

1 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПРИРОДОВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

1.1 Організаційно-методичні аспекти ліквідації нафто продуктового забруднення геологічного середовища

Забруднення геологічного середовища нафтопродуктами в усьому світі вважається однією з серйозних екологічних проблем. Це пов'язано як з широким поширенням нафто продуктового забруднення, яке представляє реальну загрозу здоров'ю і життю людей, так і із складнощами проведення дослідницьких робіт в межах поширення ареалів забруднення, а також з великими фінансовими і часовими витратами на їх локалізацію і ліквідацію.

На значній частині території України техногенне накопичення нафтопродуктів відбувається в приповерхній частині геологічного розрізу, яка характеризується суглинним складом з низькою проникністю. За узагальненими даними відбір з однієї ліквідаційної свердловини в таких умовах навіть при інтенсивних заходах, як правило не перевищує десятків літрів нафтопродуктів за добу. Виключення може становити лише початковий етап, тривалістю до декількох місяців. При таких дебітах про рентабельність заходів не варто і говорити. Відмітимо, що звичайними відкачками можна відібрати тільки мобільну частину ЛНП, яка складає близько 30–40 % усього їх об'єму в лінзі. Вилучення більшої частини ЛНП, яка залишається в ґрунті, вимагає проведення складних, трудомістких і тривалих заходів. На практиці, через відсутність додаткового фінансування система заходів для реабілітації забрудненої території обмежується локалізацією лінзи ЛНП і максимальним зменшенням її потужності. Необхідного продовження реабілітаційні заходи не мають, що не дозволяє завершити ліквідацію забруднення. Боротьба з нафто продуктовим забрудненням ГС не є господарсько-комерційною справою — її слід розглядати як природоохоронне завдання. Кошти, що отримуються від реалізації вилучених нафтопродуктів, повинні спрямовуватися на компенсацію реабілітаційних витрат.

Особливо важливим при плануванні ліквідаційних заходів є вирішення питання про ступінь необхідного очищення забрудненої території. Можна погодитися з тим [13], що на будмайданчику діючого нафтовидобувного або нафтопереробного підприємства повна санація до відновлення початкового біоценозу не доцільна. Але на господарсько-промисловому об'єкті необхідно підтримувати такий стан, який виключав би не лише виникнення якоїсь надзвичайної ситуації на самому об'єкті, а і можливий негативний вплив на поверхневу і підземну гідросферу, повітря, рослинний світ за його межами, т. е. на довколишній території. Оцінка збитків від наслідків забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами, проводиться Мінприроди, згідно методики, що затверджена Кабінетом Міністрів України [17].

Вплив будь-якого джерела забруднення оцінюється по співвідношенню фактичного вмісту забруднюючої речовини до його ГДК, яка повинна визначатися для повітря, родючого шару ґрунту, поверхневих і підземних вод з урахуванням їх використання (господарсько-питне водопостачання, розведення риби, зрошування, рекреаційні цілі). На жаль, в Україні такої детально розробленої системи ГДК відносно вмісту нафтопродуктів, а тим більше окремих видів вуглеводнів нафтопродуктів, які значно відрізняються за своїми фізичними і хімічними властивостями, поки ще немає. Існує думка, що очищення води необхідно проводити до 0,3–0,01 мг/дм³, що відповідає діапазону ГДК для питної води, а очищення родючого шару ґрунту — до значень їх вмісту в природних умовах. Таку вимогу важко виконати із-за недосконалості технологій. Більшість методів, що застосовуються, дозволяють

реально зменшити вміст нафтопродуктів в ґрунтах до 1000–1500 мг/кг, а у воді — до 1,0–1,5 мг/дм³ [10]. Глибше очищення може бути недоцільним, тому що є сенс сподіватися на ефект очищення забруднених вод і ґрунтів внаслідок природних процесів хімічної і бактеріологічної деструкції. Крім того, у водоносних горизонтах до природних деструктивних процесів додаються ще і процеси механічні: розсіювання забруднюючої речовини і його розбавлення до безпечних концентрацій. Для глибоко очищення компонентів ГС останніми роками широкого застосування набувають методи мікробіологічної деструкції. При застосування біотехнологій нафтопродукти перетворюються у екологічно безпечні органо-мінеральні речовини і при цьому утворюється захисний шар (екран) біологічно активних компонентів, які автоматично знешкоджують (ліквідують) нові нафтозабруднення у випадку їх появи на обробленій площі.

