

СЕКЦІЯ VII. ГІРНИЦТВО ТА НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ

УМОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ УДОСКОНАЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЛІКВІДАЦІЇ СКУПЧЕНЬ РІДКИХ НАФТОПРОДУКТІВ І ЛОКАЛІЗАