

# Екологічна безпека та раціональне природокористування

УДК 504.550.43 (477.6)

## ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОБ'ЄКТІВ РОЗМІЩЕННЯ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

П.Г.Дригулич

ВАТ „Укрнафта”, Бориславська експедиція Прикарпатського УБР  
82300, Львівська обл., м. Борислав, вул. Шевченка, 215, тел. (03248) 41648

*Рассмотрено проблемные вопросы проведения буровых работ и обращения с отходами бурения в экологически неблагоприятных местах. Произведен анализ влияния эксплуатации шламонакопителя и нагнетательной скважины на окружающую среду. Наведены рекомендации для усовершенствования проектных решений с повышением экологической безопасности объектов размещения отходов бурения. Описаны технологические решения уменьшения неблагоприятного влияния шламонакопителя и нагнетательной скважины на окружающую среду.*

*The issues of drilling works conduction and drilling waste treatment are considered for environmentally unfavorable locations. Environmental impacts of slurry ponds and injection well exploitation are analyzed. Project decisions improvement are offered for environmental safety enhancement of drilling waste disposal facilities. Technological solutions for reduction of adverse environmental impacts of slurry ponds and injection wells are described.*

Технологічні процеси виробничої діяльності нафтогазового виробництва призводять до значних навантажень на навколишнє середовище, і питання зменшення шкідливого впливу нафтогазового комплексу (НГК) як забруднювача, так і джерела утворення відходів стає одним з актуальних питань охорони довкілля. Складною екологічною проблемою при бурінні нафтогазових свердловин є утворення, зберігання, утилізація та розміщення промислових відходів. Значної гостроти ця проблема набуває тоді, коли родовища вуглеводнів розташовані в межах екологічно вразливих природних ландшафтів, в таких умовах навіть незначний техногенний вплив може спричинити зміни екосистеми [1]. Наявність Андріяшівсько-Гудимівського гідрогеологічного заказника в районі проведення бурових робіт на Андріяшівському газоконденсатному родовищі (ГКР) визначила безамбарний метод буріння свердловин з вивезенням відходів в спеціально облаштовані місця. Шлам і відпрацьований буровий розчин вивозиться в шламонакопичувач а бурові стічні води (БСВ) – на майданчик нагнітальної свердловини №8 Андріяшівська.

Вивченням цієї проблеми в рамках реалізації Національної програми „Нафта і газ України до 2010 року”, де зазначена необхідність

розробки ефективних методів оцінки впливу НГК на довкілля, займалися різні науково-дослідні установи: ІГГГК НАН України (В.Г.Осадчий, В.В. Колодій), ІФНТУНІГ (О.М.Адаменко, Я.О.Адаменко, Г.І.Рудько) ВАТ “УкрНГ” (І.І.Наритник, Є.Н.Довгополий), Північно-Східний науковий центр (М.Ю.Журавель), УкрДГРІ (Л.П.Швай, В.В.Карабин, В.С.Іванишин, М.М.Фесенко), офіційною УкрНГІ була розроблена документація на будівництво і облаштування шламонакопичувача для розміщення відходів буріння з Андріяшівського ГКР, якою передбачалось на відведеній ділянці площею 1.0 га збудувати шламонакопичувач в три етапи. Під час першого етапу в 1994 році збудовано котлован розмірами 100×33 м, глибиною 4.0 м, з кутом нахилу бічних стінок 33°. Корисний об'єм становив 6000 м<sup>3</sup> (рис.1). Завезення відходів було запроєктовано дном котловану по залізобетонних плитах. В міру його заповнення плити демонтовувались. Проектні рішення були втілені на практиці, та досвід експлуатації показав всі їхні недоліки. Котлован мав велику площу збору дощових і талих вод (3300 м<sup>2</sup>), а в зимовий період повністю заповнювався снігом. Оподи перемішувались з відходами буріння, збільшуючи їх кількість. З

