

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ

Кафедра *екології*

допускається до захисту

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

(підпис)

к.б.н., доцент Петро ХІРІВСЬКИЙ

наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(рівень вищої освіти)

на тему «Екологічна оцінка доцільності використання свердловини № 5 на Рудківському газовому родовищі для повернення супутніх пластових вод та розробка заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища»

Виконав студент групи Еко-61

спеціальності 101 «Екологія»

Друзюк Василь Остапович

Керівник Тетяна ДАЦКО

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2024

**Міністерство освіти і науки України**  
**Львівський національний університет природокористування**  
**Факультет агротехнологій та екології**  
**Кафедра екології**  
**Рівень вищої освіти «Магістр»**  
**Спеціальність 101 «Екологія»**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

## **ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу студенту

Друзюку В. О.

1. Тема роботи: **«Екологічна оцінка доцільності використання свердловини № 5 на Рудківському газовому родовищі для повернення супутніх пластових вод та розробка заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища»**

Керівник кваліфікаційної роботи: Дацко Тетяна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету від \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 02 грудня 2024 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, нормативні документи, методики виконання лабораторних досліджень

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

1. Огляд літератури

1.1 Екологічні аспекти технології видобутку та підготовки газу

1.2 Поняття супутніх пластових вод та технології їх знешкодження

1.3 Аналіз нормативно-правової бази технології повернення СПВ у надра

2 Умови та об'єкт досліджень

2.1 Фізико-географічна і кліматична характеристика регіону дослідження

2.2 Рудківське газове родовище: огляд

2.3 Характеристика поглинальної свердловини

3 Результати досліджень

3.1 Загальна характеристика процесу повернення СПВ на Рудківському газовому родовищі

3.2 Аналіз впливу процесу повернення СПВ у надра на якість ґрунту

3.3 Забруднення поверхневих і підземних вод

3.4 Вплив на повітряне середовище

3.5 Санітарно-захисна зона поглинальної свердловини

3.6 Аналіз впливу на рослинний і тваринний світ

3.7 Комплексне дослідження впливу на природне середовище з описом залишкових ефектів

3.8 Дослідження соціальних ризиків, пов'язаних з утилізацією СПВ

3.9 Система заходів забезпечення відповідності стану природного середовища встановленим нормам та правилам

4 Охорона праці та захист населення

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки

4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Висновки

Бібліографічний список

5. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Дацко Т.М., доцент кафедри екології			
4	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 14 жовтня 2023 р.

Календарний план

№п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання вступу та розділу «Огляд літератури»	14.10.23-31.03.24	
2	Написання розділу «Об'єкт, умови та методи досліджень»	01.04.24-31.05.24	
3	Написання розділу «Результати досліджень»	01.06.24-30.09.24	
4	Написання розділу «Охорона праці», формулювання висновків за результатами проведених досліджень, укладання списку використаних джерел	01.10.24-02.12.24	

Студент \_\_\_\_\_ Василь ДРУЗЮК  
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Тетяна ДАЦКО  
(підпис)

## УДК 504.06:628.5

Екологічна оцінка доцільності використання свердловини № 5 на Рудківському газовому родовищі для повернення супутніх пластових вод та розробка заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища. Друзюк В. О. Кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Дубляни, Львівський НУП, 2024.

67 стор. текст. част., 5 табл., 4 рис., 40 джерел.

Розкрито питання проблем утворення відходів нафтогазовидобувної галузі. З'ясовано теоретичні аспекти доцільності повернення небезпечних для довкілля супутніх пластових вод у виснажений розробкою горизонт. Проведений аналіз нормативно-правової бази технології повернення супутньо-пластових вод у надра.

Обґрунтовано сумісність супутніх пластових вод і пластових вод поглинаючого горизонту законсервованої свердловини № 5 на Рудківському газовому родовищі. Наведена технологічна схема процесу повернення супутніх пластових вод у надра. Розглянуто ймовірні процеси забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, проаналізовано акустичне забруднення в процесі здійснення технологічних операцій. Проведена оцінка впливу на рослинний і тваринний світ, навколишнє соціальне середовище. Обґрунтовано розмір санітарно-захисної зони поглинальної свердловини. Наведені заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища та його екобезпеки.

Розроблено питання охорони праці та захисту населення в надзвичайних ситуаціях на Рудківському газовому родовищі.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>9</b>
1.1 Екологічні аспекти технології видобутку та підготовки газу.....	9
1.2 Поняття супутніх пластових вод та технології їх знешкодження.....	11
1.3 Хімічні аспекти доцільності повернення супутніх пластових вод у надра.....	16
1.4 Аналіз нормативно-правової бази технології повернення супутньо-пластових вод у надра.....	18
<b>2 УМОВИ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	<b>23</b>
2.1 Фізико-географічна і кліматична характеристика району розташування Рудківського газового родовища.....	23
2.2 Рудківське газове родовище: огляд.....	26
2.2.1 Загальна інформація.....	26
2.2.2 Гідрогеологічна характеристика.....	28
2.3 Характеристика поглинальної свердловини.....	30
<b>3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	<b>33</b>
3.1 Загальна характеристика процесу повернення супутніх пластових вод на Рудківському газовому родовищі.....	33
3.1.1 Фізико-хімічна характеристика супутніх пластових вод.....	33
3.1.2 Обґрунтуванням сумісності супутніх пластових вод і пластових вод поглинаючого горизонту.....	34
3.1.3 Технологічний процес повернення супутніх пластових вод у видобувні горизонти.....	38
3.2 Аналіз впливу процесу повернення супутніх пластових вод у надра на якість ґрунтового середовища.....	39
3.3 Забруднення поверхневих і підземних вод.....	40

3.4 Вплив технологічного процесу повернення СПВ у надра на повітряне середовище.....	41
3.4.1 Виділення забруднюючих речовин в атмосферу.....	41
3.4.2 Аналіз рівнів акустичного забруднення.....	43
3.5 Санітарно-захисна зона поглинальної свердловини.....	43
3.6 Аналіз впливу технології повернення СПВ у надра на рослинний і тваринний світ.....	48
3.7 Комплексне дослідження впливу на природне середовище з описом залишкових ефектів.....	48
3.8 Дослідження соціальних ризиків, пов'язаних з утилізацією СПВ.....	50
3.9 Система заходів забезпечення відповідності стану природного середовища встановленим нормам та правилам.....	51
3.9.1 Захист ґрунтового середовища.....	52
3.9.2 Заходи з охорони і раціонального використання водних ресурсів...	52
3.9.3 Захист повітряного середовища.....	53
3.9.4 Комплекс дій у випадку аварійних ситуацій.....	54
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....</b>	<b>55</b>
4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	55
4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на Рудківському газовому родовищі.....	56
4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	60
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>62</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....</b>	<b>64</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** В процесі проведення розвідувального буріння й експлуатації газових родовищ накопичується величезна кількість шкідливих для довкілля відходів, серед яких бурові і тампонажні розчини, стічні та супутні пластові води. Вони характеризуються високою концентрацією розчинних солей, значним вмістом органічних речовин та механічних мінеральних домішок [36, 39]. Через це їх не можна скидати у поверхневі води чи водоносні горизонти ґрунтових вод. Традиційні методи складування або очищення таких відходів вже не задовольняють потреби сьогодення. Найбільш ефективним способом захоронення цих відходів є повернення у виснажені поклади тих горизонтів, звідки вони були отримані [18, 37, 40].

Спосіб повернення супутніх пластових вод (СПВ) у надра – це найефективніший спосіб утилізації цих вод. Така практика є невід’ємною частиною єдиного та нерозривного технологічного процесу експлуатації газових і газоконденсатних родовищ із замкненим циклом за принципом безвідходної енергозберігаючої технології, яка забезпечує захист поверхні землі (ґрунтів), водного середовища від високо мінералізованих пластових вод, частково компенсуючи гідродинамічну рівновагу, яка була порушена при видобутку нафти та газу [4, 17].

Багаторічний досвід застосування технології повернення супутніх пластових вод в Україні та світі підтверджує її ефективність та екологічну доцільність [23, 37, 39]. Чисельні дослідження демонструють, що цей метод дозволяє: зменшити обсяги скидів забруднених вод у поверхневі водойми на десятки відсотків; підвищити ефективність видобутку вуглеводнів за рахунок підтримання пластового тиску; зменшити негативний вплив на довкілля.

Повернення супутньо-пластових вод нафтогазових родовищ до підземних горизонтів здійснюється у свердловини. Їх конструкція повинна відповідати усім вимогам охорони надр та навколишнього середовища щодо поглинальних свердловин при поверненні супутніх пластових вод у надра.

При цьому має бути гарантовано безпечно для навколишнього середовища повернення СПВ у надра нафтогазоконденсатних родовищ по усій технологічній схемі від об'єкта збору і підготовки СПВ до привибійної зони поглинаючого пласта і дотримання нормативних параметрів хімічного складу [6, 34, 35].

Таким чином, використання законсервованих свердловин для повернення супутніх пластових вод є екологічно обґрунтованим рішенням. Однак, ефективність цього методу залежить від багатьох факторів, таких як геологічні умови родовища, склад супутніх пластових вод, технологічні особливості виробництва. Тому для кожного конкретного випадку необхідно проводити детальні дослідження та розробляти індивідуальні схеми повернення такого типу відходів газового видобутку.

**Метою дослідження**, що стало основою представленої кваліфікаційної роботи, є екологічне обґрунтування доцільності використання законсервованої свердловини № 5 на Рудківському газовому родовищі для повернення супутньо-пластових вод сусідніх родовищ регіону у виснажений розробкою горизонт з розробкою заходів щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища.

Для досягнення мети необхідним було вирішення низки **завдань**:

1. Розглянути гідрогеологічні особливості Рудківського газового родовища та провести аналіз поглинальної свердловини з точки зору можливості її використання для повернення СПВ;
2. З'ясувати фізико-хімічні властивості СПВ газових родовищ Прикарпатського прогину та обґрунтувати їх сумісність з пластовими водами поглинаючого горизонту;
3. Проаналізувати технологічний процес повернення СПВ у видобувні горизонти;
4. Здійснити екологічну оцінку впливу процесу повернення СПВ у надра на якість ґрунту, вод, повітря, рослинний і тваринний світ та соціальне середовище;



5. Обґрунтувати розмір санітарно-захисної зони поглинальної свердловини;
6. Розробити комплекс заходів забезпечення відповідності стану природного середовища встановленим нормам та правилам.

**Об'єкт дослідження:** законсервована свердловина № 5 на Рудківському газовому родовищі, що пропонується для повернення супутньо-пластових вод.

**Предмет дослідження:** чинники та процеси, що визначають екологічну прийнятність захоронення супутньо-пластових вод сусідніх родовищ регіону у виснажений розробкою горизонт.

**Методи дослідження:** порівняльний метод (шляхом зіставлення досліджуваного об'єкта з аналогами встановлено його особливості та відмінності); системний підхід (дозволив оцінити взаємозв'язки між різними компонентами навколишнього середовища та прогнозувати можливі наслідки антропогенного впливу); методи прикладної екології (для оцінки екологічної безпеки інженерних рішень на етапі проектування та будівництва); моніторинг навколишнього середовища (забезпечив отримання даних про поточний стан природних систем та оцінку ефективності вжитих заходів).

**Наукова новизна роботи** полягає у створенні концепції поводження із відходами газовидобування, що дозволяє забезпечити нормативний стан навколишнього природного середовища.

**Практична значимість роботи.** При реалізації запропонованої технології, знижується негативний вплив на навколишнє середовище супутньо-пластових вод, зникає необхідність у спорудженні виробничо-інфраструктурних комплексів для їх зберігання, оптимізуються виробничі процеси, досягається збереження водних та геологічних ресурсів.

**Апробація результатів дослідження.** Результати проведених теоретичних та практичних досліджень презентувались, обговорювались та були схвалені на Міжнародному студентському науковому форумі «Студентська молодь і науковий прогрес в АПК» (Львів-Дубляни, 02-04 жовтня 2024 р.).

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Екологічні аспекти технології видобутку та підготовки газу

Природний газ є важливим енергоносієм, який використовують для обігріву, виробництва електроенергії та в промислових процесах.

Родовища горючих газів поділяють на власне газові, в яких окрім газових сумішей відсутні інші корисні копалини; газонафтові, де газоподібні вуглеводні або розчинені в нафті, або формують «газову шапку» над нафтовим покладом; газоконденсатні, у яких газ збагачений рідкими вуглеводнями [4].

Технологія видобутку горючих газів включає їх видобування з землі, збір, облік, підготовку до транспортування споживачу [36].

Газ, як і нафту, видобувають традиційно з землі через мережу свердловин. Оскільки він знаходиться в земних надрах під високим тиском, для його добування застосовують, як правило, фонтанний спосіб. Щоб газ почав надходити на поверхню, досить відкрити свердловину, вертикально пробурену в газоносному пласті. Потім газ видобувають з підземних резервуарів, де він накопичується. З метою уникнення руйнування свердловини на голівці свердловини встановлюють штуцер (місцеве звуження труби), обмежуючи надходження газу. Розробка газового покладу триває 15-20 років, за цей час видобувається 80-90 % запасів.

Метод гідророзриву пласта дозволяє досягнути збільшення продуктивності свердловин шляхом закачування під високим тиском великих об'ємів води, змішаної з хімічними реагентами. Це дозволяє створити тріщини в гірських породах, звідки газ легше витікає [30].

Видобуток газу з морських родовищ на шельфі включає буріння свердловин на морському дні. Цей метод є складним та дорогим, але він надає доступ до значних запасів газу [4].

Видобуток газу з вугільних пластів включає вилучення метану, що знаходиться в порах вугілля. Це більш екологічний метод, оскільки метан,

видобутий таким чином, не потрапляє в атмосферу [36].

Добутий зі свердловини газ готують до транспортування. Ця технологія включає видалення механічних домішок, водяної пари, важких вуглеводнів, у разі необхідності – очищення від сірковмісних сполук [15].

Транспортування газу на великі відстані, де традиційні трубопроводи недоступні, вимагає зрідження природного газу, що передбачає перетворення природного газу в рідкий стан при дуже низьких температурах [4].

З розвитком технологій видобутку газу, збільшується його доступність, але одночасно виникають екологічні виклики [5, 20].

Хоча природний газ є менш вуглецевим, ніж вугілля та нафта, його видобуток і транспортування все одно супроводжується викидами метану, потужного парникового газу. Неконтрольовані витоки метану з свердловин і трубопроводів сприяють глобальному потеплінню.

Гідророзрив пласта використовує велику кількість води, що може призвести до зменшення запасів прісної води в регіоні. Крім того, хімічні речовини, що використовуються в процесі, можуть забруднити підземні води. Використання гідророзриву пласта може спричинити індуковані землетруси. Хоча такі землетруси зазвичай невеликі, вони можуть завдати шкоди інфраструктурі та природним середовищам.

Будівництво інфраструктури для видобутку газу може порушувати природні екосистеми та біорізноманіття. Зокрема, шельфові проекти можуть мати негативний вплив на морське життя.

Розвідувальне буріння та експлуатація газових родовищ супроводжуються утворенням значних об'ємів відходів, до складу яких входять бурові та тампонажні розчини, а також пластові води. Ці відходи характеризуються високою концентрацією розчинних солей, органічних речовин та мінеральних домішок, що робить їх небезпечними для довкілля [10]. Через високу токсичність та забруднюючі властивості, такі відходи не можуть бути скинуті у водойми або захоронені у ґрунті. Існуючі методи утилізації, такі як створення спеціальних сховищ, вимагають значних площ та

не гарантують повну безпеку [39].

Технології видобутку газу постійно розвиваються, дозволяючи доступ до нових запасів та підвищуючи ефективність видобутку. Однак, зростання обсягів видобутку газу ставить перед суспільством важливі екологічні виклики. Необхідно знайти баланс між потребою в енергії та збереженням довкілля. Розробка та використання передових технологій моніторингу, зменшення витоків метану та впровадження більш екологічно чистих методів видобутку можуть допомогти мінімізувати негативний вплив на природу.

