Menchul-Bystrivske natural table waters deposit, promising mineral waters of different types near Maidan and Verkhniy Bystryi villages. Ways to their research and use are suggested. It is described how unique the area is in Zakarpattia region with its little used diverse mineral resource.

Вступ. Карпати є одним з найбагатших регіонів України на природно-рекреаційні ресурси. Прекрасні природні умови в сукупності з джерелами різноманітних мінеральних вод сприяють комплексному їх освоєнню. Найпопулярніші курорти розташовані на заході області, поблизу головних автомобільних та залізничних шляхів. Курортна індустрія на Міжгірщині розвинена значно гірше, хоча там поширені цікавіші та різноманітні мінеральні води (МВ), які по праву можна вважати унікальними. Курорт Сойми використовує МВ однойменного родовища, які за складом не мають аналогів серед вуглекислих вод. У найвідомішій класифікації колишнього союзу [5] ці мінеральні води віднесені до VII класу за аніонами - хлоридно-гідрокарбонатні води, а завдяки своєму специфічному катіонному складу - високому вмісту кальцію, що не характерно для вуглекислих вод, були виділені в окремий підклас, який так і назвали – Сойминський.

Поряд, у долині р. Репинки, розвідане Келечинське родовище вуглекислих залізистих вод, а вище по течії Ріки відомі виходи мінеральних джерел і вуглекислих, і залізистих (Верхній Бистрий), а також розвідане Менчул-Верхньобистрянське родовище природних столових вод. Отже, на невеликій території зустрічаються виходи мінеральних вод різних типів, які майже не використовуються, а потенціальні можливості цього району значні.

Постановка проблеми. Розвиток курортів у Карпатах неможливий без надійного забезпечення їх гідромінеральними ресурсами (ГМР), тому вивчення та оцінка використання та стану основних родовищ МВ є актуальним і потребує широкого висвітлення.

Об'єктом дослідження є мінеральні води в долині р. Ріки, зокрема в середній і верхній її течії. Предмет дослідження – визначення потенціалу ГМР північної частини Міжгірщини, пропозиції щодо їх цільового та раціонального використання, охорони і збереження.

Основною метою статті є показати сучасний стан ГМР території, придатність їх для лікувально-оздоровчого використання та промислового розливу.

Історія досліджень. Дослідження мінеральних вод Закарпаття мають значну історію й досить широко висвітлюватися в періодичних та наукових публікаціях. Бібліографія їх стосується переважно Голубинського та Полянського родовищ, за рідким виключенням Шаянського, Берегівського та деяких інших [6, 7]. Дослідження Сойминських і Келечинських мінеральних вод



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

висвітлювалися більше в узагальнюючих працях [1, 8], хоча історія їх вивчення та використання давня.

Залізисті джерела Келечина згадуються у переліку 234 відомих мінеральних вод Закарпаття в 1876 році, опублікованому Szabo S. [6]. Наприкінці XIX ст. поблизу Міжгір'я (тоді Волове) в с. Сойми приватні підприємці на джерелах мінеральних вод відкрили водолікарню, аналогічна була на лівому березі р. Репинки, де приймали вуглекислі ванни, а на початку XX століття тут були споруджені невеликі помешкання для житла [9, 10].

В 1900 році після визначення хімічного складу сойминських мінеральних джерел цей район був визнаний курортною місцевістю. Свого розквіту курорт Сойми набув у 1910-1914 роках, проте в період Першої світової війни він був повністю знищений. Пізніше відкрили невеличку водолікарню, яка існувала до кінця 30-х років минулого століття.

Детальне вивчення геологічної будови та гідрогеологічних умов району пов'язано з розвідувальними роботами на мінеральні води на курорті Сойми [2], які тривали з 1956 по 1965 рік і завершилися затвердженням експлуатаційних запасів мінеральних вуглекислих вод у 1968 р. в кількості 743 м³/добу за сумою категорій В+С₁ (табл. 1). Аналогічні роботи біля джерел Келечина здійснювалися в 60-х роках, які теж закінчилися затвердженням експлуатаційних запасів залізистих мінеральних вод по двох ділянках нового родовища [7].

Сумарні запаси мінеральних вод перевищують 1200 м³/добу, що може забезпечити повністю потребу невеликого містечка, як сусіднє Міжгір'я, при використанні їх для господарсько-питних потреб. Використовуються мінеральні води виключно на курорті Сойми санаторієм «Верховина», видобуток у літній сезон не перевищує 20-25 м³/добу. Іноді, в дуже обмеженій кількості, використовувалися келечинські мінеральні води з підвищеним умістом двовалентного заліза.

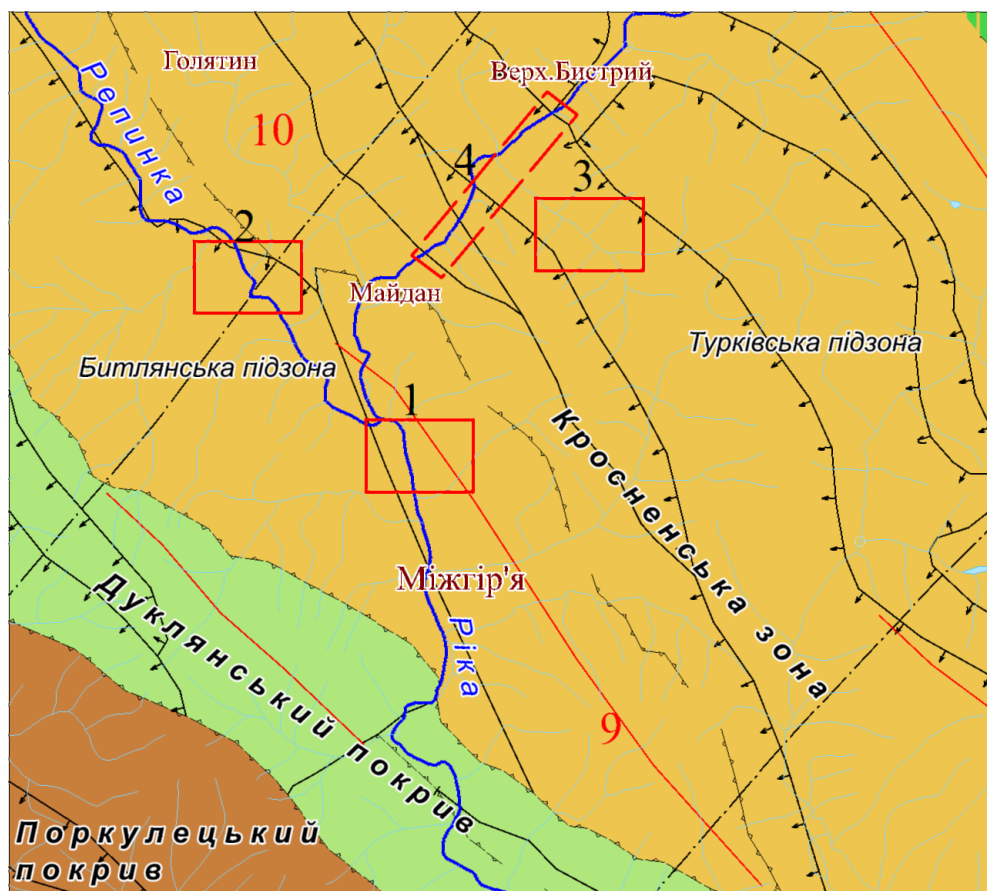
Таблиця 1

Експлуатаційні запаси родовищ підземних мінеральних вод району

Родовище	Ділянка, свердловини	Спец. компонент, мг/дм ³	Мінералізація, г/дм ³	Запаси по категоріях, куб.м/добу				Протокол
				А	В	С ₁	Разом	
Сойминське	№3-Р,	CO ₂ 1700 - 2500	6,5-7,4	-	225	18	243	№5440 ДКЗ СРСР від 17.03.1968р.
	№4-Р		6,6-7,8	-	365	135	500	
Келечинське	Східна	CO ₂ - 2100 – 3400; Fe=18.0-38.0	1,4-1,6	-	91	142	233	№5180 від 29.26.1967 р. ДКЗ СРСР
	Західна	CO ₂ - 2600 – 3600; Fe = 26.0-29.0	0,7-0,8		116	152	268	
Менчул-Верхньобистрянське	Дж. №2 "Шутин"	-	0,1 – 0,3		246		246	№4350 ДКЗ від 12.04.2018 р. України

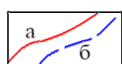
У 2016-2018 рр. виконана геолого-економічна оцінка Менчул-Верхньобистрянського родовища природних столових вод, які використовуються для промислового розливу.

Геолого-тектонічні умови. Сойминське родовище вуглекислих лікувальних вод лежить на південній околиці с. Сойми в долині р. Ріка (рис. 1) та займає переважно лівий борт долини. Келечинське родовище залізистих вод знаходиться в середній течії р. Репинки, на правому борту її долини за 4,0 км південно-східніше с. Келечин, інші ділянки в районі с. Верхній Бистрий



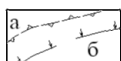
Масштаб 1:200 000

ЕЛЕМЕНТИ ПЛІКАТИВНИХ СТРУКТУР

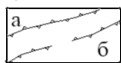


Вісь антикліналі (а) та синкліналі (б):
9 – Сойменська; 10 – Голятинська

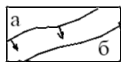
РОЗРИВНІ СТРУКТУРИ



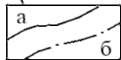
Фронтальні насуви покривів (а) та субпокривів (б)



Границі зон (а) та підзон (б)

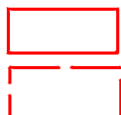


Насуви скиб та лусок (а); інші насуви (б)



Інші розломи (а), в т. ч. перекриті молодшими відкладами (б)

РОДОВИЩА



1 - Сойминське, 2 - Келечинське, 3 - Менчул-Верхньобистрянське
4 - Верхньобистрянський прояв

Рис. 1. Тектонічна схема

У геоструктурному плані всі родовища та прояви МВ лежать у Кросненській структурно-фаціальній зоні (СФЗ) Карпатської гірської складчастої області. Загальна структура зони особливо не відрізняється від структури прилеглих покривів: її внутрішні елементи насунуті в північно-східному напрямку на зовнішні, а луски часто утворені крупними антиклінальними складками або



їх частинами, розірваними насувами. В ядерних частинах складок залягають верхньокрейдово-палеоценові або палеоцен-еоценові відклади, а на південно-західних крилах (північно-східні часто зрізані насувами) – олігоценові та ранньонеогенові утворення. Зокрема, Сойминське та Келечинське родовища лежать поблизу насуву Дуклянського покриття на Бітлянську підзону, яка виділяється в тилівій частині Кросненської СФЗ [4]. Бистрянський прояв і Менчул-Бистрівське родовище - на південному флангу Турківської підзони, поблизу насуву на неї Бітлянської підзони. Тобто прояви мінеральних вод пов'язані з тектонічними насувами лусок та скиб, які, в свою чергу представлені антикліналями з крилами, ускладненими розломами та крутим падінням порід.

У фронтальній частині Бітлянської підзони розміщена ядерна ділянка Сойменської антикліналі, яка складена флішовими товщами верхньої крейди – еоцену. Північно-східне крило зрізане насувом, на південно-західному залягають породи олігоцену, зім'яті дрібною складчастістю і розірвані розломом, що простягається паралельно осі. Саме до цього крила приурочене Сойминське родовище, а до північно-західного його флангу - Келечинське родовище. Розломи та дрібна складчастість зазвичай супроводжуються зоною інтенсивно зруйнованих порід, які є вмістилищем підземних вод, зокрема й мінеральних. Відкрита тріщинуватість таких зон слугує каналом для підтоку мінеральних вуглекислих вод з глибини. Келечинське родовище має складнішу будову, оскільки північно-західний фланг антикліналі розбитий кількома поперечними розломами на ряд блоків, через що сформувалася певна гідрогеологічна зональність.

Турківська підзона складена подібними лусками, представленими великими антиклінальними складками, а в її тилівій частині виділена Ропавсько-Голятинська луска, яка має специфічну будову, т. зв. Голятинська структура. Голятинська структура - своєрідний елемент з аномальним розрізом строкатих порід та чорного кремнистого глинисто-піщаного флішу. Ця структура аномальна і тектонічно, і стратиграфічно, нагадує своєрідний «діапір» міцних порід, який «протикає» ядерну частину крупної антикліналі [4], та саме з нею пов'язують прояви мінеральних вод різного складу в районі Верхнього Бистрого.

Загалом район досліджень характеризується неоднорідністю будови і складений крейда-палеоген-нижньоміоценовими утвореннями. Сойминське родовище пов'язане з утвореннями бистрицької світи, яка в цьому районі виділяється своєрідною фаціальною відміною: пісковики тут темно-сірі, нерідко кременисті, а аргіліти темно-сірі до чорних і тільки іноді зелено-сірі. На Келечинському родовищі поширенні менілітові та бистрицькі відклади, Верхньобистрицький прояв приурочений до відкладів крейди, частково еоцену, як і Менчул-Бистрівське родовище.

Гідрогеологічні умови району. Район досліджень відноситься до Карпатської водоносної системи (гідрогеологічної області Складчастих Карпат), За умовами формування та поширення мінеральних вод району характерно посилення активного та значного водообміну з глибиною. Цьому сприяють специфічні тектонічні структури та різноманітні розломи, які мають глибинне закладання та є провідниками мінералізованих вод. Літологічна різноманітність флішових відкладів, інтенсивна складчастість, сильне розчленування поверхні та екзогенна тріщинуватість сприяє процесам змішування підземних вод різних зон водообміну в результаті чого формуються строкатий хімічний склад мінеральних, переважно вуглекислих, вод з різноманітними мікроелементами та специфічними сполуками. Все це визначає складність гідрогеологічних умов території, яку по праву можна віднести до третьої – дуже складної групи за гідрогеологічними умовами [2].

За умовами циркуляції, води флішових відкладів тріщинні, тріщино-жильні, тріщино-пластові. Основним джерелом формування природних ресурсів є атмосферні опади, які інфільтруються у верхню зону тріщинуватих порід. Тектонічні особливості Бітлянської та Турківської підзон відіграють двояку роль. З одного боку вони зумовлюють наявність зон тріщинуватості, що при інтенсивних неотектонічних рухах сприяє водообміну між водоносними комплексами різних глибин, про що свідчать виходи на денну поверхню вуглекислих і



сірководневих вод. З іншого - ускладнюють умови залягання і циркуляції води даної території, де водоносні відклади не утворюють витриманих по площі горизонтів [3].

Таблиця 2

Основні дані по свердловинах і джерелах

№№ св.	Товщина гор. м	Сталий рівень, м	Дебіт, дм ³ /с	Знижен ня, м	Питомий дебіт, дм ³ /с	Мін-я, г/дм ³	Тип води	Спец. комп-т
3-Р	42,0	+10,0	3,5	9,2	0,38	6,4	ХГКН	CO ₂
4-Р	39,0	+1,2	8,6	12,0	0,72	5,9	ХГКН	CO ₂
359	76,0	+6,8	1,7	18,0	0,1	1,0	ГКН	CO ₂ , Fe
360	79,0	0,0	1,1	16,2	0,07	1,5	ГК	CO ₂ , Fe
361	70,0	0,0	3,1	19,7	0,16	0,5	ГМК	CO ₂ , Fe
Дж. 2	-	-	2,8	-	-	0,2	ГСМК	-

Гідрохімічна характеристика. В районі переважають води пов'язані з верхньою зоною інтенсивного водообміну, яка сформувалася в тріщинуватих породах флішу. Мінералізація їх не перевищує 0,5 г/дм³, хімічний склад строкатий від гідрокарбонатно-сульфатного магнієво-кальцієвого до змішаного трикомпонентного. В зонах розломів і насувів, які здебільшого трасуються долинами рік, переважають води з мінералізацією від 2,0 до 6,0-8,0 г/дм³, іноді більше, зазвичай гідрокарбонатного натрієвого складу, з підвищеним вмістом вуглекислоти, заліза, іноді арсену. Такі води поширені в долинах Ріки, Репинки, Лопушанки.

Сойминське родовище. За фізико-хімічними показниками мінеральні води родовища вуглекислі, борні мало-середньомінералізовані хлоридно-гідрокарбонатні, кальцієво-натрієві, слабкокислі, холодні, з підвищеним умістом заліза в концентрації 2,0 – 18,0 мг/дм³. Хімічний склад води св. 3-р відповідає такій формулі:

$$CO_2 1.1 - 2.5 \text{ H}_3\text{BO}_3 0.05 - 0.14 \text{ M} 4.8 - 7.1 \frac{HCO_3 52 - 68 \text{ Cl} 32 - 48}{(Na + K) 44 - 70 \text{ Ca} 22 - 45} pH 5.8 - 6.8$$

Хімічний склад води св. 4-р такий:

$$CO_2 1.7 - 2.7 \text{ H}_3\text{BO}_3 0.06 - 0.15 \text{ M} 6.7 - 8.3 \frac{HCO_3 46 - 62 \text{ Cl} 38 - 54}{(Na + K) 55 - 76 \text{ Ca} 20 - 37} pH 5.8 - 6.4$$

За вмістом специфічних компонентів та сполук — диоксиду вуглецю та ортоборної кислоти води відносяться до лікувальних і використовуються санаторієм "Верховина" в лікувальному процесі.

Келечинське родовище. За фізико-хімічними показниками мінеральні води родовища вуглекислі, залізисті мало-слабомінералізовані гідрокарбонатні, магнієво-кальцієві, слабкокислі, холодні. Хімічний склад води ділянки «Східна» (св. 359, 360) відповідає такій формулі:

$$CO_2 2.1 - 3.4 \text{ Fe} 0.018 - 0.038 \text{ M} 1.4 - 1.6 \frac{HCO_3 95 - 100}{Ca 50 - 80 \text{ Mg} 12 - 14} pH 6.8 - 7.1$$

Хімічний склад води ділянки «Західна» (св. 361) такий:

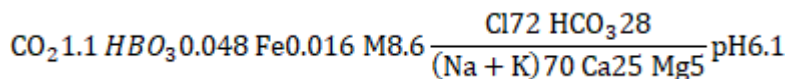
$$CO_2 2.6 - 3.6 \text{ Fe} 0.02 - 0.03 \text{ M} 0.7 - 0.8 \frac{HCO_3 95 - 100}{Ca 50 - 80 \text{ Mg} 12 - 40} pH 6.8 - 7.4$$

За вмістом специфічних компонентів та сполук — диоксиду вуглецю та заліза води відносяться до лікувальних і використовувалися санаторієм "Верховина" в лікувальному процесі.

Верхньобистрянський прояв. За фізико-хімічними показниками мінеральні води родовища вуглекислі, борні, залізисті середньомінералізовані гідрокарбонатно-хлоридні, кальцієво-натрієві, слабкокислі, холодні. Хімічний склад води джерела №3 відповідає такій формулі:

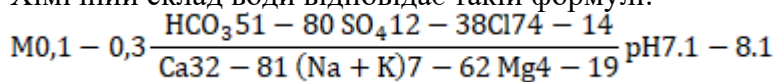


СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



Менчул-Верхньобистрянське родовище. За співвідношенням основних катіонів і аніонів води джерела №2 «Шутин» переважно сульфатно-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві, іноді кальцієво-натрієві або магнієво-кальцієві, тобто катіонний склад змішаний. Сума солей не перевищує 250 мг/дм³. За фізичними властивостями мінеральна вода джерела №2 прозора, безбарвна, прісна на смак, без запаху.

Хімічний склад води відповідає такій формулі:



Води родовища придатні для промислового розливу, який здійснюється на заводі в с. Сойми під торговою маркою «Вівас».

Вода із свердловини №3-р Сойминського родовища, згідно із висновками Українського НДІ медичної реабілітації і курортології, рекомендується при лікуванні хронічних гастритів, хронічних колітів та ентероколітів, хронічних панкреатитів, хвороб обміну речовин (цукрового діабету, ожиріння, подагри, сечокистозу, оксалуриї, фасфатуриї). Вода свердловини №4-р придатна для зовнішнього використання при хворобах серця та судин, опорно-рухового апарату, захворюваннях травної та сечовидільної систем. Келечинські води рекомендують при захворюваннях системи кровотворення.

Перспективи використання мінеральних вод. Експлуатаційні запаси різних типів мінеральних вод в долині річки Ріки досить великі, основні з них досліджені як бальнеологами, так і геологами. По Сойминському родовищу виконана геолого-економічна оцінка доцільності продовження експлуатації мінеральних вод, оновлений бальнеологічний висновок, матеріали подані для розгляду в ДКЗ України. Обґрунтована потреба на сьогодні становить 70,0 м³/добу, яку надокористувач, санаторій «Верховина» може задіяти при повному своєму завантаженні. Однак, економічний стан цієї оздоровниці, як і більшості санаторіїв у нашій країні сьогодні дуже напружений, незважаючи на їх великий потенціал для розвитку.

Келечинське родовище на сьогодні взагалі не розробляється, одна із свердловин переведена на крановий режим фонтанування та охороняється як пам'ятка природи місцевого значення. Джерела мінеральних вод у районі с. Верхній Бистрий теж не використовуються, та ними зацікавилися приватні підприємці та розробляють плани будівництва невеликого санаторно-курортного комплексу. Природні столові води Менчул-Верхньобистрянського родовища фасуються у різноманітну тару на заводі розливу, але видобуток не перевищує 75-100 м³/добу.

Мінеральні води дослідженої території мають хорошу якість і володіють широким спектром лікувальних властивостей, що в умовах загострення екологічної ситуації мало би забезпечити попит на них як в пересічних споживачів, так і серед санаторно-лікувальних закладів. Додаткові можливості пов'язані із розробкою інших типів мінеральних вод, котрі були виявлені в ході різних розвідувальних робіт, що обіцяє в перспективі створити лікувально-рекреаційну базу з комплексним лікуванням.

Міжгірщина має великий рекреаційно-туристичний потенціал, є привабливим для відпочивальників і туристів з промислово-розвинутих районів, де загострена екологічна ситуація і це можна використати для розширення ринку збуту МВ. За умови налагодження ринкових відносин та активної співпраці з суб'єктами рекреації і туризму регіону, а також органами місцевого самоврядування можна очікувати суттєвого зростання об'ємів видобутку мінеральних вод, що безумовно сприятиме економічному розвитку Міжгірщини.

Список використаних джерел:

1. Бабинец А.Е., Марус В. И., Койнов И.М. Минеральные и термальные воды Советских Карпат. Киев, "Наукова думка", 1978. 160 с.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

2. Гаюн К.Г., Гончаров О.Д., Сладковская О.Ф., Левченко Т.Ф. Отчет о результатах гидрогеологических работ, выполненных в 1956-1965 гг. и подсчет запасов минеральных углекислых вод Сойминского месторождения Закарпатской области УССР по состоянию на 1 декабря 1967 г. Текст. ГГУ "Укргеокаптажминвод". 1972 р. 132 с
3. Гидрогеологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Карпатская. Лист М-34-XXXVI (Хуст), L-34-VI (Бая-Маре). Объяснительная записка. Сост. Фролов М. В., Филимончук С.Р. ВСЕГИНГЕО. М. 1973. 75 с.
4. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:2000000. Карпатська серія, Рахівська група аркушів М-34-XXXVI (Хуст), L-34-VI (Бая-Маре); М-35-XXXI (Надвірна), L-35-I (Вішеу-Де-Сус). Пояснювальна записка. (Мацьків Б. В. та ін.) Київ. Держкомприроди України, 2009. – 115 с. + 5 карт
5. Иванов В. В., Невраев Г. А. "Классификация подземных минеральных вод" М., : Недра, 1964. - 168 с., 1 отд. л. табл. : черт.; 26 см. (Труды Центрального института курортологии и физиотерапии/ Вып. 1)
6. Кращі мінеральні води Закарпаття: святі криниці : путівник / уклад. Л. Киртич, М. Гайсак, Б. Фекийшгазі, І. Ревтій ; за ред. І. Лемко, М. Петровці. – Ужгород : Ліра, 2002. – 79 с.
7. Курортні ресурси України [Текст] / М. В. Лобода [та ін.] ; ред. М. В. Лобода. - К. : ЗАТ "Укрпрофоздоровниця" : Тамед, 1999. - 340 с. - Бібліогр.: с. 338-339
8. Формування мінеральних вод України [Текст] : [монографія] / В. М. Шестопапов [та ін.] ; ред. В. М. Шестопапов ; НАН України, Інститут геологічних наук. - К. : Наукова думка, 2009. - 312 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 293-308.
9. Келечинська мінеральна вода (cikave.com.ua)
10. Мінеральні води Сойминська (cikave.com.ua)

The image is a vertical composition. The top half shows a low-angle shot of a wind turbine's tower and blades against a clear blue sky with a bright sun creating a lens flare. The bottom half shows a close-up of blue solar panels with white grid lines, and in the very foreground, several bright yellow sunflowers with dark brown centers.

**ВІДНОВЛЮВАНІ
ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ:
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ.
ДЕКАРБОНІЗАЦІЯ
ТА ЇЇ РОЗВИТОК В УКРАЇНІ**



УДК 622.279.23/4:622.279.031:622.279.58+622.276.1/4

ГЕОТЕРМАЛЬНИЙ ШЛЯХ ЗЕЛЕНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В НАФТОГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Фук І.М., д. тех. н., професор, fuk.illia@khpi.edu.ua;

Фук М.І., д. тех. н., доцент, mfyk@ukr.net;

Аббуд М.Х., аспірант, mfyk@ukr.net.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків, Україна*

Як пріоритет в переходах до зелених різновидів енергетики нафтогазовидобувного сектору промисловості розглядається геотермально-вуглеводнева комбінована технологія. Запропоновано аналітика визначення параметра коефіцієнта геотермально-вуглеводневої вилучення флюїду на нафтогазовому родовищі, встановлена пропорційна залежність коефіцієнта геотермально-вуглеводневої вилучення флюїду до коефіцієнта вилучення нафти, що вказує на синергетичний ефект комбінованого та дуального видобутку тепла і нафти, а так само проаналізовано обернено-пропорційна залежність при ідеалізованій геометрії від часу і теплопровідності. Новизна запропонованої активізації синергетики досягається шляхом врахування умов технологій інтенсифікації третинного типу, але теплохімічного різновиду – при зворотній циркуляції пластової рідини, яка за дебітом оцінюється в енергетичних одиницях. Розроблено рекомендації мінімізації упущеної вигоди при видобутку енергоресурсів на нафтогазових родовищах з часом і потенціалом теплопритоку мантийно-теплових енергій шляхом штучного збільшення щільності і теплоємності пластового флюїду в процесі суміщеної активізації геотермальної теплоутилізації і реалізації сучасних технологій інтенсифікації свердловини видобутку нафти і газу.

GEOHERMAL WAY OF GREEN ENERGY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Fyk I., Dr. Sci. (Eng.), profesor, fuk.illia@khpi.edu.ua;

Fyk M., Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., mfyk@ukr.net;

Abbud M., researcher of scientific degree, mfyk@ukr.net.

NTU "KhPI", Kharkiv, Ukraine

Geothermal-hydrocarbon combined technology is considered as a priority in the transition to green types of energy in the oil and gas industry. Analytics are proposed for determining the parameter of the geothermal-hydrocarbon fluid recovery factor in an oil and gas field, the proportional dependence of the geothermal-hydrocarbon fluid recovery factor to the oil recovery factor has been established, which indicates the synergistic effect of dual heat and oil production, as well as the inverse-proportional relationship with idealized geometry has been analyzed. from time to time and areal thermal conductivity. The novelty of the proposed activation of synergetics is achieved by taking into account the conditions of the intensification technologies of the tertiary type, but of the thermochemical variety with the circulating circulation of the formation fluid, which is estimated for fluid recovery in energy units. Recommendations have been developed to minimize lost profits in the production of energy resources in oil and gas fields with time and the potential of heat inflow of mantle-thermal energy by artificially increasing the density and heat capacity of the formation fluid in the process of combined activation of geothermal heat recovery and the implementation of modern technologies for intensification of well oil and gas production.

Введение. Поздняя и завершающая стадия разработки нефтегазовых месторождений характеризуется, после длительных предварительных стадий в конце концов, нерентабельностью без продолжения эксплуатации скважин за счет добычи и забора геотермальной энергии Земли и ценных пластовых вод. В принципе, это можно назвать трендовым путем частичного или поэтапного перехода нефтегазовой энергетики в зеленую энергетику. В связи с этим возникают многочисленные вызовы и пробелы современной науки, развития техники и имплементации переходных технологий. Как задача в этом исследовании избрано определение и презентация научной специфики коэффициента геотермально-углеводородного (комплектного, дуально-совмещенного) извлечения флюида из продуктивного пласта.

Увеличение коэффициента извлечения нефти (КИН) может быть достигнуто различными методами увеличения нефтеотдачи (МУН). Технологии методов в целом разделяют на три основные категории: тепловые, газовые и химические. Химические и тепловые МУН – перспективные и очень эффективные технологии с довольно обширной областью применения [1]. Из химических отметим полимерное заводнение, вытеснение нефти водными растворами



поверхностно-активных веществ (ПАВ), щелочное заводнение и совместное применение щелочи, ПАВ и полимера (ASP заводнение – alkaline-surfactant-polymer flooding) [2]. Среди них технология ASP заводнения играет доминирующую роль (повышение КИН на 10–25 %). Тепловые МУН имеют доминантные технологии для вязких и тяжелых нефтей SAGD (Steam-Assisted-Gravity-Drainage) (повышение КИН на 20–60 %) [3]. Более точные цифры можно увидеть в публикациях про успешные внедрения указанных МУН на нефтяных месторождениях Уайт Касл (штат Луизиана, США), Сент-Джозеф (Малайзия), Мармул (Италия), Леквайр (Оман), Яблуновка (Украина), Даквинг и Ксинджанг (Китай), Западно-Салымское и Ашальчинское (Россия), Ксинджанг (Китай), Колд Лейд Орион (Канада), Ориноко Бэлт (Венесуэла) и др. Несмотря на огромное количество тематических публикаций, внимание комплексной оценке коэффициентов извлечения геотермально-углеводородных ресурсов уделено не достаточно. Мало пояснений нашли причины зависимости общей продуктивности скважин по углеводородам и теплу от теплоемкости пластового флюида при наличии обратной циркуляции воды и других пластовых жидкостей. Кроме того, в специальной литературе отсутствует теоретическая база с определением ключевым параметров геотермально-углеводородного флюидоизвлечения, которую целесообразнее представлять в энергетических единицах.

Модель и методы. При одновременном применении химических и тепловых методов интенсификации скважинной добычи нефти обводненных скважин учитывается теплогидравлический баланс и особенности движения энергии и материи, а продукция скважины содержит геотермальную энергию в смеси углеводородов с пластовой водой, что дает право рассматривать комплексно и целенаправленно коэффициент извлечения такого пластового флюида как энергоносителя. Назовем такой параметр коэффициентом флюидоизвлечения геотермально-углеводородного флюида K_{IT} . Уникальность состоит в том, что накопленная и приходящая тепловая энергия зависит от имеющейся динамики массы (запасов) пластового флюида, а добыча геотермальной энергии в единицах мощности (теплопродуктивность скважины W_T) определяется выражением [4]:

$$W_T = M_q \cdot C_p \cdot dT, \quad (1)$$

где M_q – массовый расход (дебит по массе) геотермально-углеводородного флюида, C_p – теплоемкость геотермального флюида, dT – полезная утилизация температуры при отборе тепловой энергии потребителем.

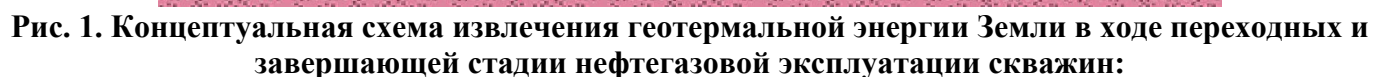
При расчетном коэффициенте извлечения нефти $K_{in} = M_{prod}/M_{st}$ общая добыча флюида определяет и общее количество добытого геотермального ресурса (утилизированной тепловой энергии E_t за период добычи t)

$$E_t = W_T \cdot t = (M_{prod} \cdot C_{pn} + M_b \cdot C_{pb}) \cdot dT \quad (2)$$

Учитывая статистически-доказанный факт накопленной добычи пластовой воды за период разработки-эксплуатации нефтяного месторождения M_b примерно-равной (и зачастую превышающей в несколько раз) накопленной добыче нефти M_{prod} , а так же меньшие теплоемкости нефтей C_{pn} относительно теплоемкостей пластовых вод C_{pb} , принимаем минимальный коэффициент равный 2-м аксиоматическим в записи (2) накопленной добычи тепловой энергии E_t :

$$E_t = W_T \cdot t = 2 \cdot M_{prod} \cdot C_p \cdot dT \quad (3)$$

Результаты и обсуждение. Концептуальная схема извлечения геотермальной энергии Земли в ходе завершающей стадии нефтегазовой эксплуатации скважин приведена на рис. 1.



Из рис. 1 видно, что часть скважин в переходный период и постепенном обводнении продуктивной площади переводятся в нагнетательный фонд и фонд глубоких скважин добычи геотермальных вод. При этом гидроразрыв пластов производится по-необходимости как для увеличения КИН, так и притока геотермальных вод к забоям. Из рисунка видно, что цикл остается закрытым и безотходным для экологичности модификаций химических МУН, поскольку блок 3 изолирует цикл циркуляции пластовых и нагнетательных агентов 10-5-9-3-2-6 от стороны генерации чистых и «зеленых» энергий в блоке 4.



Коэффициент геотермально-углеводородного извлечения флюида на нефтегазовом месторождении K_{iT} может быть определен при первичном допущении шарообразной формы залежи с полной теоретической строгостью как соотношение добытой тепловой энергии E_t (единица измерения – Джоуль) к потенциально-возможной добыче геотермальных ресурсов с начала разработки месторождения E_{st} (единица измерения – Джоуль):

$$K_{iT} = E_t/E_{st} = 2 M_{prod} C_p dT/\lambda_{st} 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot dT_{pl} t \quad (4)$$

При вышеуказанных допущениях квадрат радиуса залежи-сферы R^2 может быть выражен через ее объем $V=(4/3) \pi \cdot R^3$ исходя из стартовой массы флюида M_{st} (начальные запасы)

$$M_{st} = V \rho = (4/3) \pi \cdot R^3 \rho \Rightarrow R^2 = M_{st}/(4/3) \pi \cdot R \rho. \quad (5)$$

Интегрируя (5) в (4) находим путь определения коэффициента геотермально-углеводородного извлечения флюида в обоснованном инженерном приближении:

$$K_{iT} = 2 \cdot M_{prod} \cdot C_p \cdot dT \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R \cdot \rho / \lambda_{st} 4 \cdot M_{st} \cdot \pi \cdot dT_{pl} \cdot t = \\ = (2/3) \cdot K_{in} \cdot C_p \cdot R \cdot \rho (dT/dT_{pl})/ \lambda_{st} \cdot t \quad (6)$$

Как видно из (6) K_{iT} пропорционален K_{in} , теплоемкость C_p и плотность флюида ρ , радиус залежи увеличивают K_{iT} , а реализуемая прибортовая площадная теплопроводность λ_{st} и общее возможное время разработки нефтегазового месторождения t уменьшают. Возможно утверждать об увеличении упущенной выгоды со временем t и при увеличении потенциального теплопритока мантийных тепловых энергий от нереализованных или не в полной мере реализованных дуальных способов добычи тепла и нефти. Так же становится очевидным преимущество стратегии искусственного увеличения плотности и теплоемкости при обратной циркуляции жидкостей ASP и SAGD для максимизации K_{iT} . Бесспорно, K_{iT} увеличивается при реализации методов дуальной добычи с увеличением dT . В данном случае аналитикой (6) реализуется прозрачный физический принцип компаративного типа для величины тепло-утилизации с градиентом dT относительно тепло-извлечения из пограничных областей залежи с градиентом dT_{pl} . Иными словами, это означает улучшение результатов скважинной добычи тепла при увеличении утилизации той геотермальной энергии, которая может быть извлечена в данных геолого-промысловых условиях дуальной добычи при всех остальных равных.

Выверенные параметры по размерностям и классической теории подобия в (6) позволяют рекомендовать введение параметра коэффициента геотермально-углеводородного извлечения флюида на нефтегазовом месторождении в оборот прикладной нефтегазовой инженерии. Такой параметр будет прозрачно индизировать соотношение энергетических потоков «добытого» на определенный момент времени к «возможному» (в энергетических единицах), где «возможное» устанавливается и определяется согласно начальных запасов углеводородов и перспектив притока возобновляемых «зеленых» геотермальных ресурсов. Учет условий вышеуказанных разновидностей технологий современной интенсификации скважинной добычи третичного типа оказывает прямое влияние на суммарное извлечение энергоресурсов при тепло-химическом воздействии и обратной циркуляции пластовой жидкости. Актуализация развития и интеграции «зеленых технологий» в нефтегазовой индустрии позволяет указать на перспективность дальнейшей работы исследователей над уточненными уравнениями типа (6) для геологически реальных геометрий залежей, а также конкретизированных физико-химических параметров пластовых флюидов и углеводородов нефтегазовых месторождений.

Выводы.

1. В прикладную науку нефтегазовой инженерии, для реализации тренда перехода к «зеленой» геотермально-углеводородной концепции, предложено введение параметра коэффициента геотермально-углеводородного извлечения флюида на нефтегазовом месторождении, что обосновано потребностью обобщенной оценки остаточно-углеводородного и «зеленого» извлечения энергоресурсов из нефтегазовых месторождений в мире.

2. Показано пропорциональную зависимость коэффициента геотермально-углеводородного извлечения флюида к коэффициенту извлечения нефти, что указывает на



синергетический эффект дуальной добычи тепла и нефти. Это обуславливает справедливость рекомендации ухода от упущенной выгоды путем реализации геотермально-углеводородного флюидоизвлечения и увеличения теплопродуктивности скважин.

3. Установлена обратно-пропорциональная зависимость коэффициента геотермально-углеводородного извлечения флюида при гепотетической шарообразной геометрии от времени и площадной теплопроводности пристеночных областей залежи. При ASP и SAGD предложен путь искусственного увеличения плотности и теплоемкости пластовых флюидов, которые показывают позитивный эффект на предложенный коэффициент при наличии оборотной циркуляции и теплоутилизации.

Список использованных источников:

1. Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids (Second Edition), Chapter 16 - Enhanced oil recovery, Editor(s): Johannes Fink, Gulf Professional Publishing, 2015, Pages 477-565, ISBN 9780128037348, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803734-8.00016-3>.
2. Маркова О.М. Успешное применение технологии ASP заводнения для повышения нефтеотдачи. Отечественный и зарубежный опыт / О.М. Маркова, А.А. Севастьянов. Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2019. № 46 (284). С. 34–37. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/284/63931/> (дата обращения: 16.09.2021).
3. Гильманов А.Я. Моделирование перспективных направлений применения технологий парогравитационного дренажа / А.Я. Гильманов, А.П. Шевелёв // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2018. Том 4. № 1. С. 39–54. DOI: 10.21684/2411-7978-2018-4-1-39-54.
4. Fyk M. Resource evaluation of geothermal power plant under the conditions of carboniferous deposits usage in the Dnipro–Donetsk depression / M. Fyk, V. Biletskyi, M. Abbood // Ukrainian school of mining engineering. E3S Web of conferences. Volume 60, 00006. 2018. Berdiansk, Ukraine, September 4–8. 2018. eISSN: 2267–1242.



УДК 911.9:621.31

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ГІРСЬКІЙ ЧАСТИНІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В КАРАНТИННИЙ ПЕРІОД

Лопушанська М.Р., аспірантка, mariia.lopushanska.agrn@lnu.edu.ua;

Теслович М.В., аспірантка, mariana.teslovych@lnu.edu.ua;

Іванов Є.А., д. геогр. н., доцент, yevhen.ivanov@lnu.edu.ua,

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

Відновлювана енергетика набуває нових поштовхів в Україні, зокрема через її перехід на сталі природокористування. Даний вид енергетики активно розвивається по всій країні, незалежно від природних передумов. Метою дослідження є аналіз просторового розміщення і сучасного стану об'єктів відновлюваної енергетики у гірській частині Львівської області та окреслення перспектив їхнього подальшого розвитку. Розглянуто стан і перспективи розвитку відновлюваної енергетики з метою розуміння доцільності реалізації проектів у гірській місцевості. Проаналізовано динаміку розвитку відновлюваної енергетики в карантинний період у розрізі територіальних громад. Найбільш інтенсивно розвивається відновлювана енергетика у громадах Дрогобицького району, найменше – у громадах південної частини області. В цілому, на розвиток відновлюваної енергетики (промислових об'єктів) впливають географічні передумови, а для розвитку сонячної енергетики приватних домогосподарств – наявність інвестицій у місцевих жителів.

THE STATE AND PROSPECTS OF THE RENEWABLE ENERGY INDUSTRY DEVELOPMENT IN THE MOUNTAINOUS PART OF THE LVIV REGION DURING THE QUARANTINE PERIOD

Lopushanska M., researcher of scientific degree, mariia.lopushanska.agrn@lnu.edu.ua;

Teslovych M., researcher of scientific degree, mariana.teslovych@lnu.edu.ua;

Ivanov E., Dr. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., yevhen.ivanov@lnu.edu.ua,

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

The renewable energy industry is gaining new impetus in Ukraine, in particular, through its transition to sustainable use of nature. This type of energy is actively developing throughout the country regardless of natural conditions. The aim of the study is to analyze the spatial location and the current state of renewable energy facilities in the mountainous part of the Lviv region and to outline the prospects for their further development. The state and prospects of the renewable energy development have been considered in order to study the feasibility of projects in the mountainous area. The dynamics of the renewable energy industry development during the quarantine period have been analyzed in the context of the administrative units (territorial communities). The renewable energy industry is developing most intensively in the communities of the Drohobych district and least intensively – in the communities of the southern part of the region. Overall, the development of the renewable energy industry (industrial facilities) is influenced by the geographical preconditions; and the local residents' funds investment availability plays a role as for the development of using the solar energy in private households.

Актуальність поставленої проблеми. Відновлювана енергетика є галуззю господарства, яка активно розвивається в останнє десятиріччя. Перехід від традиційного “споживацького” використання невідновлюваних природних ресурсів є головним напрямом розвитку економіки в Україні у майбутньому.

Матеріали і методика дослідження. У роботі використано дані Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) [5], фондові матеріали Департаменту паливно-енергетичного комплексу на енергозбереження Львівської обласної державної адміністрації [2], Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля [4], а також інформацію з офіційних сайтів підприємств, які займаються будівництвом та експлуатацією об'єктів відновлюваної енергетики [3]. Здійснено аналіз та узагальнення зібраних даних. На їхній основі створені графіки виробництва електроенергії промисловими об'єктами відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), діаграма співвідношення цих джерел у загальній встановленій потужності. Здійснено аналіз даних, що відображають динаміку зміни кількості сонячних електростанцій приватних домогосподарств та складено таблицю. Із використанням геоінформаційної системи QGIS



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

3.18 створено картосхеми з метою візуалізації сучасного стану, динаміки розвитку та перспектив відновлюваної енергетики у гірській частині Львівської області.

Об'єктом дослідження є гірська частина Львівської області у розрізі адміністративних утворень (територіальних громад), предметом – розвиток відновлюваної енергетики у гірських громадах регіону в карантинний період.

Результати дослідження. Для розвитку відновлюваної енергетики, в першу чергу, важливим чинником є наявність ресурсів, зокрема інсоляції для сонячних електростанцій та вітропотенціалу для вітрових електростанцій. Львівська область не надто багата на геліоресурси, проте південна гірська частина області має високий вітропотенціал [7].

За даними Департаменту паливно-енергетичного комплексу на енергозбереження Львівської обласної державної адміністрації [2] станом на 1 січня 2020 р. (докарантинний період) на Львівщині функціонувало 67 об'єктів відновлюваної та альтернативної енергетики загальною потужністю понад 310 МВт (з них 5 – у гірській частині регіону) та 887 сонячних електростанцій приватних домогосподарств (з них 111 – у гірських населених пунктах).

На розвиток відновлюваної енергетики під час карантинного періоду вплинули, головню, два чинники [8]: нестабільність економічного забезпечення (зокрема, щодо вчасних виплат за “зеленим” тарифом, впровадження на початку 2020 р. так званих “зелених” аукціонів та не до кінця врегульовані питання проведення аукціонів); нестабільність політичної та соціально-економічної ситуації спричиненої карантинними обмеженнями.

Аналізуючи загальну динаміку розвитку відновлюваних джерел енергії (за винятком сонячних електростанцій приватних домогосподарств) у гірській місцевості Львівської області, можна зробити висновок, що за період з 01.01.2020 р. до 01.09.2021 р. не було введено в експлуатації жодної нової електростанції. Існуючий стан промислових об'єктів відновлюваної енергетики у гірській місцевості подано в табл. 1.

Таблиця 1

**Існуючий стан промислових об'єктів відновлюваної енергетики
у гірській місцевості [2, 3, 6]**

Назва і тип об'єкта ВДЕ [2]	Місце розташування [2]	Рік введення в експлуатацію [3, 6]	Встановлена потужність, МВт [2]	Коефіцієнт використання встановленої потужності
ВЕС “Старий Самбір-1”, I-а черга	Самбірський р-н, м. Старий Самбір	2014	6,6	26,0
ВЕС “Старий Самбір-1”, II-а черга	Самбірський р-н, м. Старий Самбір	2016	6,6	23,0
ВЕС “Старий Самбір-2”	Самбірський р-н, за межами м. Старий Самбір і с. Стрільбичі	2017	20,7	23,0
Бориславська СЕС “Синтез-1”, дахова	Дрогобицький р-н, м. Борислав, вул. Трускавецька, 125	2016	1,114	9,0
Бориславська СЕС № 2, дахова	Дрогобицький р-н, м. Борислав, вул. Коваліва, 46-Б	2016	0,326	11,0
Бориславська СЕС, наземна	Дрогобицький р-н, м. Борислав, вул. Дрогобицька	2019	8,452	12,0
Явірська МГЕС	Самбірський р-н, с. Явора	1961, “зелений” тариф з 2009 р.	0,45	22,0

Важливим фактором розвитку відновлюваної енергетики у регіоні, окрім економічного стимулювання, є можливість передбачення виробництва електроенергії. Для підтвердження



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

“мінливості” від виробництва електроенергії від ВДЕ подаємо графіки виробництва електроенергії за останніх чотири роки. Репрезентативними об’єктами обрано ВЕС “Старий Самбір-2”, Бориславська СЕС, Бориславська СЕС “Синтез-1” та Явірська ГЕС. Графіки виробництва електроенергії подано на рис. 1. Найбільше виробництво електроенергії ВЕС “Старий Самбір-2” припадає на середні швидкості вітру від 6 до 9 м/с і притаманне для періоду з жовтня до березня.

Виробництво електроенергії СЕС прямо пропорційно залежить від інсоляції [9]. Зокрема, у зимовий період виробництво електроенергії найнижче, через коротку тривалість дня. Також виробництво залежить від хмарності та від температури зовнішнього повітря, зокрема при високих температурах виробництво зменшується. Виробництво електроенергії на малій гідроелектростанції залежить від гідрологічного режиму на річці Стрий [1].

Важливим показником є коефіцієнт використання встановленої потужності – це відношення середньоарифметичної фактичної потужності до встановленої потужності електроустановки протягом 12 місяців [6]. В табл. 1 подано коефіцієнти використання встановленої потужності для існуючих об’єктів ВДЕ. Як бачимо, що найвищий коефіцієнт використання встановленої потужності для вітрових електростанцій.

За даними Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля [4], в гірській місцевості планується будівництво семи вітрових електростанцій встановленою потужністю понад 210 МВт. Найбільші показники встановленої потужності після реалізації цих проектів будуть у Трускавецькій міській територіальній громаді.

Розміщення існуючих і проєктованих об’єктів відновлюваної енергетики подано на рис. 2. На сьогодні найбільшу встановлену потужність об’єктів ВДЕ у регіоні зафіксовано у Старосамбірській міській територіальній громаді, що зумовлено роботою трьох вітрових електростанцій (рис. 3).

В цілому, у структурі об’єктів ВДЕ в гірській місцевості регіону станом на 01.09.2021 р. переважає вітрова енергетика (рис. 4). Нами проаналізовано динаміку зміни кількості СЕС приватних домогосподарств у гірських територіальних громадах (табл. 2).

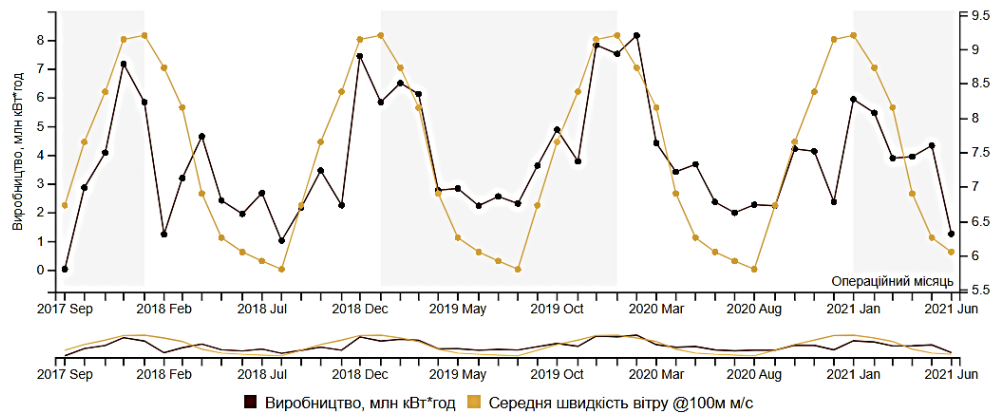
Таблиця 2

**Динаміка зміни кількості СЕС приватних домогосподарств
у розрізі територіальних громад [2]**

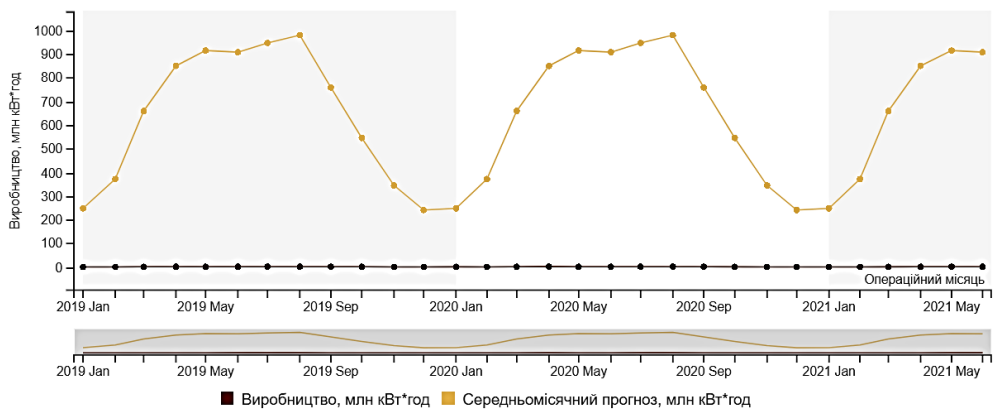
Територіальні громади	Станом на 1.01.2020 р.		Станом на 01.09.2021 р.	
	кількість, од.	встановлена потужність, МВт	кількість, од.	встановлена потужність, МВт
Боринська	2	38	5	128
Бориславська	14	174	30	601
Дрогобицька	46	1 066,4	107	2 697
Козівська	1	30	3	80
Ралівська	3	60	7	160
Сколівська	12	262,4	15	327,4
Славська	2	67	3	84
Старосамбірська	12	300,2	23	560,2
Стрілківська	0	0	4	64
Східницька	10	166	14	266
Трускавецька	5	79	8	149
Турківська	4	120	11	318
Разом	111	2 363	230	5 434,6



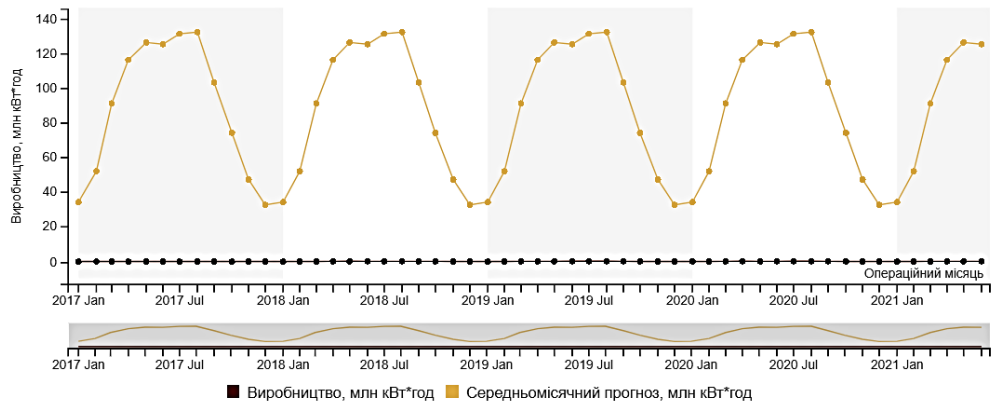
СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



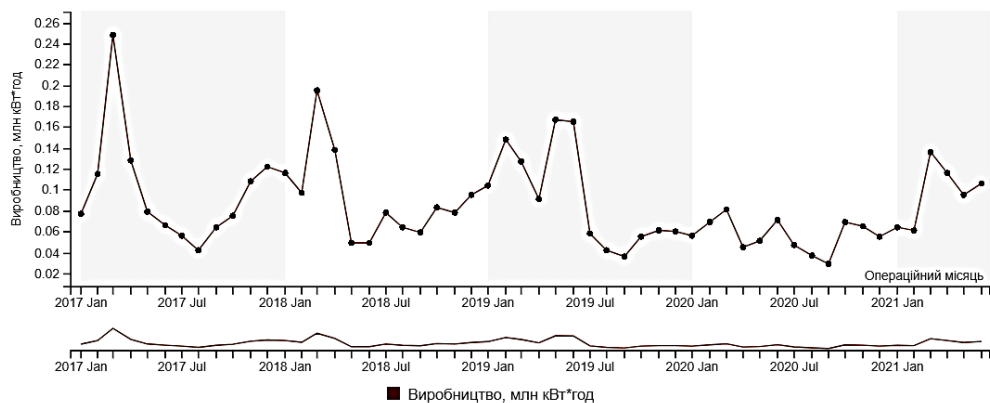
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Графік виробництва електроенергії на репрезентативних об'єктах ВДЕ [6]:



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

а) ВЕС “Старий Самбір-2”; б) Бориславська СЕС; в) Бориславська СЕС “Синтез-1”;
Явірська МГЕС

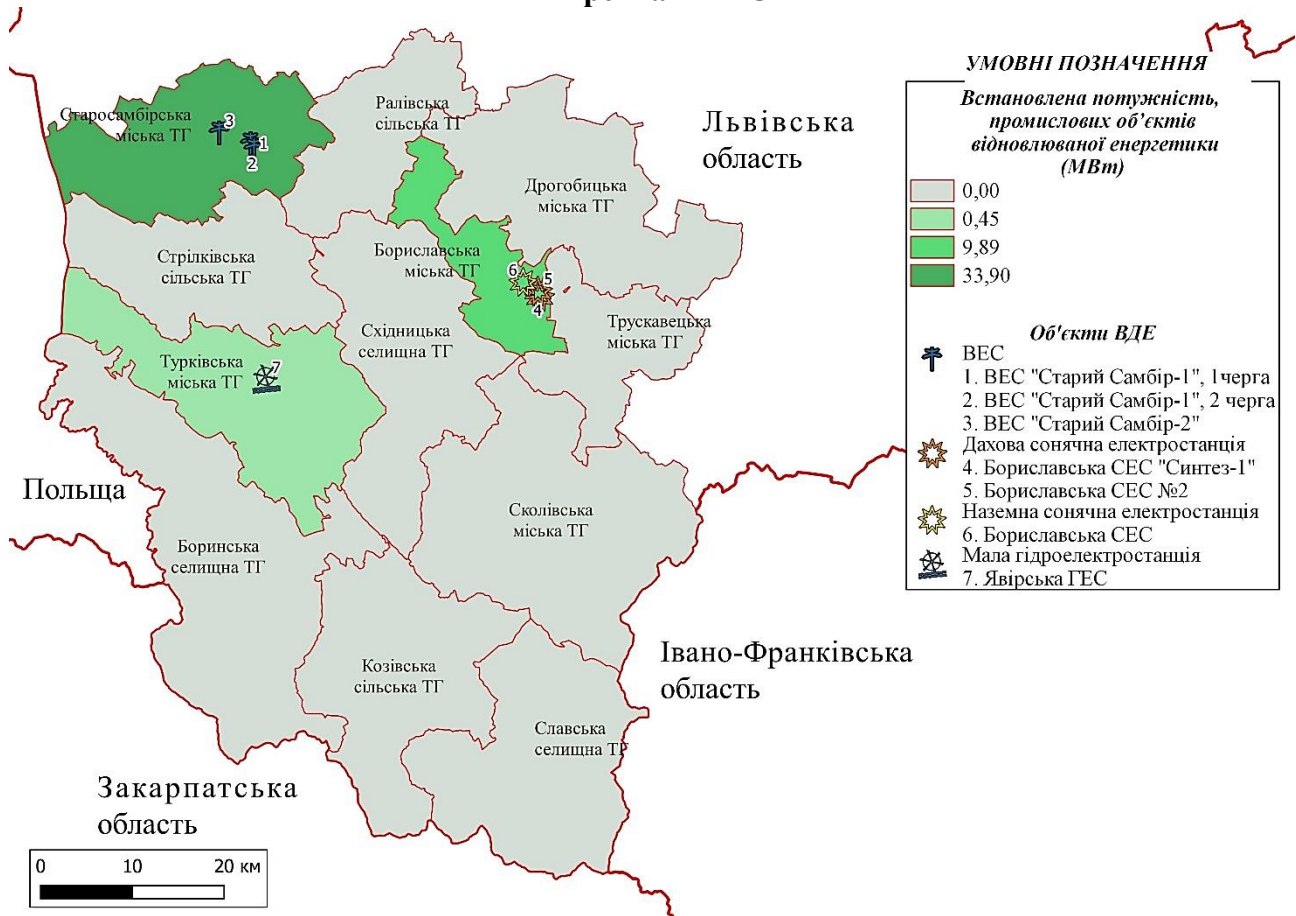


Рис. 2. Просторове розташування існуючих та проєктованих промислових об'єктів відновлюваної енергетики у гірській частині Львівської області



а)



б)

Рис. 3. Приклади об'єктів відновлюваної енергетики у гірській частині Львівській області:
а) ВЕС “Старий Самбір-2” (на задньому тлі – ВЕС “Старий Самбір-1”) [3];
б) СЕС приватного домогосподарства у м. Турка

В цілому, за період карантину зросла кількість СЕС приватних домогосподарств у гірській частині Львівської області, що зумовлено прийнятною ставкою зеленого тарифу (не менше 5 грн за 1 кВт*год виробленої електроенергії) (див. рис. 3) [2].



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

На рис. 5 подано частку встановленої потужності СЕС приватних домогосподарств у розрізі територіальних громад. Станом на 01.09.2021 р. майже 50 % належить Дрогобицькій міській територіальній громаді.

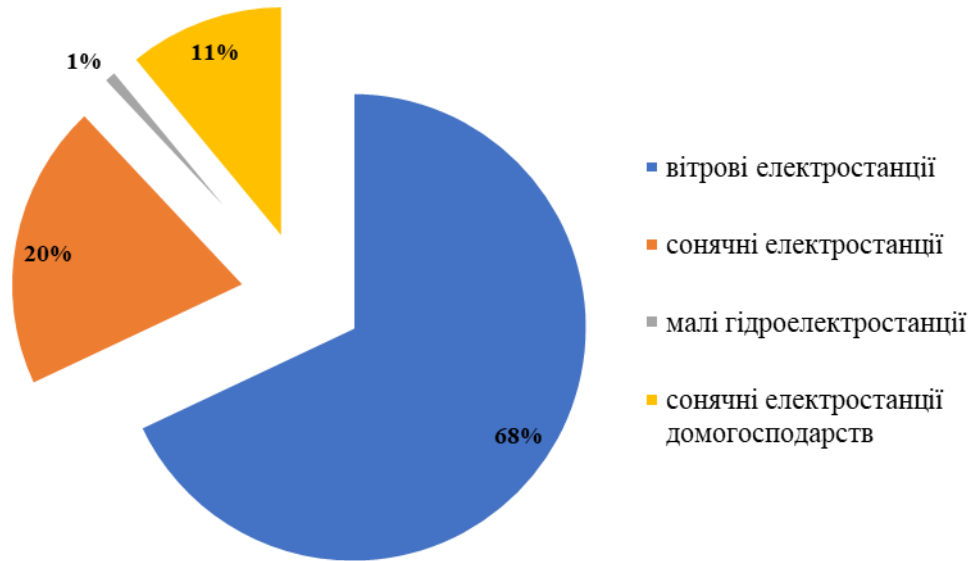


Рис. 4. Частка об'єктів ВДЕ у загальній встановленій потужності

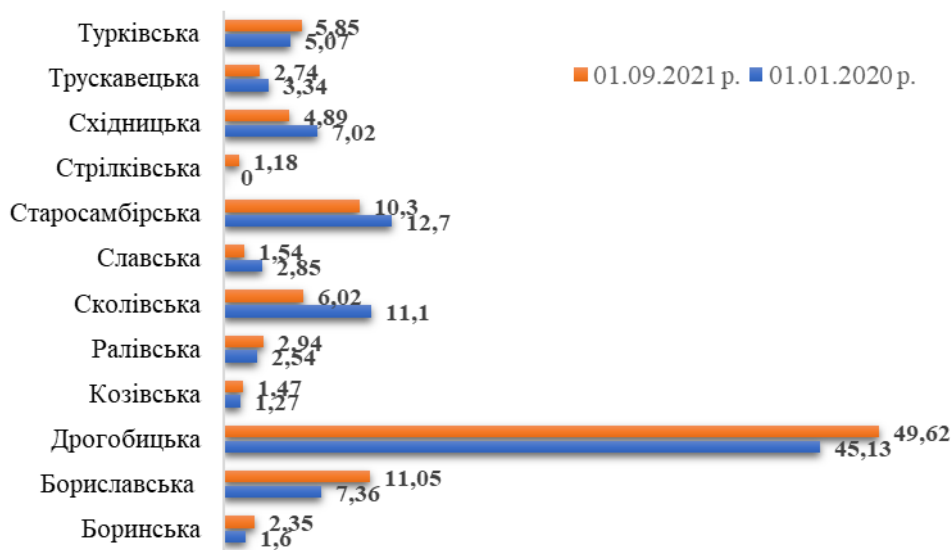


Рис. 5. Динаміка частки СЕС приватних домогосподарств у загальній структурі встановленої потужності у гірській місцевості (у розрізі територіальних громад) [2]

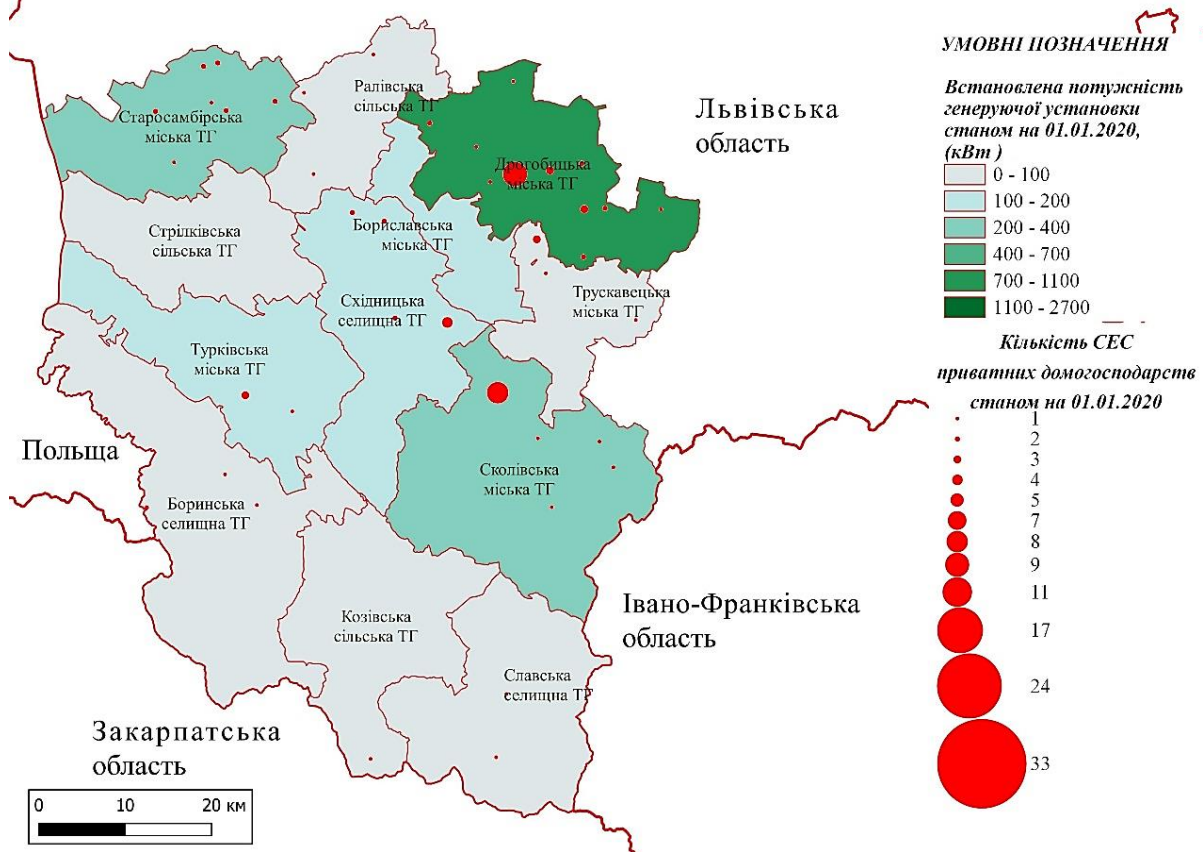
Просторове розташування сонячних електростанцій приватних домогосподарств подано на рис. 6. Найбільша кількість СЕС домогосподарств розташована у Дрогобицькому районі. Абсолютними “рекордсменами” станом на 01.09.2021 р. є міста Дрогобич (33) і Борислав (24), села Лішня (17), Унятичі (11) і Підгородці (9) [1].

Висновки. Карантинна “невизначеність” вплинула на реалізацію великих проєктів і подальші перспективи розвитку відновлюваної енергетики у гірській частині Львівської області. Розвиток СЕС приватних домогосподарств дещо уповільнився у порівнянні з 2019 р., проте їхня кількість суттєво зросла у порівнянні з 2020 р. Найшвидші темпи зростання характерні для



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

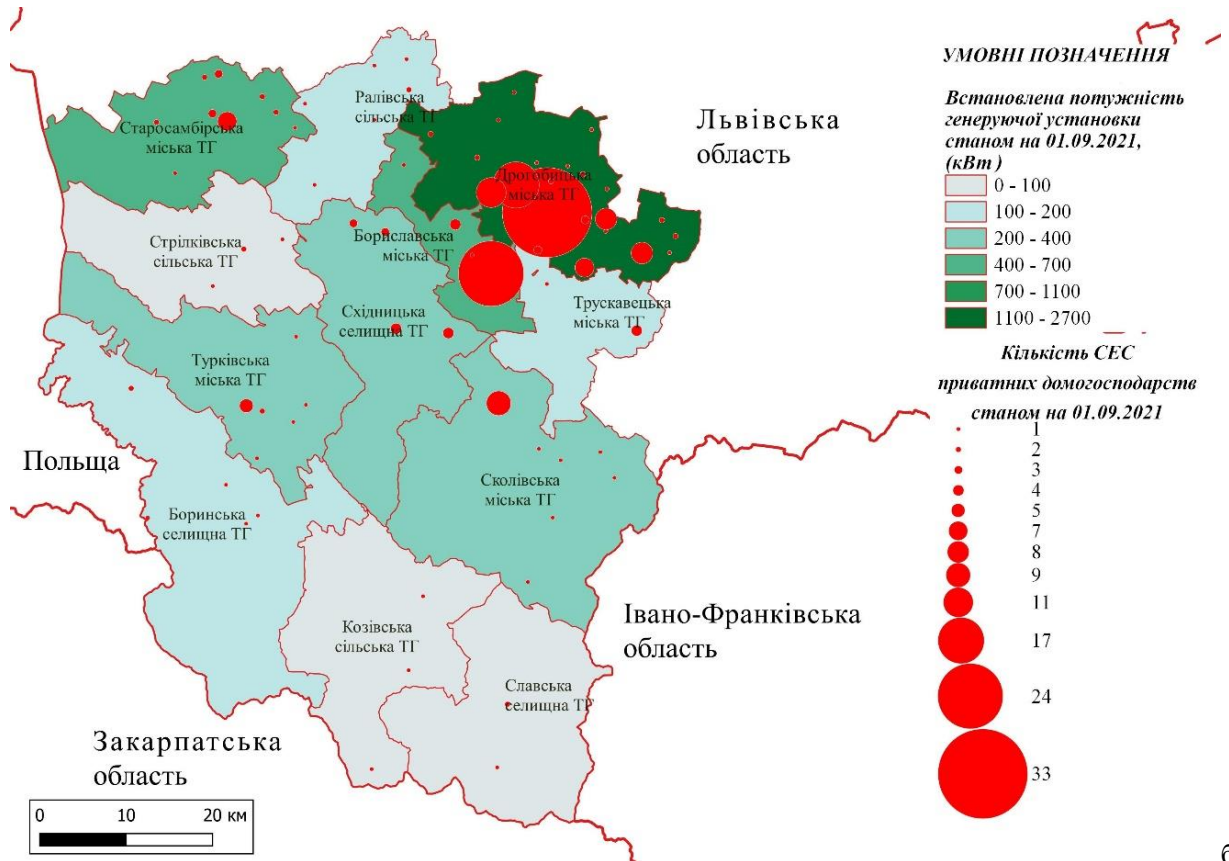
Дрогобицької, Бориславської і Старосамбірської територіальної громад, а найповільніші – для південних територіальних громад досліджуваного регіону. Важливими аспектами розвитку відновлюваної енергетики є фінансування проєктів, ентузіазм інвесторів та сприятливі економічні умови.



а)



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



б)

Рис. 6. Просторове розташування сонячних електростанцій приватних домогосподарств у гірській частині Львівської області станом на 01.01.2020 р. (а) та 01.09.2021 р. (б)



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Список використаних джерел:

1. Геоєкологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
2. Департамент паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження Львівської ОДА: [електронний ресурс]. URL: https://loda.gov.ua/departament_palyvno_energetychnogo_kompleksu_ta_energozberezhennya.
3. Еко-Оптіма : [електронний ресурс]. URL: <http://www.ecooptima.com.ua/#projects>.
4. Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля : [електронний ресурс]. URL: <http://eia.menr.gov.ua/>
5. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг: [електронний ресурс]. URL: <https://www.nerc.gov.ua/?id=60637>
6. Платформа energo.ua: [електронний ресурс]. URL: <https://www.energo.ua/ua/assets>.
7. Global Wind Atlas: [електронний ресурс]. URL: <https://globalwindatlas.info>.
8. Lopushanska Mariia, Krychevska Diana, Ivanov Eugen, Pylypovych Olga. Geography, current state and development prospects of renewable energy facilities in Western Ukraine (example of Lviv region). *Geo Decade 2020-2030: International Geographic Conference (24-26 November 2020, Sofia, Bulgaria)*: Book of abstracts. Sofia: Sofia University "St. Kliment Ohridski", 2020. P. 41–43.
9. SolarGIS. iMaps: [електронний ресурс]. URL: <https://solargis.info/imaps>.



УДК 538.915+537.312

НАНОКОМПОЗИТИ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Михайлова Г.Ю., к. ф.-м. н., mihajlova.halina@gmail.com;

Лень Є.Г., д. ф.-м. н., професор, len.evgeniy@gmail.com;

Галстян І.Є., к. ф.-м. н., stenforti@ukr.net;

Якимчук М.М., Рудь М.О., Шевченко М.Я., к. ф.-м. н., Герасимов О.Ю., к. геол. н.

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, м. Київ, Україна

Сучасне життя потребує значного використання енергії. Однак обмеженість викопних видів палива та суттєве забруднення навколишнього середовища через їх масове та неконтрольоване використання, створюють передумови для дослідження та впровадження альтернативних джерел енергії, де вже досягнуто успіхів в напрямі гідро- та вітроенергетики.

Останнім часом значна частка електроенергії виробляється за рахунок прямого перетворення теплової та променевої енергії на електричну за допомогою термо- і фотоелектричних перетворювачів. Використання фотовольтаїки вимагає задіяння великих площ під сонячні ферми через низьку їх питому потужність. Виробництво та утилізація яких становлять суттєву загрозу для оточуючого середовища.

Відомо, що більш потужними є термоемісійні прямі перетворювачі теплової енергії на електричну, які можуть виготовлятися з нетоксичних матеріалів.

В ІМФ НАНУ проводяться дослідження з розробки, синтезу та підвищення ефективності термоелектричних перетворювачів (ТЕП), які одержуються в рамках зелених технологій, новітніх матеріалів для високотемпературного термоемісійного перетворення енергії.

Було проведено пошук та дослідження матеріалів для низькотемпературних ТЕПів, орієнтованих на використання екологічно безпечної концентрованої сонячної енергії.

Для цього необхідно зменшити роботи виходу електродів ТЕПів і, відповідно, їх робочу температуру, що, можливо лише за рахунок ускладнення структури та принципів функціонування ТЕПу.

NANOCOMPOSITES FOR ALTERNATIVE ENERGY

Mykhailova H., Cand. Sci. (Phys. & Math), mihajlova.halina@gmail.com;

Len E., Doc. Sci. (Phys. & Math), prof., len.evgeniy@gmail.com;

Galstian I., Cand. Sci. (Phys. & Math), stenforti@ukr.net;

Yakimchuk M., Rud M., Shevchenko M., Cand. Sci. (Phys. & Math),

Gerasimov O., Cand. Sci. (Geol), Kurdyumov G.,

Institute for Metal Physics of the N.A.S. of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Life to day requires a significant use of energy. However, the limited fossil fuels and significant environmental pollution due to their mass and uncontrolled use, create preconditions for research and implementation of alternative energy sources, where progress has already been made in the field of hydro and wind energy.

Recently, a significant share of electricity is produced by direct conversion of thermal and radiant energy into electricity using thermo- and photoelectric converters. The use of photovoltaics requires the use of large areas under solar trusses due to their low specific power. The production and disposal of which pose a significant threat to the environment.

It is known that thermoemission direct converters of thermal energy into electricity are more powerful and can be made of non-toxic materials.

We are researching development, synthesis and increase of efficiency of thermoelectric converters (TEC) which are received within the limits of green technologies, the newest materials for high-temperature thermoemission energy conversion.

The search for and research of materials for low-temperature thermal power plants focused on the use of environmentally friendly concentrated solar energy was carried out.

To do this, it is necessary to reduce the output of the electrodes of TEC and, accordingly, their operating temperature, which is possible only by complicating the structure and principles of operation of TEC.

Розвиток людства постійно супроводжується зростаючими потребами у споживанні енергії. З іншого боку, скінченність паливних енергетичних джерел та суттєве забруднення навколишнього середовища, що є наслідком масового та неконтрольованого їх використання, створюють передумови для все більшого впровадження альтернативних джерел енергії та активного їх використання в різних галузях промисловості.

На сьогоднішній день альтернативна енергетика вже охоплює багато технологічних методик для генерації, перетворення та зберігання енергії, проте, майже всі вони мають



особливості, які обмежують їх широке використання. Помітних успіхів було досягнуто в напрямі гідро- та вітроенергетики. Значна частка електроенергії виробляється за рахунок прямого перетворення теплової та променистої енергії у електричну за допомогою термо- і фотоелектричних перетворювачів. Однак використання фотовольтаїки вимагає задіяння великих площ під сонячні станції через низьку питому потужність сонячних панелей. Крім того, виробництво та утилізація сонячних панелей становлять суттєву загрозу для оточуючого середовища.

Більш потужними є термоemisійні прямі перетворювачі теплової енергії на електричну, які можуть виготовлятися з нетоксичних матеріалів.

Представлені результати відображають пошук та дослідження матеріалів для низькотемпературних ТЕП, які орієнтовані на використання екологічно безпечної концентрованої сонячної енергії.

Для цього необхідно зменшити роботи виходу електродів ТЕПів та їх робочу температуру, що, відповідно до досліджень, можливо лише за рахунок ускладнення структури та принципів функціонування ТЕПу.

Тривалий період прогрес в цій області гальмувався відсутністю необхідних матеріалів та технологій.

Розвиток нанотехнологій, а особливо поява вуглецевих наноматеріалів (рис. 1), відкрив перспективи прогресу в цьому напрямі.

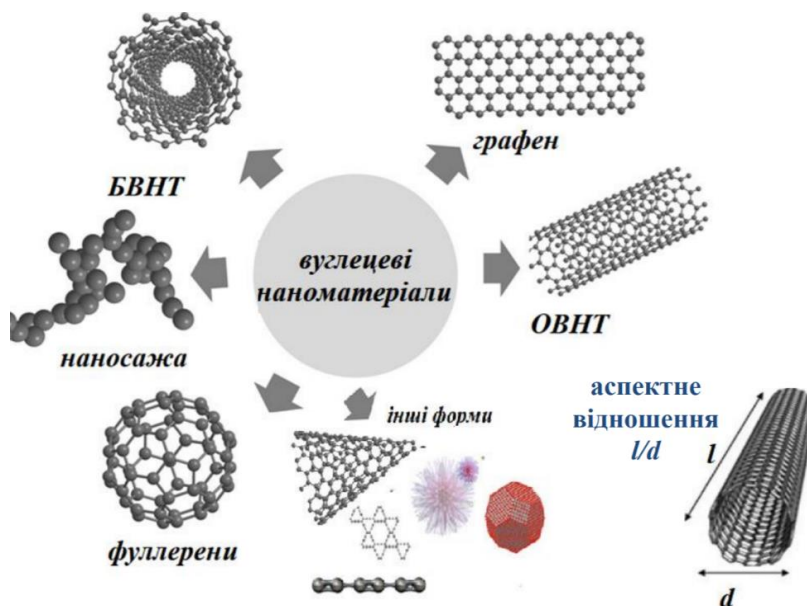


Рис. 1. Різновиди вуглецевих наноматеріалів

Цікавість до вуглецевих наноматеріалів, обумовлена їх надзвичайними властивостями: вони поєднали в собі високі міцність та пружність, тепло- та електропровідність. Механічна деформація та дефекти впливають на електронну структуру, концентрацію вільних носіїв заряду, електричні, emisійні та інші властивості вуглецевих нанотрубок.

З усього різноманіття алотропних форм вуглецю для наших цілей найбільш цікаві ті структури, які забезпечують велике (аспектне) відношення довжини до ширини, а саме ОВНТ, БВНТ та одно- і багатошарові графенові листи.

Нанокompозити з вуглецевими наноструктурами – приваблива альтернатива звичайним композиційним матеріалам. Їх вже застосовують в спортивних товарах, різних видах текстилю (наприклад кардіодатчики); в автомобіле- та машинобудуванні, авіакосмічній галузі, різноманітних сенсорах та інших пристроях сучасної електроніки.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

На шляху широкого застосування сучасних накопичувачів та прямих перетворювачів енергії нанотехнології та вуглецеві наноматеріали можуть подолати основні стримуючі фактори, зокрема високу ціну, складність експлуатації та швидку деградацію традиційних матеріалів для фотоелектричних та термоemisійних перетворювачів енергії.

Існуючі ТЕП з тугоплавких металів дозволяють отримати високу густину emisійного струму лише за високих температур, які мають місце в середині ядерних реакторів та на високотемпературних стадіях горіння органічного палива.

Для масового застосування даного виду прямого перетворення енергії необхідно при збереженні показників emisії електронів з катоду ТЕП суттєво знизити його робочу температуру до рівня, який могли б забезпечити, наприклад, невеликі концентратори сонячного випромінювання.

Вуглецеві нанотрубки можуть слугувати джерелами інтенсивної автоелектронної emisії. Їх квантово-механічна природа може забезпечити без інерційності руху електронів вздовж вісі нанотрубки та тунельний механізм їх emisії, який не потребує великих енергетичних витрат.

Метали мають високу концентрацію носіїв заряду при відносно низькій рухливості. Провідні вуглецеві наноструктури мають протилежну ситуацію: низька концентрація носіїв заряду поєднується з їх дуже високою рухливістю вздовж графеноподібних площин, яка на 3–4 порядки вища, ніж у металах.

Частинки металу виступають для мережі вуглецевих наноструктур, головним чином, в якості постачальника вільних електронів. Це дозволяє використовувати вуглецеві наноструктури для функціоналізації дрібнодисперсних порошків металів з метою створення нових композитних матеріалів для електродів низькотемпературних ТЕП.

Створення метал–вуглецевих композитів уможливило поєднання переваг обох цих видів матеріалів завдяки появі в них якісно нових характеристик, які не властиві жодній з вихідних компонент. Саме такі композитні матеріали є перспективними для створення «холодних» катодів для ТЕП енергії.

Тому, для забезпечення emisії при менших температурах до металу катоду додаються вуглецеві наноструктури, що на поверхні катоду виконують роль емітерів електронів. Керовані в цьому випадку структура, аспектно відношення і орієнтація вуглецевих наноструктур дозволяють визначати оптимальні технологічні умови одержання нових матеріалів для теплової та сонячної енергетики.

Нові наноматеріали створювались шляхом механічного змішування вуглецевих наноструктур та порошків металів, наприклад, титану і ВНТ або ТРГ. Значні зміни в їх механічних та електричних характеристиках свідчать про утворення композитів з новими якостями, що і дозволяє використовувати такі композити при створенні матеріалів для «холодних» катодів фототермоemisійних перетворювачів.

Актуальність та перспективність вищеописаних досліджень полягає у більшій поширеності та доступності низькотемпературних джерел енергії, тому важливо дослідити можливість прямого перетворення теплової та променистої енергії в електричну за температур, менших 600°C. Таких температур можна легко досягти, використовуючи концентроване сонячне випромінювання. Однак необхідність одночасного контролю безлічі параметрів термоemisійної системи досі не дозволяє перейти від переважно теоретичного розгляду низькотемпературного перетворення енергії до широкої практичної реалізації таких ТЕПів.

Досягнуті нами робочі температури у рази менші за усі відомі аналогічні показники не лише для ТЕПів на основі тугоплавких металів, а й для систем з «холодними» катодами.

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

1. У функціоналізованих вуглецевими наноструктурами композитах на основі порошків металів спостерігаються суттєві зміни механічних та електричних характеристик.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

2. Металеві частинки виступають для провідної мережі з вуглецевих наноструктур переважно у ролі постачальника вільних носіїв заряду та утримуючого каркасу.

3. Це дозволяє використовувати такі композити при створенні катодних матеріалів для низькотемпературних термоемісійних перетворювачів, для яких важливими є як високі показники нерівноважності електронної підсистеми, так і електронна структура та морфологія поверхні катоду.



УДК 332. 330. 504

ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ

*Баши́нська Ю.І., к. е. н., м. н. с., yu.bashynska@ukr.net,
ІРД НАН України ім. М.І. Доли́шнього, м. Львів, Україна*

Необхідність декарбонізації вітчизняної енергетики спонукала Україну створити сприятливі законодавчі умови для розвитку відновлюваної енергетики. Найвагомішим серед них є «зелений тариф», який став потужним стимулом розвитку відновлюваної енергетики. Відновлювана енергетика – це єдина галузь, яка залучає приватні інвестиції на будівництво нових об'єктів з генерації електроенергії в Україні. Включно з великими ГЕС, частка ВДЕ у виробництві електроенергії в Україні зросла до 11,4% у 2020 р. Разом з тим, до 2035 року частка ВДЕ має зрости до 25% відповідно до Енергетичної Стратегії України.

RENEWABLE ENERGY: STATE AND PROSPECTS

*Bashynska Yu., Cand. Sci. (Econ.), junior researcher, yu.bashynska@ukr.net
SI "Institute of Regional Research named after M.I. Dolishniy" of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Lviv, Ukraine*

The need for decarbonization of domestic energy has prompted Ukraine to create favorable legislative conditions for the renewable energy development. The most important of these is the green tariff, which has become a powerful stimulus for the development of renewable energy. Renewable energy is the only industry that attracts private investments in the construction of new electricity generation facilities in Ukraine. Including large hydropower plants, the share of RES in electricity generation in Ukraine increased to 11.4% in 2020. However, by 2035 the share of RES should increase to 25% in accordance with the Energy Strategy of Ukraine.

Попри ряд труднощів, як в економіці України загалом, так і в галузі, відновлювана енергетика розвивається і результатом є зростання встановлених потужностей щороку.

У 2020 р. у відновлювану енергетику в Україні було інвестовано близько 1,3 млрд євро. Це кошти, які вкладено у встановлення 1673 МВт потужностей відновлюваної енергетики, з них:

- 1169 МВт – сонячні електростанції,
- 226 МВт – сонячні електроустановки на дахах домогосподарств
- 144 МВт – вітрові електростанції
- 3 МВт – малі ГЕС
- 99 МВт – котельні на біопаливі (біомаса і біогаз).

А за десять років у відновлювану енергетику в Україні інвестовано понад 12 млрд дол. США.

Таким чином, загальна встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики в Україні станом на 01.01.2021 р. становила 8516 МВт, з них найбільша частка – 6094 МВт – припадає на сонячні електростанції [1, с. 12-13]. Важливим є також той факт, що все більше українських родин цікавляться відновлюваними джерелами енергії. На кінець 2020 р. в Україні вже майже 30 тис. сімей встановили сонячні панелі, інвестувавши у це 600 млн євро. До п'ятірки регіонів-лідерів увійшли Дніпропетровська, Тернопільська, Київська, Івано-Франківська та Закарпатська області [2].

Проте, на даний час всі інвестиції у відновлювану енергетику залучені завдяки дії «зелених тарифів», котрі будуть діяти лише для об'єктів, введених в експлуатацію до кінця 2022 р. Надалі будуть впроваджуватись нові механізми стимулювання розвитку галузі такі, як «зелені аукціони» з розподілу квот державної підтримки нових проектів ВДЕ та інші. Щоб відновити довіру інвесторів з боку держави, перш за все, необхідно виплатити борги виробникам енергії з ВДЕ, які накопичились за 2020 р.

У Цільовій програмі з енергоефективності на 2022-2026 рр., що на даний час розробляється, наголос робиться на розвитку біоенергетики. А саме планується:

- а) створення єдиної системи електронної торгівлі біопаливом; введення вимог до якості біопалива;



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

б) державна підтримка для вирощування енергетичних культур;
в) запровадження механізму торгівлі біометаном; введення гарантій походження біометану;
г) введення обов'язкової частки біопалива для транспорту; введення критеріїв сталості для біопалива;

г) покращення інвестиційної привабливості проектів біоенергетики; звільнення біопалива від податку на викиди CO₂.

Доцільно також зняти законодавчі перешкоди на шляху розвитку біоенергетики і розробити механізми підтримки проектів реконструкції ТЕЦ з вугілля і природного газу на біомасу, як це відбувається у країнах ЄС. На даний час біоенергетика в Україні заміщує вже понад 4,2 млрд м³ газу на рік, але цей показник можна і потрібно підвищувати.

Цікавим є напрямок розвитку ринку «зеленого» водню в Україні. Так званий "зелений" водень має бути вироблений з відновлюваних джерел енергії. Потенціал середньорічного виробництва «зеленого» водню може скласти 5,5 млрд. нм³ [1].

Україна має великий потенціал для його виробництва у всіх областях не лише для забезпечення внутрішніх потреб, але й на експорт до країн ЄС завдяки розвинутій газотранспортній системі, для котрої існує високий ризик припинення транспортування російського газу з 2024 р. Тому, беручи до уваги прийняту в ЄС Європейську водневу стратегію, Україні варто будувати довгострокову співпрацю з країнами ЄС в сфері виробництва й експорту «зеленого» водню.

Отже, відновлювана енергетика – це найперспективніша, єдина екологічно чиста галузь енергетики, яку необхідно розвивати і підтримувати, зважаючи на міжнародні зобов'язання України.

Список використаних джерел:

1. Публічний звіт Держенергоефективності – підсумки 2020 р. 28.01.2021 р. Доступний на : https://saee.gov.ua/sites/default/files/ZVIT_SAE_2020_0.pdf

2. Зелена енергетика – ключ до конкурентоздатної економіки та енергонезалежності громад. Урядовий портал. Доступний на:

<https://www.kmu.gov.ua/news/energoefektivnist-ta-zelena-energetika-klyuch-do-konkurentozdatnoyi-ekonomiki-ta-energonezalezhnosti-gromad>



УДК 551/556

РІЧКОВІ АРТЕРІЇ ЗАКАРПАТТЯ ЇХ РОЗВИТОК ТА ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ

Горванко Г.Д., к. геол.-мін. н., доцент, tog@nung.edu.ua;

Галіпчак Х.Ю., магістр геол. наук., Войтович Я.В.,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна

Розглядаються основні риси розвитку річкової системи Закарпаття і вказано на їх тісний зв'язок з неотектонічними рухами. Приводиться характеристика основної річкової артерії — р. Тиси з її численними притоками, починаючи з третинного періоду. Вказано на основні етапи розвитку басейну р. Тиси, що супроводжувались перебудовою та перехватами річкових долин, починаючи з верхнього пліоцену і протягом всього плейстоцену. Володіючи знаннями з історії розвитку річкової системи Закарпаття, пропонується розробити конкретні заходи по їх збереженню, захисту та практичному використанню.

RIVER ARTERIES OF TRANSCARPATHIA, THEIR DEVELOPMENT AND PROBLEMS OF PROTECTION

Gorvanko G., Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof, tog@nung.edu.ua;

Halipchak Kh., undergraduate, Voitovich J.,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine.

The main features of the development of the river system of Transcarpathia are considered and their close connection with neotectonic movements is indicated. The characteristics of the main river artery - the Tisza River with its numerous tributaries, starting from the Tertiary period. The main stages of development of the Tisza river basin, which were accompanied by the reconstruction and interception of river valleys, starting from the Upper Pliocene and throughout the Pleistocene, are indicated. With knowledge of the history of the river system of Transcarpathia, it is proposed to develop specific measures for their preservation, protection and practical use.

Водні ресурси Карпат, Передкарпаття і Закарпатської низовини включають близько 500 рік, кілька тисяч періодично діючих водотоків (під час сніготанення та дощів) і більше 1200 водоймищ, переважно ставків.

Орогеологічні особливості території і відносно м'який вологий клімат зумовлюють перевагу невеликих річок, їх значну густоту і характер розміщення.

Із загальної кількості рік 455 мають довжину більше 10 км, 39 – більше 50 км і 3 – понад 200 км. За своїми розмірами всі ріки, за винятком Тиси і Дністра, належать до малих рік. Ріка Тиса є головною річковою артерією Закарпаття, на її басейн припадає 134 більш дрібних рік.

Вивчення рік Українських Карпат, включаючи Закарпаття, розпочато давно, проте воно характеризується великою неоднорідністю за обсягами, тривалістю і якістю спостережень, тому ще не всі гідрологічні характеристики і не на всіх ріках вивчені досить повно.

Гідрографічна сітка Закарпаття сформувалася в результаті тривалої і складної взаємодії факторів клімату і підстилаючої поверхні, а також діяльності людини.

Основні риси річкової сітки були закладені ще в третинний період. Нерівномірний рух земної кори в третинний і четвертинний час зумовив чергування періодів врізування річок з періодами денудаційних процесів переносу і відкладення. Це привело до утворення глибоких розчленованих і терасовидних долин, до неоднорідності будови річок по довжині [1].

Підняття Карпат в неогені привело до відступання моря в південно-східному напрямку, куди й спрямували свої води Дністер, Прут і Серет. Формування річкової системи Закарпаття, яке відбулося приблизно в той час з більш інтенсивною ерозійною діяльністю, привело до перетину головного вододілу і переміщення його від Внутрішніх до Центральних Карпат. Цей вододіл розділяє два гідрографічні райони на північно-східний і південно-західний, які відповідають Передкарпаттю і Закарпатській низовині.

Найбільш водоносною рікою Закарпаття є Тиса з її правими притоками — Тересою, Терблею, Рікою, Боржавою, Латорицею та Ужом, які витікають з Полонинського високогірного



хребта, прорізають Вигорлат-Гутинське пасмо і виходять на Закарпатську (Чоп-Мукачівську) низовину. Ріки, що беруть початок у горах і протікають потім в передгір'ї, по виході з гір поступово набирають рис рівнинних рік. У передгір'ї вони мають широкі долини з терасовими схилами, звивисті, розгалужені русла, які легко піддаються деформації. Ріка Тиса і її притоки протікають навхрест простягання хребтів, створюючи решітчастий тип гідросітки. Такий напрямок рік виник в результаті складних геодинамічних процесів і їх впливу на розвиток рельєфу, перебудову і перехвати річкової системи.

На перших етапах розвитку басейну Тиси в міоцені в Карпатах превалювала субсеквентна річкова сітка. Ріки стікали переважно на північний захід, по синклінальних прогинах, заповнених породами менілової серії, що легко розливаються, або вздовж розривних порушень карпатського простягання. Паралельно з повздовжними річковими долинами на периферії гірського масиву були розвинуті і поперечні річкові долини, найбільш розвинуті з них сформувалися в південно-західній частині Карпат, де під середньопліоценовими лавами Вигорлат-Гутинської гряди в поперечній долині р. Латориці залягає потужна товща алювіальних осадків. Очевидно, інтенсивна вулканічна діяльність, що привела до формування вулканічного хребта, перегородила рікам Уж та Латориця стікання на південь і повернула їх вздовж підніжжя хребта по Тур'їнській западині на північний захід. На останньому етапі складчастості міоценовий рельєф Карпат був зруйнований. Пізньопліоценові тераси добре збереглися, що дає підстави відновити основні риси річкової сітки того часу. В цей час Карпати знаходяться на стадії активного піднімання, що зумовило формування роз'єднаних врізів і внутрішньодолинних вододілів. Головний вододіл проходив по Полонинських хребтах. Річкові артерії були нестійкі, мігрували, а в окремі періоди свого розвитку були зв'язані між собою, доказом чого є внутрішньодолинні вододіли у вигляді островків. Копаньська передгірська тераса сформувалась саме в цей час, в результаті з'єднання декількох рік.

В ранньому плейстоцені продовжувався активний розвиток найновіших тектонічних рухів, що відбувалися на фоні кліматичної депресії епохи краківського зледеніння. Повздовжні долини розпалися на дві частини. На периферії почався активний розвиток поперечних долин зі збереженням окремих елементів повздовжніх долин. Так сформувалася долина р. Уж, а на р. Ріка відбулася зміна стоку на зворотній та завершилося формування Полонинського і Горганського вододілів.

В середньому плейстоцені повністю розпалася повздовжня річкова система. Поперечні річкові долини прорвали Полонинський і Горганський вододіли, пересікли повздовжні депресії, перехватили ріки, що в них протікали і включили їх в свої системи. Така перебудова річкової системи в середньому плейстоцені порівняно з пліоценом була обумовлена активними неотектонічними рухами, завдяки яким закладалися основні ріки, а також продовжували розвиватися локальні підняття, які розділяли внутрішні депресії на окремі котловини.

У пізньому плейстоцені продовжувався розвиток поперечних річкових систем. Серед них виділяється група долин зигзагоподібної форми (Уж в Закарпатті, Лючка, Прут в Передкарпатті). Але деякі ріки і серед них Чорна Тиса в Закарпатті, сформувала вниз за течією прямолінійну долину з крутими схилами. Ріка Біла Тиса — єдина, що зберегла на протязі всього циклу геоморфогенезу повздовжній напрямок стоку, чому сприяло її розміщення серед двох крутих піднять: хр. Чорним і Мармарошським масивом.

Таким чином, сучасна річкова система Закарпаття сформувалася в період від середини пізнього пліоцену по голоцен включно. На протязі всього періоду формування в розвитку річкової системи Закарпаття виділяється три етапи:

Перший — міжпліоценовий, характеризується стабільністю гідросітки з перевагою в центральній частині гірської системи повздовжніх долин, а на периферії — поперечних долин, перебудова і перехват цього періоду незначні.

Другий етап — ранньоплейстоценовий — відрізняється нестабільністю тектонічних рухів і скороченням річкових систем, їх значною перебудовою.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Для третього етапу характерний, в основному, радіальний розвиток річкової сітки з численними перехватами. До кінця цього етапу річкові системи в цілому стабілізувалися, їх перехвати та перебудова мають обмежений характер.

На основі проведеного аналізу розвитку річкової системи можна зробити висновок, що територія Закарпаття в кінці пізнього пліоцену була складною теригенно-мінералогічною провінцією з активним розвитком річкової системи.

Зважаючи на посилення антропогенного навантаження і впливу різних негативних явищ у природних процесах Закарпаття виникла гостра потреба вироблення комплексних природоохоронних заходів, які б сприяли збереженню річкової системи Закарпаття. Природні можливості водних ресурсів і перспективи розвитку економіки Закарпаття дозволяють намітити основні напрямки використання та збереження водних ресурсів. У першу чергу слід включити ріки, тимчасові водотоки і водоймища для очищення вод та використання їх по необхідності для водопостачання та зрошення. Супровідною галуззю може бути спорудження на них ставків з розвитком рибництва, розведення водоплавної площі та ін. Особливої уваги заслуговує захист річкової системи від повеней та паводків, які періодично виникають в цьому регіоні.

Список використаних джерел:

1. Адаменко О. М., Гродецкая Г. Д. Антропоген Закарпаття. – Кишинев; Штиинца, 1987.
2. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. Габинет М. П., Кульчицкий Я. О., Матковский О. И.; Издательское объединение «Вища школа», 197. с. 200.



УДК 528.8 (477.87)

РОЗВИТОК ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ – ВНЕСОК У ДЕКАРБОНІЗАЦІЮ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

*Поп С.С., д. фіз.-мат. н., професор, popstepan7@gmail.com;
Шароді І.С., к. фіз.-мат. н., доцент, iryna.sharodi@uzhnu.edu.ua;
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна*

З'ясовано стан та перспективи розвитку зеленої енергетики на території Закарпатської області. Показано, що станом на середину 2021 року успішно споруджуються сонячні електростанції, дещо повільніше вводяться в дію малі і міні-гідроелектростанції і започатковано освоєння біоресурсів для промислового виробництва теплової і електричної енергії. Спостерігається позитивна динаміка розвитку відновлюваної енергетики, що сприяє виконанню зобов'язань України перед світовою спільнотою щодо декарбонізації енергетики та реалізації низьковуглецевої стратегії.

DEVELOPMENT OF RENEWABLE ENERGY OF TRANSCARPATHION REGION – THE CONTRIBUTION TO THE DECARBONIZATION OF THE ENERGY SECTOR IN UKRAINE

*Pop S., Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof, popstepan7@gmail.com;
Sharodi I., Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof., iryna.sharodi@uzhnu.edu.ua;
PHEI «Uzhgorod National University», Uzhgorod, Ukraine*

The state and prospects of green energy development on the territory of Transcarpathia are clarified. It is shown that as of mid-2021, solar power stations are being successfully built, small and mini- hydro power stations are being put into operation somewhat more slowly, and the development of bio-resources for the industrial production of heat and electricity has begun. There is a positive dynamics of renewable energy development, which contributes to the fulfillment of Ukraine's commitments to the world community on energy decarbonization and implementation of a low-carbon strategy.

Вступ. Після підписання у 2014 році Угоди про асоціацію між Європейським Союзом і Україною та ратифікації у 2016 році Паризької угоди про клімат Україна взяла на себе зобов'язання щодо приведення енергетичної системи до стандартів ЄС [1, 2]. Цей курс відображено в Енергетичній стратегії України (ЕСУ) до 2035 року, згідно з якою частка відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в енергетичному балансі України має збільшитися до 25 % до 2035 року [3]. Ухвалення змін до «Закону про «зелені» тарифи» 2015 року, «Закону про ринок електроенергії» 2017 року та Закону України «Про альтернативні джерела енергії» поліпшило інвестиційний клімат, зміцнило довіру інвесторів до державної системи підтримки «зеленої» енергетики [4, 5]. В період до 2020 року у розвиток ВДЕ України було вкладено понад \$12 млрд інвестицій, із них тільки у 2019 році близько \$3,4 млрд [6]. В останній час інвестори пригальмували активність щодо спорудження нових об'єктів зеленої енергетики через проблеми пов'язані із скороченням «зеленого» тарифу. Нещодавно український уряд затвердив меморандум з інвесторами «зеленої» енергетики, який передбачає скорочення «зеленого» тарифу для сонячних електростанцій на 15 %, для вітроелектростанцій – на 7,5 % та припинення «зеленого» тарифу для нових сонячних електростанцій. Ще одна проблема виробництва зеленої енергії – нерівномірність графіку її виробництва (особливо на СЕС, генерація на яких суттєво залежить від природних умов). Необхідно запроваджувати технології, що підвищують гнучкість і стабільність єдиної енергосистеми, підвищують її здатність приймати додаткові обсяги зеленої генерації, які стрімко зростають. В останні роки обсяги введених нових потужностей СЕС та ВЕС в Україні щороку подвоювались. Однак це не стане перепоною подальшого зростання потужностей відновлюваної енергетики, розвиток якої є безальтернативною умовою виконання зобов'язань України перед світовою спільнотою за Паризькою угодою про зміни клімату. Енергетичною стратегією на її виконання урядом визначено показники скорочення викидів парникових газів на 35 % до 2030 року порівняно з 1990 роком (і навіть йдеться про зобов'язання значно збільшити таке скорочення) шляхом скорочення виробництва електроенергії тепловими електростанціями, які є



основними забруднювачами атмосферного повітря. Поступово це вимагає зупинення виробництва електроенергії на ТЕС і заміщення потужностями ВЕД. Тому всі регіони України повинні раціонально використати наявні на їх території відновлювані енергетичні ресурси для декарбонізації енергетики України. В даній статті на прикладі Закарпатської області, яка має чи не найкращий потенціал ВЕР і тому повинна бути серед лідерів по спорудженню генеруючих потужностей відновлюваної енергетики, проаналізовано сучасний стан та проблеми у цій сфері.

Дослідженнями потенціалу та стану освоєння відновлюваних енергетичних ресурсів на території Західного регіону займалися у різний час О. Кудря, О. Щербина, С. Денисюк, П. Васько, О. Кириленко, А. Корольчук, Ю. Башинська, Я. Івах та ін. [7–12]. Безпосередньо на території Закарпатської області систематично такі дослідження проводилися авторами та частково аналізувалися Ю. Башинською, З. Гамкало, Б. Коперльос [8, 9, 10–12]. Найбільш ґрунтовно стан освоєння відновлюваних енергетичних ресурсів (ВЕР) Закарпаття за останні роки (до 2019 року) опубліковано в роботах авторів даної праці [10–12]. Однак відбувся стрімкий розвиток освоєння ВЕР і актуальним є осучаснення інформації у цій царині. Новизною даного дослідження є осучаснення інформації про освоєння відновлюваних енергетичних ресурсів для розвитку «зеленої» енергетики на території Закарпатської області станом на середину 2021 року.

Викладення основного матеріалу. Потенціал ВЕР у Закарпатській області серед регіонів України є найкращим для розвитку зеленої енергетики. На її території знаходиться, за даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, третина загальноукраїнського технічно досяжного потенціалу гідроенергетичних ресурсів гірських річок (що становить 34 % від загального потенціалу ВДЕ області), більше половини геотермальних енергетичних ресурсів країни (26 %), біомаса як лісового, так і сільськогосподарського походження (22 %), енергія доквілля (9 %), енергія сонця (4 %) [13].

Станом на середину 2021 року в Закарпатській області введено в дію промислових СЕС загальною встановленою потужністю близько 240 МВт. Швидкими темпами будуються також СЕС на прибудинкових територіях та на дахах будівель фізичних і юридичних осіб (рис. 1).



**Рис. 1. Сонячна електростанція потужністю 10,2 МВт
поблизу с. Ірлява Закарпатської області**

Їх кількість наразі становить близько 3000 із встановленою сумарно потужністю 88 МВт. Надлишок електроенергії, виробленої такими СЕС подається в єдину енергетичну систему за зеленим тарифом, який навіть дещо вищий ніж для промислових (близько 15 євроцентів за КВт·год). Сонячна енергетика, незважаючи на нерівномірність графіку виробництва електричної енергії та його залежність від природних умов, а також на певні зниження «зеленого» тарифу, буде й надалі розвиватися, хоч можливо не так стрімко [14].

Ресурсний потенціал малих гірських річок Закарпаття, який оцінюється найбільшим в структурі ВЕР регіону, освоюється значно нижчими темпами ніж сонячна енергія. Це обумовлено



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

кращим стимулювання виробників сонячної енергії «зеленим» тарифом. З 2010 року до тепер за рахунок недержавних коштів споруджено тільки 15 малих і міні-ГЕС зі встановленою потужністю гідротурбін від 0,63 до 2,2 МВт (рис. 2). Їх загальна потужність становить близько 15 МВт. Окрім цього, дотепер діють Терембле-Ріцька ГЕС, яка споруджена на двох річках (27 МВт, 1956 р.), а також Оноківська та Ужгородська малі ГЕС (2,65 і 1,92 МВт відповідно), які були побудовані ще в 1937-1943 роках на каналі, яким відводилась із р. Уж вода для водозабезпечення м. Ужгород. Зважаючи на наявний в області унікальний технічно доступний потенціал енергії гірських річок це дуже низькі темпи його освоєння.



**Рис. 2. Водозабір з рибиходом для міні-ГЕС «Шипіт-2»
на річці Тур'я Закарпатської області**

Основними причинами такого стану є відсутність чіткої стратегії розвитку регіону у цій царині, незлагодженість дій владних структур, галузевих інституцій, інвесторів і науковців та добре організованим протистоянням «вболівальників» за охорону довкілля, які мають упереджену думку та через судові позови й дезорієнтацію місцевих громад затягують або ж і зовсім зривають реалізацію важливих інвестиційних проєктів. Варто додати, що освоюючи гідроенергетичний потенціал річок, частково вирішується проблема протиаварійного захисту, дотримання чистоти русел та берегів річок, поповнюються бюджети різних рівнів тощо. Відмітимо, що кілька споруджених МГЕС за останні роки, зокрема на річках Тур'я та Брустурянка, є найкращими в Україні, відповідають європейським стандартам за технічним та технологічним, природоохоронним та естетичним рівнем реалізації [15].

Позитивом є те, що нарешті в Закарпатській області, яка має значний потенціал біоресурсів, започатковано практичне освоєння органічних відходів в агропромисловому секторі для промислового виробництва електроенергії. Так, у с. Барвінок Ужгородського району введена в дію перша біогазова енергетична станція «Екоенергія Барвінок» [16]. Електростанція має встановлену потужність 0,6 МВт та споруджена компанією «Латекс», яка отримала ліцензію на виробництво електроенергії і здобула зелений тариф 12,39 євроцентів за кВт·год. У с. Чопівці Мукачівського району з 2018 року ТОВ «Екокошет» здійснює будівництво більш потужного біоенергетичного комплексу та реконструкцію споруд переробки й утилізації гнойових стоків Чопівського свиногокомплексу за сучасними технологіями. Біогазова станція потужністю близько 5 МВт, яка зображена на рис. 3, виробляє електро- та теплову енергію, спалюючи біогаз, який отримано з перероблених гнойових стоків із додаванням додаткової рослинної сировини (силос кукурудзяний та інших культур або твердих відходів АПК) [17].



Рис. 3. Біогазовий енергетичний комплекс в с. Чопівці потужністю 5 МВт [17]

Досвіду спорудження геотермальних електростанцій, незважаючи на значні ресурси гарячих геотермів та найменші на території України глибини їх залягання, поки що не має. Ведуться перемовини з потенційними інвесторами. Наразі в Закарпатській області активно розвивається використання тільки низькотемпературних (40–70 °С) термальних вод для рекреаційних цілей. У подальшому доцільно використати наявні середньо-температурні (70–100 °С) та високотемпературні (100–200 °С) термальні води для розвитку енергетики [18]. Цей відновлюваний енергетичний ресурс у віддаленій перспективі може стати чи не основним в забезпеченні загальних енергетичних потреб господарства області, зважаючи на його стабільність та не залежність від погодних умов.

Вітрові ресурси Закарпаття також поки що не освоєні, хоча промислове виробництво електроенергії з їх використання має добру перспективу. На високогірних хребтах та полонинах, тобто там де є необхідні умови, можуть бути побудовані вітрові електростанції (ВЕС) без значного впливу на довкілля. Досвід спорудження таких ВЕС у Карпатах є, зокрема успішно реалізуються проекти будівництва ВЕС у гірській місцевості Львівщини і на високогір'ї у сусідній Румунії. У Закарпатській області ще в 2017 році інвестор із Туреччини запропонував привабливий проєкт зведення Воловецької ВЕС загальною потужністю 120 МВт за межами окремих населених пунктів Воловецького та Свалявського районів (тепер Мукачівського району) на визначених ділянках масиву Полонини Боржава [19]. З точки зору стабільності та інтенсивності вітрового поля це дуже вдалий вибір місця розташування ВЕС, а також з огляду на незначну віддаленість від електромережі, якою буде транспортуватися вироблена електроенергія. Певний тимчасовий вплив на природне середовище матиме порушення земель у локалітетах будівництва опор вітроагрегатів, площадок трансформаторів, підземних ліній електромережі та комунікацій, облаштування під'їзних шляхів тощо. Науковці двох провідних вишів України виконали відповідно до чинного законодавства ґрунтовні дослідження впливу на довкілля планованої діяльності будівництва вище зазначеної ВЕС, написали відповідний ґрунтовний Звіт, який був обговорений на громадських слуханнях у чотирьох місцевих громадах і розглянутий спеціально уповноваженим державним органом, який згідно чинного законодавства надав забудовнику позитивний Висновок щодо подальшої діяльності. Уже впродовж трьох років тривають судові слухання в судах справ позовів громадських активістів до забудовника та Департаменту екології і природних ресурсів Закарпатської ОДА, який начебто дав не обґрунтований Висновок. Без належного обґрунтування



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

позивачі упереджено заперечують будівництво ВЕС. Наразі розгляд справи знаходиться вже у Верховному апеляційному суді України. Інвестор наразі несе чималі збитки, сплачує за оренду земель, виконує платежі за угодами з місцевими громадами та чекає коли зможе реалізувати проєкт, який за нормальних умов був би вже завершеним, а Закарпаття стало б менш енергетично залежним від постачання енергії з віддаленої на 220 км Бурштинської ТЕС.

Висновки

1. Розвиток відновлюваної енергетики Закарпаття має добру перспективу. Вона може стати основним джерелом забезпечення, сприятиме досягненню енергетичної незалежності Закарпаття. При цьому матиме місце розвитку інфраструктури та пожвавленню соціально-економічного розвитку, зокрема розвитку рекреації та туризму.

2. Заміщаючи потужності теплових електростанцій, водночас вирішуватиметься важлива загальнодержавна задача щодо скорочення викидів парникових газів, що відповідатиме зобов'язанням України по Паризькій угоді про зміну клімату перед світовою спільнотою.