Початковою стадією природовідновлювальних робіт є комплексна оцінка забруднення ГС, яка включає:

- попередню оцінку можливого ступеню забруднення ГС без достатньої інформації про масштаб забруднення для вирішення питання про необхідність проведення основних оцінювальних робіт;
- основну оцінку масштабів і особливостей найбільш небезпечних форм забруднення підземних вод і ґрунтів зони аерації (ЗА) нафтопродуктами для вирішення питання про доцільність природовідновлювальних і захисних заходів, а також про необхідність додаткових оціночних робіт загального і спеціального призначення;
- додаткову оцінку спеціального призначення, яка складається з:
 - ✓ визначення масштабу і особливостей небезпечних наслідків забруднення (вплив забруднених підземних вод на водозабірні споруди, природні потоки, водойми і так далі);
 - ✓ визначення можливості посилення забруднення і його небезпечних наслідків (наприклад, поява вибухо- і пожежонебезпечних ситуацій) при природному або техногенному підйомі рівня ґрунтових вод (РГВ);
 - ✓ уточнення за результатами додаткової (спеціальною) оцінки комплексу необхідних захисних і реамедіаційних заходів.

При оцінці повинні враховуватися наступні основні форми забруднення ГС нафтопродуктами:

- лінза рідких (мобільних) ЛНП, що формується на поверхні ґрунтових вод та є «ядром» осередку забруднення;
- область забруднення, яка утворюється під нижньою межею лінзи і містить залишкові нафтопродукти в насичених ґрунтах;
- область флюїдного і газоподібного забруднення ґрунтів ЗА над верхньою межею лінзи;
- область забруднення водонасичених ґрунтів розчиненою і водоемульсійною формами нафтопродуктів.

Для вирішення задач оцінки забруднення ГС нафтопродуктами проводиться еколого-геологічне обстеження території потенційного забруднення.

За результатами обстеження оцінюються масштаби та ступінь забруднення, ризик подальшого розповсюдження забруднення у ГС та намічається план першочергових природоохоронних заходів. Таким чином, еколого-геологічне обстеження та оцінка забруднення ГС нафтопродуктами, дозволяють екологічно та економічно раціонально підійти до обґрунтування необхідності і першочерговості природоохоронних заходів.

Комплекс робіт по локалізації і ліквідації забруднення зводиться до двох основних завдань:

1. Припинити забруднення ГС при подальшій експлуатації об'єкту шляхом ремонту і заміни обладнання та зміни технології.

2. На підставі комплексної оцінки забруднення ГС розробити реалізувати проект локалізації і поетапної ліквідації забруднення.

Першочерговим природоохоронним заходом вважається ліквідація, локалізація або зменшення розмірів лінзи рідких ЛНП шляхом їх вилучення. Вже на етапі оцінювальних робіт повинні розглядатися і обґрунтовуватися можливості:

- відкачування рідких ЛНП із лінзи;
- утилізації відібраних ЛНП і супутніх забруднених підземних вод (як без спеціальної обробки, так і після неї);
- отримання і реалізації товарного вуглеводневого продукту з вилученого забруднювача з метою часткової компенсації витрат на проведення природовідновлювальних заходів.

1.2 Методи ліквідації нафтохімічних забруднень

Вибір методу очищення залежить від розмірів забруднення, гідрогеологічних умов і від того, в якому стані знаходиться забруднювач.

При неглибокому заляганні і невеликому за розміром плямі забруднення його можна ліквідовувати екскавцією забрудненого ґрунту.

Для видалення ЛНП із слабопроникних ґрунтів ЗА можна використовувати ефект капілярного відведення по похилому контакту суглинного шару і підстиляючого піщаного прошарку [20, 23]. Умови для реалізації цього ефекту можна створювати штучно.

Якщо забруднення ГС відбувається внаслідок поширення розчинених нафтопродуктів, то їх відсікають або направляють в інший бік, використовуючи штучне збурення фільтраційного потоку за допомогою вертикального або горизонтального дренажу. Методика розрахунків і технологія здійснення дренажу забруднених (некондиційних) вод досить добре розроблена. Складнішою є проблема вилучення мобільних ЛНП, а також нафтопродуктів, що утримуються відкладами.

Відкачування мобільних нафтопродуктів.

Відкачування застосовується для видалення мобільних ЛНП із лінз. У лінзі ЛНП знаходяться під тиском більший за атмосферний, тому вони можуть притікати у свердловину або траншею і відбиратися з них насосом. При цьому відбираються або тільки ЛНП, або уся маса рідин (вода та ЛНП) з утворенням градієнтів для примусової фільтрації. При великих глибинах використовують дві свердловини: одна утворює депресійну воронку, в якій збирається ЛНП, а за допомогою другої їх відбирають. Іноді обидві операції проводять в одній свердловині, обладнаній двома насосами. Нафтопродуктовий насос при цьому повинен знаходитися біля контакту води і ЛНП, а необхідне зниження потрібно регулювати і підтримувати поплавковою системою. Фільтр встановлюється з урахуванням очікуваного зниження рівня контакту.