## **1.2 Поняття супутніх пластових вод та технології їх знешкодження**

Супутня пластова вода – це складний природний розчин з високим вмістом солей. Утворюється як побічний продукт при видобутку газу, конденсату та нафти. СПВ складаються з пластових вод водонасиченої частини продуктивного горизонту, а також контурних і підшовних пластових вод, які підпирають поклад і надходять у газonosні поклади із зниженням тиску [10, 16].

Згідно з дослідженнями І. М. Фика, А. В. Пукіша та інших науковців, пластові води характерні для видобутку більшості нафтогазових родовищ, адже є типовим супутником нафти та газу (рис. 1.1). Крім родовищ, де нафта і вода залягають в одному пласті, існують також суто водonosні горизонти. У нафтогазових покладах вода може займати різні положення: по краях родовища (контурні води), під родовищем (підшовні), між різними шарами нафти або газу (проміжні) тощо.

Пластова вода в нафтових і газових покладах може бути присутньою не лише в самій водній зоні, але й у нафтовій та газовій зонах, насичуючи разом з нафтою і газом продуктивні породи покладів. Цю воду називають залишковою, зв'язаною або похованою. Її кількість визначається коефіцієнтом водонасиченості, який показує частину порового простору колектора, заповненого водою. Вміст зв'язаної води в породах нафтових покладів може

становити від часток одного відсотка до 70 % об'єму пор. У більшості колекторів вміст зв'язаної води приблизно 20-30 %. Наприклад, у Шебелинському газоконденсатному родовищі вміст зв'язаної води в колекторах коливається в межах 20-70 % [16].

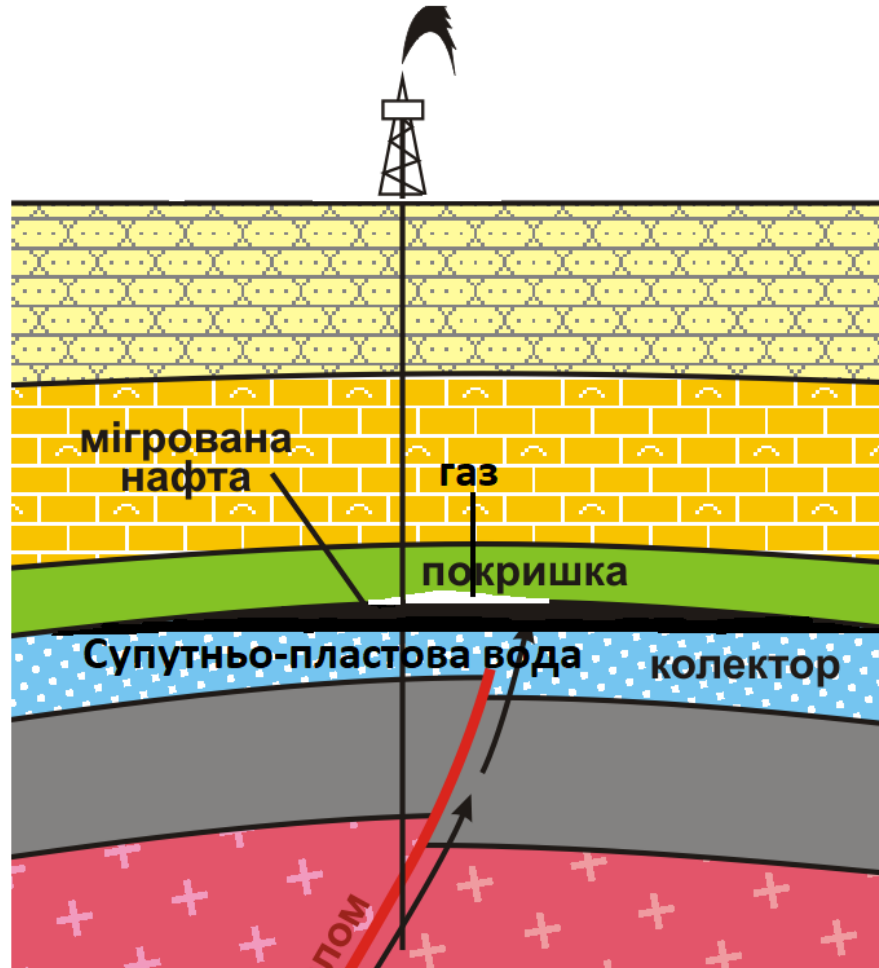


Рисунок 1.1 – Супутні пластові води нафтогазових родовищ [10]

Основні фізико-хімічні показники пластових вод охоплюють такі їх властивості: питома густина ( $\text{г/см}^3$ ), мінералізація ( $\text{мг/дм}^3$ ), вміст завислих речовин та нафтопродуктів ( $\text{мг/дм}^3$ ), сумісність з основною породою покладу та пластовою водою, наявність сульфатвідновлюючих бактерій, корозійна агресивність ( $\text{мм/рік}$ ) тощо [33]. Є дослідження, що вказують на присутність у пластових водах у різних кількостях органічних речовин (диспергована нафта), загальних розчинених твердих речовин, аміаку, бору, важких металів тощо [39]. Мінералізація СПВ становить 1-250 г/л, питома вага 1,0-1,15  $\text{г/см}^3$ . Пластова вода містить нафту (розчинену і нерозчинену) [4].

Супутні пластові води у цілому можна розглядати як гідромінеральну сировину, оскільки вони містять низку цінних компонентів [19]. В Україні СПВ поки не знайшли використання у жодній галузі промисловості через неможливість або економічну недоцільність вилучення цінних компонентів сучасними технологіями. Так як СПВ не виконують ніякої технологічної ролі, виникає необхідність їх утилізації при підготовці вуглеводневої сировини [36].

Компоненти СПВ, загалом, є шкідливими для навколишнього середовища. Сучасні хімічні та біохімічні методи не здатні очистити ці води до гранично допустимих концентрацій. За таких умов СПВ не можна скидати на поверхню ґрунту або у відкриті водоймища.

У нафтогазовій галузі України невирішеною є проблема поводження із супутньо-пластовими водами. Основна кількість українських нафтогазових родовищ знаходиться на завершальній стадії експлуатації. Відтак обсяги видобутку супутньо-пластових вод зростають. Згідно зі статистичними даними середньорічний видобуток СПВ складає 10-12 млн м<sup>3</sup>. Типовою для гірничодобувної галузі України є практика повернення СПВ у підземні горизонти, використання у системі підтримки пластового тиску чи в інших технологічних операціях, зокрема глушіння, консервація чи капітальний ремонт свердловин [26].

Мінімізувати техногенний вплив на геологічне середовище і довкілля при розробці газових родовищ дозволяє технологічна новинка: захоронення СПВ шляхом повернення у виснажені поклади тих горизонтів, звідки вони були отримані.

Фахівці УкрНДІГаз ще за радянської доби розробили й випробували схему підземного захоронення супутніх пластових вод на Опарському родовищі. Впродовж дворічного періоду в один з поглинальних горизонтів було повернуто 10,074 тис. м<sup>3</sup> СПВ із газових та газоконденсатних родовищ центральної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину [16].

Повернення супутніх пластових вод у надра є ефективним методом запобігання забрудненню довкілля. Ця технологія, яка передбачає закачування

високомінералізованої пластової води з нафтових свердловин назад у геологічні формації, з'явилася ще на початку минулого століття в США, на нафтогазових промислах Пенсильванії та інших регіонів. Крім того, в 30-х роках ХХ століття у США почали закачувати воду в нафтові пласти для підтримки тиску, що дозволяло видобути більше нафти [39]. На сьогодні метод повернення СПВ у надра широко застосовується у багатьох країнах світу.

Окрім захоронення супутніх пластових вод у підземні горизонти, в минулому широко застосовувалися такі методи утилізації СПВ, як скидання у відкриті земляні сховища та спалювання [4, 17, 40].

Однак, скидання СПВ у відкриті земляні сховища виявилось неефективним та шкідливим для довкілля, оскільки призводило до забруднення повітря шкідливими випарами, забруднення ґрунтових вод та ґрунтів солями, а також до концентрації шкідливих речовин.

Термознешкодження СПВ, хоча й дозволяло знищити органічні забруднення, було енергоємним та призводило до додаткових викидів шкідливих речовин в атмосферу. На одному із газосховищ України спалювання СПВ із використанням термопечей чи газових факельних установок реалізовувалось ще з часів радянської доби протягом багатьох років і аж до недавнього часу [16]. Лише в останні роки в Україні та багатьох інших країнах світу все більше уваги приділяється методам закачування СПВ у підземні горизонти, що є більш екологічним та ефективним рішенням.

З огляду на суттєві екологічні ризики, пов'язані з іншими методами утилізації супутніх пластових вод, їхнє повернення у надра слід розглядати як єдиний правильний і виважений підхід, який дозволяє зберегти довкілля та мінімізувати негативний вплив на природні ресурси.

Повернення СПВ у надра здійснюється через глибокі свердловини, які надійно ізольовані від навколишнього середовища [37]. Це дозволяє уникнути забруднення ґрунтових вод та атмосфери. Крім того, такий підхід сприяє підтриманню тиску в пласті та підвищує ефективність видобутку вуглеводнів. Використання існуючої інфраструктури нафтогазової галузі для закачування

СПВ є економічно вигідним рішенням.

Конструкція обв'язки гирла поглинальної свердловини, призначеної для повернення супутніх пластових вод у надра, повинна відповідати найвищим стандартам безпеки та ефективності. Базуючись на світовому досвіді експлуатації подібних свердловин в нафтогазовій галузі, рекомендується використовувати трійникову конструкцію фонтанної арматури з двома боковими засувками та однією корінною. Такий тип конструкції робить обв'язку гирла компактною, технологічно і екологічно більш безпечною [4].

Трійникова конструкція дозволяє розмістити всі необхідні елементи обв'язки на невеликій площі, що спрощує монтаж та обслуговування, забезпечує високий рівень безпеки, мінімізуючи ризик витоків та аварій. Для виготовлення труб використовується спеціальна корозійностійка сталь, здатна витримувати агресивне середовище пластових вод. Найбільш інтенсивні корозійні процеси відбуваються в нижній частині свердловини, проте завдяки використанню високоякісних матеріалів, це не впливає на загальну надійність системи. Конструкція розрахована на робочий тиск  $125 \text{ кгс/см}^2$ , що з запасом покриває типові умови експлуатації. Додатковий запас міцності у  $250 \text{ кгс/см}^2$  забезпечує додаткову безпеку та надійність системи.

Перед початком введення свердловини в експлуатацію проводять її попередні випробування. Ці випробування включають нагнітання СПВ в дослідних режимах та проведення геофізичних досліджень. Мета таких досліджень – точно визначити інтервали, куди закачується вода, перевірити якість перфорації обсадної колони та оцінити загальний стан свердловини. Результатом цих випробувань є отримання так званих «еталонних параметрів». Це конкретні значення тиску на гирлі свердловини та об'єму закачаної води за одиницю часу, які вважаються оптимальними для даної свердловини. Під час подальшої експлуатації свердловини ці параметри постійно контролюються. Будь-які відхилення від еталонних значень можуть свідчити про зміну технічного стану обладнання або про якісь проблеми в пласті [36].



Завдяки процесу повернення супутніх пластових вод у поглинальні свердловини підтримується оптимальний пластовий тиск. Концентрація СПВ біля свердловин забезпечує надійне захоронення. Використання виснажених горизонтів для створення таких систем є екологічно безпечним рішенням. Цей метод не тільки мінімізує ризик виникнення надзвичайних ситуацій, але й дозволяє суттєво знизити витрати на утилізацію такого типу відходів нафтогазової галузі [21, 22].

Тому, повернення СПВ у надра є найефективнішим способом поводження з цими водами, який відповідає вимогам законодавства щодо охорони надр та навколишнього середовища. Цей метод необхідно розглядати як відновлення природного середовища геологічного об'єкта без суттєвої зміни хімічного складу води. Всі інші способи очищення чи знешкодження СПВ скоріше є технологіями опріснення.

### **1.3 Хімічні аспекти доцільності повернення супутніх пластових вод у надра**

Повернення СПВ у вихідні геологічні горизонти є ефективним методом утилізації, за умови збереження природної хімічної рівноваги цих горизонтів. Перед закачуванням необхідно провести підготовку вод, яка включає в себе корекцію рН, зниження вмісту сульфатів, завислих речовин, заліза у феричній формі, нафтопродуктів та вільної вуглекислоти до рівня, що не шкодить довкіллю.

Рівень кислотності супутніх пластових вод, який характеризується концентрацією водневих іонів (рН), не повинен перевищувати природний показник пластових вод поглинального горизонту, що зазвичай коливається в межах 5-8 одиниць. Що стосується сульфат-іонів, то їх гранична концентрація в СПВ визначається індивідуально для кожного конкретного поля закачування. Це пов'язано з тим, що утворення осаду гіпсу залежить від добутку активностей іонів кальцію та сульфату, який є характерною константою для кожного

геологічного середовища [24].

Вміст заліза у супутніх пластових водах зазвичай відповідає вмісту заліза у пластових водах поглинального горизонту і не залежить від загальної мінералізації. Закисне залізо є агресивним компонентом, який сприяє корозії металевих конструкцій. Використання інгібіторів корозії може знизити швидкість корозії приблизно на третину. Контакт закисного заліза з киснем призводить до утворення окисного заліза, яке є основною причиною кольматації поглинального пласта. Для запобігання кольматації необхідно зменшити вміст окисного заліза в СПВ до допустимих значень шляхом механічної очистки (відстою та фільтрації). Оскільки закисне залізо не бере участі у процесі кольматації, його присутність в очищеній воді не є критичною [25].

Одним з основних забруднювачів, які підлягають очищенню, є нафта та її похідні (смоли, асфальтени). Для очищення вод від цих речовин використовують спеціальні очисні споруди. Найпоширенішим методом в Україні є динамічне відстоювання у резервуарах. Під час цього процесу нафта спливає на поверхню води, утворюючи плівку, яка може частково захоплювати з собою глинисті частинки. Частина нафти та глинисті суспензії осідають на дно резервуара, а решта залишається у завислому стані. Зазвичай, така очистка дозволяє знизити вміст нафти та нафтопродуктів у воді до 30-50 мг/дм<sup>3</sup> [17].

Всі пластові води в українських родовищах містять агресивну речовину – вільну вуглекислоту. Її кількість може значно варіюватися від 50 до 700 мг/дм<sup>3</sup>. Найінтенсивніші корозійні процеси спостерігаються у верхніх шарах земної кори, зокрема на глибинах від поверхні до 500 метрів. Зі збільшенням глибини тиск зростає, що призводить до зменшення виділення вуглекислоти та, відповідно, уповільнення корозійних процесів. На глибинах 1560-2300 метрів корозія стає значно менш інтенсивною [40].

Супутні пластові води (СПВ) зазнають додаткового забруднення під час видобутку газу або нафти. Це відбувається внаслідок додавання різних хімічних реагентів, таких як інгібітори гідратуутворення та корозії,

поверхнево-активні речовини, а також внаслідок зношування обладнання та потрапляння до води продуктів корозії та нафтопродуктів. Незважаючи на значну кількість домішок, інгібітор корозії не впливає на основні фізико-хімічні характеристики СПВ [25].

Метанол, незважаючи на високу розчинність у воді, не вступає в хімічні реакції з мінеральними солями, що містяться в пластових водах. Таким чином, він не змінює хімічний склад цих вод. Згідно з чинними нормативними документами (СН 433-79), стічні води, що містять метанол та діетиленгліколь, можуть бути закачані в пласт або утилізовані шляхом спалювання [31]. Відсутні жорсткі обмеження на вміст цих речовин у супутніх пластових водах, що повертаються в надра. Сучасні технології закачування СПВ, що містять метанол або діетиленгліколь, забезпечують високий рівень екологічної безпеки та дозволяють запобігти забрудненню довкілля.