Список використаних джерел:

1. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом. (Ратифіковано Законом № 1678-VII від 16.09.2014).
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» від 7 грудня 2016 р. № 932-р. Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249573705>.
3. Енергетична стратегія України на період до 2035 року (Схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. №605-р).
4. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого" тарифу» від 25 вересня 2008 р. № 601. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/601-17>.
5. Закон України “Про альтернативні джерела енергії” [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua>.
6. Виробництво електричної і теплової енергії з ВДЕ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/11/Zvit-z-otsinky>.
7. Кудря О.С. Перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Розвиток вітроенергетики та сонячної енергетики: презентація [Електронний ресурс] // О.С. Кудря. Режим доступу: uaenergy.org/upload/files/16_EIF_Kudria.ppt.
8. Башинська Ю.І. Перспективи розвитку малої відновлювальної енергетики в Західному регіоні України. Інвестиційно-інноваційні засади розвитку національної економіки в ринкових умовах. 23–24.02.2015. Ужгород, Україна.
9. Коперльос Б.М. Відновлювана енергетика в умовах Закарпаття. Збірник наукових праць АООС. С. 49–51. Режим доступу: <https://doi.org/10.36074/26.06.2020.v1.19>.
10. Поп С.С., Шароді І.С., Шароді Ю.В. Освоєння відновлюваних енергетичних ресурсів – запорука енергонезалежності та розвитку Закарпаття. *Зелені Карпати*, 2017. С. 65–71.
11. Поп С.С., Шароді І.С., Шароді В.В. Відновлювані енергетичні ресурси Закарпаття. Мат. 4-ої міжн. наук.-практ. конф. «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». 2017. С. 217–221.
12. Поп С.С., Шароді І.С., Шароді Ю.В., Ганзел А.В. Гідроенергетика Закарпаття: стан та перспективи розвитку. *Український географічний журнал*. 2015. № 2. С. 65–71. Режим доступу: <https://doi.org/10.15407/ugz2015.02.065>.
13. Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Режим доступу: <https://zakarpattya.net.ua/News/90392-Enerhetychnyi-potentsial-vid>.
14. Вітроенергетика // Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/windenergy>.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

15. Поп С.С., Шароді І.С., Шароді Ю.В., Ганзел А.В. Гідроенергетика Закарпаття: стан та перспективи розвитку. *Український географічний журнал*. 2015. № 2. С. 65–71. Режим доступу: <https://doi.org/10.15407/ugz2015.02.065>.

16. Біогазова енергетична станція в с. Барвінок. Режим доступу: https://www.energo.ua/ua/assets/biogas_power_station_ekoenerhiya_barvinok.

17. Біогазовий енергетичний комплекс в с. Чопівці Закарпатської області. Режим доступу: bing.com/images.

18. Шароді Ю.В., Шароді І.С. Перспективи розвитку геотермальної енергетики в Закарпатській області. Мат. IX Міжн. наук. практ. конф. «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні, лісовпорядкуванні та природокористуванні». Ужгород. 2018. С. 356–360.

19. Звіт з оцінки впливу на довкілля будівництва об'єкту «Будівництво вітрової електростанції 120 МВт» на території Воловецької селищної ради у Воловецькому районі та Березниківської, Дусинської, Нелипінської та Тибавської сільських рад (за межами населених пунктів) Свалявського району у Закарпатській області. Реєстраційний № 2018821379 від 02.08.2018 р.



УДК (622.279.5)

УТИЛІЗАЦІЯ ТЕХНОГЕННОГО ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ В НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩАХ – ШЛЯХ ДО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

*Матківський С.В., доктор філософії (Ph.D), matkivskij@gmail.com.ua;
Акціонерне Товариство «Укргазвидобування», м. Київ, Україна*

Проблема глобального потепління і зміни клімату вимагає глобальних зусиль для зниження негативного впливу на атмосферу. Уловлювання діоксиду вуглецю є ключовою стратегією в досягненні цілей щодо зниження забруднення навколишнього середовища. Зниження забруднення атмосфери можливо досягнути шляхом скорочення частки викопного палива в енергетичному балансі, впровадження технологій виробництва електроенергії з поновлюваних джерел та підвищення енергоефективності виробництв. Важливим кроком на шляху до декарбонізації є впровадження технологій уловлювання діоксиду вуглецю на великих промислових підприємствах. Ці технології передбачають уловлювання діоксиду вуглецю в ході спалювання вугілля або газу та його транспортуванням до місця захоронення з наступним його зберіганням без контакту з атмосферою. Найбільш поширеними є технології уловлювання діоксиду вуглецю після спалювання, до спалювання та із спалюванням збагаченого киснем палива. Діоксид вуглецю, що виділяється з димових газів може бути використаний в комерційних цілях, як сировина для харчової та хімічної промисловості. Перспективним напрямом утилізації великих об'ємів діоксиду вуглецю є його нагнітання у виснажені нафтогазові родовища з метою підвищення їх вуглеводневилучення. Використання діоксиду вуглецю в нафтогазовому секторі може стати першим кроком до широкомасштабного впровадження сучасних технологій виробництва енергії, оскільки такого роду проекти будуть значно дешевші порівняно із нагнітанням діоксиду вуглецю у водоносні пласти без отримання додаткового економічного ефекту.

Ключові слова: забруднення атмосфери, зміна клімату, технології, уловлювання діоксиду вуглецю, декарбонізація, модернізація виробництва, нафтогазові родовища, захоронення діоксиду вуглецю, підвищення вуглеводневилучення.

UTILIZATION OF TECHNOGENIC CARBON DIOXIDE IN OIL AND GAS FIELDS - WAY TO DECARBONIZATION OF THE ENERGY SECTOR OF UKRAINE

*Matkivskiy S., Doctor of Philosophy (Ph.D), matkivskij@gmail.com.ua;
JSC UkrGasVydobuvannya, Kyiv, Ukraine*

The problem of global warming and climate change requires global efforts to reduce the negative impact on the atmosphere. Capturing carbon dioxide is a key strategy in achieving pollution reduction targets. Reducing air pollution can be achieved by reducing the share of fossil fuels in the energy balance, introducing technologies for generating electricity from renewable sources and increasing the energy efficiency of production. An important step towards decarbonization is the introduction of carbon dioxide capture technologies in large industrial plants. These technologies involve capturing carbon dioxide during the combustion of coal or gas and transporting it to a disposal site with its subsequent storage without contact with the atmosphere. The most common technologies are post-combustion, pre-combustion, and combustion of oxygen-enriched fuels for carbon dioxide capture. Carbon dioxide emitted from flue gases can be used commercially, as a raw material for the food and chemical industries. A promising direction for the utilization of large volumes of carbon dioxide is its injection into depleted oil and gas fields in order to increase the recovery factors of hydrocarbons. The use of carbon dioxide in the oil and gas sector can be the first step towards the large-scale introduction of modern energy production technologies, as such projects will be significantly cheaper than injecting carbon dioxide into aquifers without obtaining additional economic effect.

Key words: air pollution, climate change, technologies, carbon dioxide capture, decarbonization, production modernization, oil and gas fields, waste disposal of carbon dioxide, increased hydrocarbon recovery.

Вступ. Економіка України є однією з найбільш енергоємних економік у Європі. Результатом роботи великих енергоємних підприємств, що працюють на викопному паливі є димові гази які містять в собі, оксиди сірки, вуглецю, азоту. Накопичення діоксиду вуглецю в атмосфері обумовлює процеси пов'язані з глобальним потеплінням, яке проявляється змінами клімату, таненням льодовиків та підйомом рівня океану і підвищує загрози для здоров'я людини, а також природних екосистем [1].



Екологічна проблема на даний момент є вкрай гострою та вимагає невідкладних дій щодо зниження рівня шкідливих викидів парникових газів. Досягнути цього можна шляхом впровадження новітніх технологій виділення діоксиду вуглецю на промислових підприємствах та його транспортування до місця захоронення з наступним зберіганням без контакту з атмосферою протягом тривалого періоду часу. Впровадження такого роду технологій дозволить використовувати викопне паливо як основне джерело енергії з мінімальним навантаженням на навколишнє середовище [2].

Модернізація енергетичного сектору України обумовлює необхідність напрацювання оптимальних шляхів захоронення техногенного діоксиду вуглецю. Перспективним напрямом утилізації діоксиду вуглецю є його нагнітання у виснажені нафтогазові родовища з метою підвищення їх вуглеводневилучення. Для забезпечення максимальних коефіцієнтів вилучення вуглеводнів та зниження навантаження на навколишнє середовище необхідно проводити додаткових досліджень з використанням основних інструментів гідродинамічного моделювання. За допомогою розрахунку різних сценаріїв розробки родовища використовуючи постійно діючу геолого-технологічну модель можна порівняти ефективність кожного можливого заходу та оцінити економічну ефективність даних робіт.

Практична реалізація третинних технологій підвищення вуглеводневиснаження виснажених нафтогазових родовищ України в широкому розумінні проблеми дозволить суттєво інтенсифікувати процес видобутку вуглеводнів та вийти на світовий рівень вирішення поставленої проблеми.

Постановка проблеми. Кліматичні норми в глобальному масштабі з кожним днем стають все більш жорсткішими та вимогливішими, тому в найближчій перспективі Україна матиме потреби в модернізації великих енергоємних підприємств, що працюють на викопному паливі новітніми технологіями уловлювання, транспортування та зберігання діоксиду вуглецю без контакту з атмосферою. Практичне відставання України в напрямку використання передових технологій зумовлено високими інвестиційними витратами на реалізацію такого роду проектів, переважна більшість яких припадає саме на утилізацію діоксиду вуглецю. Метою даної роботи є напрацювання оптимальних шляхів захоронення значних об'ємів техногенного діоксиду вуглецю та формування економічних механізмів реалізації інвестиційних проектів з модернізації великих енергоємних підприємств та зниження навантаження на навколишнє середовище.

Виклад основного матеріалу. Енергетична галузь України характеризується високою енергоємністю та водночас дуже низькою ефективністю. Більшість підприємств важкої промисловості, що працюють на вугіллі застарілі та потребують модернізації. Головним завданням модернізації є зменшення навантаження на навколишнє середовище шляхом мінімізації шкідливих викидів в атмосферу та підвищення ефективності перетворення енергії. Зважаючи на вищенаведене, виникає необхідність в залученні великих інвестицій для модернізації енергетичного сектору та забезпеченні високої його конкурентоспроможності [2].

За результатами аналізу багаточисельних вітчизняних та зарубіжних досліджень, слід відзначити науково-технічний прогрес високорозвинутих країн світу в напрямку декарбонізації енергетичних систем. На поточний час розроблено значну кількість технологій та методів уловлювання діоксиду вуглецю, які характеризуються високою технологічною ефективністю. Найбільш відомими є технології уловлювання після спалювання, до спалювання і зі спалюванням палива, збагаченого киснем [3].

Найпоширенішою є технологія уловлювання після спалювання, згідно якої відокремлення діоксиду вуглецю відбувається після спалювання палива. Суть цієї технології полягає у використанні рідких розчинників, які в результаті хімічних реакцій з димовими газами відділяють діоксид вуглецю. В ролі розчинників можуть бути використані такі хімічні сполуки як аміни, аміак, тощо. Серед амінів широкого застосування знайшли водні розчини етаноламіну, діетаноламіну та триетаноламіну.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Технологія уловлювання діоксиду вуглецю до спалювання пов'язана з перетворенням палива і застосовується у виробництві різного типу добрив та водню. З допомогою процесу газифікації можна отримати суміш водню, оксиду вуглецю та діоксиду вуглецю з викопного палива або ж біомаси. Дана технологія є набагато складнішою порівняно із технологією уловлювання після спалювання, що робить її менш привабливішою з точки зору впровадження на промислових об'єктах.

Однією з високоефективних технологій отримання діоксиду вуглецю є технологія спалювання збагаченого киснем органічного палива. Згідно цієї технології в ролі окиснювача використовується кисень, а не повітря. За допомогою турбодетандерних повітророзділювальних установок, повітря розділяється на азот і кисень, який в подальшому подається в змішувач, де змішується з продуктами згоряння. Однак, значні витрати на отримання кисню дещо обмежують застосування даної технології [3].

За результатами аналізу основних процесів і технологій уловлювання діоксиду вуглецю встановлено, що всі вони вимагають наявності етапу сепарації діоксиду вуглецю, водню або кисню від основного потоку газів, який може бути представлений димовими та синтетичними газами, повітрям або неочищеним видобувним газом. Етапи сепарації можуть бути реалізовані за допомогою фізичних або хімічних розчинників, мембран, твердих сорбентів або криогенного поділу. Вибір технології уловлювання діоксиду вуглецю визначається технологічними процесами, в яких вона повинна діяти.

Сучасні технології уловлювання діоксиду вуглецю після або до спалювання, призначені для застосування на великих енергоємних підприємствах, та можуть уловлювати до 85-95% діоксиду вуглецю. Для уловлювання та компресії діоксиду вуглецю витрачається на 10-40% більше енергії порівняно з відсутністю установок уловлювання. Технології уловлювання діоксиду вуглецю при спалюванні палива збагаченого киснем можуть забезпечити уловлювання 95-100 % діоксиду вуглецю. Враховуючи необхідність в додаткових обробках газу з метою видалення сірки і азоту об'єми діоксиду вуглецю дещо знижуються і становить трохи більше 90 % [4].

Декарбонізація енергетичного сектору України обумовлює необхідність напрацювання оптимальних шляхів захоронення техногенного діоксиду вуглецю. На поточний час одним із перспективних напрямів є його нагнітання в газові та газоконденсатні родовища, що розробляються за водонапірного режиму з метою підвищення їх вуглеводневилучення шляхом регулювання процесу обводнення продуктивних покладів та видобувних свердловин [5-10].

Промисловий досвід розробки родовищ природних газів свідчить про те, що в умовах активного надходження пластової води в продуктивні поклади кінцеві коефіцієнти газовилучення складають 75-80 % [11-12]. Враховуючи низькі коефіцієнти вилучення вуглеводнів можна стверджувати про те, що процесі надходження пластової води в газонасичені горизонти заземлюються значні запаси природного газу.

Для напрацювання оптимальних шляхів підвищення кінцевого вуглеводневилучення виснажених обводнених нафтогазових родовищ шляхом нагнітання діоксиду вуглецю проведено дослідження з використанням основних інструментів гідродинамічного моделювання Eclipse та Petrel компанії Schlumberger [13-14]. Дослідження проводились на основі цифрової тривимірної моделі покладу горизонту В-16 Гадяцького нафтогазоконденсатного родовища. Концептуальна модель покладу горизонту В-16 наведена на рис. 1.

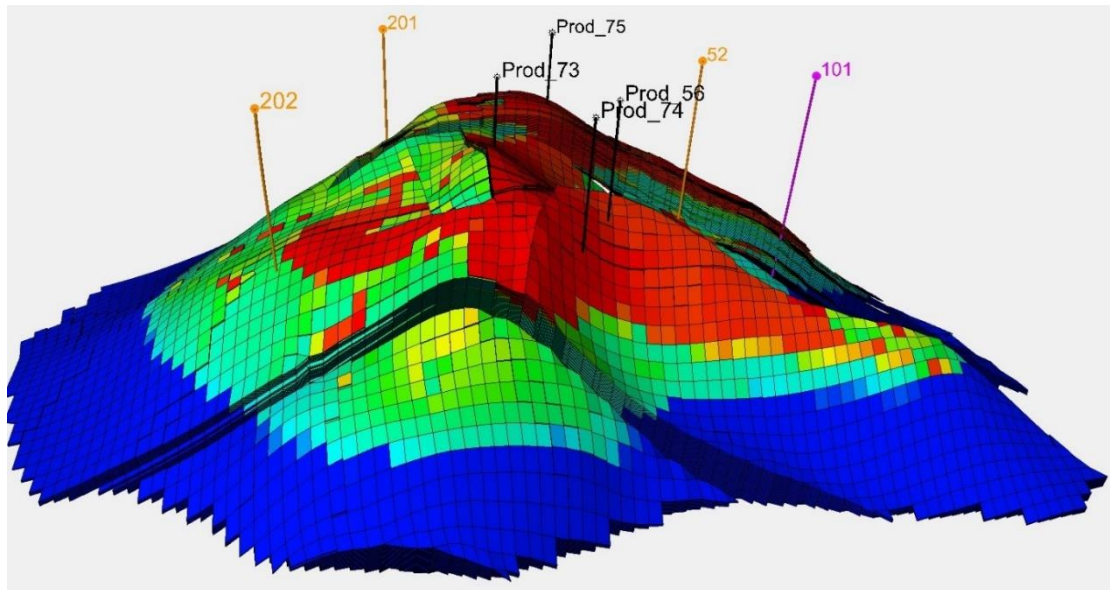


Рис. 1. Концептуальна модель покладу горизонту В-16 Гадяцького родовища

За результатами результатів моделювання встановлено, що у випадку нагнітання діоксиду вуглецю в продуктивні поклади на шляху руху пластової води створюється додатковий гідродинамічний та фільтраційний бар'єри завдяки відбувається часткове блокування надходження пластової води в продуктивні поклади та сповільнюється процес обводнення. Таким чином, завдяки впровадженню технологій нагнітання діоксиду вуглецю стає більш контрольованим процес розробки родовищ в умовах прояву активного водонапірного режиму, а також продовжується період стабільної та безводної експлуатації видобувних свердловин.

На основі результатів досліджень здійснено розрахунок прогнозних коефіцієнтів вилучення вуглеводнів. Результати розрахунків коефіцієнтів вилучення газу та конденсату наведено на рис. 2.

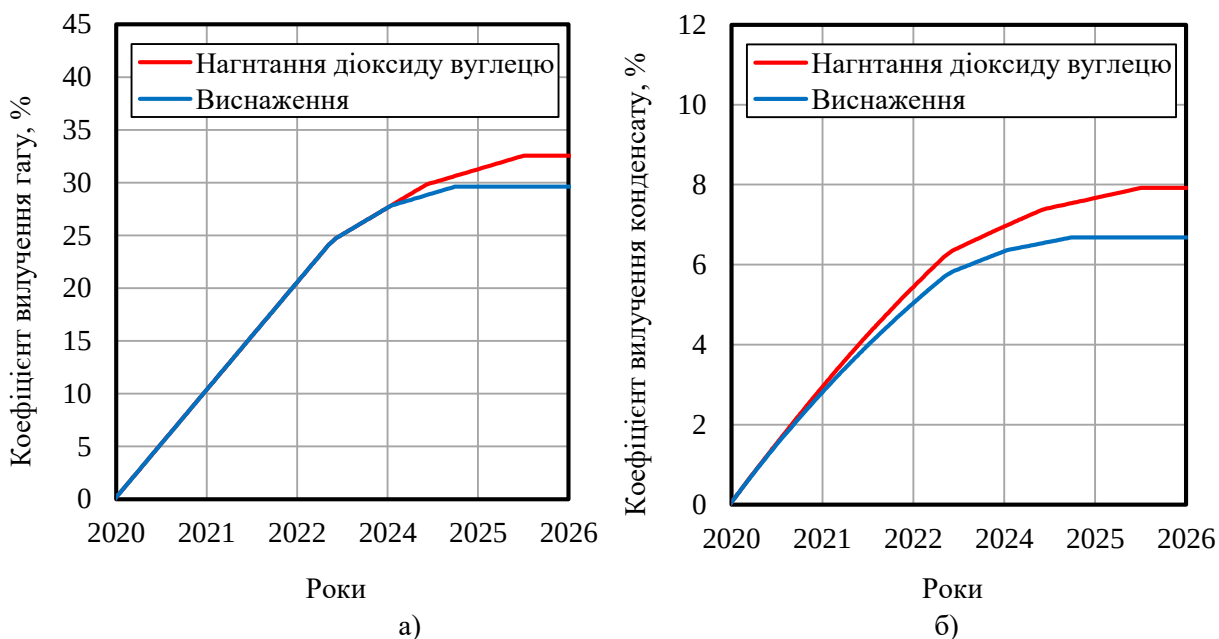


Рис. 2. Прогнозний коефіцієнт вилучення газу (а) та конденсату (б) на момент прориву діоксиду вуглецю до видобувних свердловин



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Згідно результатів розрахунків встановлено що на момент прориву діоксиду вуглецю до видобувних свердловин коефіцієнт вилучення природного газу збільшується на 2,95 %, а коефіцієнт вилучення конденсату – 1,24 % від залишкових запасів вуглеводнів. На основі результатів проведених досліджень можна стверджувати про високу технологічну ефективність впровадження технологій нагнітання діоксиду вуглецю для підвищення кінцевого вуглеводневилучення.

Використання техногенного діоксиду вуглецю у нафтогазовій галузі дозволить підвищити кінцеві коефіцієнти вуглеводневилучення виснажених нафтогазових родовищ та значно знизити навантаження на навколишнє середовище. Також слід відмітити, що діоксид вуглецю в такому випадку виступає у ролі корисного продукту, а його утилізація в нафтогазових покладах обумовлює отримання додаткового економічного ефекту за рахунок додаткового видобутку вуглеводнів.

Висновки. Екологічна проблема на поточний час є вкрай гостро вираженою у зв'язку з неефективним використанням природних ресурсів, які є основним джерелом енергії. Питання врегулювання екологічних проблем пов'язаних із зміною клімату та глобальним потеплінням активно піднімаються світовою спільнотою, усвідомлюючи можливі наслідки для людського існування та докладаються значні зусилля для вирішення цієї проблеми.

На території України є значна кількість металургійних, хімічних та інших енергоємних підприємств результатом роботи яких є продукти згоряння з високим вмістом діоксиду вуглецю. Облаштування таких підприємств технологіями уловлювання, зберігання та транспортування діоксиду вуглецю до місця його захоронення дозволить значно підвищити ефективність використання природних вуглеводнів та знизити навантаження на навколишнє середовище.

Використання техногенного діоксиду вуглецю в нафтогазовій галузі для підвищення кінцевого вуглеводневилучення виснажених нафтогазових родовищ є перспективною технологією в рамках всього процесу декарбонізації енергетичного сектору України. Нагнітання діоксиду вуглецю в продуктивні поклади за різними технологічними схемами в широкому розумінні проблеми дозволить суттєво інтенсифікувати процес видобутку вуглеводнів та зменшать навантаження на навколишнє середовище.

Список використаних джерел:

1. Martyniuk & Ogarenko. Resource efficiency gains and green growth Perspectives in Ukraine. Fridrich Ebert Stiftung. 2012. Pp. 14.
2. Кіт Уїпріскі. Уловлювання та зберігання вуглецю: Українські перспективи для промисловості та забезпечення енергетичної безпеки [Текст]: Міжнародне екологічне об'єднання «Біллона», Осло, Норвегія, 2013, С. 48.
3. Ахмедов Р.Б. Автономное энергосбережение нефтяных месторождений с попутным производством CO₂ с целью повышения нефтеотдачи и улучшения экологии. Нефтяное хозяйство. 1998. №9. С. 46-48.
4. Joris Koornneef, Andrea Ramirez, Toon van Harmelen, Arjan van Horssen, Wim Turkenburg, Andre Faaij. 2010. The impact of CO₂ capture in the power and heat sector on the emission of SO₂, NO_x, particulate matter, volatile organic compounds and NH₃ in the European Union. Atmospheric Environment, 44(11), Pp. 1369-1385.
5. Matkivskyi S., Kondrat O. (2021). Studying the influence of the carbon dioxide injection period duration on the gas recovery factor during the gas condensate fields development under water drive. Mining of Mineral Deposits. Volume 15. Issue 2. Pp. 95-101. <https://doi.org/10.33271/mining15.02.0955>.
6. Матківський С.В. Дослідження ефективності витіснення защемленого газу неуглеводневими газами з обводнених газоконденсатних покладів. Нафтогазова енергетика 2020. №. 2 (34). С. 26-33 [https://doi.org/10.31471/1993-9868-2020-2\(34\)-26-33](https://doi.org/10.31471/1993-9868-2020-2(34)-26-33)



7. Matkivskiy S., Kondrat O. The influence of nitrogen injection duration at the initial gas-water contact on the gas recovery factor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. № 1(6 (109), Pp. 77–84. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224244>
8. Kondrat O., Matkivskiy S. Research of the influence of the pattern arrangement of injection wells on the gas recovery factor when injecting carbon dioxide into reservoir. *Technology and system of power supply*. 2020. №5/1 (55). С. 12-17. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.215074>
9. Matkivskiy S., Kondrat O., Burachok O. Investigation of the influence of the carbon dioxide (CO₂) injection rate on the activity of the water pressure system during gas condensate fields development. *Global Trends, Challenges and Horizons*. November. 2020. Dnipro. Ukraine. P. 1-10. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123001011>
10. Matkivskiy S. Effects of the rate of natural gas production on the recovery factor during carbon dioxide injection at the initial gas-water contact. *Technology and system of power supply*. 2021. №1/3 (57). Pp. 6-11.46. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.225603>
11. Firoozabadi A., Olsen G. and Golf-Racht V. T. (1987). Residual Gas Saturation in Water-Drive Gas Reservoir, SPE California Regional Meeting held in Ventura, California, April 8-10, USA, Pp. 1-4 (319-322).
12. Charles S. R., Tracy S. W. and Farrar R. L.: *Applied Reservoir Engineering*, Vol. 1, OGCI Publications, Oil and Gas Consultants International, 1999, Inc. U.S.A. Pp. 5 - 77 to 5 - 22.
13. ECLIPSE. [2020]. *ECLIPSE Technical Description*. Version 2020.1 © Schlumberger, 2020. – 1078 p.
14. Petrel* Help. Version 2019.2.* Mark of Schlumberger



УДК 550.312

ПІДЗЕМНА УТИЛІЗАЦІЯ CO₂. МОЖЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЗА ЗАКАЧУВАННЯМ CO₂ У ПІДЗЕМНІ СХОВИЩА

Петровський О.П., д. ф.-м. наук, професор, oleksandr.petrovskyy@deproil.com,

Трачук А.Ю., andrii.trachuk@deproil.com,

НТК «ДЕПРОІЛ ЛТД.», Івано-Франківськ, Україна

Вловлювання та підземна утилізація вуглекислого газу на даний час є основним методом зменшення кількості парникових газів в атмосфері. Процес підземної утилізації CO₂ вимагає детального знання геологічної будови резервуару колектору. Розглянуто питання можливості та фізичних передумов використання гравітаційного методу для дистанційного контролю за закачуванням CO₂ в підземні резервуари. Проаналізовано зміни які відбуваються в пустотному просторі породи резервуару внаслідок закачування CO₂ та їх вплив на виміряне гравітаційне поле, а також чинники які впливають на величину гравітаційного ефекту. Запропонована технологія для обробки та інтерпретації результатів гравіметричних досліджень, результатом якої є кондиційна 3D модель густини резервуару. На основі аналізу 3D моделі здійснюється картування зон розповсюдження закачаного CO₂ в межах резервуару, його застійних та непроникних зон, напрямків руху закачаного CO₂ та проникних зон або блоків не задіяних у зберіганні закачаного CO₂.

CO₂ UNDERGROUND UTILIZATION. POSSIBILITY OF REMOTE CONTROL FOR CO₂ INJECTION TO UNDERGROUND STORAGES

Petrovskyy O., Dr. Sci. (Phys.-Math.) Professor, oleksandr.petrovskyy@deproil.com,

Trachuk A., andrii.trachuk@deproil.com,

STC "DEPROIL", Ivano-Frankivsk, Ukraine.

CO₂ capture and underground storing is currently the main method of reducing the amount of greenhouse gases in the atmosphere. The process of CO₂ underground storing requires detailed knowledge about geological structure of the reservoir. The possibility and physical preconditions of using the gravity for remote control of CO₂ injection into underground reservoirs are considered. The changes that are occurred in the porous space of the reservoir due to the injection of CO₂ and their impact on the measured gravity field, as well as factors that affect the magnitude level of the gravity effect are analyzed. The conditional 3D density model of reservoir is a result of offered technology of gravity processing and interpretation. A distribution zones of injected CO₂ within the reservoir, its stagnant and impermeable zones, directions of movement of injected CO₂ and permeable zones or blocks not involved in the storage of injected CO₂ are mapped based on the analysis of the 3D density model.