У Україні Харківським гідроекологічним відділенням «ГІДРОЕК» інституту УкрНДІІНТБ і Українським міжрегіональним центром «Гідротон-Лтд» розроблений насосний агрегат, який складається з водяного і нафтопродуктового насосів для селективного відбору ЛНП і підземних вод. Пристрій «Прилив» забезпечує автоматичне управління в заданому рівневому режимі. Цей насосний агрегат застосований на площадці АТ «Укртатнафта» [13] для захисту одного з цехів Кременчуцького НПЗ.

Якщо при видаленні шару мобільного ЛНП застосовується схема примусового відкачування усієї маси рідини (вода та ЛНП), то депресійна воронка, що утворюється, призводить до того, що ЛНП потрапляють в глибші, раніше за не

забруднені відклади і частково переходять з мобільного в захоплене стан. Видалення з глибокозалагаючих відкладів захоплених ЛНП практично неможливе, тому рекомендується мінімізувати зниження РГВ, щоб уникнути забруднення ґрунтів у водонасиченій зоні.

Відкачування ЛНП без утворення депресивних волокон можна здійснити за допомогою скімерів і способом вакуумування.

Дія скімерів заснована на різниці щільності води і ЛНП. Вони встановлюються на контакті шару ЛНП і води і знімають тільки мобільні ЛНП, а воду не пропускають. Таким чином, вирішується проблема утилізації забрудненої води. Для прискорення припливу ЛНП в скімери іноді відкачують воду насосом, встановленим в нижній частині свердловини. Але в цьому випадку утворюється депресивна воронка і виникають пов'язані з нею раніше вказані проблеми.

Спосіб вакуумування дозволяє витягнути як мобільні, так і залишкові ЛНП із ЗА. Свердловини вакуумування, діють від потужного вакуумного насоса, пов'язані із системою розподілу повітря і рідини. Свердловини обладнані звичайним фільтром, який перекриває частину ґрунтового водонесного горизонту, шар мобільних ЛНП і частину ЗА із залишковими нафтопродуктами. Вакуумна труба встановлюється у фільтрі відкритим кінцем в шарі мобільного ЛНП. Систему можна використовувати навіть тоді, коли глибина до поверхні води перевищує теоретичну висоту вакуумного підйому. Якщо приплив ЛНП недостатній, то висмоктується повітря. Відкачані вода, ЛНП і повітря розділяються в сепараторі. Кількість відкачаної води невелика, оскільки натиск/дебіт вакуумної труби в кожній свердловині регулюються за допомогою окремих клапанів. При необхідності повітря чиститься за допомогою фільтруючої системи. Інформація функціонування системи вакуумування зберігається і контролюється комп'ютером. За допомогою модему інформація також передається в зовнішню комп'ютеризовану систему управління, де приймаються рішення відносно керування системою.

Потужність насоса, довжина фільтру, відстань між свердловинами і інші експлуатаційні параметри і устаткування уточнюються експериментальними роботами на дослідних ділянках. Система вакуумування ЛНП має наступні переваги в порівнянні з іншими методами:

одночасно проводиться аерація і видалення вільних ЛНП;

- забезпечується високий рівень концентрації ЛНП в суміші «ЛНП — вода — повітря», яка відкачується зі свердловини;
- горизонтальний приплив мобільних ЛНП зменшує зону забруднення;
- після видалення вільних ЛНП систему вакуумування можна замінити аерацією;
- система працює в постійному режимі і не утворює великих депресійних воронок;
- невисокі матеріальні витрати на експлуатацію системи;
- контроль і управління можуть проводитися на відстані, що забезпечує оперативність ухвалення рішень.

Тривалі відкачування зі свердловин, розташованих вниз по потоку від плями забруднення, можуть поступово ліквідовувати залишкові накопичення деяких ЛНП з досить високою розчинністю, але тривалість таких відкачувань може вимірюватися роками.

Методи, стимулюючі віддачу нафтопродуктів

Методи засновані на зменшенні поверхневого натягу або в'язкості ЛНП за допомогою закачування гарячої води або пари, вуглекислого газу, ПАВ, алкалоїдів, лугів, полімерів. При цьому необхідно контролювати активізоване переміщення ЛНП, в результаті якого можуть бути зайняті раніше незабруднені зони.

Підвищення температури збільшує розчинність вуглеводнів і їх рухливість

внаслідок зменшення в'язкості. Витіснення ЛНП має досить рівномірний характер. Проте слід враховувати, що при термічній обробці важкі вуглеводні можуть перейти в леткі і переміститися в нову зону пласта. Крім того, ці методи дуже енергоємні, що, безумовно, стримує їх застосовність.

Закачування CO₂ також змінює рухливість (в'язкість) у міру розчинення CO₂ в ЛНП. Метод вимагає високих тисків закачування і застосовується тільки при порівняно глибоких забрудненнях в напірних пластах.

Закачування ПАВ зменшує поверхневий натяг і зменшує залишкову насиченість. Слід враховувати, що ПАВ самі можуть бути забрудниками.