Завислі речовини в супутньо-пластових водах є неоднорідними за своїм походженням. Частина цих домішок мігрує з продуктивних пластів разом з видобутою рідиною. Проте, значна частина зависей формується внаслідок окислення заліза, що міститься у воді. Залежно від хімічного складу, завислі речовини класифікують на мінеральні (пісок, глини, гідроксиди заліза тощо) та органічні (нафтопродукти, рештки хімічних реагентів) [36]. Така різноманітність складу зумовлює складність очищення СПВ.

Нормативні вимоги до СПВ значною мірою залежать від геологічних характеристик пласта, куди їх закачують. Зокрема, пористість, проникність та тріщинуватість колектора суттєво впливають на складність підготовки СПВ до закачування. Чим вищі ці параметри, тим менше зусиль потрібно для підготовки води до закачування.

#### **1.4 Аналіз нормативно-правової бази технології повернення супутньо-пластових вод у надра**

В Україні повернення супутньо-пластових вод у надра визнано найбільш

раціональним та екологічно безпечним методом управління цими відходами [10]. На відміну від інших способів очистки та знешкодження, цей метод сприяє досягненню замкнутого циклу виробництва, забезпечуючи збереження природних ресурсів та мінімізуючи негативний вплив на довкілля. Такий підхід не лише відповідає вимогам природоохоронного законодавства, а й стимулюється державою. Згідно із ст. 48 Закону України Про охорону навколишнього природного середовища, підприємства, які впроваджують сучасні природоохоронні технології, мають право на додаткові інвестиції, кредити та податкові пільги [13]. Таким чином, повернення СПВ є не лише екологічним обов'язком, а й економічно вигідним рішенням.

У Правилах охорони підземних вод вказується що умови повернення супутньо-пластових вод нафтогазових родовищ до підземних горизонтів визначаються Водним кодексом України [38].

У Водному кодексі України в статті 1 наводиться визначення СПВ: «вода супутньо-пластова – вода, що піднімається на поверхню разом з нафтою і газом під час їх видобування» [6].

В статті 72 Водного кодексу України вказано, що суб'єкти з видобутку нафти і газ мають забезпечити повернення супутньо-пластових вод нафтогазових родовищ до підземних горизонтів згідно з умовами, встановленими державними адміністраціями з питань охорони навколишнього природного середовища [6].

Стаття 75 Водного кодексу України регламентує повернення СПВ нафтогазових родовищ до підземних горизонтів. Захоронення високомінералізованих вод, як побічного продукту нафтогазового видобутку, здійснюється за спеціально розробленими технологічними проектами, які обов'язково погоджуються з державними органами, відповідальними за охорону довкілля [6].

Однак українським законодавством не передбачено проведення процедури оцінки впливу на довкілля при поверненні супутніх пластових вод до підземних горизонтів [38]. Адже в Законі України Про ОВД вказано, що

оцінці не підлягають види діяльності та об'єкти, не вказані в статті 3, зокрема діяльність щодо повернення супутніх пластових вод.

Окрім СПВ з нафтогазових родовищ, певна кількість високомінералізованих вод утворюється при експлуатації підземних сховищ газу. Останні переважно створені на базі виснажених газових і газоконденсатних родовищ або штучно створені у водоносних структурах.

Відтак у нормативній базі України інформації щодо врегулювання поводження з СПВ підземних нафтогазових сховищ немає. У статтях 72 та 75 Водного кодексу відсутні будь-які умови повернення супутніх пластових вод підземних сховищ газу. Ці сховища, як правило, облаштовані у виснажених покладах газових родовищ, і при відборі газу на поверхню виноситься вода, яку необхідно повертати до підземних горизонтів за аналогією, очевидно, із СПВ нафтогазових родовищ.

Згідно з Правилами розробки нафтових і газових родовищ, повернення супутньо-пластових вод та захоронення інших рідких відходів у надрах здійснюється виключно в рамках чинного законодавства та відповідних нормативних документів. Дозволяється повернення очищених СПВ в межах іншої нафтогазоносною ділянки за умови попереднього узгодження з власником цієї ділянки. При цьому якість води повинна відповідати встановленим вимогам. Порядок таких операцій визначається технологічними проектами, які розробляються з урахуванням вимог Водного кодексу України. Правила визначають, що повна утилізація СПВ передбачає їхнє повернення в продуктивні пласти для підтримання тиску або закачування в інші підземні горизонти. При видобутку на шельфі скидання СПВ у морське середовище можливе лише за умови доведення їх складу до нормативів, встановлених чинним законодавством [30].

У статті 13 Закону України Про нафту і газ вказано, що захоронення супутніх вод у нафтогазоносних пластах та насичених мінералізованими водами пластах, не придатних для господарсько-побутового використання, у межах ділянки здійснюються без спеціального дозволу на водокористування

[15].

Існує низка стандартів організації України (СОУ), якими керуються при реалізації технологічних процесів повернення СПВ у надра, зокрема здійснюючи контроль за якістю водних ресурсів. Варто зазначити, що окремі стандарти містять суперечливі вимоги.

Так, розділ 9 СОУ 60.3–30019801–009:2004 під час організації контролю за процесом розміщення СПВ у виснажених горизонтах містить інструкцію щодо відбору раз на місяць контрольних проб із водозабірних свердловин, водоймищ, колодязів, розташованих в межах санітарно-захисної зони поглинальної свердловини, із визначенням хімічного складу [34].

Згідно СОУ 90.0–30019775–041:2005 в штатному режимі експлуатації спостереження за станом підземних і поверхневих вод прилеглої території не передбачається [35]. Це обґрунтовано тим, що технологія закачування СПВ у надра передбачає повний контроль витоків СПВ у напірному гідравлічному каналі стовбуру свердловини.

Моніторинг якості підземних вод водоносних горизонтів та поверхневих вод у санітарно-захисній зоні є обов'язковим за наявності таких геологічних умов: глибина залягання поглинального горизонту менше 500 метрів від поверхні землі; потужність верхнього екрануючого горизонту менше 50 метрів, а буферний горизонт відсутній; наявність тектонічних порушень (тріщини, розломи та інші порушення цілісності гірських порід), що можуть сприяти швидкому горизонтальному розповсюдженню забруднень. В окремих випадках, особливо якщо СЗЗ охоплює території житлової забудови, моніторинг проводиться незалежно від наявності вищезазначених геологічних умов.

Періодичність проведення спостережень визначається не рідше, ніж двічі на рік [35]. Перед початком експлуатації систем захоронення СПВ необхідним є детальне дослідження фонових показників якості природних вод у регіоні. Це включає регулярний моніторинг статичного рівня води та хімічного складу в спостережних свердловинах, які контролюють верхні

водоносні горизонти, зокрема у водозаборах. Аналогічні заходи слід проводити і щодо поверхневих водних об'єктів у фіксованих точках відбору проб [32]. Такий комплексний підхід дозволяє оцінити початковий стан водних ресурсів та виявити будь-які зміни, пов'язані з експлуатацією системи захоронення СПВ.

Однак вимоги або рекомендації щодо вибору місць розташування пунктів моніторингу, їх кількості, інформація про індикаторні показники забруднення природних вод складниками СПВ у згаданих стандартах не наводяться.

Згідно з СОУ 11.1-30019775-004:2004 граничні рівні по вмісту регламентуючих компонентів є такими [33]:

- концентрація водневих іонів (рН) – 5-8;
- сульфат-іон – до 1500 мг/дм<sup>3</sup>;
- залізо в окисній формі – до 10 мг/дм<sup>3</sup>;
- нафтопродукти – не більше 50 мг/дм<sup>3</sup>;
- вільна вуглекислота – не більше 200 мг/дм<sup>3</sup>;
- завислі речовини – згідно розрахунковій величині для кожного родовища відповідно.

Отже, використання законсервованих свердловин для повернення супутніх пластових вод є екологічно доцільним методом, що допомагає зменшити забруднення довкілля, економити ресурси та підтримувати стабільність геологічного середовища. Це підтверджується як науковими дослідженнями, так і практичним досвідом використання цієї технології у різних країнах світу. Водночас, це складне інженерне завдання, яке вимагає комплексного підходу та дотримання суворих екологічних норм.

## 2 УМОВИ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Рудківське газове родовище, де знаходиться досліджувана свердловина № 5, розташоване на території Самбірського району Львівської області, в 30 км на північний захід від міста Самбора.

### 2.1 Фізико-географічна і кліматична характеристика району розташування Рудківського газового родовища

Самбірський район розташований у передгір'ї Карпат на Самбірсько-Дністровській височині, а його південна частина – в Карпатах. Район знаходиться в північно-західній частині Львівської області [1]. На території району, який займає 324,7 тис. га, розташовано 286 населених пунктів, з них 7 міст, 4 селища і 275 сіл. Населення району складає 225 тисяч осіб.

На Передкарпатті, відокремленому від Українських Карпат долиною Дністра, переважають терасовані поверхні. Найменш розчленованою є Дрогобицька височина. Зовнішню частину Карпат становлять Бескиди з паралельними хребтами і долинами. Верхньодністровська улоговина – акумулятивна рівнина на заході України, заповнена суглинками, глинами, пісками та галечниками. Верхньодністровські Бескиди, частина Бескид в межах Львівської області, мають середню висоту 750 м. Характерний низькогірний рельєф з куполоподібними вершинами, утворений флішем [8].

Карпатська система, як відгалуження альпійської, складена потужним флішем. Складається з кількох зон: скибової, кросненської та інших. На північний схід прилягає Передкарпатський прогин з потужними неогеновими відкладами. Уздовж Дністра простягається заболочена рівнина. Прикарпаття – хвиляста рівнина з м'якими формами рельєфу, розчленована долинами річок [7].

Поверхня району родовища має пологі хвилясті форми, з плавними перепадами висот від 270 до 320 метрів над рівнем моря. Родовище належить



до зон з помірною сейсмічною активністю, з можливістю відчутних землетрусів силою до 6 балів за шкалою Ріхтера [7].

Водоносні горизонти в основному представлені теригенними флішовими відкладами, які зазнали значних деформацій: складчастість, розриви, перекиди та насуви. Через таку складну геологічну будову витримані водоносні горизонти відсутні. Характерною особливістю підземних вод Передкарпатського басейну є висока мінералізація. Розсоли формуються як на великих глибинах в умовах обмеженого водообміну, так і в приповерхневих шарах внаслідок вимивання солей з порід [8].

Із горючих корисних копалин є запаси торфу, особливо в заплавах Дністра (між Самбором і Миколаєвом) та Вишні.

Різноманітність ґрунтів зумовлена комплексом природних факторів. Переважають дерново-підзолисті, дернові, болотні та інші типи. Поширення ґрунтів підпорядковане закономірностям горизонтальної та висотної зональності.

Клімат регіону можна охарактеризувати як помірно континентальний. Зима тут відносно м'яка, з частими відлигами, які зумовлені впливом західних та південно-західних циклонів. Весна затяжна і волога. Літо тепле і дощове, що пояснюється впливом атлантичних повітряних мас. Осінь, як правило, тепла і суха.

Незважаючи на вплив Атлантики, для регіону характерні значні коливання температур протягом року. Найхолоднішим місяцем є січень, коли середня температура опускається до  $-4...-6$  °С. Проте, під впливом арктичних повітряних мас можливі сильні морози до  $-38$  °С. Найспекотнішим місяцем є липень із середньою температурою  $+17...+18$  °С.

Загалом, кліматичні умови регіону сформовані взаємодією різних повітряних мас. Взимку переважають континентальні повітряні маси, які приносять холодну погоду, а влітку – морські повітряні маси, що забезпечують теплі і вологі умови.

Коротка характеристика місцевих фізико-географічних і кліматичних

умов, що визначають розсіювання шкідливих викидів в атмосферу, наведені у таблиці 2.1.

**Таблиця 2.1 – Метеорологічні показники, що впливають на поведінку забруднюючих речовин в атмосферному повітрі**

Назва характеристики	Величина
Коефіцієнт, який залежить від стратифікації атмосфери	200
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1
Середня максимальна температура повітря найтеплішого місяця року, T, °C	17
Середня максимальна температура повітря найхолоднішого місяця року, T, °C	-5
Середньорічна роза вітрів, %	
Північ	5
Північний схід	5
Схід	11
Південний схід	9
Південь	8
Південний захід	14
Захід	12
Північний захід	19
Швидкість вітру (за середніми багаторічними даними), повторення перевищення якої складає 5 %, м/с	4

Карпати демонструють чітку вертикальну кліматичну зональність. З підняттям у гори спостерігається поступовий перехід від помірно континентального клімату передгір'їв до більш суворого гірського клімату. Середні температури повітря знижуються з висотою, а амплітуда добових і річних температур збільшується [1].

Даний регіон характеризується надмірним зволоженням. Річна кількість опадів становить близько 798 мм, з яких понад 80 % припадає на теплий період

року. Максимальна добова кількість опадів може досягати 130-135 мм. Відносна вологість повітря висока протягом усього року, особливо в холодний період (до 87 %), дещо знижуючись влітку. Сумарне випаровування значно нижче кількості опадів, що сприяє заболоченню та підтопленню територій, особливо в басейнах річок Дністра під час весняної повені.

Гідрографічна мережа району представлена річками Дністер, Стрваж, Черхавка та іншими меншими водотоками. Річки мають широкі долини з численними меандрами, низькими берегами та незначними ухилами русел. Живлення річок переважно атмосферне. У передгір'ях річки часто «притиснуті» до крутих схилів і мають більшу швидкість течії, ніж річки на рівнині [7].

У Передкарпатті поширені дубово-буково-ялицеві, в Карпатах – букові та ялинові ліси.

В економічному відношенні даний район належить до категорії сільськогосподарського, де в основному, вирощують буряк, ячмінь, льон, цукровий буряк. Більшість населення району зайнято в сільському господарстві, а частина його працює на підприємствах легкої, харчової та газовидобувної промисловості.

## **2.2 Рудківське газове родовище: огляд**

### **2.2.1 Загальна інформація**

Рудківське газове родовище розташоване в 30 км на північний захід від міста Самбора в оточенні відомих газових родовищ: Грушівського, Північно-Мединського, Пинянського, Малогорожанського.

Рудківське родовище було відкрите у 1941 році. Однак, активна розробка розпочалася лише після Другої світової війни. За десятиліття експлуатації родовище стало одним з основних джерел газу для західних областей України. Запаси газу в Рудківському родовищі значні, однак родовище розробляється вже багато років, і запаси поступово вичерпуються.

В межах родовища знаходяться місто Комарно і села Конюшки-Тулиголовські, Тулиголови, Переможне, Сусолів, Малинів, які зв'язані між собою гравійними і ґрунтовими дорогами. Через північно-західну частину родовища проходять шосейна та залізнична дороги Львів-Ужгород. Поблизу родовища проходить магістральний газопровід Комарно-Самбір-Дроздовичі.

Ділянка майданчика свердловини № 5 розташована на землях села Конюшки-Тулиголовські Самбірського району Львівської області (рис. 2.1).