Використання людством викопних ресурсів за останнє століття призвело до швидкого збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері. Крім того, за даними Міжурядової групи експертів з питань змін клімату Організації Об'єднаних Націй, до третини загальних антропогенних викидів CO₂ є результатом збезлісення. Антропогенний вплив на концентрацію двоокису вуглецю помітний від середини XIX століття. Починаючи з цього часу, темп її зростання збільшувався і наприкінці 2000-х років відбувався зі швидкістю 1,7 % за рік. Згідно з окремими дослідженням, сучасний рівень CO₂ в атмосфері є максимальним за останні 800 тис. років і, можливо, за останні 20 млн років (J.T. Houghton and others, 2001). Двоокис вуглецю є парниковим газом, то він впливає на теплообмін планети з навколишнім простором, ефективно блокуючи відбите інфрачервоне випромінювання на низькі частоти, і таким чином бере участь у формуванні клімату планети. Виходячи з цього великим викликом є зменшення кількості CO₂ в атмосфері. Одним зі шляхів вирішення проблеми є утилізація CO₂ в підземних сховищах.

CO₂ зберігається в пористих геологічних пластах, що зазвичай розташовуються на глибині більше 800 метрів нижче поверхні землі, де тиск та температура змушують CO₂ залишатись у рідкому чи щільному стані. До придатних місць зберігання можна віднести виснажені родовища газу та нафти, глибокі соленосні формації та високопроникні водоносні горизонти.

Глибокі соленосні горизонти є широко поширені і становлять найбільший потенціал для зберігання CO₂ в довгостроковій перспективі. Водоносний горизонт придатний для зберігання CO₂ - це пористий колектор заповнений пластовою водою, яка може бути відтіснена в результаті



нагнітання CO_2 іншим варіантом є розчинення CO_2 у пластовій воді. Процес розчинення з різною інтенсивністю проходить природнім шляхом і зменшує ризик неконтрольованих витоків вуглекислого газу. Через великий проміжок часу CO_2 вступає в реакцію з оточуючими породами та перетворюється на твердий вапняк, який є найбезпечнішою формою зберігання CO_2 . Варто зазначити, що з точки зору важливості збереження ресурсів прісної та питної води, лише водоносні горизонти, що містять солону воду, підходять для зберігання CO_2 .

Діоксид вуглецю – тривка хімічна сполука. Її вміст у природних газах може сягати від часток відсотка до близько 100 %. Діоксид вуглецю має молекулярну масу 44,01, критичну температуру – 31°C , критичний тиск – 7,28 МПа. За температури 29°C і тиску близько 6 МПа діоксид вуглецю переходить до рідинного стану, в якому його можна транспортувати і зберігати у сталевих балонах. При сильному охолодженні діоксид вуглецю перетворюється в снігоподібну масу (пухкий лід), яка сублімує (випаровується), не плавлячись за температури мінус $78,5^\circ\text{C}$. У термобаричних умовах, характерних для вуглеводневих покладів (тиск 8-25 МПа, температура $20-100^\circ\text{C}$) густина рідкого діоксиду вуглецю змінюється в межах 700-1000 kg/m^3 , динамічний коефіцієнт в'язкості – 0,08-0,12 $\text{mPa}\cdot\text{s}$.

Природними джерелами CO_2 є родовища газів. До штучних джерел CO_2 відносяться димові гази теплових електростанцій на мінеральному паливі, димові гази технологічних установок нафтопереробних і газопереробних заводів, вихлопні гази компресорних станцій магістральних газопроводів, доменні гази, побічні газоподібні продукти виробництва аміаку в азотній промисловості, виробництва спирту в газовій промисловості і отримання штучного газу з вугілля, сланців тощо. Основні потенціальні ресурси CO_2 (близько 88%) знаходяться у продуктах згоряння теплових електростанцій. При виробництві 1 кВт-год електроенергії в атмосферу викидається 0,7-1 kg CO_2 (Конрад Р.М., Серединський Д.Ю., Конрад О.Р., 2010). Щороку теплові електростанції (що працюють на вугіллі), автомобілі, хімічні підприємства та інші джерела забруднення викидають в атмосферу Землі близько 24 млрд.т. вуглекислого газу та інших парникових газів (IEA Greenhouse Gas R&D Programme, 2007)

У зв'язку з негативним впливом CO_2 на парниковий ефект високоактуальною є проблема зменшення викиду його в атмосферу, уловлювання, утилізація і використання. Уловлювання CO_2 може здійснюватися з відносно великих точкових джерел (теплові електростанції, установки з виробництва природного газу, синтетичного палива, водню, цементу та інші). Зберігання CO_2 може здійснюватися в геологічних формаціях (нафтові і газові родовища, що не мають промислового значення, або розробка їх завершена, вугільні пласти, соленосні пласти на великих глибинах, природні карбонати) і в океані (прямий викид у стовп океанської води або в морські западини).

Відомі різні типи систем уловлювання CO_2 : після спалювання, до спалювання і зі спалюванням палива, збагаченого киснем. Технологія уловлювання CO_2 до спалювання пов'язана з перетворенням палива і застосовується у виробництві добрив та водню. Відомі технології забезпечують уловлювання в спеціальних уловлювачах до 85-95 % CO_2 .

Враховуючи неоднорідний характер розподілу ємнісних властивостей порід резервуару, в який закачується вуглекислий газ, актуальною є проблема оперативного контролю за процесами, які відбуваються у резервуарі. В першу чергу це стосується дослідження особливостей будови зони дренавання свердловини, шляхів руху газу та наявності застійних чи непроникних ділянок. На даний час застосовуються промислові методи контролю, які базуються на дослідженнях за хімічним складом, пластовим тиском та вирішенні задачі фільтрації у пористому середовищі, а також методи дистанційного геофізичного контролю. В залежності від термобаричних та ємнісних умов резервуару закачаний вуглекислий газ може розчинятись у вже наявному в резервуарі флюїді, або діяти як поршень, витискаючи вміщуючий флюїд або збільшуючи тиск в резервуарі. В обох цих випадках, закачування CO_2 призводить до зміни густини флюїду, який заповнює поровий простір резервуару. Зміна густини флюїду призводить до зміни густини порід



резервуару, що в свою чергу відображається в гравітаційному полі, яке може бути виміряне на поверхні.

Розглянемо як на гравітаційне поле впливає надлишкова маса закачаного в резервуар CO_2 , при умові не витіснення ним інших флюїдів в результаті розчинення CO_2 в іншому флюїді, заповнення пустот або збільшення тиску в резервуарі. Гравітаційний ефект можна оцінити використавши залежність для точкового джерела масою M_a :

$$\Delta g = \frac{f \cdot M_a}{z^2} \quad (1)$$

де масою M_a виступає маса закачаного в резервуар вуглекислого газу, z – відстань до точки виміру гравітаційного поля (або глибина залягання аномальної маси), f – універсальна гравітаційна стала. Виходячи з результатів високоточних гравіметричних робіт останніх років, які були проведені компанією ДЕПРОІЛ, середня похибка виміру гравітаційного поля склала 6,4 мкГал. Виміри з такою похибкою дозволяють картувати розповсюдження закачаного вуглекислого газу масою менше 1 млн.т. на глибині до 1 км та до 15 млн.т на глибині до 4 км (рис. 1).

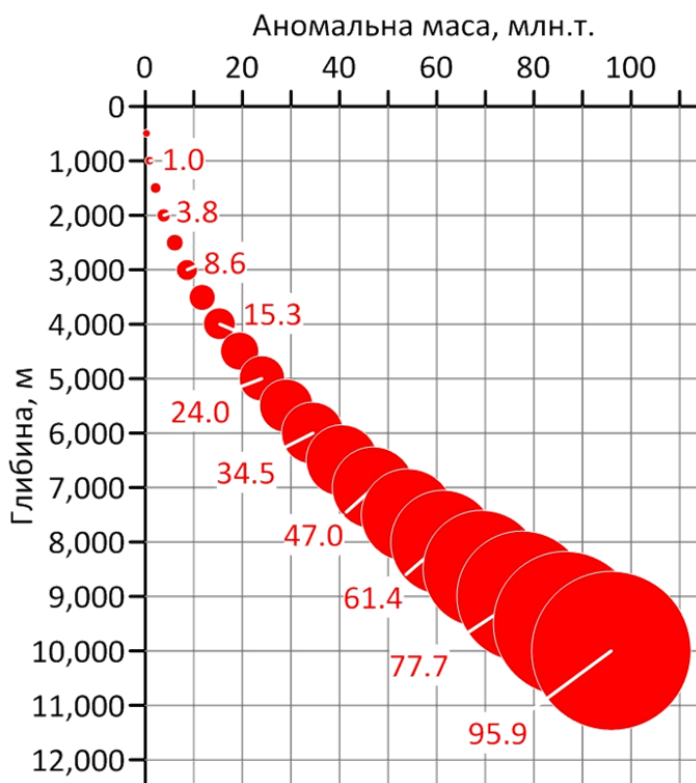


Рис. 8. Глибина залягання точкового джерела з масою M_a , що створюватиме гравітаційний ефект на поверхні 6,4 мкГал

При умові витіснення вуглекислим газом початкового флюїду чи часткового витіснення початкового флюїду з паралельним розчиненням частини CO_2 в ньому, гравітаційний ефект буде варіюватись значним чином в залежності від різниці густини початкового флюїду та флюїду після закачування CO_2 . Причому гравітаційний ефект є тим більшим чим більшим є різниця між густинами. Приклад зміни густини флюїду у випадку повного витіснення з порового простору природного газу типового метано-etanoового складу вуглекислим газом в типових термобаричних пластових умовах приведений на рис. 2.

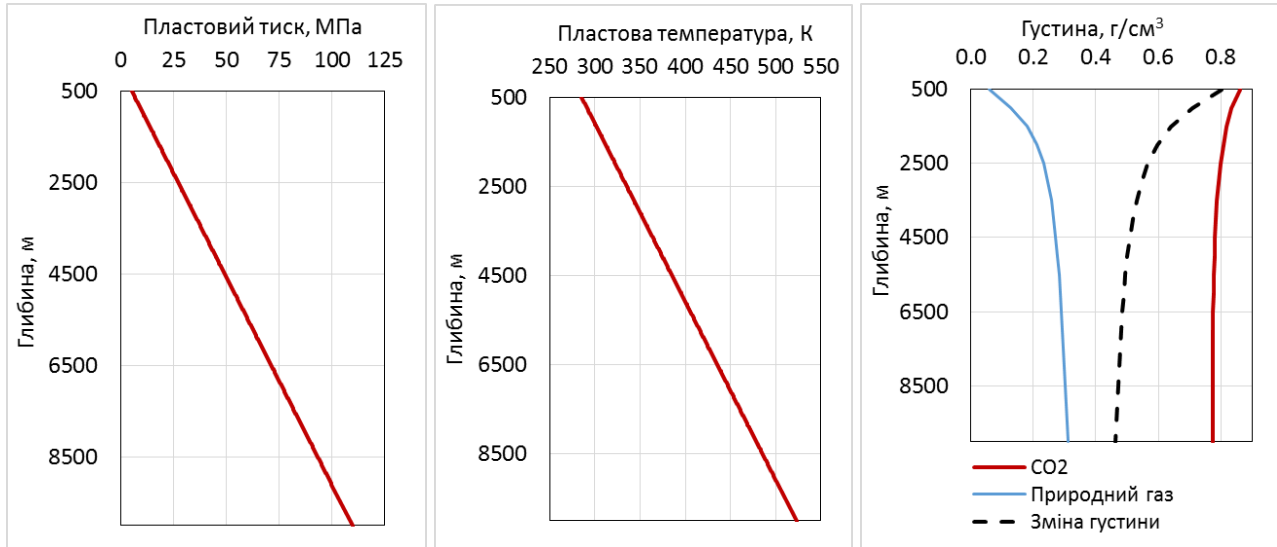


Рис. 9. Зміна з глибиною термобаричних умов резервуару та відповідна зміна густини заповнюючого флюїду при повному витісненні вуглекислим газом природнього газу

Таким чином, фізичні передумови використання гравіметричного методу для дистанційного контролю за закачуванням вуглекислого газу до підземного резервуару обумовлене зміною густини пластового флюїду, а отже зміною маси, яка створює гравітаційний ефект, що може бути виміряний за допомогою сучасних високоточних гравіметрів.

Окрім власне виміру гравітаційного ефекту від закачування CO₂, для надійного картування та інтерпретації результатів гравіметрії, обов'язковим є побудова апріорної геологічно змістовної 3D моделі густини, яка враховує всі наявні геолого-геофізичні дані (рис. 3) та охоплює весь об'єм резервуару, який може приймати участь у зберіганні вуглекислого газу. Для забезпечення необхідної геологічно обумовленої детальності визначення параметрів просторової густинної моделі будови резервуару необхідно обрати розміри та роздільну здатність 3D моделі, яка забезпечуватиме необхідну деталізацію отриманих результатів.

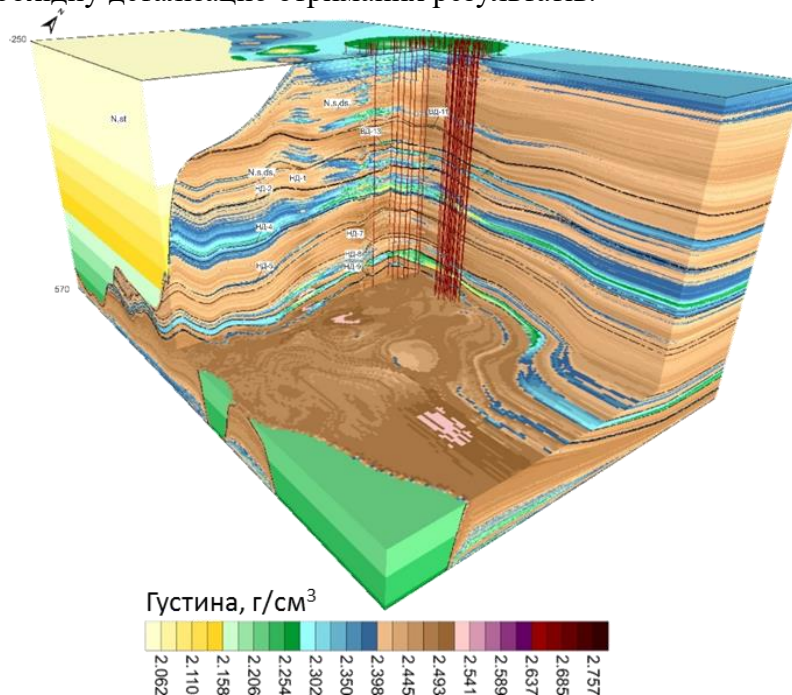


Рис. 10. 3D модель густини породи, яка охоплює та описує територію розташування резервуару для зберігання CO₂ та можливі зони впливу процесів закачування.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

Методом отримання геологічного результату є ітераційний процес розв'язку оберненої лінійної задачі гравірозвідки, де в якості контролюючих функцій виступають з одного боку гравітаційне поле, а з іншого – функції 1D розподілу густинних властивостей по наявних на території свердловин, які розкривають резервуар зберігання CO₂. В результаті розв'язку оберненої лінійної задачі гравірозвідки в межах резервуару зберігання CO₂ отримується просторова 3D модель зміни густини породи, яка пов'язана з процесом закачування вуглекислого газу в резервуар, узгоджена з усім наявним комплексом геолого-геофізико-промислових даних про резервуар, особливостей закачування CO₂ та його взаємодією з первинним поровим флюїдом.

На основі конформних до резервуару перерізів та зрізів отриманої 3D моделі здійснюються:

1. Картування зон поширення закачаного вуглекислого газу в межах резервуару;
2. Картування застійних зон резервуару;
3. Визначення шляхів руху закачаного газу;
4. Оцінка величини порового простору, який вже приймає або може приймати участь у зберіганні CO₂.

Таким чином дистанційний контроль за підземною утилізацією вуглекислого газу може здійснюватися з використанням даних гравіметричних вимірів за технологією інтегральної інтерпретації комплексу геолого-геофізичних даних. Для успішного картування поширення CO₂ в межах резервуару необхідною умовою є створення в результаті закачування CO₂ достатнього гравітаційного ефекту, що може бути виміряний сучасними гравіметрами. На це в першу чергу впливає маса закачаного CO₂, глибина залягання та розмір резервуару, а також взаємодія закачаного вуглекислого газу із вміщуючим флюїдом. Успішний практичний досвід застосування гравіметричного моніторингу на підземних сховищах газу дозволяє стверджувати, що гравіметричний метод є інформативний та дієвим і дозволяє надійно картувати та інтерпретувати зміни, які відбуваються в резервуарі в процесі зміни його флюїдонасичення.

Список використаних джерел:

IEA Greenhouse Gas R&D Programme. (2007). Storing CO₂ Underground. Cheltenham, UK.

J.T. Houghton and others. (2001). Climate change 2001: the scientific basis. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Конрад Р.М., Серединський Д.Ю., Конрад О.Р. (2010). Дослідження застосування вуглекислого газу для вилучення залишкової нафти з обводнених нафтових покладів. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.



УДК 54.2.66.061.3

ЕФЕКТИ «ПАРАСОЛІ», КОНЦЕНТРУВАННЯ ЗЛИВОВИХ ОПАДІВ, АКТИВІЗАЦІЇ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗМІНИ ІНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВ ҐРУНТІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПОБУДОВАНИХ У ЗОНАХ ВПЛИВУ ГІРНИЧО- ХІМІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Яремович М.В.¹, *mishayaremovich@gmail.com*; **Дяків В.О.**^{2,3}, к. геол. н., доцент, *dyakiv@yahoo.com*;

Джумеля Е.А.⁴, к. тех. н., доцент, *elviradzhumelia@gmail.com*;

Погребенник В.Д.⁴, д. тех. н., професор, *vpohreb@gmail.com*;

1 – ТЗОВ «Геол-тех», Львів, Україна,

2 – ЛНУ імені Івана Франка; 3 – ТЗОВ «Інститут «ГІРХІМПРОМ», Львів, Україна,

4 – НУ «Львівська Політехніка», Львів, Україна

Подано результати моніторингових досліджень за станом сонячних електростанцій у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств. Досвід будівництва та експлуатації цих об'єктів, показав що у порівнянні із іншими локаціями, на територіях із нестійкими ґрунтами можуть бути проявлені специфічні ефекти «парасолі», концентрування зливових опадів, активізації ерозійних процесів та зміни інженерно-геологічних умов ґрунтів при експлуатації сонячних електростанцій побудованих у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств. Описані ефекти можуть бути характерними, не тільки для описаних територій порушених земель, але і для будь-яких ерозійно нестійких ландшафтів, у яких сонячні панелі будуть виступати як концентратори зливових опадів, що активно сприяють розвитку процесів приповерхневої лінійної ерозії, особливо в умовах нерегульованого водовідведення та недотримання норм протиерозійного захисту.

THE EFFECT OF "UMBRELLA", CONCENTRATION OF RAINFALL, EROSION ACTIVATION AND CHANGES GEOTECHNICAL CONDITIONS OF GROUND BY OPERATION OF SOLAR POWER PLANTS BUILT IN THE ZONES OF INFLUENCE OF MINING & CHEMICAL ENTERPRISES

Yaremovich M.¹, *mishayaremovich@gmail.com*;

Dyakiv V.^{2,3}, *Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof., dyakiv@yahoo.com*;

Dzhumelia E.⁴, *Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof., elviradzhumelia@gmail.com*;

Pohrebennyk V.⁴, *Dr. Sci. (Eng.), professor, vpohreb@gmail.com*,

1 – LLC "Geol-tech", Lviv, Ukraine,

2 – Ivan Franko National University of Lviv, 3 – "Institute "GIRHIMPROM" LLC, Lviv, Ukraine,

4 – Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

The results of monitoring studies on the condition of solar power plants in the areas of influence of mining and chemical enterprises are presented. The experience of construction and operation of these facilities has shown that in comparison with other locations, in areas with unstable soils, specific effects of "umbrella", concentration of rainfall, intensification of erosion processes and changes in engineering and geological conditions of ground during operation of solar power plants in areas of influence of mining and chemical enterprises. The described effects can be characteristic not only for the described areas of disturbed lands, but also for any erosively unstable landscapes, in which solar panels will act as concentrators of rainfall, which actively contribute to the development of surface linear erosion, especially in unregulated drainage and non-compliance with anti-erosion protection standards.

У відповідності до цілей Паризької кліматичної угоди – підписаного та ратифікованого документу в рамках Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC) щодо регулювання заходів зі зменшення викидів діоксиду вуглецю, у світі спостерігається стійка тенденція до розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та поступового заміщення ними традиційної генерації. Отримання енергії з відновлюваних джерел є глобальним енергетичним та екологічним трендом, за яким майбутнє, і вони вже сьогодні є економічно вигідними. Більше того, технології не стоять на місці, і сонячні панелі постійно вдосконалюються, стаючи дешевшими, довговічнішими та ефективнішими. За деякими прогнозами у найближчі десятиліття ефективність



сонячних панелей може стати дійсно революційною, наблизившись до 50%.

Сприятливі економічні умови розвитку ВДЕ сприяють пошуку інвесторами територій придатним до проектування та будівництва сонячних електростанцій. Серед вимог до таких територій є цільове призначення земель, серед яких перевагу мають терени поза межами населених пунктів, землі несільськогосподарського призначення, із підведеною енергетичною інфраструктурою – лінії електропередач, трансформаторні підстанції, наявність споживачів електроенергії, об'єктів енергетики, які б могли підтримувати енергетичний баланс у випадку нестабільної роботи ВДЕ та ін.

У наш час, саме до таких земель належать території у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств. Зокрема у зоні впливу колишнього Яворівського ДГХП «Сірка», а нині ДП «Екотрансенерго» розташовані три потужні електростанції на північно-східному борту колишнього Яворівського сірчаного кар'єру, поблизу села Цетуля площею 40 га, а також на зовнішніх відвалах Окілки (у південно-західній частині Яворівського озера), площею 120 га та Шоти (у південно-східній частині цієї водойми), площею 175 га [1, 2] (рис.1).

**Сонячна електростанція на північному березі
озера Яворівське, біля с. Цетуля, площею 40 га**



**Сонячна електростанція
на відвалі "Шоти", площею 175 га**

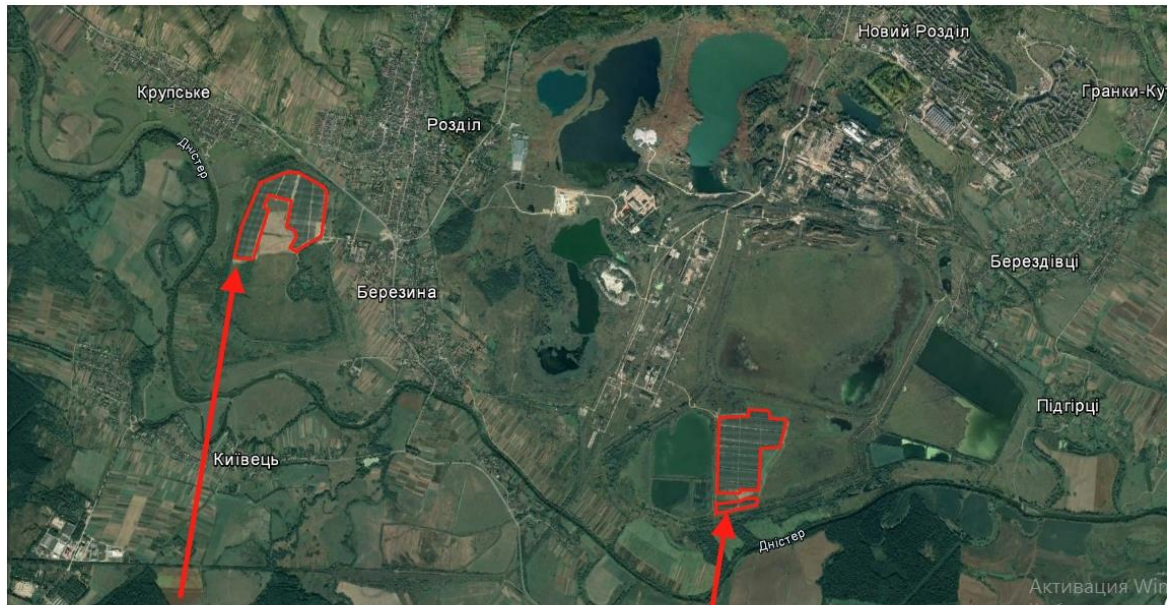
**Сонячна електростанція
на відвалі "Окілки", площею 120 га**

Рис. 1. Розташування потужних сонячних електростанцій у зоні впливу колишнього Яворівського ДГХП «Сірка» площею 40 га (північний берег оз.Яворівське), 120 га – на відвалі Окілки та 175 га на відвалі Шоти (у південний захід і південний схід цієї водойми)

У зоні впливу Роздільського ДГХП «Сірка» зведено дві сонячні електростанції на двох гідровідвалах № 1, площею 35 га та № 2 площею 37 га (рис. 2).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»



**Сонячна електростанція
на гідровідвалі № 2, площею 37 га**

**Сонячна електростанція
на гідровідвалі № 1, площею 35 га**



Рис. 2. Розташування потужних сонячних електростанцій у зоні впливу Роздільського ДГХП «Сірка» площею 35 га (гідро відвал № 1) та 37 га (гідровідвал № 2).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Як видно із приведених даних на прикладі територій у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств, в Україні останнім часом спостерігається стрімке збільшення площі покриття сонячними панелями, зростання встановлених потужностей сонячних електростанцій, насамперед завдяки головному економічного стимулюючого інструменту – системи «зелених тарифів», які затверджені з прив'язкою до Євро, які є гарантованими державою до 2030 року.

В той же час, при проектуванні, будівництві та експлуатації сонячних електростанцій, слід враховувати не тільки інженерно-геологічні умови до початку виконання таких робіт, але й низку ефектів, які як описані у літературі [3, 4], так і вперше нами спостерігались.

Сонячні електростанції складаються з масивів прямокутних панелей, встановлених на неглибоких заглиблених фундаментах, які нахилені до Сонця під фіксованим або регульованим кутом, із південною експозицією (у північній півкулі), для забезпечення оптимальної потужності. Важливо відзначити, що один модуль, підданий впливу Сонця, буде вести себе по-різному відносно модуля, який є частиною ланцюга, з'єднаного через інші компоненти. Тому важливим є оптимальне розташування в залежності від рельєфу, кількості опадів та ґрунтів, які впливають на генерацію, коли поверхня не вирівняна належним чином або панелі встановлені не на тому самому рівні чи інших причин, особливо в ранкові та вечірні години.

Такі масиви панелей на великих площах зазвичай розташовують рядами, які і формують власне сонячні електростанції чи сонячні ферми різних розмірів та форм, що можуть охоплювати досить значні площі, які у випадку вищезгаданих гірничо-хімічних підприємств становлять від 35 до 175 га. Деякі з них можуть бути розташовані на відвальних породах (зовнішні відвали у зоні впливу колишнього Яворівського ДГХП «Сірка») та намивних ґрунтах (гідровідвали та хвостосховища у зоні впливу Роздільського ДГХП «Сірка»). До обов'язкових складових крупних сонячних електростанцій належать під'їзні шляхи, електричні кабелі та електронне комутаційне обладнання.

Специфічною особливістю сонячних панелей, є те, що вони є непроникними для води і у періоди опадів проявляють ефекти «парасолі», затінення, концентрування зливових опадів, активізації ерозійних процесів та зміни інженерно-геологічних умов ґрунтів.

Ефект «парасолі» полягає у тому, ґрунтовий покрив під сонячними панелями захищений від потрапляння атмосферних опадів (рис. 3).



Рис. 3. «Ефект парасолі» сонячних панелей – атмосферні опади не зволожуть під ними ґрунт



Ефект парасолі дуже подібний до **ефекту затінення**, який полягає у тому, ґрунтовий покрив під сонячними панелями певний період часу захищений від інсоляції (рис.4).



Рис. 4. Ефект затінення – порушення під сонячними панелями інсоляції ґрунтового покриву

Ефект концентрування зливових опадів полягає у тому, сонячні панелі на своїй поверхні накопичують досить значні об'єми атмосферних опадів, коли розрізнені краплі та їхні агрегації, різні за розмірами та формою, в умовах нахилу, під дією гравітації стікають донизу (рис.4), а при їхній значній інтенсивності спряють посиленому концентрованому стоку у ґрунт (рис.5).