В цілому, усі вказані методи дають добрі результати в лабораторних умовах, проте їх практична перевірка явно недостатня. Крім того, навіть за найсприятливіших умов з їх допомогою видаляють не більше 30–50 % залишкових ЛНП.

Видалення нафтопродуктів за допомогою аерації

Пропускання повітря через ґрунтову товщу застосовується для випару летких компонентів вище РГВ. Пари відсмоктуються і очищаються.

Щоб запобігти надходження повітря з поверхні землі, біля свердловин обладнується непроникне покриття. Потік повітря, що подається в пласт, створює конвективний потік пари, яка змінює рівновагу в системі «пара — рідина» і посилює в ЗА випар вуглеводнів, особливо з низькою молекулярною вагою і високою летючістю. Фільтр свердловини, яка подає повітря, краще розташовувати в нижній частині зони, що очищається.

Метод найбільш ефективний в приповерхневих проникних середовищах. При досить густій мережі свердловин (перші метри) він може застосовуватися або разом з відкачуванням, або з методами, які базуються на розігріванні, або ж з методами біодеградації (при аерації подається додатковий кисень). В той же час в неоднорідних і гетерогенних середовищах контакт повітря або пари із залишковим ЛНП значно обмежений, доводиться різко збільшувати тривалість і інтенсивність аерації.

Видалення нафтопродуктів за допомогою мікроорганізмів

Біологічні методи очищення ГС засновані на використанні існуючих в ґрунтових водоносних горизонтах мікроорганізмів, які руйнують органічні забрудники, іммобілізовані на твердій фазі [20, 27].

Типову схему біологічного очищення можна представити таким чином. Спочатку видаляються рухливі ЛНП, після чого проводяться лабораторні експерименти для оцінки стійкості залишкових забруднень відносно бактерій, які розвиваються в природних умовах. Потім в зону, яка очищається, подається суміш кисню і поживних речовин для стимулювання росту мікроорганізмів.

На жаль, в лабораторних умовах результати експериментів завжди виходять значно кращими, ніж в реальних середовищах. Пояснюється це передусім впливом неоднорідності і гетерогенності гірських порід, яка припускає наявність зон переважаючого перенесення (так звані «швидкі шляхи») і відносно застійних зон, де вступ кисню і життєдіяльність бактерій ускладнені. Про це свідчать дослідні дані про розподіл кисню в шаруватих пластах, які отримані на ділянках вуглеводневого забруднення на відносно великій глибині

1.3 Методика еколого-геологічного обстеження та природо відновлювальних робіт. Види та об'єми запланованих робіт

Еколого-геологічне обстеження територій колишніх військових об'єктів виконується у відповідності до затвердженої методики , та існуючих наукових

розробках із вивчення нафто продуктового забруднення.

Підготовчий період еколого-геологічного обстеження включає узагальнення і детальний аналіз зібраних матеріалів щодо даної території для попередньої оцінки кліматичної, гідрологічної, геоморфологічної, геолого-гідрогеологічної та еколого-геологічної ситуації.

Польові роботи розпочинаються з проведення рекогносциувального маршрутного обстеження території з метою отримання уточненої інформації про місцезнаходження військових об'єктів (можливих джерел забруднення), їх стану та встановлення наявності сучасного надходження забруднюючих речовин до ГС. Основну увагу при цьому буде приділено ділянкам складів ПММ. За наявною інформацією, ділянки складів ПММ виступали основними джерелами надходження нафтопродуктів у геологічне середовище.

Інформацію про сучасний стан нафто продуктового забруднення ГС планується отримати за результатами обстеження існуючих спостережних та ліквідаційних свердловин, що були обладнані при попередніх дослідженнях. Передбачається проведення обліку існуючих свердловин із встановленням номерів, заміри глибин, діаметру фільтрової колони, висоти патрубку та винесення місцезнаходження на схему військової частини.

В свердловинах виконується замір рівнів ґрунтових вод та шару ЛНП, виконується жолонування (прокачка) із замірами відновлення вказаних рівнів. Встановлюється можливість використання кожної свердловини для проведення ліквідації лінзи ЛНП.

За результатами обстеження свердловин уточнюється контур розповсюдження лінзи ЛНП. Для визначення фізико-хімічних властивостей (щільності, в'язкості та фракційного складу) ЛНП, що формують лінзу, передбачено відбір 3–4 проб ЛНП із свердловин на різних ділянках лінз ЛНП.

Для визначення забруднення ґрунтового водоносного горизонту розчиненими нафтопродуктами проводиться відбір зразків води із свердловин, що розташовані за межами лінзи ЛНП. Також передбачається проведення відбору зразків поверхневих вод із озер розташованих на південь від складу ПММ, які є місцем розвантаження ґрунтового потоку із території забруднення. Загалом передбачається відбір 15–20 зразків поверхневих та підземних вод на визначення вмісту нафтопродуктів.