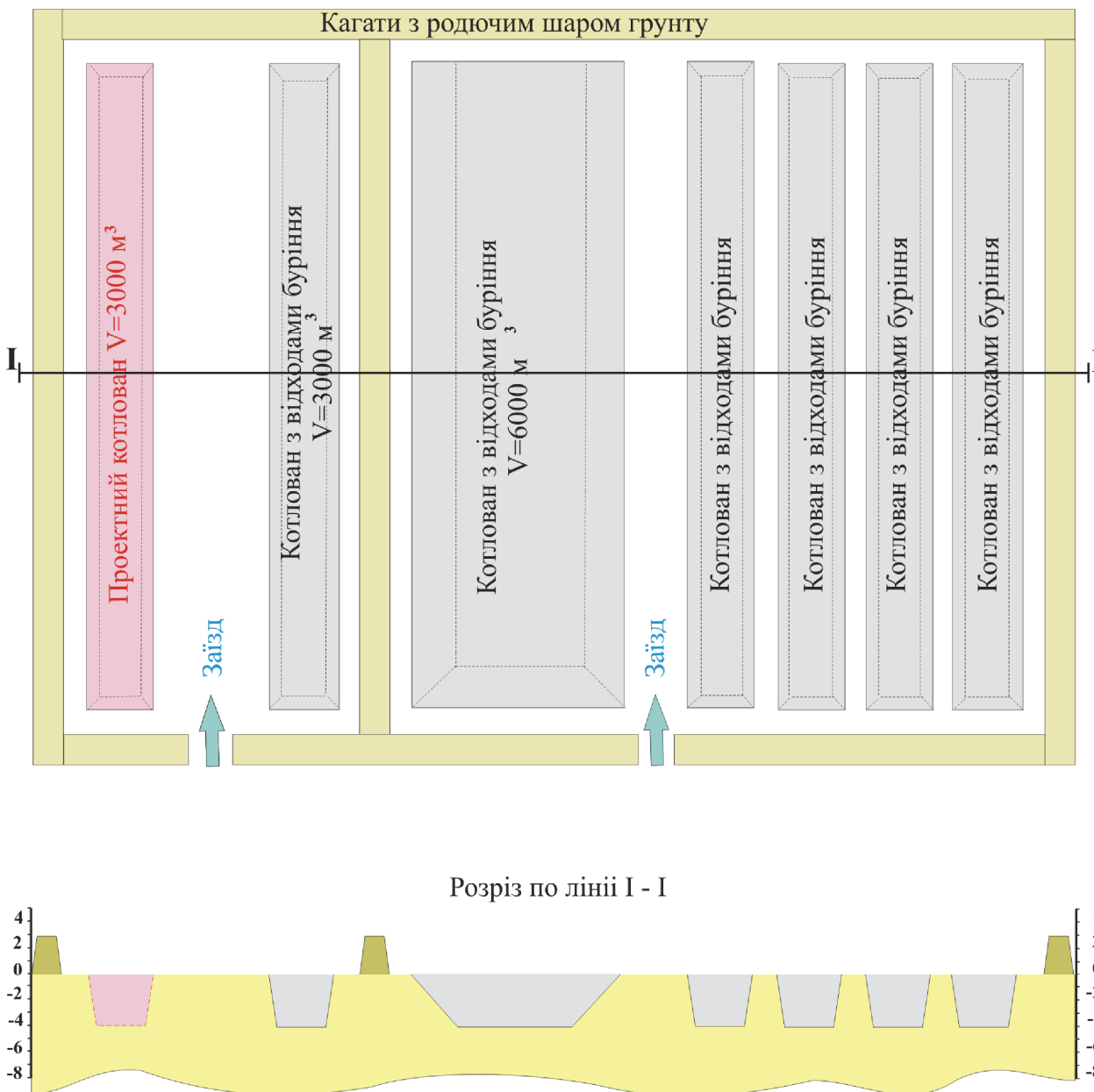
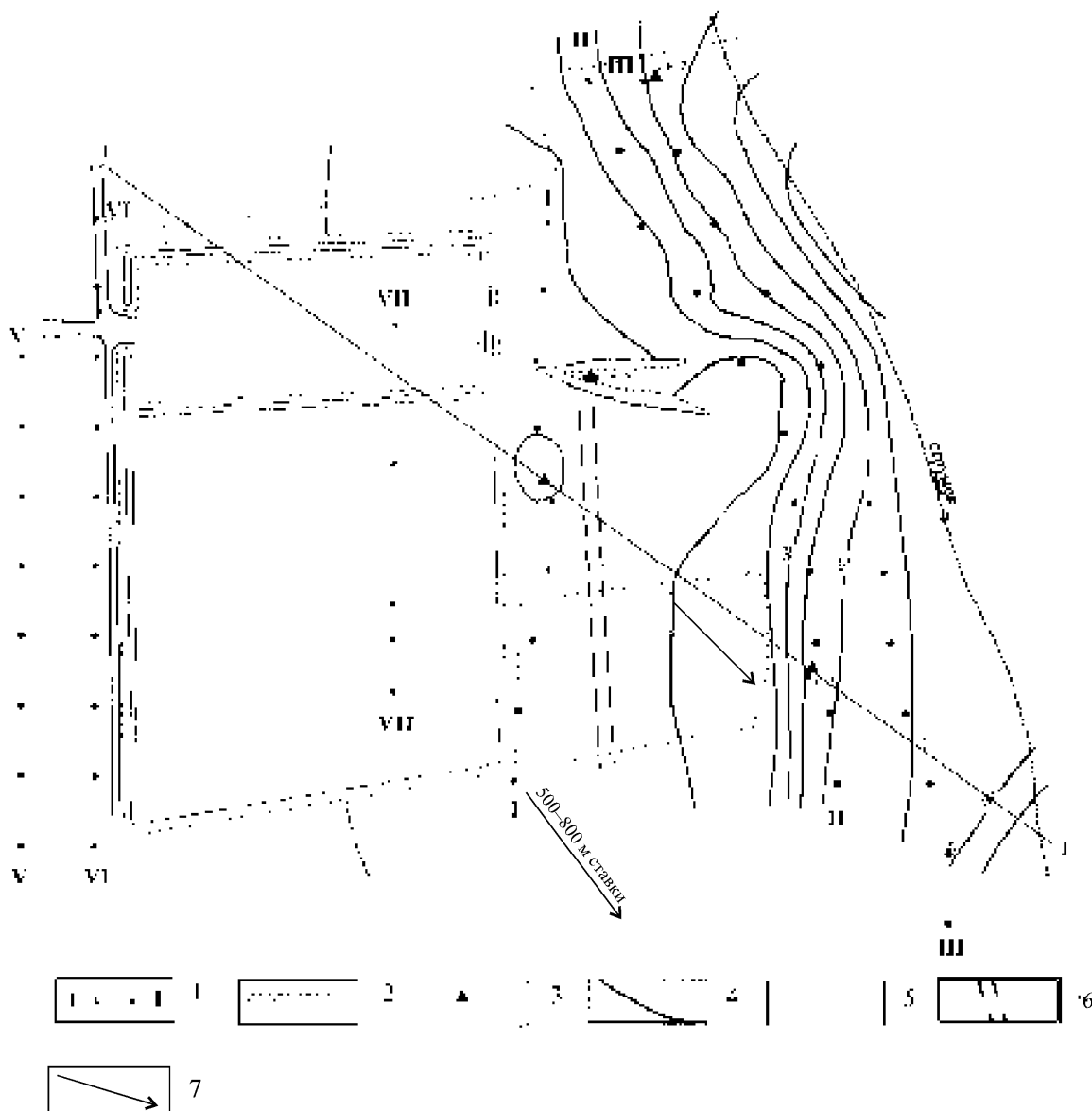