Рис. 5. Ефект концентрування зливових опадів на поверхні сонячних панелей, що полягає у накопиченні розрізнених крапель та їхньому акумулюванні у різні за розмірами та



формою збільшенні агрегації, які в умовах нахилу, під дією гравітації стікають донизу

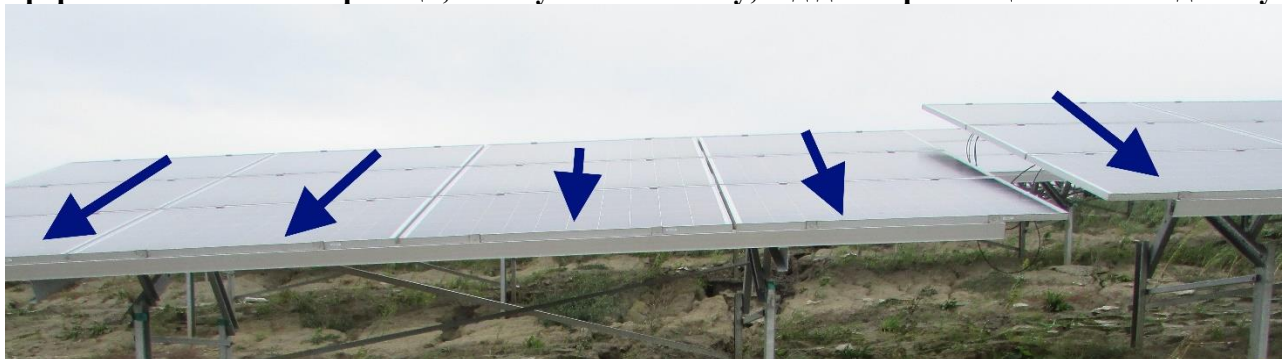


Рис. 6. Напрямки концентрованого стоку зливових атмосферних опадів у ґрунт

Зазвичай сонячні панелі встановлюють таким чином, щоб зливі води потрапляли безпосередньо у захищений від ерозійного розмиву ґрунт – задернований, добре дренований ґрунтовий масив, щоб стимулювати інфільтрацію та запобігати ерозійному розмиву. Однак у ряді випадків цього не вдається зробити, особливо на нестійких, ерозійно-податливих ґрунтових масивах та техногенних ґрунтах і як наслідок проявляється, задокументовані нами прояви ефекту активізації ерозійних процесів.

Ефект активізації ерозійних процесів полягає у точковому, приповерхневому лінійному та глибокому ярковому розмиві ґрунтів зливовими опадами, що концентровано стікають із сонячних панелей (рис. 7, 8, 9).



Рис. 7. Прояви точкового ерозійного розмиву концентрованими стоками зливових атмосферних опадів із сонячних панелей

Важливо наголосити, що такі прояви можуть бути характерними, не тільки для описаних нами територій порушених земель у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств, але й по суті для будь-яких ерозійно нестійких ландшафтів, у яких сонячні панелі будуть виступати як концентратори зливових опадів, що активно сприяють розвитку процесів приповерхневої лінійної ерозії, особливо в умовах неврегульованого водовідведення та недотримання норм протиерозійного захисту. При цьому, по мірі збільшення кількості опадів та концентрування



їхнього поверхневого стоку від сонячних панелей зростає інтенсивність приповерхневої лінійної ерозії (рис.8).



Рис. 8. Зростання інтенсивності приповерхневої лінійної ерозії від ледь заглибленої (вгорі) до досить заглибленої (внизу)

Головною умовою зародження і розвитку такого роду проявів приповерхневої лінійної ерозії є наявність контуру живлення – концентрованого зливого стоку із сонячних панелей та можливість безперешкодного винесення за межі ерозійного врізу розмитого матеріалу. Іншими словами гідравлічний напір водного потоку повинен бути настільки потужним та мати такі швидкості руху, при яких не тільки буде винесений уламковий матеріал, але й буде відбуватись



поглиблення тальвігу. Саме це забезпечує динамічний розвиток лінійної ерозії та її поглиблення при глибокому ярковому розмиві ґрунтового масиву, в межах якого інстальовані сонячні панелі, іноді до досить значної глибини (рис. 9).



Рис. 9. Прояв глибокого яркового розмиву ґрунтового масиву, в межах якого інстальовані сонячні панелі, іноді до досить значної глибини

Ефект змін інженерно-геологічних умов полягає у тому, що за умов глибокого яркового розмиву ґрунтового масиву, в межах якого інстальовані сонячні панелі, після інтенсивних опадів можуть виникати аварійні ситуації, які призводять радикальної зміни рельєфу під фундаментами, утворення водороїн специфічних форм та різних розмірів, що зумовлює втрату опорами несучої здатності (рис. 10).



Рис.10. Ефект змін інженерно-геологічних умов за умов глибокого яркового розмиву ґрунтового масиву, що призводить радикальної зміни рельєфу під фундаментами, утворення водоройн специфічних форм та різних розмірів, зумовлює втрату опорами несучої здатності.

Висновки. Отримані результати досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1. Території гірничо-хімічних підприємств на ділянках схилів бортів кар'єрів, поширення відвальних порід (зовнішні відвали у зоні впливу колишнього Яворівського ДГХП «Сірка») та намівних ґрунтів (гідровідвали та хвостосховища у зоні впливу Роздільського ДГХП «Сірка»), які розташовані поза межами населених пунктів, є землями несільськогосподарського призначення, із підведеною енергетичною інфраструктурою – лінії електропередач, трансформаторні підстанції є сприятливими для облаштування об'єктів відновлюваної енергетики. Вже сьогодні тут працюють п'ять досить великих сонячних електростанцій, які займають площі від 35 до 175 га.

2. Досвід будівництва та експлуатації у таких умовах сонячних електростанцій, показав що у порівнянні із іншими локаціями, на територіях із нестійкими ґрунтами можуть бути проявлені специфічні ефекти «парасолі», концентрування зливових опадів, активізації ерозійних процесів та зміни інженерно-геологічних умов ґрунтів при експлуатації сонячних електростанцій побудованих у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств. Важливо наголосити, що такі прояви можуть бути характерними, не тільки для описаних нами територій порушених земель у зонах впливу гірничо-хімічних підприємств, але й по суті для будь-яких ерозійно нестійких ландшафтів, у яких сонячні панелі будуть виступати як концентратори зливових опадів, що активно сприяють розвитку процесів приповерхневої лінійної ерозії, особливо в умовах неврегульованого водовідведення та недотримання норм протиерозійного захисту.

3. Описані нами ефекти слід врахувати розробникам вихідних даних до проектування сонячних електростанцій, організаціями, які займаються інженерно-геологічними вишукуваннями під об'єкти відновлюваної енергетики, а також проєктамтам обґрунтування заходів протиерозійного захисту.

Список використаних джерел:

1. Dyakiv V. Actual state and prospects of using the territory of the Rozdil mining and chemical



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

enterprise "Sirka" for the construction of renewable energy facilities / V. Dyakiv, V. Pohrebennyk, O. Mitryasova, A. Shybanova, M. Yaremovych // In book: Climate change & sustainable development: new challenges of the century. Edited by Olena Mitryasova, Piotr Koszelnik / Mykolaiv – Rzeszow. – 2021. – P. 76-92.

2. Dyakiv V. Prospects for the Development of Solar Energy in Ukraine / V.Dyakiv, V.Pohrebennyk, O.Mitryasova, A.Shybanova, M.Yaremovych // Proceedings of the International Forum on Climate Change and Sustainable Development: New Challenges of the Century. September 9–11, 2021. In terms of the Visegrad Project #22110149 Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. – P.21.

3. Barnard T. Two Dimensional Modeling to Simulate Stormwater Flows at Photovoltaic Solar Energy Sites / T.Barnard, M. Agnaou, J. Barbis // Journal of Water Management Modeling, vol. 25, 2017. - P.1-9. <https://doi.org/10.14796/JWMM.C428> Режим доступу: <https://www.chijournal.org/C428>

4. Elamri Y. Rain concentration and sheltering effect of solar panels on cultivated plots // Y.Elamri, B.Cheviron, A. Mange, C. Dejean, F. Liron, G. Belaud // Hydrol. Earth Syst. Sci., vol. 22, 2018. - P. 1285–1298. <https://doi.org/10.5194/hess-22-1285-2018> Режим доступу: <https://hess.copernicus.org/articles/22/1285/2018/>



УДК 550.8.02

ІСТОРІЯ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ГАЛИЧИНИ (1924 РІК)

Семенюк М.В., к. мист н., молодший науковий співробітник, semenukmargo@gmail.com;

Козак М.С., igggk@mail.lviv.ua;

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, Україна

У 20-х роках на Передкарпатті функціонувало більше 100 підприємств, в авангарді знаходився Борислав. Крупні акціонерні компанії з іноземними капіталами (86% усієї нафтової промисловості), вони тримали під контролем галузь, в якій превалував австрійський капітал. На початку нафтового буму в Карпатах з'явилася велика кількість підприємств з різних країн, вони почали закладати нафтові свердловини. Велике значення у розвитку нафтогазової промисловості мала державна допомога підприємствам Галичини, вона складалася з податкових пільг і вигідних кредитів для промисловців.

Світовий процес експорту капіталу в Австро-Угорській імперії, яка не мала зовнішніх колоній, характеризувався інвестуванням вільних капіталів у свої периферійні регіони, й перш за все до Галичини, регіон приваблював у той час загальну увагу своїми покладами нафти. Львів – прекрасне старовинне торгове місто – сформувався як фінансовий центр Галиції задовго до початку нафтового буму й залишився таким центром й після того, коли видобуток нафти у Галичині втратив свій розмах.

HISTORY OF THE OIL AND GAS INDUSTRY OF GALICIA (1924 YEAR)

Semeniuk M., Cand. Sci. (Art.), semenukmargo@gmail.com;

Kozak M., igggk@mail.lviv.ua;

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NASU, Lviv, Ukraine

In 20 years, more than 100 enterprises operated in the pre-Carpathians. Borisлав was in the forefront. At the beginning of the oil boom in the Carpathians, a lot of companies from different countries began to drill oil wells.

The Austro-Hungarian Empire carried out the world process of capital exports in investing capital in its peripheral regions, first of all to Galicia. Large joint-stock companies with foreign capital (86% of the entire oil industry) controlled the industry. State aid to oil companies in the region was of great importance. Of great importance was the State aid to oil companies in Galicia, which consisted of tax benefits and favorable loans for industrialists.

Lviv was formed as the financial center of Galicia long before the beginning of intensive oil production and remained such a center even after oil production in Galicia lost its scope.

Світовий процес експорту капіталу в Австро-Угорській імперії, яка не мала зовнішніх колоній, характеризувався інвестуванням вільних капіталів у свої периферійні регіони, й перш за все до Галичини, яка приваблювала у той час загальну увагу своїми покладами нафти. Крупні акціонерні компанії з іноземними капіталами, їм належало 86% усієї нафтової промисловості, тримали під контролем галузь, в якій превалував австрійський капітал. Відповідно нафтогазовидобувному прогресу посилилася тенденція до утворення картелей (усього їх в Австро-Угорщині було 1912 р. біля 200, а загальна кількість акціонерних товариств досягала 780). Щорічне зростання ВВП на душу населення в ті часи економічного під'єму складав 5,4%. В Галичині розвивалися підприємства, які переважно були пов'язані з видобутком сировини – на початках це були деревообробні компанії й підприємств по виробництву паперу, в деякі інвестувалися австрійські, німецькі й канадські капітали. Капітали деяких таких компаній досягали 2–5 млн. крон й усі вони мали тісний зв'язок з банками [3].

Економічний прогрес в Австро-Угорщині частково загальмувала “віденська криза” 1873 року; в Галичині у той час завершило існування дев'ять акціонерних товариств, багато капіталістів понесли втрати від падіння курсу промислових цінних паперів. Але з кінця 1870-х років розвиток економіки Галичини поживався за рахунок впливу на Австро-Угорщину загально світових процесів фінансової глобалізації й експорту капіталу. Символами нових віянь й прискореного розвитку стали перша промислова виставка 1877 р. у Львові (організована за ініціативою одного з компаньонів Л. Сапеги, залізничного підприємця, В. Дзидушицького) торгово-промислова виставка 1889 р. і регіональна виставка 1894 р.).



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Для розвитку промисловості велике значення мала державна допомога нафтовидобувним підприємствам Галичини, складалася вона з податкових пільг і вигідних кредитів для промисловців. Парламент Галичини прийняв рішення створити у 1887 р. постійний фонд допомоги промисловості, який міг використовувати 30 тис. злотих щорічно для дотації при оплаті праці й 300 тис. злотих для цільової допомоги промисловим підприємствам. Наприкінці 1880-х років Національний банк Австрії почав приймати участь в уставному капіталі деяких галицьких компаній, існування яких було найважливіше для національних інтересів, а до 1894 р. розміри фонду промисловості було збільшено – для дотацій з 30 до 60 тис. злотих, для цільової допомоги підприємствам – з 300 до 500 тис. злотих [2].

По закінченню кризи на початку ХХ ст. видобування нафти і газу на Прикарпатті стало масовим. Канадські, французькі й англійські інженери прямували у Галичину у пошуках можливості збагачення. Масовий видобуток нафти потребував спеціалістів і капітали, яких в Галичині просто не було. Після початку нафтового буму в Карпатах, де у більшості місць до того ніколи не бували іноземці, з'явилася велика кількість підприємців з різних країн, які почали закладати нафтові свердловини та будувати будинки. До прикладу, у 1912–1939 рр. функціонували “Акціонерне товариство підприємців деревообробної промисловості “Микуличин” (“Mikuliczyn”, Zakłady dla przemysłu drzewnego. Spółka akcyjna) та “Галиційське акціонерне товариство електричних, водогінних і каналізаційних підприємств у Львові” (Galicyskie akcyjne towarzystwo dla przedsiębiorstw elektrycznych, wodociągów i kanalizacji we Lwowie, 1898–1910 pp) [1].

Деякі закономірності розвитку діяльності нафтопромислових акціонерних товариств дозволяють прослідкувати їх роботу під час нафтового буму. З 67 компаній 50 (75%) було засновано в австрійський період, до 1917 р., 17 – з 1919 по 1939 р., коли Галичина увійшла у склад Польщі і видобуток нафти переживав не самі ліпші часи.

У 1913 р. загальний об'єм грошових вкладів у нафтовидобувну промисловість Галичини складав 310 млн крон (30% – австрійський капітал, 20% – англійський, по 12–15% – німецький і французький, по 2% – американський і бельгійський капітали); 19% з них займало місцеві галицькі капітали.

Інвестування американського капіталу в Галичину розпочалося ще у 1875 р., коли в нафтових компаніях регіону почала використовуватися імпортована зі США нафтовидобувача техніка, а в 1898 р. розпочала роботу філія американського концерну Socony-Vacuum Oil Company, одна з могутніших нафтових компаній (попередника сучасної Exxon Mobil). З шпальт імператорських газет відомо, “з огляду на вбивчу американську конкуренцію у нафтовому промислі Галичини, австрійська влада “має намір ввести нафтову монополію”, й усі резервуари нафти і трубопроводи “купляє у приватних власників казни”. Крім того, 29 травня 1909 р. у Гамбурзі було підписано договір між нафтовими компаніями Галичини і американською компанією Standard Oil, яка отримала право на розробку галицьких нафтових родовищ, після чого до Галичини прибув “нафтовий король” Джон Рокфеллер. Інвестували свої капітали в Галичині також великі чеські банки – “Банк купецький для Чехії і Моравії” (Bank Kupiecki dla Czech i Moraw) з Праги й “Празький кредитний банк” (Praski Bank Kredytowy). У 1863 р. було засновано “Галицьке-Гамбурзьке акціонерне товариство”, а в кінці ХІХ століття в Галичині існувало шість акціонерних компаній із змішаними австро-німецькими інвестиціями (сумарний капітал досягав 24 млн крон). Видатними були “Галицько-Карпатське акціонерне нафтове товариство Мак Гарвела і Бергхайма” й “Австрійське акціонерне товариство нафтової промисловості” [2].

Але в 1913 р. загальний об'єм інвестицій у нафтовидобувну промисловість Галичини складав 310 млн крон (30% – австрійський капітал, 20% – англійський, по 12–15% – німецький і французький, по 2% – американський і бельгійський капітали); 19% з них займало місцеві галицькі інвестиції капіталу.

Підприємства по видобутку й переробці нафти почали утворюватися з початком нафтового буму у другій половині 1870-х років, у 1880-х роках було створено 4 підприємства (8%). 1890-ті



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

роки відзначилися 5 підприємствами (10%), у 1900-ті роки їх кількість була максимальною – 26 (52%), проте у 1910-ті роки працювали тільки 13.

У 1880-ті роки було засновано 4 підприємства (8%), у тому числі “Нафтовий концерн “Premier i Naftowy przemysl Malopolski we Lwowie)”, який існував у 1880–1939 рр., й “Краєве нафтове товариство” (Krajowe towarzystwo naftowe we Lwowie), 1880–1939 рр. останнє товариство почало роботу у 1882 р., об’єднавши власників нафтовидобувних і нафтопереробних підприємств. Товариство домовилося з керівництвом про податкові пільги у нафтовій промисловості, а із західноєвропейськими партнерами – про інвестування капіталів у нафтові родовища Галичини [4].

Серед нафтовидобувних компаній авангардними були два концерни. За даними того ж архіву, у компаніях з іноземним капіталом переважали такі як “Товариство з обмеженою відповідальністю Gaz ziemny” (“Gaz ziemny”. Spolka z ograniczoni odpowiedzialnosci we Lwowie”), 1887–1930 рр.; “Товариство по перекачуванню нафти Jan Zeitleben i Spolka” у с. Східниця (“Spolka rurowilgowa producentow naftowych w Schodnicy” Jan Zeitleben i Spolka”), 1896–1918 рр.; “Товариство нафтової промисловості з обмеженою відповідальністю Trzebinia в с. Тшебиня” (“Trzebinia”. “Spolka z ograniczoni odpowiedzialnosci dla przemyslu naftowego w Trzebini”), 1898–1921 рр.; “Галицьке горновидобуваюче нафтове товариство Harklowa у Львові” (“Galicyskie gwarectwo naftowe “Harklowa” we Lwowie”), 1898–1928 рр. “Нафтове акціонерне товариство “Nafta” (“Nafta”. Spolka akcyjna we Lwowie”), 1900–1929 рр.; “Акціонерне товариство по видобутку нафти “Fanto” (“Spolka akcyjna “Fanto” we Lwowie”), 1901–1938 рр.; “Галицьке акціонерне товариство по транспортуванню і зберіганню нафти” у м. Борислав” (“Galicyska spolka akcyjna dla transportu i magazynowania ropy w Boryslawiu”), 1902–1912 рр.; “Акціонерне товариство по переробці мінеральних масел “Petrolea” (“Petrolea”. “Akcyjne towarzystwo dla przemyslu oleju skalnego. Spolka akcyjna we Lwowie”), 1903–1924 рр. та ін. [2].

На початку ХХ ст. “Нафтовий концерн “Premier” i “Naftowy przemysl Malopolski we Lwowie” – 1928–1939 рр. – (“Koncern naftowy “Premier” i “Naftowy przemysl Malopolski we Lwowie”), 1884–1936 рр. та “Концерн французьких нафтових промислових і торгівельних товариств “Malopolska” (“Malopolska”. Koncern francuskich towarzystw naftowych, przemyslowych i handlowych we Lwowie”), були капіталістичними колосами на Передкарпатті. Французський концерн утворився у 1928 р. під орудою французького нафтопромислового товариства “Societe Francaise Industrielle et Commerciale de Petrole”, яке інвестувало свої капітали у видобуток галицької нафти. У склад концерну входило біля 40 галицьких підприємств, в яких видобували нафту, її переробляли, транспортували та продавали нафтопродукти [2].

За допомогою дотацій акціонерні товариства отримали великі огульні капітали, так “Aktien Gesellschaft für Mineralöl-Industrie vormals David Fanto & Comp” (Wien) – 16.000.000 корон, “Austria” Petroleumindustrie Aktien Gesellschaft (Wien) – 7.000.000 (1910 р.), “Aktien Gesellschaft für Naphta-Industrie” (Lwów) – 2.300.000 к, “Aktien Gesellschaft “Naphtaindustrie” (Lwów) 3.000.000 к, “Boryslaw” Aktien Gesellschaft für Erdwachs und Petroleum Industrie in Wien 4.000.000 к, “Cleská akciowá společnost prorefinování petroleje w Koliné” - 1.000.000 к, “Die Galizische Karpathen-Petroleum” Aktien Gesellschaftvormals Bergheim & Mac Garvey (pol.) 12.000.000 к, “Georg Schicht Aktien Gesellschaft.-Ringelshain” 10.000.000 к. [1].

У 20-х роках на Передкарпатті функціонувало більше 100 підприємств, в авангарді знаходився Борислав. За даними звітів (1924 р.), що зберігаються у фондах Центрального державного історичного архіву (м. Львів), у компанії “Liefschutz i Spółka” видобули 20.400.000 кг ропи та 3.740.000 м³ газу, “Nafta” (Towarzystwo Aakcyjne olejów mineralnych) - 13.865,000 кг, газу 21.597.000 м³, “Tysmienica Spółka” - 12.447.000 кг і 1.314.000 м³, “Thorn Giz.” - 11.680.000 кг та 5.755.000 м³. У Надвірній працювали товариства “Оріаг” Naftagrube (11.058.000 кг, 44.214.000 м³) та “Fanto” (9.882.000 кг, 11.824.000 м³), але в Тустановичах “Fanto” дістало 123.434.000 кг ропи та 12.824.000 м³ газу. В Уричу функціонувало Hano(wer)ctersko Galicyskie Gwarectwo naftowe, де



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»**

видобувалося 36.729.000 м³ газу, проте у тій місцевості щодо видобутку газу прославилось у 1924 р. товариство “Watterkeyn Józef-Maryan”, в якому було одержано 164.700.000 м³, не відставали від цих підприємств “Fanto” (123.434.000 кг ропи та 12.824.000 м³ газу) і “Premier” Spółka z o.p. (60.223.000 кг ропи та 33.217.000 м³ газу). Робота “Galicyskie Naphta-Produktionsgesellschaft” помітна була стабільністю продукції - 19.800.000 кг ропи та 13.991.000 м³ газу. У Тустановичах нафта видобувалась у більших розмірах, ніж газ, зокрема “Glückauf Towarzystwo Saksonia Mineralia” звітувалося за 1924 р. 18.000.000 кг ропи та 799.000 м³ газу, “Galicyskie górnictwo Towarzystwo naftowe obecnie Rohag” - 15.257.000 кг та 751.000 м³, “Hansa Spółka akcyjna” 11.169.000 кг та 1.210.000 м³ і “Karpacki Oczet” Spółka akcyjna - 11.023.000 кг та 2.100.000 м³ [1].

У нафтового товариства “Bergheim і Mac Garvey” працювали свердловини майже в усіх осередках регіону (97.699.000 кг ропи та 47.273.000 м³ газу), селяни Бібрки, Кобилян, Кригу Опаки, Тустановичів були забезпечені роботою. Окрім поршневих нафтовидобуваючих свердловин, яких у Тустановичах було 25, у компанії експлуатувалися й помпові установки. Зокрема в Бібрці (32), Кобилянах (28), Венглівці (91), газ видобувався за допомогою 29 свердловин у Бібрці, 22 – у Кобилянах, 30 – в Тустановичах, 93 – у Венглівці. “Societe francaise des Petroles de Potok” залишило помітний слід в історії нафтової промисловості Галичини організованим видобутком та промисловим і робочим страхуванням. Французький концерн утворився у 1928 р. під орудою нафтопромислового товариства “Societe Francaise Industrielle et Commerciale de Petrole”, яке інвестувало свої капітали у видобуток галицької нафти. У склад концерну входило біля 40 галицьких підприємств, в яких видобували нафту, її переробляли, транспортували та продавали нафтопродукти [2]

Сіть представництв товариства охопила в ті часи майже усі регіони: Кросненське Нижнє (5 поршневих свердловин, 23 помпових і 23 газових), Бреліків (3 поршневі, але 63 помпові і 63 газові), Ванькову (19 помпових і 20 газових), Кічери (7 помпових і 7 газових) і Поток (при 1 поршневій було 6 помпових і 9 газових). У тіні закордонних монстрів знаходилися польські товариства “Nafta” (Towarzystwo Akcyjne Rafinerii olejów mineralnych) та “Premier” (Ska zop). У товаристві “Nafta” при видобутку 12.629.000 кг ропи і 11.154.000 м³ газу акціонери володіли в Бориславі 8 поршневими, 4 помповими і 7 газовими свердловинами, у Рівному – 3 поршневими, 11 помповими і 16 газовими, у Тустановичах – 6 поршневими, 7 помповими і 10 газовими. Не відставало і товариство “Galicyska” (Galicyskie Akcyjne Towarzystwo naftowe) - 19.418.000 кг ропи та 18.709.000 м³ газу. Майже однакові видобутки у звітах “Karpacki Oczet” Spółka akcyjna (11.023.000 кг ропи та 2.100.000 м³ газу) та Hansa Spółka akcyjna z o. p. Tustanowice (11.169.000 кг та 1.210.000 м³), відокремлювалися товариства Tysmienica Spółka akcyjna (12.447.000 кг, 1.314.000 м³) та Galicyskie górnictwo Towarzystwo naftowe obecnie Rohag (15.257.000 кг, 751.000 м³) [1].

Процеси глобалізації суспільства на межі XIX – XX століть на Передкарпатті були пов’язані з нафтовим ажіотажем, у Києві – з цукром, на сході України – з вугіллям і металом, а в Одесі – з експортом зерна. Проте Львів – прекрасне старовинне торгове місто – сформувався як фінансовий центр Галиції задовго до початку нафтового буму й залишився таким центром й після того, коли видобуток нафти у Галичині втратив свій розмах.

Список використаних джерел:

1. Ф. 219 «Спілка польських промисловців», кооператив з обмеженою відповідальністю, м. Львів, оп. 1, спр. 97. Списки нафтових фірм з зазначенням місцезнаходження, глибини свердловин, річної продукції нафти і газу і основного капіталу (1922-1924 рр.). – 85 арк.
2. Центральний державний історичний архів України, м. Львів. Путівник / Ред. Д. Пельц, Г. Сварник. – Л.–К., 2001. – С. 146–148.
3. Rymar L. Galicyski przemysl naftowy / L. Rymar. – Krakow, 1915. – S. 118.
4. Історія народного господарства Української РСР. У 3 т. Т. 1. – К.: Наукова думка, 1983. – С. 421.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТУВАННЯ»**

5. Економічна історія України Історико-економічне дослідження. В 2 т. – К.: Ніка-Центр, 2011. – Т. 2.



УДК 550.8.02

ПРО ФУНДАМЕНТАЛЬНУ ГЕОХІМІЮ В НЕЗАЛЕЖНІЙ УКРАЇНІ

Сворень Й.М., к. тех. н., с. н. с.к., j.svoren.23@gmail.com,

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна

У розвиток першого, створеного мною, наукового напрямку «Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенних провінцій» показав, що тільки чітке розуміння умов і процесів синтезу-утворення цінних корисних копалин, зокрема нафти і газу, діамантів, кольорових металів (Au, Ag, Cu, Ni .. тощо), кальцитів, кварців, магнетиту тощо, встановлення походження вихідних речовин для їх утворення та закономірностей накопичення у земній корі, може забезпечити їх успішний прогноз і пошук у надрах Землі. Так, дослідженнями летких сполук з окремих флюїдних включень у мінералах, взятих з різних місць планети, мною вперше у вакуумі встановлено невідоме раніше природне явище відсутності молекулярного водню у надрах планети Земля. На базі цих результатів була розроблена та обґрунтована нова дуалістична (абіогенно-біогенна) теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів (нафти, газу тощо), яка ствердила, що гігантські та надгігантські родовища нафти і газу утворились з неорганічних та органічних вихідних вуглеводневмісних речовин під впливом глибинного високотермобарного флюїду в жорстких фізичних, фізико-хімічних і геологічних умовах літосфери Землі. Саме глибинний високотермобарний флюїд полікомпонентного складу є фактично головним, основним і важливим джерелом як потужної енергії, так і достатніх обсягів вихідних речовин для синтезу вуглеводнів у його середовищі. Цей механізм дозволяє стверджувати, що вуглеводні у формах знаходження газу, нафти, бітумів тощо у надрах Землі утворилися у тих місцях де органічних решток було мало або їх загалом там не було. Вуглеводні синтезувалися при аномально високих РТ- параметрах: $t = 300 - 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $P \sim 1,0\text{ ГПа}$, тобто у складних фізико-хімічних процесах метаморфізму у високовольтному електромагнітному полі під час міграції розривами під великим тиском складного за хімічним складом високотермобарного флюїду з великих глибин у земну кору. Відповідно родовища-поклади вуглеводнів різних розмірів формувалися переважно по вертикальному розрізу. У напрямі на глибину кількість таких покладів-родовищ повинна зростати і тиски у них повинні бути більшими, тобто концентрації ВВ з глибиною зростатимуть. З цих фактів утворення газу, нафти, бітумів і інших вуглеводневмісних сполук у поданих складних фізико-хімічних умовах із стійких неорганічних-мінеральних кисеньвмісних сполук необхідно вважати природним вуглеводневим феноменом.