У разі необхідності уточнення контуру розповсюдження нафто продуктового забруднення у ГС (лінзи ЛНП, розчинених нафтопродуктів) передбачається обладнання додаткових спостережних свердловин. Закладка свердловин виконується з урахуванням контуру розповсюдження забруднення та геолого-гідрогеологічних умов території. Базуючись на даних попередніх досліджень глибина буріння запланованих свердловин буде складати від 5 до 12 м, в залежності від глибини залягання рівня ґрунтових вод і потужності зони забруднення ґрунтів. Свердловини буряться механічним ударно-канатним чи шнековим способом □127 мм з колоною обсадних труб. Спостережні свердловини обладнані фільтровою колоною □50 мм, з робочою частиною фільтра довжиною 4 м. Фільтр являє собою перфоровану пластикову трубу з нейловою обмоткою. Інтервал установки робочої частини фільтра в водоносному горизонті повинен бути узгоджений з амплітудою коливання РГВ. Інтервал установки робочої частини фільтра при наявності шару ЛНП в свердловині встановлюється з урахуванням амплітуди коливання рівня ЛНП і РГВ. Місця закладки свердловин погоджуються із представниками військової частини, для попередження пошкодження підземних інфраструктурних об'єктів військової частини (ліній комунікацій, електричних кабелів, трубопроводів тощо).

Наявність нафто продуктового забруднення при бурінні свердловин визначається органоліптично. В разі виявлення забруднення відбираються проби

ґрунту для визначення вмісту нафтопродуктів як в зоні аерації, так і в насиченій зоні (під рівнем ґрунтових вод). В процесі буріння передбачається відібрати 2–5 проб ґрунту для визначення вмісту загальних нафтопродуктів із свердловини, що виявила забруднення.

Проби ґрунту відбираються по 0,5 кг в поліетиленові пакети; проби води та ЛНП в скляну тару об'ємом 1,0 л.

Аналіз відібраних в процесі обстеження проб ґрунту, ґрунтових та поверхневих вод на визначення вмісту загальних нафтопродуктів проводиться в акредитованій лабораторії нафтохімічних досліджень геологічного середовища ІГН НАН України (свідоцтво про атестацію № ПТ-465/12 від 22.12.2014 р., виданий ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»).

Замір рівнів рідин у свердловинах виконуються із використанням приладу міжфазного визначення рівнів рідин, що не змішуються.

Пробурені та існуючі свердловини, що збереглися у задовільному стані та придатні до проведення ліквідаційних заходів та моніторингових спостережень, підлягають геодезичній плановій та висотній прив'язці.

З метою вибору оптимальної схеми проведення тестування вилучення мобільних нафтопродуктів шляхом відкачки із свердловин (практичної фази робіт) проводиться математичне моделювання фільтрації та міграції підземних вод та забруднювача у геологічному середовищі.

Для створення геофільтраційної моделі передбачається використання програмного комплексу Processing Modflow for Windows (PMWIN) [26], який є системою моделювання фільтрації і міграції підземних вод за допомогою програм:

- тривимірне моделювання фільтрації методом кінцевих різниць (MODFLOW of the U.S. Geological Survey) [22];
- тривимірне моделювання масопереносу в підземних водах MT3D [21];
- програма моделювання поширення фронту забруднених підземних вод (RMPATH 5.3 for Windows) [24, 25].

Перші два пакети були розроблені Геологічною службою США (USGS <http://www.usgs.gov>) і є програмною реалізацією математичних моделей потоків підземних вод і напряду поширення фронту забруднених підземних вод. MODFLOW – пакет для вирішення кінечно-різницевої апроксимації рівнянь, що описують двовимірний або тривимірний нестационарний або стаціонарний потік підземних вод. RMPATH – пакет для моделювання конвективного перенесення домішок в підземних водах, який розраховує шляхи їх транзиту в тривимірному потоці підземних вод на основі інформації, отриманої з попереднього пакету MODFLOW. Програмою розраховується положення частки в потоці підземних вод на задані користувачем моменти часу.

MODFLOW і пов'язані програми фактично є світовим стандартом для вирішення завдань фільтрації і масо переносу. MT3D і MODFLOW рекомендуються до використання Агентством довкілля і Геологічною службою США. Програмний комплекс знаходиться у вільному доступі у мережі Internet за адресами: (**Processing Modflow 5.3.3** <http://www.pmwin.net>, <http://www.simcore.com/pm53>).

За результатами еколого-геологічного обстеження проводиться оцінка сучасного стану нафто продуктового забруднення, в тому числі лінз ЛНП, визначаються основні шляхи та напрямки поширення забруднення, виконується попередній прогноз його подальшого розповсюдження.

На основі проведеної оцінки сучасного стану забруднення та проведеного

математичного моделювання виконується корегування запланованих природо відновлювальних заходів.

Започаткування практичної фази ліквідації лінз ЛНП є основним етапом природо відновлювальних робіт, що передбачається даною Програмою.