Рисунок 1 — План-схема шламонакопичувача

бурового розчину в котловані виділялись бурові стічні води, а на їхній поверхні утворювалась плівка нафтопродуктів. Все це погіршувало екологічну безпеку шламонакопичувача і унеможливило заїзд автотракторної техніки в котлован. У зв'язку з цим було запропоновано та втілено на практиці такі технологічні рішення: збудовано дорогу із залізобетонних плит не по дну, а по поверхні поруч із котлованом; виготовлено і встановлено під'їзну естакаду для автотранспорту і скидання шламу. При наповненні частини котловану з естакади за допомогою екскаватора розрівнювався шлам, після чого естакада переставлялася в інше місце. Велика ширина котловану не давала технічної можливості розрівнювати екскаватором шлам на всю ширину, хоча естакада мала розміри 12,5×3,0 м і її маса становила 14,6 т. Монтаж

естакади був складним і виконувався двома автомобільними кранами, тому при будівництві другої черги шламонакопичувача впроваджені такі технічні рішення: ширина котловану зменшена до 7-8 м; кут нахилу стінок збільшений до 75-80°. Таке нововведення дало можливість заповнювати котлован на всю ширину, і зникла потреба будувати значної довжини естакаду; зменшило поверхню збору дощових і талих вод; зменшились витрати на матеріали з нейтралізації відходів; полегшило проведення робіт з рекультивациі землі (рис. 1).