ON FUNDAMENTAL GEOCHEMISTRY IN INDEPENDENT UKRAINE

Svoren J., Cand. Sci. (Eng.), senior researcher, j.svoren.23@gmail.com,

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine

In the development of the first, created by me, the scientific direction "Thermobarometry and geochemistry of gases of streak-intertwined mineralization in the sedations of oil and gas regions and metallogenic provinces" showed that that only a clear understanding of the conditions and processes of synthesis and formation of valuable minerals, in particular oil and gas, diamonds, non-ferrous metals (Au, Ag, Cu, Ni ., etc.), calcites, quartzes, magnetite, etc., establishing the origin of source substances for their formation and patterns of accumulation in the Earth and bark, can provide their successful prognosis and search in the understers of the Earth. Thus, by researching volatile compounds from individual fluid inclusions in minerals taken from different parts of the planet, for the first time in a vacuum, I have established an unknown previously unknown natural phenomenon of the absence of molecular hydrogen in the underpours of planet Earth. Based on these results, a new dualistic (abiogenic-biogenic) theory of synthesis and genesis of natural hydrocarbons (oil, gas, etc.) was developed and substantiated, which claimed that gigantic and supergigant oil and gas fields were formed from inorganic and organic source hydrocarbons under the influence of deep high-thermal fluid in the harsh physical, physical, chemical and geological conditions of the Earth's lithosphere. It is the deep high-heat fluid of the polycomponent composition that is actually the main, main and important source of both powerful energy and sufficient volumes of initial substances for the synthesis of hydrocarbons in its environment. This mechanism allows us to assert that hydrocarbons in the forms of finding gas, oil, bitumen, etc. in the depths of the Earth were formed in those places where there were few organic residues or were not there in general. Hydrocarbons were synthesized at abnormally high RT parameters: $t = 300 - 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $P \sim 1.0\text{ GPa}$, that is, in complex physicochemical processes of metamorphism in a high-voltage electromagnetic field during migration by breaks under high pressure complex chemical composition of high-termobar fluid from great depths to the Earth's crust. Accordingly, hydrocarbon deposits of various sizes were formed mainly by vertical cut. Towards the depth, the number of such deposits should increase and their pressures should be greater, that is, the concentrations of VV will increase with depth. From these facts, the formation of gas, oil, bitumen and other hydrocarbon-containing compounds in the presented complex physicochemical conditions from persistent inorganic-mineral oxygen-containing compounds should be considered a natural hydrocarbon phenomenon.



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

Станом на 1991 рік чітко встановлено, що достатньо потужні товщі високовуглецевих теригенних порід у певних типах геотектонічних структур можуть вміщувати промислововажливі поклади вуглеводнів, а також великі за запасами родовища золота та інших рудних корисних копалин. Однак генезис цих родовищ, а відповідно і підходи до розробки їх прогнозних та пошуково-оціночних критеріїв, зокрема термобаричних і геохімічних все ще залишалися дискусійними. Відставання у вирішенні цієї проблеми особливо гостро відчувалося в Україні, де теригенні площі досить детально були розвідані на нафтові родовища, вірогідні на малих і середніх глибинах (згідно з наявними теоретичними положеннями). Однак практика свідчила, що часто нафтогазові родовища при традиційному підході до випробування пошукових бурових свердловин у теригенних товщах могли бути і не виявленими. Подібна ситуація ще більш ймовірна на великих глибинах і в товщах вапняків, де ефективність відомих геофізичних і інших пошукових методів була явно недостатня. Назріла доцільність отримання принципово нових матеріалів про закономірності локалізації в теригенних товщах різних типів родовищ, а також про особливості їх ореолів, зокрема термобаричних, геохімічних тощо. Одним із найяскравіших феноменів таких ореолів, як засвідчили виконані нами теоретичні дослідження та польові роботи, були прояви прожилкової або вкрапленої мінералізації, зокрема і на продовженні продуктивних горизонтів. Ступені різноманітності домінуючих типів флюїдних включень у прожилкових матеріалах та інших після седиментаційних утвореннях, а також показник їх газонасиченості і склад летких компонентів чітко віддзеркалили перспективність розрізів щодо нафтогазоносності, а також дозволили передбачати приблизний масштаб вірогідних родовищ і напрямок та відстань до можливого місця їх локалізації. Так, у межах теригенної товщі Летнянського газового родовища за результатами вивчення мас-спектрометричним методом керна свердловини 10 встановлено таке: кальцит прожилка в промислово-газоносному аргіліті із керна на глибині 1641 м має газові, суттєво метанові включення близько 0,02 – 0,001 мм у перетині при концентрації метану $2,0 \cdot 10^{-6}$ г/г кальциту. Проби з інтервалу 1273 – 1281 м також вміщали вуглеводневі включення з дещо меншою концентрацією газів.

У 1992 році створив скелет теорії синтезу і генезису природних вуглеводнів та шляхи пошуку їх покладів [1, 2]. Співпрацею з М. М. Давиденко створили «спосіб локального прогнозування збагачених ділянок золоторудних полів» [3] та «спосіб визначення перспективи нафтогазоносності локальної площі» [4], що включає буріння пошукової свердловини, відбір проб мінералів і порід, їх аналіз і судження за отриманими даними про перспективи площі, який відрізняється тим, що відбирають проби прожилкових мінералів та вміщуючих їх порід, встановлюють типи флюїдних включень у цих мінералах і породи, досліджують нафтогазоносність прожилків і вміщуючої їх породи, а про знаходження локальної нафтогазоносної площі стверджують за наявністю та характером росту величини відношення концентрації вуглеводнів у включеннях прожилкових мінералів до концентрації вуглеводнів у включеннях порід, які вміщують ці прожилки, при тому по величині цього відношення, яке лежить в межах від одиниці до кількох сотень одиниць, визначають як сам напрямок пошуку, так і місце знаходження нафтогазового покладу чи родовища. Мною вперше експериментально встановлено гарантію відкриття родовища в радіусі 0,5 – 3,0 км з центром у свердловині Саджавська-1.

Отримані мною фундаментальні результати у співпраці з співавторами були основою започаткованого нового наукового напрямку в геології – **термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій** [5, 6] – для вирішення як теоретичних, так і пошукових задач щодо фізико-хімічних умов формування корисних копалин у різних геологічних обстановках мало і має значуще значення для науки загалом.

На нині існують різні гіпотези щодо наявності у надрах планети Земля водню у різних формах знаходження, однак експериментально не встановлено його присутності у молекулярній формі знаходження у великих обсягах, необхідного, зокрема, для синтезу гігантських родовищ



нафти і газу. У відділі геохімії глибинних флюїдів ІГГК НАН України мною було проведено унікальне експериментальне дослідження: вивчено склад летких сполук в окремому включенні – зоні зростання двох частин октаедра діаманта. Основними леткими речовинами, виділеними із зони зростання цього октаедра із трубки «Айхал» Якутія, були діоксид вуглецю та азот у меншій концентрації. Розробленим мною мас-спектрометричним методом були досліджені окремі включення у кварцах і топазах Волині та у кристалах гірського кришталю («мармарошського діаманту») із Закарпаття та встановлено також відсутність водню у молекулярній формі знаходження. Цими та іншими експериментально отриманими мною результатами встановлено, що у процесах мінералоутворення водень у дефекти ґраток – комірок мінералів та порід втілюється і зберігається в атомарній (H) формі знаходження. Уперше експериментально встановлено, що досліджені макродефекти - включення у породах-мінералах з різних місць планети Земля не вміщують водню у молекулярній формі знаходження. Запропоновано [7] формулу передбачуваного наукового відкриття: експериментально встановлено невідоме раніше природне явище **відсутності молекулярного водню у надрах планети Земля.**

Створив нову дуалістичну (абіогенно-біогенну) теорію синтезу і генезису природних вуглеводнів (нафти, газу тощо), яка стверджує, що гігантські та надгігантські родовища нафти і газу утворились з неорганічних та органічних вихідних вуглеводневмістних речовин під впливом глибинного високотемпературного флюїду в жорстких фізичних, фізико-хімічних і геологічних умовах земної кори з перебігом нових і невраховуваних до тих пір природних явищ: виникнення додаткового потужного адіабатичного стиснення флюїду та високовольтного електромагнітного поля, утворення тектонічних мікро- і макротріщин та різних субмікродефектів, створення окислювально-відновного середовища, синтез вуглеводнів і формування нафтогазових родовищ (покладів), формування прожилково-вкрапленої мінералізації з процесами цементації тощо [8].

В області другого наукового напрямку в геології, створеного мною: **надра Землі – природний фізико-хімічний реактор** встановив: - подвійну абіогенно-біогенну природу вугільного метану, при цьому абіогенна частка є домінуючою і у герметично добре покривлезамінералізованому-залікованому вугільному пласті та новоутворених мінералах і породах може перебувати під аномально великим тиском: - встановив невідому раніше **властивість глибинного абіогенного метановмістного високотермобарного флюїду розкладати-перетворювати природні органічні рештки у пласти вугілля з одночасним їх метанонасиченням та його консервацією у земній корі планети Земля** [9, 10].

Під час міграції розломом-трубкою у літосфері розплав з кристалами діаманту потрапляє в область з карбонатними породами з полегшеним ізотопним складом, які під впливом глибинного високотермобарного розплаву розкладаються з виділенням CO₂, що змішується з глибинним залишковим CO₂, і вони уже сумарно стають джерелом вуглецю у подальшому синтезі кристалів. На цій стадії синтезу кристалів діаманту диференціація ізотопного складу вуглецю проходить у зворотному напрямі від додатних значень до значних від'ємних. Паралельно зміна початкового мінералоутворювального розплаву-середовища призводить до зміни забарвлень верхніх новосинтезованих шарів кристалів з захопленням додаткових домішок-включень. Цей різновид діамантів названо легким і віднесені вони до еклогітового парагенезису. Щодо третього різновиду то він утворюватиметься у випадках повторного втілення додаткової порції глибинного діоксиду вуглецю з астеносфери і є винятковим явищем. Подана інформація [11, 12] становить основу наукового відкриття з такою формулою - **встановлено раніше невідому різну хімічну властивість ізотопів вуглецю у природних процесах синтезу-утворення різних вуглецьвмістних сполук, зокрема більш важчого (¹³C) ізотопу вуглецю в процесах синтезу твердих вуглецьвмістних сполук: карбонатів, діамантів та відповідно легшого (¹²C) ізотопу вуглецю - у процесах синтезу летких компонентів, зокрема метану.**

Дослідженнями включень (дефектів) у мінералах мною встановлено, що вихідним джерелом вуглецю у природних процесах синтезу досконалих кристалів діаманта є мантийний



діоксид вуглецю (CO_2) з $P = 6,1 \text{ МПа}$ та $\delta^{13}\text{C} = (-6,1 \pm 0,5) \text{ ‰}$. Розроблено новий механізм синтезу природних кристалів діаманта, піропу, магнетиту, кварцу тощо. Важкі діаманти з кімберлітів південних діамантовмісних районів Якутії віднесені до ультраосновного - кімберлітового парагенезису, а легкі, які частіше знаходять у розсипах північних районів, до еклігітового. Під час росту-формування кристалів діаманту відбувається диференціація ізотопів вуглецю з його поважченням. Диференціацію ізотопів вуглецю у природі мною експериментально промодельовано процесами синтезу кристалів CaCO_3 , $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Встановлено невідому раніше **закономірність природних процесів синтезу досконалих кристалів діаманта із іонів-атомів астеносферного діоксиду вуглецю (з початковим $\delta^{13}\text{C} = (-6,1 \pm 0,5) \text{ ‰}$) у відновній області мігрувального до земної поверхні мантийного флюїду-розплаву, створеною електромагнітним полем у процесі тертя між флюїдом-розплавом і породами літосфери з паралельним утворенням мно-жини' парагенезисних мінералів супутників: піропу, магнетиту, кварцу тощо [13, 14].**

Вперше обґрунтував перебіги природних фізико-хімічних процесів перетворення органічних рештків у пласти вугілля та вуглеметани під дією глибинного високотермобарного абіогенного метановмісного флюїду у земній корі планети Земля. Вуглеметани (*термін* вуглеметан введений мною) можуть перебувати і фактично перебувають у таких формах знаходження: $[\text{C} \cdot \text{CH}_4]_n$, $[\text{2C} \cdot \text{CH}_4]_n$, $[\text{3C} \cdot \text{CH}_4]_n$, $[\text{C} \cdot \text{2CH}_4]_n$, $[\text{C} \cdot \text{3CH}_4]_n$, $[\text{C} \cdot \text{4CH}_4]_n$ у різних комбінаціях, де $n = 1, 2, 3, \dots \infty$. Зв'язки Ван-дер-Ваальсові та сорбційні?. Ці вуглеметани у нинішніх вугільних пластах можуть зберігатися лише при значних тисках та й поданих формах знаходження, які були створені глибинним високотермобарним метановмісним флюїдом з аномально великим тиском у час його адіабатичного втілення та процесах розкладу органічних рештків і формування цих пластів. Абіогенний метан з атомами вуглецю-сажі, які утворилися під дією високотермобарного метановмісного глибинного флюїду на кінцевій стадії розпаду органічних рештків, зв'язуються силами Ван-дер-Ваальса з утворенням вуглеметанів. Після стабілізації природної фізико-хімічної обстановки утворені вуглеметани при залишкових великих тисках та зацементованих приконтатних породах зберігаються до нині. Порушення герметичності вугільного родовища з вуглеметанами приводить до неконтрольованого викиду значних об'ємів як метану, так і пудри вугілля. Розуміння природних фізико-хімічних процесів утворення вуглеметанів дозволить спрогнозувати гірничо-геологічні умови ведення робіт, тобто оцінити газоносність вугільних родовищ чи пластів, поліпшити технологічну безпеку видобутку як вугілля, так і метану.

Розгерметизація вугільного пласта створює умови для розпаду цих вуглеметанів з утворенням вільного метану та пудри-сажі вуглецю у великих обсягах, які є хімічноактивними сполуками і у контакті з киснем створюють вибухові суміші – джерело аварій, різко ускладнюють умови праці шахтарів. Видобуток вугілля на більших глибинах ускладнюють гірничо-геологічні умови ведення робіт. З цих фактів перед видобутком вугілля необхідно спеціальними вертикальними свердловинами з поверхні відібрати цей метан для потреб народного господарства. Формула передбачуваного науково відкриття: встановлено невідоме раніше природне **явище самовільного утворення природних вуглеметанів у вугільних пластах земної кори планети Земля під впливом абіогенного метановмісного високотермобарного флюїду з їх консервацією у них [15].**

Запропонував новий спосіб до визначення теплотворності та кількості природного газу, який постачають споживачам шляхом обґрунтування необхідності введення такої одиниці як кубометробар ($\text{м}^3 \text{ бар}$). що дозволить точно вимірювати і контролювати об'єми та тиски природного газу як імпортованого в Україну, так і добутого з кожної нової відкритої нафтогазової свердловини тощо. Теплотворна здатність газу залежить від його складу і домішок. Оскільки природний газ у труби надходить – постачають із різних родовищ, його калорійність



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

може коливатися від **7 200 до 13 000** ккал/м³, тому при згоранні виділяється різна кількість тепла, а вода й домішки її різко понижують [16].

Вуглеводневі гази мають унікальну властивість взаємодіяти з водою і в конкретних термодинамічних умовах синтезувати **газогідрати** у формах знаходження ($M \cdot nH_2O$): $CH_4 \cdot 6H_2O$ – гідрат метану, $C_2H_6 \cdot 6H_2O$ – гідрат етану, $C_3H_8 \cdot 6H_2O$ – гідрат пропану, $C_4H_{10} \cdot 6H_2O$ – гідрат бутану тощо, зокрема при температурі 0 °С гідрат метану синтезується за тиску 30,0 бар, гідрат етану – 5,0 бар, гідрат пропану – 1,5 бара тощо. Для зберігання гідрату метану за кімнатної температури (~ 20 °С) потрібний тиск у межах 400,0 бар. До відома 1,0 бар = 0,1 МПа. Останні кілька років українських споживачів природного газу турбує його якість з точки зору теплотворності. Українські господарі впродовж останніх років зауважили, що природний газ, який постачають «облгаз»_и – «облгаззбут»_и, має меншу теплотворність, спекти смачний хліб їм у духовці не вдається?!, він є глевким і не має товарного вигляду. За показами газолічильника газу вони спожили більше, часу затратили також більше для отримання однакової маси хліба. Полум'я згорання цього газу має не голубе забарвлення, а жовтувате і інтенсивно шипить. На теплотворність природного газу суттєво впливає його вологість, яка є природною та може бути штучною, коли вміст водяної пари у природному газі чи збільшена концентрація води в газгольдерах задається людиною. Регулювання тиску і температури дозволяє у трубопроводах утримувати конкретну концентрацію «водяної пари», сумішей $C_nH_m \cdot 6H_2O$, тобто у формах знаходження газогідратів (по 6 молекул води, сорбованих на одній молекулі вуглеводневого газу), які зі спадом тиску чи ростом температури розпадаються на шість молекул води та одну молекулу, приміром, пропану. Якщо у природному газі є 4 % газогідрату пропану чи інших газогідратів, то зміною тиску та температури у сховищі можна отримати 24 % водяної пари, що приводить до пониження теплотворності природного газу (7 600 ккал/куб. м : 1,24 = **6 129,0** ккал/куб. м).

У 2017 році Україна імпортувала з Європи $14,1 \cdot 10^9$ м³ природного газу при тиску 60,0 бар. Відповідно до закону Бойля-Маріотта: $V_1 p_1 = V_2 p_2$ розрахунками показано, що якщо українським сім'ям виділити окреме газосховище, то цим газом вони будуть забезпечені протягом 67,68 років.

У підсумку теоретичними і експериментальними дослідженнями стверджено, що природний метан у надрах Землі синтезувався за одним і тим самим механізмом в абіогенних високотермобарних глибинних процесах, лише з дещо відмінним ізотопним складом Карбону і після міграції у земну кору нагромаджувався у вигляді покладів-родовищ нафти і газу, газовуглепородних масивах, «сланцевих» теригенних товщах тощо. Виходячи з цих передумов, пошуки родовищ-покладів вуглеводнів необхідно проводити відповідно до розроблених «нової технології визначення перспективи нафтогазоносності локальної площі», «фізико-хімічної моделі синтезу вуглеводнів і способу геохімічного пошуку їхніх покладів», «нової теорії синтезу і генезису вуглеводнів у літосфері Землі: абіогенно-біогенний дуалізм», тобто основу вирішення завдання оптимізації геологопошукових робіт мають складати новації фундаментальної геологічної і геохімічної науки. Особливо важливу роль вони відіграють у час пошуків нових нафтогазових родовищ на великих глибинах планети Земля, зокрема і у Західному нафтогазоносному регіоні України [17]. Згідно вказаної нової технології передусім необхідно знайти шляхи надходження-міграції вуглеводнів у породні розриви - вуглеводневі родовища, які сформувалися після тектоногенної активізації. З цією метою потрібно поновити пошукове параметричне буріння, побудувати нові свердловини. Буріння проводити в околі визначеного глибинного розриву. Міграція і нагромадження вуглеводнів в осадових товщах супроводжувалася розвитком у вміщуючих породах прожилково-вкрапленої мінералізації та цементації полікристалічних пухких порід з певним складом флюїдних включень у твердих тілах. Інтенсивність насичення прожилкових мінералів флюїдними включеннями і спектр речовинного складу останніх мають прямий зв'язок з характером і масштабом самих відкладів вуглеводнів. При цьому газо- і нафтогазонасиченість прожилків мінералів, зокрема карбонатів, на порядок і більше



СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»

вища від тих величин, які можна отримати аналізом породи з ореолів покладів, а речовинний склад флюїдних включень прожилкових мінералів більш повно характеризує поклад. Так, отриманими експериментальними результатами встановлено, що у 13,3 разів більша концентрація метану у кальциті тріщини з керна свердловини Саджавська – 1 (інтервал 3004 3009 м) порівняно з аналогічною – у материнській породі (алевроліті), яка вміщає цей кальцит (прожилкова мінералізація), свідчить про знаходження газового покладу в околі розглядуваної свердловини. Сказане підтверджується отриманими даними по розчинному та фазовому складу у включеннях в аргіліті, в якому в якому концентрація вуглеводнів більш як у 57 разів переважає їх вміст в алевроліті з інтервалу 3004 – 3009 м. Якщо виявлені вуглеводні ізольовані від вуглеводнів відомого Космачького газоконденсатного родовища, то є гарантія відкриття аналогічного родовища в радіусі 0,5 – 3,0 км з центром у цій свердловині.

Бориславський вузол родовищ вуглеводнів, які постійно поповнюються самими надрами планети Земля, що актуальне і для усіх інших нафтогазоносних регіонів, засвідчив необхідність застосування поданих вище нових фундаментальних рішень в практиці вирішення зазначених проблем і для нарощування енергетичного потенціалу держави та її сталого розвитку економіки і обороноздатності.

Отож, своєю працею в незалежній Україні я створив: - мас-спектрометричний метод вивчення летких сполук із включень у мінералах та із дефектів у різних породах; - два нові наукові напрямки в геології, отримав два патенти на «спосіб локального прогнозування збагачених ділянок золоторудних полів» та «спосіб визначення перспективи нафтогазо-носності локальної площі», оприлюднив п'ять статей на передбачувані наукові відкриття, тобто своєю працею отримав вагомі результати для розвитку геології і геохімії як фундаментальної науки, яка спосібна **встановлювати невідомі раніше, але об'єктивно існуючі закономірності, властивості та явища матеріального світу, які вносять докорінні зміни у рівень наукового пізнання.**

Список використаних джерел:

1. Сворень Й. М. Питання теорії генезису природних вуглеводнів та шляхи пошуку їх покладів //Тектогенез і нафтогазоносність надр України. – Львів, 1992. – С. 143–145.
2. Сворень И. М. Примеси газов в кристаллах минералов и других твердых телах, их способы извлечения, состав, форма нахождения и влияние на свойства веществ: автореф. дис. . канд. техн. наук: 04.00.02 / ИГГГИ АН УССР. – Львов, 1984. – 20 с.
3. Давиденко М.М., Сворень Й.М. Спосіб локального прогнозування збагачених ділянок золоторудних полів. «Промислова власність». Офіційний бюлетень. -1994, №3. - С.27.
4. Сворень Й. М., Давиденко М. М., Спосіб визначення перспективи нафтогазоносності локальної площі. Промислова власність. Офіційний бюлетень № 4, 1994, 2.45
5. Сворень Й.М., Давиденко М.М., Гаєвський В.Г., Крупський Ю.З. Перспективи термобарометрії і геохімії газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1994. - № 3-4 (88-89). – С. 54-63.
6. Сворень Й. М., Давиденко М. М. Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій //Доп. НАН України. – 1995. – № 9. – С. 72–73.
7. Сворень Й. М., Калюжний В. А. Явище відсутності молекулярного водню у надрах планети Земля (ч.ч.1,2). Геохронологія та рудоносність докембрію та фанерозою (до 110 річниці від дня народження академіка АН УРСР Семененка Миколи Пантелеймоновича): збірник тез доповідей наукової конференції з міжнародною участю (Київ, 17–18 листопада 2015 р.). – Київ, 2015. – С. 22–23, С. 24–26.
8. Сворень Й. М., Наумко І. М. Нова теорія синтезу і генезису природних вуглеводнів: абіогенно-біогенний дуалізм // Доп. НАН України. – 2006. – № 2. – С. 111–116.



9. Сворень Й.М. Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій: природа вугільного метану // Уголь Украины.-2008.-№ 8 (620). - С. 42-46).

10. Svoren' J. M. Subsoil Natural Physico-chemical Reactor: The Property of Deep Abiogenic Methane-Containing High-Thermobaric Fluid to Form Coal Seams. Journal of Geological Resource and Engineering 9 (2021)25-28 doi:10.17265/2328-2193/2021.01.003.

11. Сворень Й. М. Надра Землі – природний фізико-хімічний реактор: різна хімічна властивість ізотопів вуглецю у природних процесах синтезу різних сполук. Проблеми геології фанерозою України : Матеріали X Всеукраїнської наукової конференції (до 95-річчя кафедри історичної геології та палеонтології і 120-річчя від народження Северина Івановича Пастернака (Львів, 9–11 жовтня 2019 р.). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – С. 64–67.

12. Svoren' J. M. Various Chemical Properties of Carbon Isotopes in Natural Synthesis of Different Compounds. Journal of Geological Resource and Engineering 8 (2020) 20-23 doi:10.17265/2328-2193/2020.01.002.

13. Сворень Йосип. Надра Землі – природний фізико-хімічний реактор: схема утворення кристалів діаманта // Моделі утворення алмазу та його корінних родовищ. Перспективи алмазоносності Українського щита і суміжних територій : Збірник тез Міжнародної наукової конференції (Київ, 11–13 вересня 2012 р.). – Київ: ТОВ ЦП “КОМПРИНТ”, 2012. – С. 169–171.

14. Svoren' J. M. Subsoil Natural Physiko-Chemikal Reactor: Regularity of Natural Processes of Synthesis of Perfect Diamond Crystals. Journal of Geological Resource and Engineering 8 (2020) 133-136 doi:10.17265/2328-2193/2020.04.005.

15. Сворень Й. М. Явище утворення природних вуглеметанів під дією абіогенного метановмісного високотермобарного глибинного флюїду // Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи (матеріали II міжнародної наукової конференції). - Київ (6 – 8 вересня 2017 року). - С. 225 – 229.

16. Сворень Й. Про новий підхід до визначення теплотворності природного газу, який постачають споживачам та його кубометробарометрію) // Геологія і геохімія горючих копалин. - 2019. - № 2 (179). С. 84–89.

17. Сворень Й., Наумко І. Бориславське вуглеводневе родовище: **проблеми для роздумів.** Міжнародна науково-практична конференція «Стан, проблеми та перспективи нафтогазової промисловості України». Збірник тез доповідей 7-9 вересня 2012 р. Львів. Видавництво Львівської політехніки 2012. С. 16.



**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ»
НАУКОВЕ ВИДАННЯ**

ТОМ 2

**СЬОМА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
"НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ.
ПЕРСПЕКТИВИ ІНВЕСТИВАННЯ"**

Україна, м. Львів, 2021 р.

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Літературний коректор: Бала Г.Р.
Технічний редактор: Бала Г.Р.
Компютерна верстка: Біляк Д.А.

ЗА ПІДТРИМКИ

PROEKT
BUD



HOPDIK-BUD



ГОРИЗОНТИ
бурова компанія



НАФТОГАЗ

ТЕК



AVELLANA
GOLD



ГЕО-КРАТОН



FERREXPO
Poltava Mining



VESCO



Геопроект



AGENCY OF PUBLIC COMMUNICATIONS
Perfect PR



K-MINE
REACH NEW LEVEL

ГЕОЛОГІЧНА
ІНВЕСТИЦІЙНА
ГРУПА