Для вилучення рідких нафтопродуктів будуть використовуватись існуючі свердловини, в яких в процесі обстеження буде виявлений шар ЛНП.

Пріоритетною є схема встановлення занурювальних чи поверхневих насосів для створення депресій у ґрунтових водах з можливим застосуванням пневматичних скімерів в одній свердловині (рис. 3). Для відкачки ґрунтових вод з метою створення депресій використовуються центр обіжні насоси.

Глибина встановлення насосів у ліквідаційних свердловинах розраховується індивідуально для кожної свердловини. Відкачка рідин зі свердловин виконується із заданим дебітом для підтримання постійного зниження у свердловині, на рівні 0,5–1,0 м. Регулювання дебіту свердловин здійснюється за допомогою обмежувача потоку. Дебіт викачаної води замірюється водоміром (лічильником).

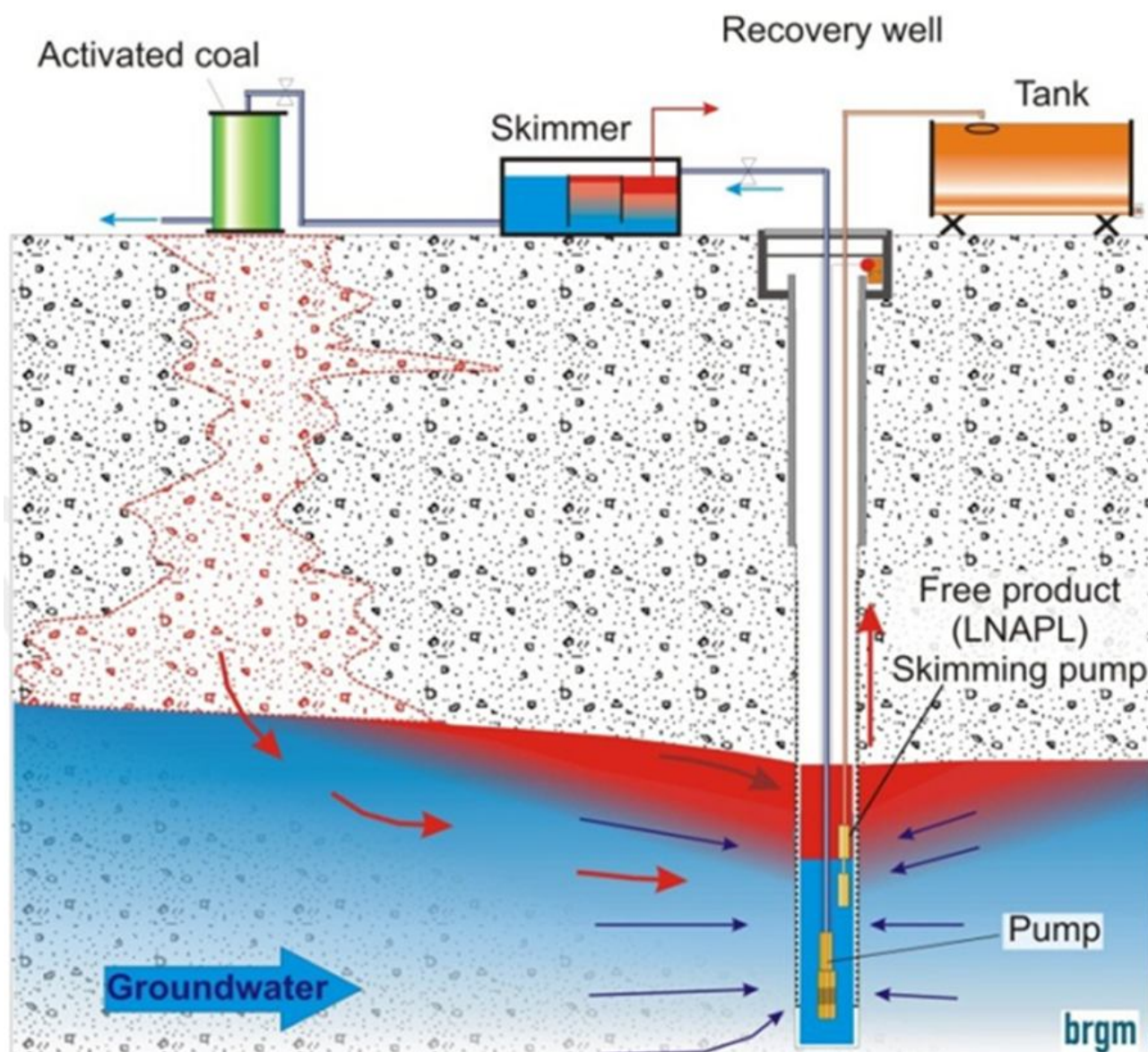


Рис. 3. Загальна схема вилучення ЛНП із геологічного середовища (джерело: BRGM)

Для організації безперервного транспортування суміші «вода–ЛНП» від кожної

свердловини прокладаються напірні трубопроводи. Вилучена зі свердловин суміш подається по системі індивідуальних трубопроводів до системи сепарації, де відбувається розділення рідин. Вилучені нафтопродукти подаються у резервуар їх накопичення. Вода подається до системи механічної очистки (піщаний фільтр), після чого проходить стадію глибокої очистки (фільтр із активованим вугіллям). Очищена вода подається до поглинальних інфільтраційних свердловин.