При проектній ширині котловану 33 м на незайнятій ділянці (56 м) неможливо збудувати ще дві черги шламонакопичувача. Земельна ділянка використовувалась неефективно. Розраховано умовний коефіцієнт корисного об'єму відносно використання площі ( $k$ ); у першому



1 – геотермічні профілі; 2 – шламонакопичувач; 3 – спостережні свердловини;  
4 – ізолінії рельєфу; 5 – лісонасадження; 6 – фільтраційна траншея;  
7 – напрям розвантаження ґрунтових вод

**Рисунок 2 — План-схема території шламонакопичувача (ШЛ) та точки еколого-геофізичних спостережень. 2004 р.**

випадку площа ( $S_1$ ) становить  $33 \text{ м} \times 100 \text{ м} = 3300 \text{ м}^2$ ; корисний об'єм ( $V_1$ ) =  $6000 \text{ м}^3$

$$k_1 = \frac{V_1}{S_1}, k_1 = \frac{6000}{3300} = 1,81; \quad (1)$$

у другому випадку площа ( $S_2$ ) становить  $8 \text{ м} \times 100 \text{ м} = 800 \text{ м}^2$ , а корисний об'єм ( $V_2$ )  $2700 \text{ м}^3$

$$k_2 = \frac{V_2}{S_2}, k_2 = \frac{2700}{800} = 3,37; \quad (2)$$

$$k_{\text{еф}} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{3,37}{1,81} = 1,86. \quad (3)$$

З формули (3) видно, що запропоноване нововведення в 1,86 рази ефективніше від проєктного, яке дає додаткові можливості для за-

хоронення більшої кількості відходів буріння на одиницю площі.

За результатами еколого-геологічної зйомки, на шляхах міграції забруднювачів (в місцях розвантаження ґрунтових вод) облаштовано фільтраційну траншею, яку наповнили мінеральним сорбентом „Глауконіт” і біопрепаратом „Родекс” (рис. 2), що зменшило кількість несанкціонованого надходження в поверхневі водойми токсичних компонентів з відходів буріння. Ці розроблені технічні рішення дали змогу ефективніше експлуатувати шламонакопичувач і мінімізували його шкідливий вплив на довкілля.

При безамбарному бурінні свердловин складною проблемою є утилізація відпрацьованих бурових розчинів і БСВ. Нормативними

документами передбачено проводити очистку бурових стічних вод від механічних домішок безпосередньо на буровій і після цього скидати їх на рельєф [2]. Теоретично це можливо, але практично при сучасній технологічній схемі обв'язки бурового обладнання, хімічному складу БСВ і наявній кількості працівників бурової бригади, які зайняті основним виробництвом – проводкою свердловини, таку операцію здійснити неможливо, тим більше, що це процес не однократний, а постійний. Хімічний склад, а відповідно й фізико-хімічні властивості БСВ досить різноманітні і залежать від складу породи, що розбурюється, та хімреагентів, які використовуються у промивальних рідинах. БСВ забруднюються пластовими водами, які потрапляють в свердловину. Ці води є мінералізованими розчинами з середньою, міцною або дуже міцною концентрацією, тобто у них міститься 50-250 г/л або і більше мінеральних солей. Головним чином, це натрієві, кальцієві, магнієві солі соляної кислоти. В окремих випадках можуть міститись сульфатні або гідрокарбонатні солі. Крім цих компонентів, що складають основний іонно-сольовий склад пластових вод, в них наявні у великих кількостях мікрокомпоненти – йод, бром, бор, алюміній та ін. Високомінералізовані пластові води вміщують також органічні речовини нафтового походження: вуглеводні, особливо досить добре розчинні моно- і полімерні ацени, феноли, органічні кислоти тощо [3, 4].

Наявність шламонакопичувача не вирішує проблеми утилізації чи захоронення БСВ, оскільки він призначений для розміщення твердих і напіврідких відходів буріння. На бурових кількостях рідких відходів буріння є більшою від кількості вибуреної породи (шламу). Тому безамбарне буріння можливе за наявності шламонакопичувача і нагнітальної свердловини. На родовищах в завершальній стадії експлуатації нагнітальні свердловини використовують для підтримки пластового тиску, але вимоги до води, яка нагнітається в продуктивні горизонти, досить високі, тому доцільніше облаштувати нагнітальні свердловини виключно для захоронення БСВ.