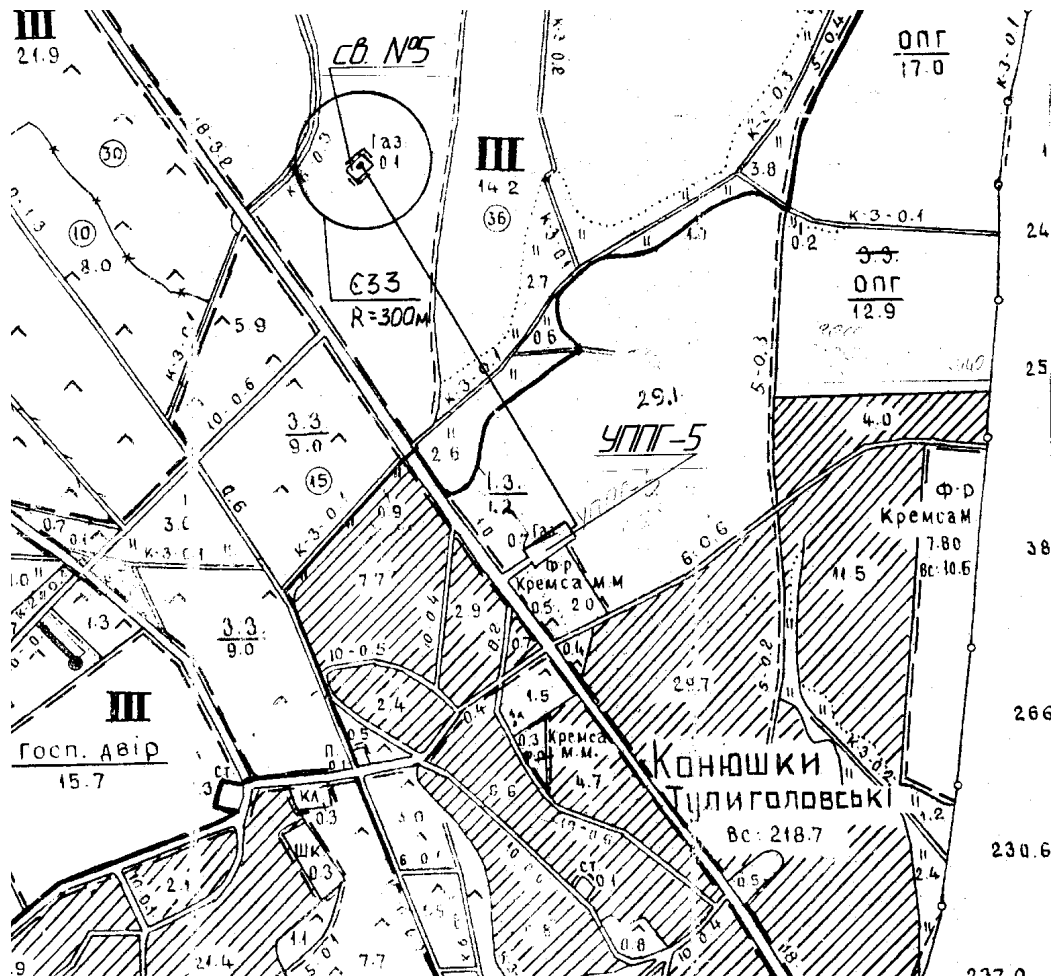


Рисунок 2.1 – Ситуаційний план

В місті Комарно знаходиться оперативно-виробнича служба з видобутку газу, яка займається розробкою Рудківського, Малогорожанського, Новосілковського, Пинянського та Залужанського родовищ.

Видобуток газу здійснюється за допомогою свердловин. Видобутий газ очищається і транспортується магістральними газопроводами до споживачів.

Рудківське газове родовище є важливим джерелом доходів для

державного бюджету та має суттєве значення для енергетичної безпеки України, адже забезпечує природним газом промислові підприємства, житлові будинки та теплоелектростанції в західних областях країни.

Як і будь-яке інше родовище, Рудківське має свої проблеми. До них можна віднести виснаження запасів, забруднення довкілля та необхідність інвестування в нові технології видобутку. Перспективи розвитку родовища пов'язані з пошуком нових запасів газу, вдосконаленням технологій видобутку та переробки, а також з розробкою супутніх родовищ нафти і газу.

### 2.2.2 Гідрогеологічна характеристика

Рудківське родовище розташоване в північно-західній частині Більче-Волицької (Зовнішньої) зони Передкарпатського прогину (рис. 2.2).

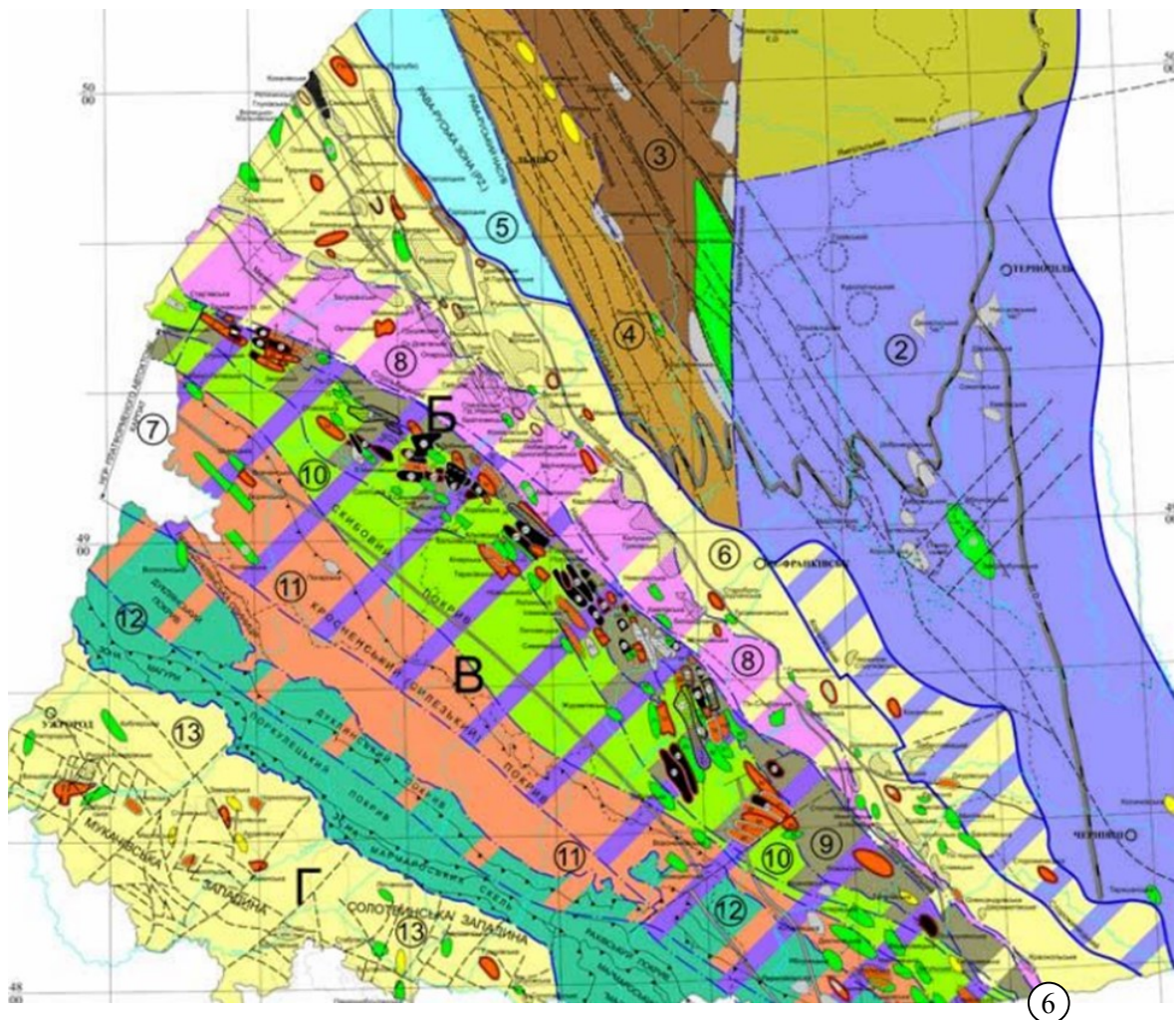


Рисунок 2.2 – Більче-Волицький нафтогазоносний район

Родовище безпосередньо приурочене до північно-західної частини Косівсько-Угерської підзони Більче-Волицької зони. У межах родовища виділяються два основні водоносні комплекси: сармат-верхньобаденський (верхній), мезозойсько-гельвет-нижньобатський (нижній).

Регіональним водоупором між цими комплексами є тиранська світа (гіпсоангідритовий горизонт) верхнього бадену та Барановські верстви нижнього бадену.

Породи Барановських верств і вельвету, які залягають під тиранською світою, у гідрогеологічному відношенні відносяться вже до водоносного комплексу мезозойських відкладів.

У верхньому комплексі водовмісними є піщано-глинисті горизонти, у розрізі яких водонасиченими є окремі прошарки пісковиків і алевролітів товщиною від декількох сантиметрів до 2-3 метрів. Вони мають обмежене розповсюдження по площі родовища. Це обумовлює утруднений гідродинамічний зв'язок між окремими ділянками цих горизонтів.

За хімічним складом води неогенових відкладів хлоркальцієвого або хлормагнієвого типу, характеризуються мінералізацією 20-32 г/л. Мають напірний характер. Статичні рівні вод встановлюються на глибинах 65-100 м від гирла свердловин і в цілому відповідають пластовим тискам, близьким до гідростатичного тиску.

Коефіцієнт метаморфізації вод 0,92-0,93, вміст сульфатів в них 80,2-505 мг/л. характерна підвищена концентрація йоду (до 53 мг/л) та дещо знижений вміст бромну (до 90 мг/л). Хлор-бромний коефіцієнт 118-200. Питома вага вод 1,0085-1,016 г/см<sup>3</sup>.

Водозбагаченість юрських вапняків і доломітів залежить від їх тріщинуватості. Обводнення порід нерівномірне: водозбагачені прошарки чергуються з практично безводними утвореннями.

Води вельвет-мезозойського комплексу утворюють єдину гідродинамічну систему і за хімічним складом належать до хлоркальцієвого типу, хлоридно-натрієвої групи. Мінералізація їх складає 56-140 г/л при

густині вод 1,037-1,092 г/см<sup>3</sup>. Спостерігається тенденція до збільшення мінералізації з глибиною залягання порід. В пластових водах розчинені гази метанового складу. Газонасиченість вод 0,22-0,45 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Більче-Волицька зона Передкарпатського прогину вважається практично закритою гідрологічною областю з дуже утрудненим водообміном з суміжними гідрогеологічними зонами. Однак спостерігаються локальні прориви підшовної води в газовий поклад по тріщинах у вертикальному напрямі та по більш проникних пластах в горизонтальному напрямі. Як наслідок, передчасне обводнення експлуатаційних свердловин, розташованих в центральній частині родовища.

Від початку розробки родовища спостерігається надходження мінералізованої та пластової води на вибій свердловини. Для нижньосарматських покладів це явище обумовлене відбірковим насиченням газом розрізу продуктивних горизонтів, при наявності в його газонасиченій частині водоносних прошарків [16].

### 2.3 Характеристика поглинальної свердловини

При визначенні кількості поглинальних свердловин керуються двома параметрами – величиною об'єму СПВ ( $V_{СПВ}$ ) на добу, що належать поверненню в надра, і приймальністю свердловини ( $Q_n$ ), яка у математичному відношенні виражається формулою:

$$N = \frac{V_{СПВ}}{Q_n},$$

Виходячи з досвіду повернення СПВ у надра на родовищах АТ «Укргазвидобування» та незначних об'ємів СПВ, розрахункова величина  $N$  в основному менше 1. Це означає, що для повернення об'єму СПВ у надра досить однієї поглинальної свердловини. Однак, для забезпечення гарантованої безпеки експлуатації об'єкта, з урахуванням екологічних вимог охорони надр і навколишнього середовища, необхідно мати резервну

поглинальну свердловину, на яку варто переключати експлуатацію об'єкта у випадку аварійної ситуації чи планового ремонту на основній діючій поглинальній свердловині. Таким чином, загальна кількість поглинальних свердловин повинна бути не менше двох одиниць.

На даний час повернення СПВ у надра здійснюється у свердловину 130-Р (юрсько-гельветські відклади) як основну.

У свердловині №130-Р були проведені роботи з визначення приймальності свердловини, що становить у середньому 432 м<sup>3</sup>/добу. Це свідчить про достатню приймальність поглинаючого пласта.

На даний час сумарний об'єм супутньо-пластових вод Рудківського, Макунівського, Орховицького, Рубанівського, Малогорожанського, Верещицького родовищ за рік у середньому складає 169 м<sup>3</sup>/добу. З часом очікується збільшення об'ємів СПВ за рахунок обводнення свердловин та подальшої експлуатації родовищ в десятки раз, але приймальність поглинаючого пласта свердловини № 130-Р дозволить забезпечити прийом СПВ даних родовищ на тривалий період з урахуванням вимог законодавства щодо охорони надр та навколишнього середовища.

В якості резервної пропонується використовувати свердловину № 5, що включає:

- штучний вибій - 1307 м;
- кондуктор Ø377 мм до глибини 497 м, цемент до устя;
- технічна колона Ø273 мм до глибини 1456 м, цемент від устя до 529 м;
- експлуатаційна колона Ø146 мм - 1850,36 м, цемент від устя до 1260 м;
- НКТ Ø73 мм до глибини 1294,5 м;
- колона перфорована в інтервалі 1296-1306 м ПКС-105.

На даний час свердловина № 5 виснажилась, знаходиться у консервації, очікуючи капітальний ремонт. СПВ у свердловину № 5 будуть повертатися у продуктивний горизонт, який виснажився.

Для переведення свердловини № 5 під поглинальну потрібно провести такі роботи:



- обстеження гирлового устаткування і при необхідності його відновлення для проведення спускопідйомних робіт;
- виконати промислово-геофізичні дослідження по всьому стовбуру свердловини від гирла до вибою;
- відібрати пробу води з перфорованого інтервалу і виконати хімічний аналіз;
- провести пробне нагнітання пластової води свердловини на перфорований горизонт при трьох режимах;
- гирло поглинальної свердловини обладнати фонтанною арматурою (манометри).

Оскільки свердловина експлуатувалася як продуктивна на газ, то її конструкція визначає надійний ступінь охорони надр і відповідну антикорозійну безпеку з застосуванням обсадних труб вищої марки сталі, які розраховані на весь період експлуатації родовища та їх цементування без шкоди для надр і навколишнього середовища [11].

Така конструкція поглинальної свердловини відповідає усім вимогам її технічної надійності, герметичності та ізоляційній роз'єднаності всіх літологічних порід і водоносних горизонтів відповідно до нормативних і керівних документів, що стосуються будівництва й експлуатації свердловин.

## 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Загальна характеристика процесу повернення супутніх пластових вод на Рудківському газовому родовищі

Супутньо-пластові води піднімаються на поверхню разом з газом під час його видобування. За походженням є пластовими водами. Тому за своїми фізико-хімічними властивостями відповідають водам поглинаючого пласта.

#### 3.1.1 Фізико-хімічна характеристика супутніх пластових вод

Для оцінки сумісності СПВ Рудківського, Вишнянського, Верещицького, Орховицького, Рубанівського, Макунівського, Турабівського, Дубаневицького, Малогорожанського, Добрянського, Пинянського, Залужанського, Хідновицького, Садковицького, Свидницького, Віжомлянського родовищ з пластовими водами поглинаючого пласта юрсько-гельветських відкладів Рудківського родовища та технологічних аспектів поводження з ними у хімічному складі СПВ визначають такі компоненти: аніони ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{4-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), катіони: ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ); мікрокомпоненти: амоній-іон, нітрат-іон, нітрит-іон, іони йоду та бромю, залізо (II), залізо (III); вміст вільної вуглекислоти, метанолу, нафтопродуктів, величина мінералізації, водневий показник (pH).

Фізико-хімічні властивості СПВ в цілому відповідають властивостям пластових вод продуктивних горизонтів.

Багаторічні вивчення хімічного складу СПВ газоконденсатних родовищ Передкарпатського прогину (Опарське, Летнянське, Хідновицьке, Битківське родовища) показують, що вміст сульфат-іону коливається від 10 мг/дм<sup>3</sup> до 1248,27 мг/дм<sup>3</sup> [16].

Для свердловини № 5 допустимі межі вмісту завислих речовин, що отримані розрахунковим методом, не повинні перевищувати 289 мг/дм<sup>3</sup>. Для Рудківського газового родовища допустимі межі вмісту завислих речовин не

повинні перевищувати 296 мг/дм<sup>3</sup>. Дана величина буде змінюватися в залежності від зміни інтервалів перфорації та потужності поглинальних свердловин.