Грунтові води, що відбираються, у процесі відкачки для скидання поглинальних свердловин мають бути очищенні концентрацій нафтопродуктів у воді 0,1–0,3 мг/дм³. Згідно [1] ГДК нафтопродуктів у воді водних об'єктах господарчо-питного використання становить 0,3 мг/дм³. СанПін 2.2.4-171-10 [5, додаток 2, табл. 2.], встановлює вимоги до вмісту нафтопродуктів і воді, що призначена для питного користування людиною. Для водопровідної води вміст

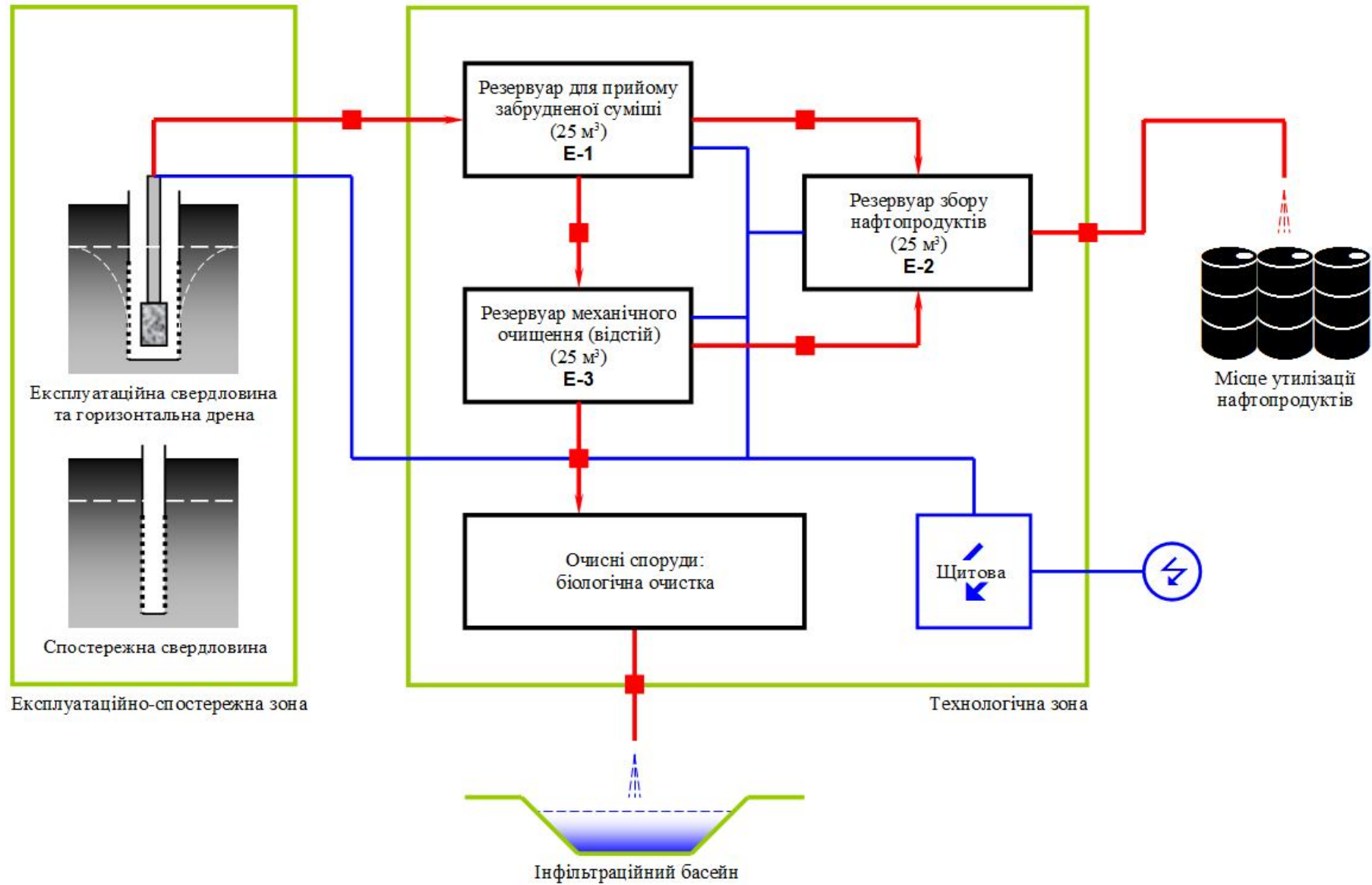


Рис. 4. Принципова схема очищення підземних вод від нафтопродуктів

нафтопродуктів не має перевищувати 0,1 мг/дм³, для води колодязів та каптажних джерел норми не встановлено.