У нафтовій і газовій промисловості підземному захороненню промислових стічних вод немає альтернативи, оскільки вони вміщують величезну кількість мінеральних і органічних токсичних речовин і не можуть бути від них очищені. Навіть повне розділення води і солей не вирішує питання утилізації останніх, які раніше чи пізніше забруднять водоносні горизонти зони активного водообміну. У той же час їх закачування в надра є безпечним, тому що у відпрацьованих нафто- або газонасичених горизонтах, що залягають під водотривкими породами, біжучі пластові тиски є значно меншими від початкових і від тисків навколівідпрацьованого покладу. У зв'язку з цим при закачуванні у цю техногенну лійку депресії стічні супутні води тільки частково поновлять гідродинамічну рівновагу і не будуть рухатись за межі лійки. Іншим, також досить безпечним варіан-

том захоронення супутних пластових вод та БСВ, є їх закачування в непродуктивні глибинні поглинаючі горизонти за умови наявності порід з високими колекторськими властивостями і порід-покришок, щоб виключити міжпластові перетоки. Очистку стічних вод перед їх захороненням в глибинні поглинаючі горизонти слід проводити від твердих механічних частинок, щоб запобігти зменшенню прийомистості свердловини через кольматацію порового простору. Усунення інших розчинених токсичних компонентів не потрібне, тому що стічні води потрапляють у таке ж токсичне середовище [3].

Для облаштування під нагнітальну свердловину була вибрана ліквідована розвідувальна свердловина № 8, яка розташована в межах північно-східного крила структури Андріяшівського родовища, з такою фактичною конструкцією:

кондуктор Ø 351 мм – 394 м, цемент до гирла;

проміжна колона Ø 245 мм – 4103 м, цемент до гирла;

експлуатаційна колона – „хвостовик” – Ø 168 мм – 3820–5242 м, цемент на всю глибину спуску;

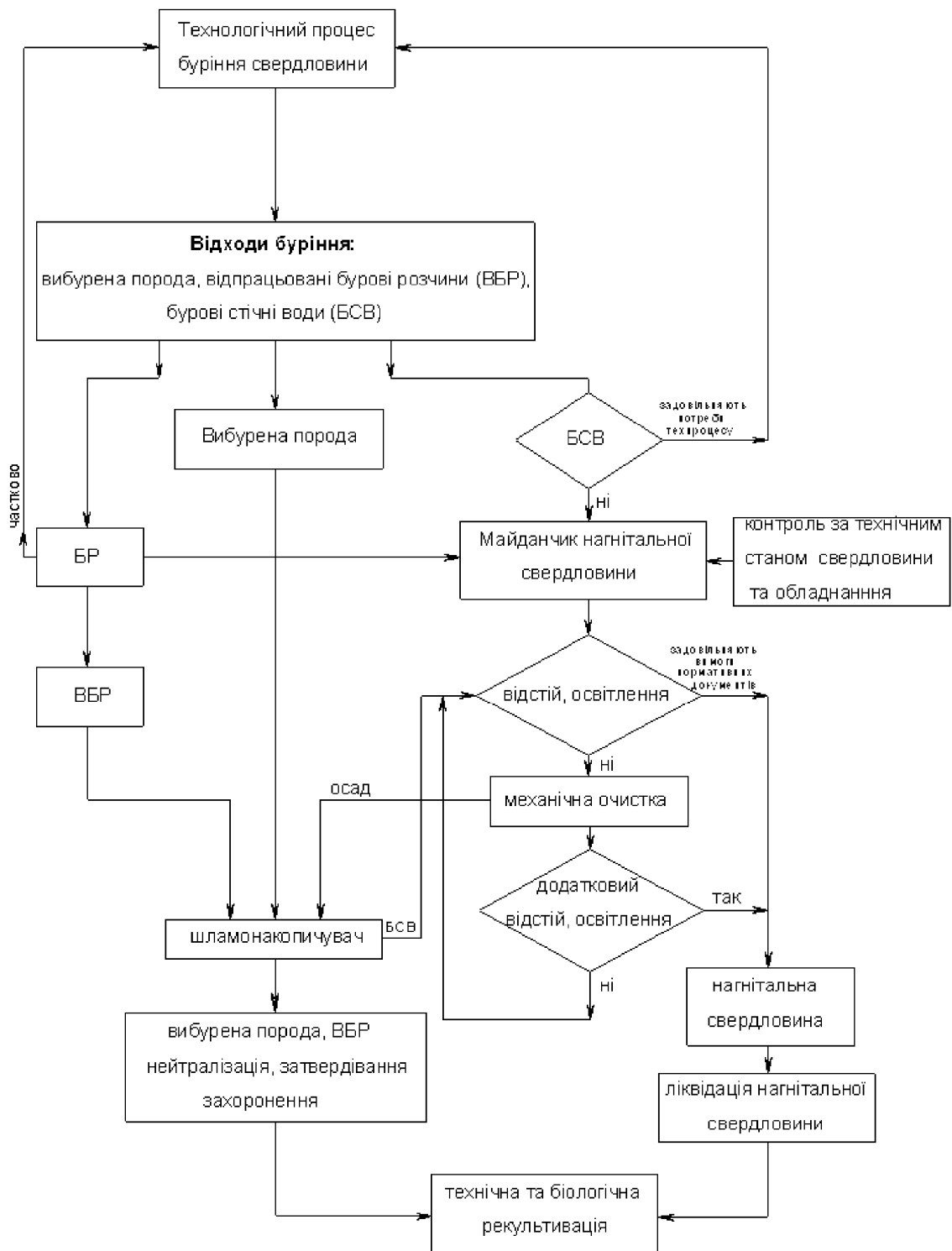
експлуатаційна колона Ø 139,7 мм – 0–3820 м, цемент 3036–3820 м;

ліквідаційний цементний міст встановлено в інтервалі – 5190–5090 м.

В 1990 році була спущена експлуатаційна колона – Ø 146 мм в інтервалі 1854–10,75 м і Ø 168 мм – 10,75–0 м, яка зацементована до гирла, опресована тиском 35,0 МПа і визнана герметичною. Проведена перфорація в інтервалах 2151–2136 м, 2130–2096 м, щільність – 12 отв/м. Спущено НКТ Ø 73, 0 мм, на глибину 1950 м. Обладнано гирло свердловини, встановлено три відстійні ємності по 40 м<sup>3</sup> кожна, які були з'єднані між собою перетічними трубами. Закачування бурових стічних вод проводилась в поглинаючі горизонти тріасу. Через кольматацію порового простору порід колекторів тиск нагнітання зростав і сягнув 15,0–15,5 МПа. Для збільшення приймальності була проведена солянокислотна обробка та ремонт свердловини, встановлено додатково ще одну відстійну ємність. Геофізичними та гідродинамічними дослідженнями встановлено задовільний технічний стан і герметичність експлуатаційної колони і насосно-компресорних труб.

Для контролю за станом довкілля на майданчику нагнітальної свердловини і прилеглий території був організований і спільно з ІГГК НАН України проведений екомоніторинг. Пробурено три спостережні свердловини, з яких не рідше двох разів на рік здійснювався відбір проб ґрунтових вод. За результатами аналітичних досліджень встановлена наявність міграції токсичних компонентів з відстійних ємностей в навколишнє середовище. Це свідчить про негерметичність відстійних ємностей і про недосконалість всього нагнітального процесу.

Еколого-геологічними дослідженнями визначені джерела шкідливого впливу на довкілля



**Рисунок 3 — Схема-алгоритм утилізації, розміщення та захоронення відходів при безбарному методі буріння з екомоніторингом на всіх стадіях**

і можливі шляхи міграції токсичних компонентів. Для вирішення екологічних проблем були розроблені і впроваджені технічні рішення:

- запропоновано провести перевірку герметичності шламових ємностей і фонтанної арматури;

- безпосередньо на майданчику нагнітальної свердловини установити додаткове обладнання (блок очистки: вібросито, гідроциклон, глиновідділювач, вертикальний шламовий на-

сос (ВШН); шламові ємності 6 шт., по 40–50 м<sup>3</sup> кожна; нагнітальний насос типу 9-НГР; обладнання для тонкої очистки води хімічними методами; електротельфер в/п-3 т для відвантажування осаду, контейнери для твердих відходів буріння).