### **3.1.2 Обґрунтуванням сумісності супутніх пластових вод і пластових вод поглинаючого горизонту**

Повернення супутніх пластових вод (СПВ) здійснюється у законтурну частину продуктивних пластів, де водообмін відбувається протягом геологічного часу, практично без участі метеогенних вод. Варто зазначити, що хімічний склад СПВ є ідентичним до складу пластових вод законтурної або підошовної частини продуктивних пластів, де вони раніше знаходилися. Відмінності спостерігаються лише у співвідношенні кількісного вмісту окремих компонентів. Повернення СПВ у надра сприяє відновленню гідродинамічного режиму пластів, оскільки вони компенсують частину вилученого флюїду з продуктивного покладу.

Водна система є складним утворенням, компоненти якого перебувають у стані взаємодії. Зміна кількості будь-якої речовини в такій системі призводить до порушення цієї взаємодії та може спричинити виділення нових речовин у вигляді газів або твердих осадів. Аналіз сумісності різних вод є необхідним для запобігання швидкого засмічення зони навколо свердловини, що забезпечує закачування води у пласт, та для підтримання її ефективної роботи протягом тривалого часу.

У поглинаючий горизонт Рудківського газового родовища передбачається повернення суміші СПВ шістнадцяти родовищ, згаданих вище. Оцінка сумісності з пластовими водами поглинаючого пласта Рудківського родовища проведена на підставі хімічних аналізів СПВ, виконаних хіміко-аналітичною лабораторією філії Газопромислового управління «Львівгазвидобування» АТ «Укргазвидобування» (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Хімічний склад супутніх пластових вод та пластових вод родовищ ГПУ «Львівгазвидобування»

Назва об'єкта	Мінералізація, г/дм <sup>3</sup>	Густина, г/см <sup>3</sup>	рН	Хімічний склад, мг/дм <sup>3</sup>								завислі речовини + мех. домішки	Метанол, г/л
				катиони				аніони					
				Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sup>4-</sup>	HCO <sup>3-</sup>			
Пинянське родовище УППГ-1	27,34	1,0192	8,19	10378,29	146,29	63,44	0,06	16003,4	44,86	671,00	47,8	не виявл.	
Пинянське родовище УППГ-2	9,71	1,0048	6,49	3082,92	36,07	12,20	0,53	2413,29	17,29	4117,50	39,0	30,65	
Залужанське родовище, УКПГ	16,76	1,0076	8,27	6083,50	56,11	17,08	1,33	8001,7	38,28	2531,50	42,3	17,25	
Залужанське родовище, УППГ	11,33	1,0036	8,23	4048,69	64,13	12,20	1,17	5218,5	34,99	1921,50	38,8	25,74	
Хідновицьке родовище, УППГ-1	3,22	1,0016	7,38	1055,47	84,17	20,74	0,09	1495,97	79,03	488,00	214	0,27	
Хідновицьке, родовище, УППГ-2	15,45	1,0109	6,36	5481,59	300,60	122,00	1,40	9045,4	73,26	427,00	16,9	0,1	
Хідновицьке родовище, УППГ-3	18,93	1,0110	6,35	6680,81	200,40	122,00	1,50	9741,2	51,45	2135,00	не визн.	1,61	
Садковицьке родовище, УППГ-4	96,75	1,0601	6,10	32801,91	3006,00	122,00	2,50	59143	176,16	396,50	не визн.	0,1	
Макунівське родовище, УКПГ	20,57	1,0163	7,10	5070,12	220,44	97,60	3,18-	14611,8	47,33	518,50	164,5	17,94	
Верещицьке родовище, УППГ	114,03	1,0651	6,22	40655,72	2404,80	976,00	5,20	69580	222,68	183,00	361,1	88,79	
Рудківське родовище, УППГ-7	55,49	1,0211	7,68	8008,83	164,33	73,20	0,33	12524,4	53,10	518,50	66,3	51,0	
Яворівська ділянка, ПОЗ-І	32,74	1,0233	7,95	10432,57	1262,52	549,00	0,88	19134,5	76,56	1281,00	332	6,99	
Яворівська ділянка, ПОЗ-ІІ	39,65	1,0305	6,90	13096,43	1703,40	366,00	4,81	24005,1	81,91	396,50	240	не виявл.	
Яворівська ділянка, ПОЗ-ІІІ	43,23	1,0311	7,05	14668,02	1703,40	256,20	2,31	26092,5	83,55	427,00	298	1,85	
Рубанівське родовище, УКПГ	17,08	1,0092	6,63	6189,76	220,44	97,80	0,68	9741,2	34,57	793,00	53,7	19,86	
Малогорожанське, Турабівське, Рубанівське родовища, УКПГ	17,85	1,0102	6,64	6566,96	180,36	64,66	1,52	10089,1	29,64	916,00	не визн.	18,32	
Вишнянське родовище УКПГ	8,34	1,0010	7,64	2937,79	112,22	26,84	0,09	4174,8	20,58	1067,50	не визн.	17,78	
Орховицьке родовище, св. 16	59,54	1,0394	7,77	20380,53	2244,48	341,60	0,16	36181,8	115,66	274,50	не визн.	не виявл.	
Орховицьке, Добрянське родовища, ГРС Никловичи	27,70	1,0197	6,54	9642,98	240,48	85,40	1,39	12525,1	22,23	5185,00	65,2	12,13	
Дубаневицьке родовище УКПГ	35,50	1,0119	7,09	6717,38	182,36	79,30	0,21	9741,2	36,63	1982,5	85,9	2,18	
Суміш СПВ	33,73	1,0112	7,19	11102,97	723,67	133,67	1,83	18814,59	69,32	1094,25	124	19,3	
Рудківське родовище	19,32	1,0102	6,45	6684,49	601,20	122,00	1,51	11480,7	34,99	396,50			

За даними аналізів СПВ, що підлягають поверненню, мають мінералізацію від 3,22 до 114,03 мг/л, водневий показник 6,1-8,2, що характеризує середовище як нейтральне. Уміст катіонів і аніонів відповідний показникам для солених вод.

На даний час згідно з довідками середньорічний видобуток супутньо-пластових вод Рудківського родовища становить 54,42 м<sup>3</sup>, Вишнянського – 19,15 м<sup>3</sup>, Верещицького – 12,055 м<sup>3</sup>, Орховицького – 2,21 м<sup>3</sup>, Рубанівського – 1,044 м<sup>3</sup>, Макунівського – 30,1 м<sup>3</sup>, Турабівського – 1,305 м<sup>3</sup>, Дубаневицького – 9,48 м<sup>3</sup>, Малогорожанського – 0,67 м<sup>3</sup>, Добрянського – 1,4 м<sup>3</sup> за чотири місяці, Пинянського – 39,768 м<sup>3</sup>, Залужанського – 120,21 м<sup>3</sup>, Хідновицького – 37,365 м<sup>3</sup>, Садковицького – 50,91 м<sup>3</sup>, Свидницького – 48,81 м<sup>3</sup>, Віжомлянського – 8,77 м<sup>3</sup>.

При змішуванні вод вище згаданих родовищ отримуємо усереднені значення концентрацій аніонів та катіонів. Суміш СПВ матиме середню мінералізацію 33,73 г/дм<sup>3</sup>, густину 1,0112 г/см<sup>3</sup>, рН 7,2.

Хімічний склад Орховицького, Рубанівського, Турабівського, Малогорожанського, Добрянського практично не впливають на хімічний склад суміші, оскільки мають дуже малі об'єми видобутку на рік у порівнянні з іншими родовищами (0,64-2,21 м<sup>3</sup>/рік). У зв'язку з тим, що якісний аніонний та катіонний склад вод ідентичний і рН розчинів знаходиться у одному діапазоні, то протікання хімічних реакцій у системі виключене.

Згідно з даними аналізів водних проб, розчинені гази (кисень, сірководень, оксид вуглецю), які здатні спричиняти корозію обладнання та, разом із завислими частинками, призводити до засмічення, відсутні. Це пояснюється попередньою обробкою вод, що підлягають закачуванню, внаслідок якої відбулося повне виділення газів. З одного боку, завершилися всі хімічні реакції та встановлена рівновага, з іншого – гази мають властивість випаровуватися з води під час відстоювання.

Аналіз хімічних досліджень також показав, що СПВ родовищ необхідно змішувати і відстоювати (проходить механічне очищення) в ємностях та через

фільтри перед подачею до насосів.

Найчастіше проблеми при поверненні забрудненої води у законсервовані свердловини виникають через утворення осадів гіпсу, кальцію та магнію. Кількість цих осадів залежить від того, скільки цих речовин міститься у воді, яку закачують у виснажений горизонт.

Відкладення солей кальцію та магнію можливі лише за високих значень рН (лужне середовище). Оскільки вода у свердловинах має низький рН (кисле середовище), то проблем з відкладеннями не виникає.

Хімічний аналіз супутніх пластових вод вказаних родовищ, а також води у пластах, не виявив карбонат-іонів. Отже, при змішуванні цих вод не утворюються тверді відкладення солей кальцію та магнію. Отже, зрушення карбонатної рівноваги не спостерігається.

Для того, щоб уникнути утворення гіпсу при змішуванні вод, необхідно контролювати кількість сульфатів у закачуваній воді. Якщо сульфатів буде недостатньо, то реакція, яка призводить до утворення гіпсу, не відбудеться. І навпаки.

Взаємодія води, яку закачують у пласт, з породами пласта залежить від багатьох факторів: температури, тиску, складу порід, їх здатності пропускати рідину та утримувати інші речовини. Найбільш активні зміни відбуваються на початку закачування, згодом вони сповільнюються.

Супутньо-пластові води, отримані як побічний продукт газовидобування на шістнадцяти родовищах, та пластові води горизонтів Рудківського газового родовища належать до одного типу хлоридно-кальцієвих вод. Оскільки хімічний склад закачуваної води повністю відповідає складу природних пластових вод у всіх продуктивних горизонтах родовища, можна стверджувати, що змішування цих вод не призведе до виникнення нових хімічних сполук або осадів. Це обумовлено тим, що всі компоненти цих вод вже знаходяться в рівновазі. Відсутність хімічних реакцій між СПВ і пластовими водами є важливим фактором, який забезпечує стабільність процесів розробки родовища та виключає ризик погіршення колекторських властивостей пласта.

### 3.1.3 Технологічний процес повернення супутніх пластових вод у видобувні горизонти

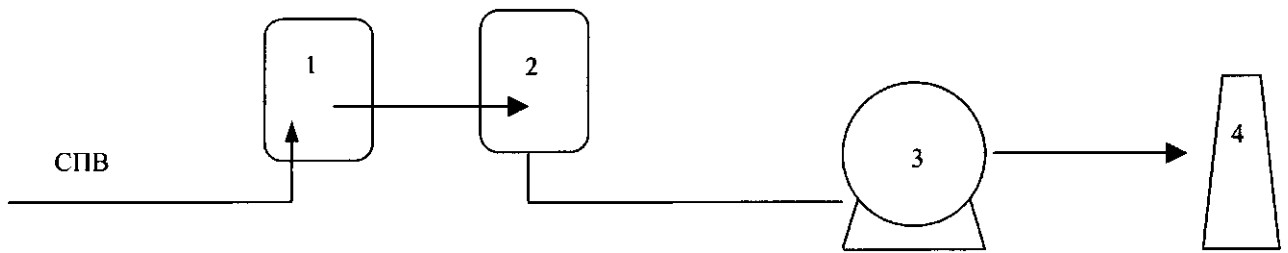
На Рудківському родовищі відокремлення СПВ здійснюється у сепараторах на трьох установках комплексної підготовки газу: УППГ-4, УППГ-5 і УППГ-7.

На даний час повернення СПВ здійснюється за допомогою транспортування автоцистернами-агрегатами. Технологічна схема повернення СПВ включає: ємності накопичувач-відстійники на Орховицькому, Макунівському, Верещицькому, Мало-Горожанському, Рубанівському родовищах; збірну ємність для збору та відстоювання СПВ на Рудківському родовищі, які доставляються з вищенаведених родовищ; поглинальна свердловина.

Подачу СПВ здійснюється по нагнітальному трубопроводу (шлейфу) через насосний блок у поглинальні свердловини. У зв'язку з цим до існуючої технологічної схеми включені:

- ємність-відстійник, яка підключається до прийомного трубопроводу паралельно;
- блок нагнітальних насосів;
- система промислових низько- та високонапірних трубопроводів;
- система контрольно-вимірювальних приладів (технічні манометри, які встановлюються на усті поглинальних свердловин та на насосах, витратоміри СПВ на насосах).

При паралельній схемі обв'язки ємностей забезпечується добовий відстій проектного об'єму СПВ від механічних домішок. Причому технологічна схема роботи ємностей, якщо їх пронумерувати під № 1, 2, має такий вигляд (рис. 3.1). Спочатку заповнюють СПВ ємність № 1 і залишають її на відстій протягом доби. По закінченню добового відстою СПВ із ємності № 1 перекачуються в ємність № 2. З ємності № 2 відстояні СПВ направляються самопливом до насосних агрегатів Н-1, Н-2.



**Рисунок 3.1 – Технологічна схема повернення супутньо-пластових вод у надра Рудківського газового родовища**

Умовні позначення:

- 1 – ємність-відстійник;
- 2 – ємність-накопичувач;
- 3 – насосна;
- 4 – поглинальна свердловина № 5.

Відстояна пластова вода насосами Н-1, Н-2, які знаходяться в приміщенні насосної, подається по напірному водопроводу в існуючий шлейф поглинальної свердловини № 5.

Повернення СПВ у поглинальну свердловину за допомогою насосів проводиться періодично. Насосний блок складається з діючих і резервних насосних агрегатів. Матеріал насосів повинен бути стійкий до корозійної й ерозійної дії супутніх пластових вод. Нагнітальні лінії насосів поєднують у загальний колектор, до якого підключають водоводи до поглинальних свердловин. Система очищення містить в собі фільтропакети, які міняють по мірі необхідності, що забезпечує підготовку СПВ до гранично допустимих концентрацій нормованих компонентів відповідно до вимог проектних рішень.

### **3.2 Аналіз впливу процесу повернення супутніх пластових вод у надра на якість ґрунтового середовища**

Проведений ретельний аналіз технології повернення супутніх пластових вод у виснажений продуктивний горизонт, дозволив зробити висновок, що на



майданчику, де розміщені необхідні технологічні споруди, забруднення території в процесі експлуатації виключається. Це забезпечується повною герметичністю технологічного процесу. Окрім цього, система автоматизації технологічних процесів оперативно реагує на зміни робочих параметрів, що дозволяє вчасно попередити або ліквідувати аварію.

Ємності СПВ розміщені на території родовища, де відсутній рослинний шар, а ґрунтовий покрив уже зазнав прямого впливу під час будівництва наземного та підземного обладнання на глибину 20-30 см. У свій час пошкоджені під час будівництва наземного та підземного обладнання сільськогосподарські угіддя, на даний момент рекультивовані і тепер використовуються за своїм призначенням. Ділянка навколо гирла свердловини та промислові майданчики виробничих споруд виведені з господарського користування на постійній основі.

Забруднення території можливе тільки при аварійних ситуаціях, а саме – розгерметизації обладнання і трубопроводів, пов'язаної з дефектами будівельно-монтажних робіт, порушенням правил експлуатації.

### **3.3 Забруднення поверхневих і підземних вод**

Основними водними артеріями регіону дослідження є ріка Дністер і невеликі річки Верещиця і Вишня, відповідно ліві і праві притоки річок Дністра і Стрия. Для водопостачання регіону використовуються антропогенні води з неглибоких криниць, а також води струмків і річок.

Ландшафт району родовища типовий для рівнин, має слабохвилясту поверхню. Ділянка майданчика гирла свердловини № 5 знаходиться поза межами підтоплення 10 % водозабезпечення в період паводків.

Воду для гідравлічних випробувань водопроводів та шлейфу свердловини № 5 привозять в об'ємі 7,7 м<sup>3</sup>. Для питних та технічних потреб обслуговуючого персоналу використовується теж привозна бутильована вода об'ємом 100 літрів один раз на тиждень.