Для скидання очищених ґрунтових вод передбачається облаштування поглинальних інфільтраційних свердловин нижче за потоком від розповсюдження ліній ЛНП.

Передбачається подальша утилізація вилучених нафтопродуктів, шляхом переробки у товарні нафтопродукти. Вивіз нафтопродуктів виконується автоцистернами. За попередньою інформацією забруднювач відповідає критеріям суміші нафтопродуктів відпрацьованих (СНВ) згідно ГОСТ 21046-86 [3]. Фізико-хімічні властивості нафтопродуктів будуть уточнені при еколого-геологічному обстеженні.

Природо відновлювальні роботи супроводжуються контролюючим моніторингом. Під час проведення ліквідаційних робіт проводяться моніторингові спостереження за рівнями ґрунтових вод та мобільних ЛНП, а також за вмістом розчинених ЛНП у ґрунтових водах у спостережних свердловинах.

Для вибору найбільш ефективної схеми проведення природо відновлювальних робіт передбачається проведення математичного гідрогеологічного моделювання на моделі, що буде створена на етапі еколого-геологічного обстеження. Зокрема, передбачається рішення прогностичних геофільтраційних та геоміграційних задач із визначенням локалізації контуру поширення мобільних ЛНП та забруднених підземних вод при різних сценаріях проведення природовідновлювальних заходів, зокрема, при різних варіантах розташування свердловин для відкачування ґрунтових вод та ЛНП та різних варіантах режимів роботи свердловин.

Результатом проведення практичної фази має бути планування заходів із ліквідації шару мобільних ЛНП, що сформований на поверхні ґрунтових вод.

В таблиці 6 представлений зведений об'єм робіт, які заплановано виконати при виконанні даної методики ремедіації територій, що забруднені нафтопродуктами та організації-виконавці окремих видів робіт.

Таблиця 6

Заплановані види та об'єми робіт

Види робіт	Організація виконавець
<i>Розробка програми природовідновлювальних робіт з локалізації та ліквідації нафтохімічного забруднення на території Малківської сільської ради Прилуцького району Чернігівської області</i>	
1. Складання програми робіт	ІГН НАН України
<i>Еколого-геологічне обстеження території</i>	
2. Рекогносцирувальне обстеження	ПП «Покров Груп»
3. Обстеження стану та облік існуючих свердловин	ПП «Покров Груп»
4. Жолонування існуючих свердловин	ПП «Покров Груп»
5. Моніторинг рівнів ґрунтових вод та ЛНП у свердловинах	ПП «Покров Груп»
6. Відбір зразків ґрунтових вод, ЛНП із свердловин: ✓ 15–20 проб ґрунтових вод; ✓ 3–4 проби ЛНП	ПП «Покров Груп»
7. Закладка додаткових спостережних свердловин (при необхідності уточнення контуру забруднення)	ПП «Покров Груп»
8. Відбір проб ґрунтів та ґрунтових вод із пробурених свердловин	ПП «Покров Груп»
9. Лабораторне визначення вмісту нафтопродуктів у 20—30 пробах ґрунту та 15—25 пробах води	ІГН НАН України

Види робіт	Організація виконавець
10. Лабораторне визначення щільності, в'язкості та фракційного складу ЛНП у 3–4 пробах	ІГН НАН України
11. Геодезична прив'язка свердловин	ПП «Покров Груп»
12. Математичне гідрогеологічне моделювання	ІГН НАН України
13. Аналіз результатів обстеження та оцінка стану нафтопродуктового забруднення території	ПП «Покров Груп», ІГН НАН України
<i>Проведення природовідновлювальних робіт</i>	
14. Розгортання інженерних мереж	ПП «Покров Груп»
15. Обладнання системи відкачки суміші вода/ЛНП із свердловин, сепарації відкачаної суміші та резервуарів накопичення рідин	ПП «Покров Груп»
16. Обладнання системи доочистки ґрунтових вод	ПП «Покров Груп»
17. Обладнання поглинальних інфільтраційних свердловин для скиду очищених ґрунтових вод	ПП «Покров Груп»
18. Проведення ліквідації нафтопродуктового забруднення шляхом відкачок із свердловин	ПП «Покров Груп»
19. Наукове супроводження комплексу природовідновлювальних робіт	ІГН НАН України
20. Моніторинг нафтопродуктового забруднення в процесі його ліквідації	ІГН НАН України
21. Математичне гідрогеологічне моделювання	ІГН НАН України
22. Розробка рекомендацій та подальше проведення природо відновлювальних робіт на території із застосуванням методів	ПП «Покров Груп»