Згідно з розробленою схемою очистки БСВ рідкі відходи буріння зливаються у закопані в землю і з'єднанні послідовно 4 шламові ємності. Вода відстоюється в першій ємності і при

## Література

поступленні додаткової кількості відходів буріння, найчистіша, верхня фракція, переливається в другу і так аж до четвертої ємності, де вона ще відстоюється і ВШН подається в дві ємності, що на поверхні. До води додається розчин сірчаноокислого алюмінію, осаджуються зважені частинки, і чиста вода насосом через фільтр закачується в свердловину. Осад із цих двох ємностей зливається до попередньої суміші. При заповненні ємностей буровим розчином вибуреною породою закачування припиняється, і наявна суміш проходить через блок частинки. Вода зливається в ємності, а зважені частинки – в контейнери. Порода із контейнерів вивозиться на шламонакопичувач для захоронення. БСВ, що виділяються в шламонакопичувачі з твердих і напіврідких відходів буріння вивозяться на майданчик нагнітальної свердловини, де проходять додаткову очистку і нагнітаються в підземні горизонти (рис. 3). За такою схемою можна проводити і захоронення супутніх пластових вод. Ці пропозиції увійшли в проектно-кошторисну документацію на облаштування нагнітальної свердловини № 8 Андріяшівського родовища.

Після впровадження технологічних рішень і природоохоронних заходів екологічними дослідженнями встановлено, що шкідливий вплив експлуатації нагнітальної свердловини і шламонакопичувача на довкілля відсутній.

1. Куровець І.М., Приходько О.А., Грицик І.І., Дригулич П.Г., Кіндерись А.І. Геофізичний та геохімічний моніторинг об'єктів захоронення шкідливих відходів при пошуках та розвідці родовищ вуглеводнів // Геологія і геохімія горючих копалин. – Львів: ІГГК НАН України, 2003. – №2. – С.133–139.

2. ГСТУ 41–00 032 626–00–007–97 Галузевий стандарт України. Охорона довкілля. Спорудження розвідувальних і експлуатаційних свердловин на нафту та газ на суші. – Київ, 1998. – 80 с.

3. Колодій В.В., Приходько О.А., Дригулич П.Г. Техногенно-екологічна безпека експлуатації нафтогазових родовищ // Проблеми економії енергії. – Львів: ДУ „Львівська політехніка”, 1999. – С.328–330.

4. Осадчий В.Г., Колодій В.В., Приходько О.А., Грицик І.І., Пуцило В.І., Дригулич П.Г. Нафтогазовий комплекс та техногенно-екологічна безпека Західних областей України // Проблеми економії енергії. – Львів: ДУ „Львівська політехніка”, 1999. – С. 326–327.

– порушення технологічних режимів ек-

УДК 502.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ФОРМУВАННЯ АРЕАЛІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В РАЙОНАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ

О.М.Мандрик, Я.М.Семчук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел (03422) 42196

e-mail: [public@nung.edu.ua](mailto:public@nung.edu.ua)

*Исследованы основные причины формирования ареалов загрязнения атмосферы и источники их возникновения. Обоснован комплексный алгоритм анализа и управления техногенными рисками применительно к современным технологическим процессам и типовым производственным объектам освоения сероводородсодержащих месторождений нефти и газа.*

*The main reasons of technological hazards formation as well as the sources of their origin have been investigated. The complex algorithm of analysis and management of technological risks has been substantiated. It is applied to modern technological processes and typical industrial objects pioneering hydrogen sulfide-bearing fields of oil and gas.*

Аналіз фактичної аварійності нафтогазових об'єктів, а саме, технологічного обладнання установок підготовки та переробки сировини дав змогу встановити і проаналізувати значення основних причин аварійних викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище:

- неправильний вибір обладнання, матеріалів та помилки при проектуванні – 15%;
- неякісне виконання будівельно-монтажних робіт – 20%;

плуатації основного обладнання – 12%;

- неякісне виготовлення основних вузлів та агрегатів виробничого обладнання – 28%;

- порушення правил техніки безпеки, технологічної дисципліни і помилки при роботі працівників – 16%;

- інші причини – 9%.

При будівництві свердловин, капітальних і підземних ремонтах та інших роботах при розкритих продуктивних горизонтах, аварійні викиди (фонтани та нафтогазовиявлення), а також