У результаті реалізації технологічного процесу з повернення супутніх пластових вод у надра Рудківського газового родовища утворюється лише один вид стічних вод: гідравлічні випробування трубопроводів (одноразово) – 7,7 м<sup>3</sup>. Вода для гідровипробувань привозиться спеціалістами Стрийського ВБМР «Укргазспецбудмонтаж» в цистернах. Після гідровипробування вода зливається в автоцистерни та зберігається на базі Стрийського ВБМР до наступних гідровипробувань або використовується як технічна вода для потреб будівельно-монтажної ділянки.

Мильна вода збирається в підставну тару та використовується для технічних потреб.

Вода з колодязя для збору дощових стоків на майданчику свердловини № 5 у міру накопичення відкачується в автоцистерну та повертається у ємність для збору СПВ.

### **3.4 Вплив технологічного процесу повернення СПВ у надра на повітряне середовище**

#### **3.4.1 Виділення забруднюючих речовин в атмосферу**

Під час експлуатації насосної додаткових джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу не передбачається. Таким чином рівень забруднення атмосфери в результаті використання свердловини № 5 не зміниться, як в робочій зоні, так і на межі санітарно-захисної зони (СЗЗ).

Певне забруднення атмосфери можливе лише при проведенні будівельно-монтажних робіт та пов'язане з проведенням зварювальних робіт, експлуатацією будівельної техніки.

Зварювальні пости належать до стаціонарних джерел, а автотранспорт і будівельна техніка – до пересувних джерел забруднення атмосфери. Для зварювання труб використовуються електроди та зварювальний дріт. Показники викидів забруднюючих речовин в атмосферу в процесі зварювальних робіт наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – **Викиди в атмосферу забруднюючих речовин при проведенні зварювальних робіт**

Забруднююча речовина	Обсяг утворення, т
Заліза оксид	0,00032
Марганець і його сполуки	0,000022
Пил неорганічний	0,00006
Фториди	0,0000058
Фтористий водень	0,000011
Діоксид азоту	0,0000162
Оксид вуглецю	0,000079

Використовується транспортна та будівельна техніка: екскаватори одноковшеві, кран автомобільний, зварювальні агрегати, компресор пересувний, автомобілі вантажні, трейлер, паливозаправник, автобус.

Показники розрахунків валових викидів шкідливих речовин в атмосферу від автомобільної і будівельної техніки наведені в таблиці 3.3. Перелік забруднюючих речовин є типовим для роботи такого устаткування.

Таблиця 3.3 – **Сумарні валові викиди в атмосферу забруднюючих речовин від автотранспорту та будівельної техніки**

Назва забруднюючої речовини	Обсяги викидів, т		
	автотранспорт	будівельна техніка	разом
Сірчистий ангідрид	0,002579	0,000779	0,0033558
Діоксид азоту	0,039722	0,048686	0,088408
НМЛОС	0,01428	0,047968	0,062248
Оксид вуглецю	0,131778	0,523681	0,655459
Сажа	0,0003	-	0,0003

### **3.4.2 Аналіз рівнів акустичного забруднення**

Джерелами шуму є насосні агрегати, які встановлені в приміщенні насосної і працюють один раз на добу протягом двох годин.

За даними розрахунку та фактичних вимірювань рівнів шуму, що створюється технологічним обладнанням в денний час (8.00-22.00) і нічний час (22.00-8.00) доби можна констатувати, що рівні шуму та рівні звукового тиску в октавних смугах частот 31,5-8000 Гц не перевищують гранично допустимих рівнів згідно санітарного законодавства [12].

Як показують результати цих вимірювань рівні шуму на границі СЗЗ (200 м в південному напрямку та 310 м у всіх інших напрямках) і на території житлової забудови складають в денний час (8.00-22.00) 45-49 дБА (при допустимому 75 дБА згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013), в нічний час (22.00 - 8.00) 26-41 дБА (при допустимому 67 дБА згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013) [12].

Рівень шуму (еквівалентний рівень звуку) в насосній при роботі насосних агрегатів (згідно паспортних даних) складає 23 дБА. Таким чином при роботі об'єкта забезпечується дотримання еквівалентних рівнів шуму на межі санітарно-захисної зони та на межі існуючої житлової забудови, що не перевищують допустимі норми як для денного так і нічного часу згідно з нормативами.

### **3.5 Санітарно-захисна зона поглинальної свердловини**

Гирло свердловини розташоване на відстані більше 820 м від найближчої житлової забудови села Конюшки-Тулиголівські Самбірського району Львівської області, що відповідає вимогам санітарних норм.

У межах нормативної санітарно-захисної зони (300 м) відсутні житлові та виробничі споруди з постійним або тимчасовим перебуванням людей.

Для УППГ (установок попередньої підготовки газу) відповідно до Державних санітарних правил встановлюється нормативна СЗЗ розміром 1000

м. Згідно Висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи можливе встановлення СЗЗ розміром 200 м в південному напрямку та 310 м у всіх інших напрямках.

Для забезпечення надійного захисту навколишнього середовища розраховується радіус санітарно-захисної зони, її склад, облаштування та вимоги до діяльності у її межах [37].

Перший пояс цієї зони включає зону поширення СПВ у поглинаючому горизонті за весь період повернення. Другий пояс обмежується зоною поширення цих вод у пласті-колекторі за час зниження їх концентрації до практично безпечних меж. Третій пояс встановлюється тільки у випадках, коли пласт-колектор містить прісні води, які придатні для водопостачання чи є небезпека попадання СПВ у прилеглі експлуатаційні свердловини, гірські вироблення та осередки природного розвантаження підземних вод.

Розміри поясів СЗЗ залежать від ємності пласта-колектора, кількості нагнітальних свердловин і схеми їхнього розташування.

При обґрунтуванні поясів СЗЗ приймаються наступні вихідні дані:

- об'єм СПВ;
- час експлуатації об'єкта;
- ефективна товщина поглинаючого пласта;
- відкрита пористість поглинаючого пласта;
- кількість поглинаючих свердловин;

Радіус зони першого пояса СЗЗ щодо поглинальної свердловини збігається з розміром радіусу контору розповсюдження СПВ у поглинаючому пласті-колекторі відносно напрямку природного потоку підземних вод і визначається за формулою:

$$R_1 = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\pi \cdot h_s \cdot m_0}},$$

де  $Q$  – добовий об'єм нагнітання СПВ у свердловину, м<sup>3</sup>/добу;

$t$  – розрахунковий термін повернення СПВ до поглинальної свердловини, діб;

$h_0$  – ефективна товщина поглинаючого пласта, м;

$m_0$  – відкрита пористість пласта-колектора, %.

Визначення радіуса контуру поширення СПВ здійснюється при допущеннях:

- у процесі повернення СПВ діє поршневе відтискування пластової води;
- поглинаючий пласт характеризується ізотропністю фільтраційних параметрів.

При цих умовах СПВ поширюються в пласти з однаковою швидкістю в усіх напрямках у вигляді плоско-радіального кола.

Згідно СОУ 90.0-30019775-041:2005 на окремих підприємствах АТ «Укргазвидобування» у теперішній час повертається від 2,5 до 47 м<sup>3</sup>/доба СПВ на одну поглинальну свердловину. Так як на Рудківському родовищі об'єм СПВ на даний час становить 169 м<sup>3</sup>/рік (0,5 м<sup>3</sup>/добу), але очікується їх значне збільшення, то величина добового об'єму нагнітання СПВ у свердловини приймається 25 м<sup>3</sup>/доба.

Для розрахунку проектних радіусів СЗЗ за розрахунковий термін повернення СПВ до поглинальної свердловини приймаємо 20 років (7300 діб).

Згідно формули, проектний радіус СЗЗ першого поясу повернення СПВ до поглинальної свердловини № 5 складає:

$$R_1 = \sqrt{\frac{25 \cdot 7300}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,16}} = 191 \text{ м}$$

Величина радіуса другого поясу СЗЗ оцінюється приблизно, виходячи з передумови, що після експлуатації основна міграція СПВ буде відбуватися з швидкістю природного потоку підземних вод за формулою:

$$R_2 = R_1 + \alpha \cdot \frac{k}{m_0} \cdot J \cdot (\tau - t)$$

де  $R_1$  – радіус першого поясу СЗЗ, м;

$\tau$  – час зниження шкідливості СПВ з моменту припинення роботи поглинальних свердловин, приймається умовно за 200 років;

$\alpha$  – коефіцієнт, що враховує фільтраційну неоднорідність порід

поглинаючого пласта (змінюється від 1 до 2);

$k$  – коефіцієнт фільтрації, м/доба;

$m_o$  – відкрита пористість пласта-колектора, %;

$J$  – гідродинамічний ухил потоку підземних вод поглинаючого пласта;

$t$  – розрахунковий термін повернення СПВ на кожну свердловину.

Гідродинамічний ухил напору вод горизонтів зони обмеженого водообміну має значення на рівні 0,0008-0,0010, а його вплив враховується при значеннях близько 0,0.

Згідно з формулою проєктний радіус СЗЗ другого поясу повернення СПВ до поглинальної свердловини № 5 становить:

$$R_2 = 191 + 1,5 \cdot \frac{0,086}{0,16} \cdot 0,0008 \cdot (73000 - 7300) = 233 \text{ м}$$

Стосовно даного об'єкту третій пояс СЗЗ створювати немає необхідності, тому що він за геологічними, гідрогеологічними та геоморфологічними умовах не підпадає ні під одну з ознак, що характеризують даний пояс СЗЗ.

Перший пояс СЗЗ охоплює надра до денної поверхні, що включає як поверхневі шари ґрунту, так і підземні шари до глибини, де знаходяться надра. Для поглинальної свердловини встановлюється конкретний радіус, в межах якого діє перший пояс СЗЗ. Радіус визначається з урахуванням специфіки свердловини та її впливу на навколишнє середовище. У його межах недопустима наявність інших об'єктів чи будівель, що не відносяться до роботи об'єкта, категорично забороняється використовувати для питних цілей усі водоносні горизонти.

У межах другого поясу виключається забір води та інших корисних копалин з поглинаючого і буферних горизонтів. Припустиме використання прісноводних горизонтів для місцевого водопостачання з розташуванням водозабірних свердловин не ближче 500 м до контуру першого поясу. У цих же межах допускається використання території другого поясу СЗЗ для сільськогосподарських цілей.

З метою регулювання і визначення стану процесу повернення СПВ і своєчасного відключення поглинаючої свердловини для проведення ремонтно-профілактичних робіт і відновленню її приймальності проводиться технологічний огляд згідно регламенту повернення СПВ у надра. Він включає щоденний облік кількості СПВ, зняття показань манометричних тисків на усіх просторах гирла поглинаючої свердловини (буферному, затрубному, міжколонному), насосах і витрат води за даними витратомірів.

Якщо у межах СЗЗ є колодязі, водозабірні свердловини, водойми, то здійснюється гідрохімічний контроль за складом і властивостями прісних підземних вод, що використовуються у господарсько-питних цілях. Даний контроль здійснюється за регламентуючими параметрами (мінералізація, густина, рН,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{заг}}$ , нафтопродукти) не менше ніж 2 рази на рік.

У межах повернення СПВ даного об'єкту створюються два пояси санітарно-захисної зони. Перший пояс охоплює надра до денної поверхні з проектним радіусом СЗЗ 191 м щодо поглинальної свердловини № 5. Забороняється використовувати для питтєвого водопостачання усі водоносні горизонти у межах цього поясу.

Другий пояс охоплює територію денної поверхні і надра у контурі з проектним радіусом СЗЗ 233 м щодо поглинальної свердловини № 5. У межах поясу забороняється використовувати для питного водопостачання води поглинаючого і буферних водоносних горизонтів.

У процесі повернення СПВ (термін 20 років) навколо поглинальної свердловини формуються зони розповсюдження СПВ у поглинаючому пласті-колекторі з вищенаведеними розмірами радіусу контуру. Ці величини і будуть складати радіуси поясів СЗЗ. Фактичні радіуси поясів СЗЗ визначаються у процесі повернення СПВ у поглинальну свердловину. За вихідні дані величини добового об'єму нагнітання СПВ у свердловину і за розрахунковий термін повернення СПВ до поглинальної свердловини приймається фактичний об'єм СПВ, що повертається у дану свердловину з початку її введення в



експлуатацію на дату розрахунку. Згідно СОУ 90.0-30019775-041:2005 у масштабах часу експлуатації поглинальної свердловини (10-30 років) це перевищення радіусу розповсюдження не може бути значним [35]. Така ситуація розглядається як умовно аварійна, тому що забруднення залишається у межах проектного поглинаючого горизонту.

### **3.6 Аналіз впливу технології повернення СПВ у надра на рослинний і тваринний світ**

Ґрунтовий покрив на території родовища зазнав прямого впливу під час будівництва наземного та підземного обладнання на глибину 20-30 см. Сільськогосподарські угіддя, пошкоджені під час будівництва наземного та підземного обладнання, рекультивовані і тепер використовуються за своїм призначенням. Ділянка навколо гирла свердловини та промислові майданчики виробничих споруд вилучені з господарського користування.

Ємність для збору СПВ на території Рудківського УППГ-5 має існуючу огорожу, що запобігає випадковому попаданню тварин на територію та їх травматизму.

Тваринний світ у районі родовища представлений дрібними гризунами та птахами, які пристосувалися до життя в умовах розвинутих агроландшафтів.

У районі розташування виробничого майданчика відсутні заповідники й дендропарки.

### **3.7 Комплексне дослідження впливу на природне середовище з описом залишкових ефектів**

Елементами техногенного середовища на даному об'єкті є свердловини, які не мають суттєвого впливу. Вплив діяльності на промислові, житлово-цивільні об'єкти, пам'ятки архітектури і культури, наземні і підземні споруди та інші елементи техногенного середовища відсутній, оскільки в районі

розміщення свердловини дані об'єкти не знаходяться.

Усі ймовірні впливи на компоненти навколишнього природного середовища на різних стадіях експлуатації свердловини № 5 можна звести у єдину таблицю, що дає можливість проаналізувати небезпечність того чи іншого процесу (табл. 3.4).

**Таблиця 3.4 – Характеристика впливів діяльності на навколишнє природне середовище**

Види впливу	Ступінь впливу
1	2
<b>При будівництві (разовий вплив)</b>	
Порушення рослинного шару та ґрунту	Вплив незначний. Благоустрій території, ведення робіт методами, що виключають забруднення території при будівництві.
Вплив на флору і фауну	Вплив незначний. Не фіксуються зміни складу рослинних угруповань, фауни, видової різноманітності, популяцій домінуючих, цінних і тих, що потребують охорони видів, їх фізіологічного стану і продуктивності.
Вплив на річковий біоценоз	Використання наявних природних водних ресурсів виключається, а їх віддаленість унеможливила забруднення при будівництві виробничо-інфраструктурних елементів об'єкта.
Вплив на надра	У зоні впливу корисні копалини відсутні.
Вплив на заповідні об'єкти	У зоні впливу заповідники відсутні.
Вплив на ландшафт	Вплив незначний. Проведення комплексу заходів з благоустрою території.
<b>При експлуатації</b>	
Вплив на ґрунти і ґрунтові води	На майданчику гирла свердловини забруднення території в процесі експлуатації виключається, оскільки технологічний процес повністю герметизований.

Продовження таблиці 3.4

1	2
Вплив на водні ресурси. Водоспоживання на технічні потреби	Не передбачається використання наявних природних водних ресурсів для технологічних потреб і надходження до водного середовища будь-яких забруднюючих речовин.
Вплив на атмосферу. Забруднення атмосфери викидами від технологічного обладнання.	Вплив відсутній.
При ймовірних аваріях	
Викид забруднюючих речовин в атмосферу	Вплив відсутній
Забруднення ґрунтів і ґрунтових вод	Вплив помірний. Наявність бетонних покриттів під технологічним обладнанням і попереджувальні заходи зменшують вплив.

Викладена вище оцінка впливу діяльності на окремі компоненти довкілля дозволяє зробити висновок про помірне порушення екологічної рівноваги (стосовно ґрунтово-рослинного покриву) та можливість її поновлення за порівняно короткий час.

### 3.8 Дослідження соціальних ризиків, пов'язаних з утилізацією СПВ

Рудківське газове родовище, з точки зору екології, є природно-антропогенною геосистемою, яка виконує сукупність соціально-економічних функцій. У цій геосистемі населення розглядається як самостійне джерело впливу на природу, а також як головний реципієнт, який сприймає результати впливу суспільства і природи.

Майданчик гирла свердловини № 5 знаходиться на землях села

Конюшки-Тулиголовські Самбірського району Львівської області. Відтак, у зону впливу досліджуваної діяльності потрапляє село та місцеве населення – селяни.

Шкідливий вплив на жителів навколишніх населених пунктів не спостерігається. Структура захворювання обслуговуючого персоналу не відрізняється від структури захворювання жителів населених пунктів. Тенденції до росту будь-яких виробничих захворювань не фіксуються.

Таким чином, за впливом на навколишнє соціальне середовище та обслуговуючий персонал підприємство можна віднести до категорії екологічно безпечних.

Процес повернення СПВ у надра дозволяє значно зменшити техногенне навантаження на ґрунти і поверхневі води в районі розташування Рудківського родовища і поліпшити рекреаційні умови.

Експлуатація Рудківського газового родовища сприяє розвитку економіки Самбірського району, покращує побутові та соціальні умови населення, сприяє будівництву доріг та поліпшенню транспортної інфраструктури.

Повторне використання устаткування та обладнання (свердловини, комунікації, ємності та інше), що взагалі дорого коштують, дозволяє заощадити значні кошти щодо захисту навколишнього середовища та знизити вартість видобувного газу, що задовольнить потреби населення.

### **3.9 Система заходів забезпечення відповідності стану природного середовища встановленим нормам та правилам**

Комплекс технологічних, технічних і організаційних рішень забезпечує надійну безаварійну роботу промислових споруд. Метою природоохоронних заходів є збереження компонентів довкілля та здоров'я людей, які знаходяться на території, яка прилягає до об'єкту.

Комплексний контроль за процесом повернення СПВ є необхідним для

забезпечення екологічної безпеки та ефективної експлуатації родовища. Регулярне проведення перевірок та профілактичних робіт дозволяє виявити та усунути потенційні проблеми на ранніх стадіях, що сприяє збереженню навколишнього середовища та підвищенню економічної ефективності виробництва.

Згідно норм та вимог на даному об'єкті реалізовані наступні технічні заходи, спрямовані на охорону навколишнього природного середовища та його безпеку: повна герметизація всього обладнання, арматури, трубопроводів. Суттєвих змін в навколишньому природному середовищі при експлуатації законсервованої свердловини № 5 не відбувається.

### **3.9.1 Захист ґрунтового середовища**

Передбачені наступні заходи щодо запобігання забрудненню території, ґрунтового шару зокрема, в процесі експлуатації технологічного обладнання для повернення СПВ у надра:

- забезпечення технологічного процесу належною кількістю відповідних засобів контролю і автоматизації;
- захист обладнання, арматури і трубопроводів від підвищення тиску;
- 100 % контроль зварних з'єднань трубопроводів радіографічним та ультразвуковим методами;
- антикорозійне покриття трубопроводів і обладнання.

### **3.9.2 Заходи з охорони і раціонального використання водних ресурсів**

Заходи, спрямовані на запобігання забрудненню підземних вод, включають:

- герметизація з'єднань ємностей і трубопроводів;
- захист від корозії обладнання і трубопроводів;
- електрохімічний захист підземного водопроводу.

Для забезпечення безпечної та ефективної експлуатації системи

повернення супутніх пластових вод необхідно запровадити комплексний моніторинг. Необхідний контроль за поверненням СПВ у пласт протягом усього періоду експлуатації із наступною періодичністю та об'ємом:

1. Постійний візуальний контроль передбачає щоденний огляд усіх елементів технологічного обладнання обслуговуючим персоналом з метою виявлення можливих витоків СПВ та інших аварійних ситуацій;
2. Лабораторний контроль полягає у регулярному відборі проб СПВ для визначення відповідності їх складу встановленим нормам. Це дозволяє оцінити вплив закачування на якість підземних вод та виявити можливі зміни в хімічному складі СПВ;
3. Технічний огляд обладнання вимагає щорічної ревізії технічного стану обладнання, зокрема, перевірки на наявність корозії. Це дозволяє своєчасно виявити та усунути потенційні несправності, які можуть призвести до витоків або інших проблем;
4. Моніторинг герметичності свердловин через періодичну термометрію обсадної колони нагнітальної свердловини (раз на два роки) дозволяє оцінити її герметичність та виявити можливі зони витікання;
5. Профілактичний ремонт свердловин, які працюють тривалий час (не менше двох років). Цей захід включає в себе промивку свердловини від осаду та відновлення її продуктивності.

Своєчасне виявлення та усунення витоків СПВ запобігає забрудненню ґрунтових вод та навколишнього середовища. Регулярний контроль дозволяє оптимізувати процес закачування, зменшити витрати на обслуговування обладнання та підвищити ефективність використання водних ресурсів. Систематичний моніторинг забезпечує безпечну експлуатацію системи повернення СПВ та запобігає аварійним ситуаціям.

### **3.9.3 Захист повітряного середовища**

З метою обмеження забруднення атмосферного повітря при проведенні будівельно-монтажних робіт необхідно:

- дотримуватись раціональних маршрутів перевезення робітників, комплектуючих і будівельних матеріалів;
- допускати до експлуатації тільки справну автотехніку з двигунами, що за вмістом у газах CO, NO<sub>2</sub>, (карбюраторні) або за чадністю відпрацьованих газів (дизельні) відповідають діючим в Україні екологічним нормам;
- звести до мінімуму порожні пробіги автотранспорту та холосту роботу двигунів.

### **3.9.4 Комплекс дій у випадку аварійних ситуацій**

Заходи, які можуть знизити вплив забруднення атмосфери при можливих аварійних ситуаціях:

- мінімальний час виявлення і ліквідації аварій з метою зменшення об'єму викидів;
- розробка планів ліквідації аварій, повідомлення і евакуація населення (при необхідності).

До заходів, направлених на недопущення аварій необхідно віднести:

- контроль фізичного стану обладнання, арматури, трубопроводів і термінова заміна тих, які вийшли з ладу;
- дотримання норм технічного регламенту;
- дотримання правил техніки безпеки і протипожежної безпеки.

Наведених заходів достатньо для виключення аварій або зменшення їх дії на навколишнє середовище до мінімуму.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

Підприємства нафтогазової галузі зобов'язані укомплектувати робочі місця кваліфікованими кадрами, забезпечувати їм безпечні умови праці, забезпечувати дотримання діючих норм і правил безпеки та технічної експлуатації об'єктів, правил пожежної охорони та охорони навколишнього природного середовища [14].

### 4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Роботодавець забезпечує посадову особу відповідними законами України, нормативно-правовими актами, інструкціями та іншою нормативною документацією з охорони праці, пожежної безпеки та охорони довкілля, а також технологічними регламентами роботи підпорядкованого йому устаткування, дотримання яких під час робіт гарантує безаварійні, безпечні та здорові умови праці [2].

Огляди, ремонти, ревізії та інші роботи на технологічному обладнанні здійснюються згідно графіка планово-попереджувальних ремонтів, затвердженого у встановленому порядку.

Адміністрація підприємства здійснює погоджені з спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці організаційно-технічні заходи, що забезпечують безпеку робіт.

Посадові особи під час прийому на роботу проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці у порядку, встановленому ДНАОП 0.00-4.12-99 та НАОП 1.1.23-4.01-96.

До експлуатації та ремонту технологічного обладнання допускаються особи не молодші 18 років, які не мають медичних протипоказань до роботи за професією [3].

Під час укладання трудового договору працівник повинен бути



проінформований роботодавцем під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці небезпечних та шкідливих виробничих чинників, можливі наслідки їх впливу на здоров'я, про його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору [27].

При прийнятті на роботу і в процесі роботи працівники проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці у порядку, встановленому ДНАОП 0.00-4.12-99 та НАОП 1.1.23-4.01-96. Працівники, зайняті на роботах з підвищеною безпекою, проходять навчання і перевірку знань відповідних нормативних актів про охорону праці не рідше одного разу на 12 місяців.

На структурних підрозділах для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюються постійно діючі комісії. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктажу, перевірку знань з охорони праці та стажування не дозволяється.

Свердловина № 5 та насосна обслуговуються оператором УППГ-5. Робота оператора відноситься до категорії 2а виробничих процесів.

Оператора забезпечують спецодягом згідно з ДНАОП 0.00-4.26-96 Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

У зв'язку з малою чисельністю обслуговуючого персоналу медичне обслуговування здійснюється за місцем прописки. Перша медична допомога надається засобами аптечки першої допомоги.

Обслуговуючий персонал користується санітарно-побутовими умовами на УППГ-5.

#### **4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки на Рудківському газовому родовищі**

Територія основного виробничого об'єкта повинна бути огорожена, огорожа повинна постійно підтримуватися у справному стані. Біля входу

(в'їзду) на територію об'єкта і по периметру огорожі повинні бути знаки безпеки і відповідні написи [9].

На території застосування відкритого вогню не дозволяється.

На дільницях території підприємства, де можливі скупчення горючих парів та газів, проїзд автомашин, тракторів та іншого транспорту не дозволяється. Про це повинні сповіщати вивішені у визначених місцях відповідні написи (показчики).

Доступ сторонніх осіб на територію об'єктів газового родовища допускається лише з дозволу керівника підрозділу і тільки в супроводі особи із числа експлуатаційного персоналу після проходження ними інструктажу з вимог безпеки.

Територія проммайданчиків повинна бути рівною, з твердим покриттям чи необхідними ухилами та системою відведення атмосферних опадів. Горловини заглиблених резервуарів та колодязів різного призначення повинні бути закриті кришками, а під час проведення в них ремонтних робіт – огорожені.

Водопровідні, каналізаційні та інші колодязі на проммайданчиках, що розташовані на відстані до 15 м від трубопроводів, перевіряються на загазованість за графіком щоквартально, а в перший рік їх експлуатації – щомісячно. Окрім того, перевірка на загазованість здійснюється перед спуском працівників у колодязі.

Не допускається розміщення в межах проммайданчиків закладів соціально-побутового призначення та будь-яких виробництв і організацій, що не мають безпосереднього відношення до функціонування нафтогазового підприємства [29].

Виробничі приміщення повинні мати не менше двох входів (виходів), розташованих з протилежних боків приміщення. Вікна і двері приміщення повинні відкриватися назовні. Підлога повинна бути із вогнестійких матеріалів.

На вході до приміщень повинні бути вивішені таблички з позначенням

категорії приміщення щодо вибухопожежної і пожежної безпеки згідно з НАПБ Б.07.005-86 і класу зони згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01.

На вході до приміщень повинні бути влаштовані тамбур-шлюзи або повітряно-теплові завіси. Кожне виробниче приміщення повинне мати не менше одного основного проходу шириною не менше 1,5 м.

Куріння на підприємстві дозволяється лише у спеціально відведених місцях, обладнаних урнами, а також написами «Місце для куріння».

Обладнання, перекривна, регулююча та запобіжна арматура повинні мати технологічну нумерацію у відповідності з технологічними схемами.

Поверхні, що нагріваються повинні покриватися тепловою ізоляцією, температура поверхні якої не повинна перевищувати в середині приміщення + 45 °С, а поза приміщенням – + 60 °С. Гаряча поверхня в місцях, де можливе потрапляння на неї горючих матеріалів, повинна мати захисний кожух.

Рухомі частини обладнання та частини обладнання, що обертаються повинні бути надійно огорожені [2].

Не допускається під час роботи обладнання ставати на бар'єри майданчиків, кожухи муфт і підшипників, а також на конструкції, що не призначені для проходу персоналу.

Торцеві заглушки, встановлені на технологічному обладнанні повинні бути сферичними.

У кожному виробничому підрозділі повинна бути призначена особа, відповідальна за контроль повітря робочої зони проммайданчиків, будівель, споруд. Результати перевірок реєструються в журналі контролю повітряного середовища.

Відходи, сміття, непридатні деталі, вузли і агрегати повинні своєчасно прибиратись і накопичуватись на спеціально відведених майданчиках. Видалення відходів повинно проводитись спеціальним транспортом у встановлений термін [3].

Проїзд землерийних та інших машин під діючими трубопроводами допускається тільки по спеціально обладнаних переїздах у місцях, вказаних

експлуатуючою організацією. При цьому необхідно дотримуватися вимог безпеки, повинні бути встановлені знаки з написами, що попереджують про особливу небезпеку.

На всіх технологічних об'єктах повинні бути встановлені розпізнавальні знаки, розташовані на висоті 2,0-2,5 м від поверхні землі.

Перед початком робіт особа, відповідальна за їх виконання, повинна перевірити газоаналізатором відсутність газу на робочому місці. У разі виявлення газу недопустимої концентрації (більше за 1 %) необхідно колодязь ретельно провітрити і повторно перевірити загазованість.

Роботи, пов'язані зі спуском робітників в колодязі або інші закриті простори відносяться до газонебезпечних і їх виконання проводяться за вимогами інструкцій по безпечній організації даних робіт.

Забороняється застосування машин і механізмів ударної дії ближче 5 метрів від траси кабелів, а землерийних машин – у межах охоронної зони кабельних ліній [29].

Застосування землерийних машин у межах охоронної зони дозволяється лише під час розкопування, яке проводить персонал підприємства. Під час розкопування безпосередньо над кабелем використання землерийних машин та інструментів ударної дії, у тому числі лома і кайла, допускається лише на глибину, за якою до кабелю або захисного покриття залишається шар ґрунту не менш 0,3 метра. Подальше виймання ґрунту повинно проводитися вручну лопатами.

Резервуари і трубопроводи повинні бути обладнані стаціонарними пробовідбірниками. Технологічна обв'язка і запірна арматура резервуарів і вузлів обліку не повинні допускати перетікання і витікання нафтогазопродуктів.

Резервуари і транспортні засоби повинні підлягати зачистці відповідно до діючих правил щодо їх експлуатації.

### 4.3 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Процес закачування супутніх пластових вод у надра є складним і пов'язаний з певними ризиками. На підприємствах, де здійснюється така діяльність, можуть виникнути різноманітні надзвичайні ситуації [28].

Техногенні аварії: витік закачуваної рідини внаслідок пошкодження свердловинного обладнання, корозії труб, землетрусів або інших геологічних процесів; пожежі через займання легкозаймистих речовин, пошкодження електрообладнання або статичну електрику; вибухи внаслідок накопичення горючих газів або пошкодження газопроводів; аварії на транспорті, що перевозять хімічні речовини.

Екологічні проблеми: забруднення ґрунтових вод через просочування закачуваної рідини або порушення цілісності ізоляційних бар'єрів; забруднення поверхневих вод внаслідок витіку СПВ на поверхню землі; деградація земель через засолення ґрунтів або затоплення територій.

На виникнення надзвичайних ситуацій впливають технічний стан обладнання, якість матеріалів, порушення технологічних режимів, недостатня кваліфікація персоналу, стихійні лиха.

Захист населення під час надзвичайних ситуацій вимагає комплексних заходів. Зокрема, підприємства повинні мати чітко визначені плани дій для різних видів надзвичайних ситуацій, включаючи евакуацію населення, аварійне реагування та ліквідацію наслідків; проводити регулярні навчання та тренування персоналу і місцевого населення щодо дій у разі аварій [28].

Важливим є встановлення систем моніторингу для постійного контролю за станом свердловин, обладнання і довкілля; використання датчиків і систем раннього виявлення для своєчасного виявлення витоків або інших аномалій.

Обов'язковими є кампанії щодо інформування населення про можливі ризики і заходи безпеки; надання чітких інструкцій щодо дій у випадку аварій.

Запобігає виникненню надзвичайних ситуацій використання високоякісних матеріалів і технологій для свердловин і трубопроводів, що

мінімізують ризики витоків і проривів; регулярне технічне обслуговування і перевірка цілісності обладнання.

Виключно необхідним є створення і підтримка мережі евакуаційних шляхів і безпечних зон; забезпечення засобів зв'язку і транспортних засобів для швидкої евакуації населення в разі необхідності; організація пунктів медичної допомоги в безпосередній близькості до зони потенційного впливу [3].

Дотримання наведених заходів допоможе мінімізувати ризики для населення і забезпечить ефективне реагування у разі надзвичайних ситуацій у процесі закачування СПВ у надра.

Отже, заходи безпеки передбачають регулярний технічний огляд обладнання, контроль за якістю матеріалів, дотримання технологічних режимів, проведення інструктажів з безпеки, розробка планів ліквідації аварій, наявність необхідних засобів індивідуального захисту, моніторинг стану довкілля. Однак жодна система безпеки не може гарантувати повну відсутність ризику. Тому постійне вдосконалення систем безпеки та підвищення обізнаності персоналу є ключовими факторами для запобігання надзвичайним ситуаціям.

## ВИСНОВКИ

1. Вичерпання більшості українських нафтогазових родовищ призвело до значного збільшення обсягів супутньо-пластових вод. Щорічно в Україні видобувається 10-12 млн м<sup>3</sup> СПВ, які переважно повертаються в надра або використовуються в технологічних процесах.
2. У поглинаючий горизонт Рудківського газового родовища здійснюється повернення суміші СПВ із 16-ти родовищ Прикарпатського прогину. Середньорічний видобуток супутньо-пластових вод кожного окремого родовища в межах від 0,67 м<sup>3</sup> (Малогорожанське) до 120,21 м<sup>3</sup> (Залужанське). Однак очікується його збільшення.
3. Пропонується для повернення СПВ у продуктивний горизонт використовувати свердловину № 5 (1307 м), яка виснажилась і знаходиться у консервації. Її конструкція визначає надійний ступінь охорони надр і відповідну антикорозійну безпеку.
4. Повернення СПВ здійснюється в законтурну частину продуктивних пластів, хімічний склад СПВ є ідентичним до складу пластових вод законтурної або підошовної частини продуктивних пластів, хімічні реакції між ними виключені. Суміш СПВ має середню мінералізацію 33,73 г/дм<sup>3</sup>, густину 1,0112 г/см<sup>3</sup>, рН 7,2.
5. Технологічна схема повернення СПВ включає: ємності накопичувач-відстійники на родовищах; збірна ємність для збору та відстою СПВ на Рудківському родовищі (10 м<sup>3</sup>); поглинальна свердловина. Подача СПВ у поглинальну свердловину здійснюється періодично нагнітальним трубопроводом через насосний блок.
6. Процес повернення СПВ у надра дозволяє значно зменшити техногенне навантаження на ґрунти і поверхневі води в районі розташування Рудківського родовища і поліпшити рекреаційні умови.
7. Забруднення території в процесі експлуатації виключається, оскільки технологічний процес повністю герметизований.
8. В результаті діяльності утворюється лише один вид стічних вод:

гідравлічні випробування трубопроводів (одноразово) – 7,7 м<sup>3</sup>.

9. Під час експлуатації насосної додаткових джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу не передбачається. Певне забруднення атмосфери можливе лише при проведенні будівельно-монтажних робіт.

10. Рівень шуму (еквівалентний рівень звуку) в насосній при роботі насосних агрегатів складає 23 дБ. Тобто, забезпечується дотримання еквівалентних рівнів шуму на межі санітарно-захисної зони та на межі існуючої житлової забудови, що не перевищують допустимі норми.

11. Ємність для збору СПВ має існуючу огорожу, що запобігає випадковому попаданню тварин на територію та їх травматизму.

12. У межах повернення СПВ даного об'єкта передбачено два пояси санітарно-захисної зони. Перший пояс охоплює надра до денної поверхні з радіусом СЗЗ 191 м; другий пояс – 233 м.

Отже, повернення СПВ у надра – це екологічно доцільний метод, який мінімізує негативний вплив на довкілля та сприяє збереженню природних ресурсів. Такий підхід до утилізації СПВ повністю відповідає екологічним нормам та вимогам природоохоронного законодавства. Об'єкт – свердловина № 5, для повернення СПВ вибраний обґрунтовано з геологічної та гідрогеологічної точок зору, усі його параметри в повній мірі відповідають прийнятим сучасним вимогам екологічної безпеки.

Заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища при поверненні СПВ у законсервовану свердловину Рудківського газового родовища передбачають комплекс технологічних, технічних і організаційних рішень, серед яких: дотримання норм технічного регламенту; забезпечення технологічного процесу належною кількістю відповідних засобів контролю і автоматизації; контроль фізичного стану обладнання, арматури, трубопроводів і термінова заміна тих, які вийшли з ладу; допуск до експлуатації тільки справної автотехніки з двигунами, що відповідають діючим в Україні екологічним нормам; розробка планів ліквідації аварій.



**БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК**

1. Байцар А. Л. Фізична географія України. Львів: Львівський нац. ун-т імені Івана Франка, 2012. 354 с.
2. Безпека життєдіяльності: навч. посібник / За ред. П. Атаманчука. Кам'янець-Подільський: Центр учбової літератури, 2011. 275 с.
3. Безпека життєдіяльності: підручник / За ред. О. Запорожець. Київ: Центр учбової літератури, 2013. 447 с.
4. Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. Основи нафтогазової інженерії: підручник. НТУ «ХП», Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. Полтава: ТОВ «АСМІ», 2018. 415 с.
5. Вінічук М. М. Загальна екологія: навч. посібн. Житомир: Видавництво Державного університету «Житомирська політехніка», 2021. 184 с.
6. Водний кодекс України. N 213/95-ВР. Київ, 6 червня 1995 року. 189 с.
7. Гавриленко О. П. Екогеографія України : навч. посіб. Київ: Знання, 2008. 646 с.
8. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / О. М. Маринич. Київ: «Українська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1993. 480 с.
9. ДНАОП 1.1.21-1.20-03 Правила безпеки у нафтовидобувній промисловості України. Держнагляд охорони праці України. Київ, 2004.
10. Дригулич П. Супутньо-пластові води у нафтогазовій галузі: проблема чи рішення? [Електронний ресурс] Офіс сталих рішень. Опубліковано 21 червня 2023 року. Режим доступу: <http://surl.li/nxgpvm>
11. ДСТУ 7285:2012 Нафтова і газова промисловість. Консервація свердловин. Загальні технічні вимоги та порядок проведення робіт. Наказ від 29.12.2012 № 1525.
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013 Посібник із розрахунку та проектування захисту від шуму селильних територій. Наказ від 10.07.2013 № 306
13. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища. Введений в дію Постановою ВР № 1268-ХІІ від 26.06.91 (зі змінами).

14. Законодавство України Про охорону праці: (у 4-х т.) Т.1. Київ, 1995. 558 с.
15. Закону України Про нафту і газ. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, № 50, ст. 262 (зі змінами)
16. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Донбас: Донбас, 2007. Т. 2. 670 с.
17. Мельник А. П., Кривуля С. В., Німець Н. М. Щодо використання супутньо-пластових вод газоконденсатних родовищ. *Science without borders*. 2016, Vol. 1, P. 23-29.
18. Мельник А. П., Німець Н. М. Підвищення екологічної безпеки при поверненні супутніх пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ. *Настоящи изследвания и развитие*, Том 6 Медицина, Биологични науки, Екология, Ветеринарен, Селско стопанство, София, «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2017. С. 50–54.
19. Мельник А. П., Німець Н. М. Щодо наукового обґрунтування екологічно-безпечного повернення у пласт супутньо-пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ з одержанням йоду. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. Хмельницький національний університет. Хмельницький, 2017. № 1. С.185-189.
20. Мельник А. П., Німець Н. М., Подустов М. О. Екологічнобезпечна підготовка супутньо-пластових вод газоконденсатних родовищ до повернення в пласт вилученням йоду. *Соціально-економічний розвиток в умовах глобалізації: матеріали XLIX Міжнародної науково-практичної конференції*. Чернівці, Київ, НВЦ «Лабораторія думки». 2016, Т. 1. С. 5-6.
21. Мельник А. П., Німець Н. М., Подустов М. О., Решетняк О. О. Вдосконалення повернення у пласт супутньо-пластових вод газоконденсатних родовищ. *Актуальні наукові дослідження в сучасному світі. Збірник наукових праць*. Вип. 11 (19), ч. 2. Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 44-51.
22. Німець Н. М. Екологічна безпека повернення супутньо-пластових в надра нафтогазоконденсатних родовищ. *Наука, економіка, інновації: матеріали Міжнародної науковопрактичної конференції*. Чернівці, Київ, НВЦ

«Лабораторія думки». 2017, Т 1. С. 4-6.

23. Німець Н. М. Про екологічно безпечне використання супутньо-пластових вод газоконденсатних родовищ. *Актуальні наукові дослідження в сучасному світі. Збірник наукових праць*. Вип. 10 (18), ч. 5, Переяслав-Хмельницький, 2016. С. 128-131.

24. Німець Н. М., Брусенцева Т. В., Німець О. Д. Підвищення екологічної безпеки видобування вуглеводнів шляхом вивчення сумісності супутньо-пластових вод при поверненні в надра. *Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, 2019, № 15 (1340). С. 42-50. doi:10.20998/2220-4784.2019.15.08

25. Німець Н. М., Мельник А. П., Подустов М. О. Екологічна безпека супутньо-пластових вод і одержання йоду. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія Геологія. Географія. Екологія*. 2016, Вип. 45, С. 159-168.

26. Німець Н. Н., Мельник А. П., Подустов М. О. Про підвищення екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод у нафтогазоконденсатних родовищ. *Вісник національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах. 2017, № 19 (1240). С.73-79.

27. Охорона праці / К.Н. Ткачук, К.К. Ткачук, Ю.А. Гурін та ін. Кривий Ріг: ВЦ КТУ, 2011. 325 с.

28. Пазинич Л. М., Ситенко О. Р., Смірнова Т. М. Деякі питання надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в Україні (огляд літератури) *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2018, №. 1. С. 78.

29. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості. Затверджені Наказом Міністерства економіки України від 27 квітня 2023 року № 2610 (зі змінами).

30. Правила розробки нафтових і газових родовищ. Затверджені наказом Міністерства екології та природних ресурсів України 15.03.2017 № 118 (зі змінами).

31. СН 433-79 Інструкція з будівельного проектування підприємств, будівель та споруд нафтової та газової промисловості. Діючий, відновлено дію з 30.04.2010 згідно з наказом Держгірпромнагляду від 27.01.2010 № 11.
32. СОУ 09.1-30019775-197.2012 Сverdловины на нафту і газ. Попередження газонафтоводопроявлень і відкритих фонтанів при бурінні.
33. СОУ 11.1-30019775-004:2004. Методика визначення привнесених компонентів в супутньо-пластові води та вимоги до їх вмісту при поверненні супутньо-пластових вод в надра. Київ: ДК «Укргазвидобування», 2004. 27 с.
34. СОУ 60.3-30019801-009:2004. Підземні сховища газу. Регламент повернення супутніх пластових вод у надра. [Чинний від 2004-12-30]. Київ: ДК «Укртрансгаз». 2004. 26 с.
35. СОУ 90.0-30019775-041:2005. Захоронення стічних вод у надра з використанням нафтогазових свердловин. [Чинний від 2005-01-27]. Київ: ДК «Укргазвидобування» НАК «Нафтогаз України». 2005. 39 с.
36. Троценко Є. О., Перетятко Ю. В. Промислова екологія: навч. посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 34 с.
37. Чоловський І. Г. Використання нафтогазових свердловин для захоронення стічних вод у надра. *Екологічний Вісник. ДУ «Житомирська політехніка»*, 2006. С. 24-32.
38. Чому законодавством насправді не передбачено проведення процедури ОВД при поверненні супутніх пластових вод до підземних горизонтів? [Електронний ресурс] Офіс сталих рішень, 30 серпня 2023 року. Режим доступу: <http://surl.li/djzjhc>
39. Amakiri K. T., Canon A. R., Molinari M., Angelis-Dimakis A. Review of oilfield produced water treatment technologies. *Chemosphere*. 2022, 298. P. 134064. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134064>
40. Melnik A. P., Nemets N. N., Krivulya S. V., Reshetnyak E. A. Scientific justification for increasing the environmental safety of receipt of iodine upon return of field water of gas condensate fields. *Екологічна безпека*. Кременчуцький національний університет. 2017. Вип. 1/2017(23). С.26-31.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ



**СТУДЕНТСЬКА МОЛОДЬ  
І НАУКОВИЙ ПРОГРЕС**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
МІЖНАРОДНОГО СТУДЕНТСЬКОГО  
НАУКОВОГО ФОРУМУ**

*02–04 жовтня 2024 року*

ЛЬВІВ 2024

*Друзюк В., ст. 2-го курсу магістратури факультету агротехнологій і екології  
Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент Дацко Т. М.  
Львівський національний університет природокористування*

### **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАКОНСЕРВОВАНОЇ СВЕРДЛОВИНИ ГАЗОВОГО РОДОВИЩА ДЛЯ ПОВЕРНЕННЯ СУПУТНИХ ПЛАСТОВИХ ВОД**

Супутньо-пластові води (СПВ) піднімаються на поверхню разом з газом під час його видобування, належать до шкідливих для навколишнього середовища, не піддаються очищенню сучасними хімічними і біохімічними методами, тому виникає необхідність їх утилізації. Спосіб повернення СПВ у надра є найефективнішим способом утилізації цих вод і частиною технологічного процесу експлуатації газових родовищ із замкненим циклом за принципом безвідходної енергозберігаючої технології.

Рудківське газове родовище розташоване на території Самбірського району Львівської області, на північний захід від міста Самбора. Виснажена і законсервована на даний час свердловина № 5 (1307 м) використовується для повернення СПВ 16-ти сусідніх родовищ регіону у виснажений розробкою горизонт. Її конструкція визначає надійний ступінь охорони надр і відповідну антикорозійну безпеку. Повернення СПВ сприяє відновленню гідродинамічного режиму пластів. Повернення СПВ здійснюється в законтурну частину продуктивних пластів, хімічний склад СПВ є ідентичним до складу пластових вод. Суміш СПВ має середню мінералізацію 33,73 г/дм<sup>3</sup>, густину 1,0112 г/см<sup>3</sup>, рН 7,2. Аналіз хімічних досліджень показав, що СПВ родовищ необхідно змішувати і відстоювати.

Технологічна схема повернення СПВ включає: ємності накопичувач-відстійники на родовищах; збірна ємність для збору та відстою СПВ на Рудківському родовищі; поглинальна свердловина. Подачу СПВ у поглинальну свердловину здійснюється нагнітальним трубопроводом.

Забруднення території в процесі експлуатації виключається, оскільки технологічний процес повністю герметизований, а система автоматизації технологічних процесів оперативно реагує на зміни робочих параметрів, що дозволяє вчасно попередити або ліквідувати аварію. Постійно виведена з господарського користування ділянка навколо гирла свердловини та під промислові майданчики виробничих споруд. Під час експлуатації насосної додаткових джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу не передбачається. Рівень шуму в насосній при роботі насосних агрегатів складає 23 дБ, що не перевищує допустимі норми. Ємність для збору СПВ має існуючу огорожу, що запобігає випадковому попаданню тварин на територію та їх травматизму. У межах повернення СПВ даного об'єкта створюються два пояси санітарно-захисної зони.

Свердловина № 5 для повернення СПВ вибрана обґрунтовано з геологічної та гідрогеологічної точок зору, усі її параметри в повній мірі відповідають прийнятим сучасним вимогам екологічної безпеки. Процес повернення СПВ у надра дозволяє значно зменшити техногенне навантаження на ґрунти і поверхневі води в районі розташування Рудківського родовища і поліпшити рекреаційні умови.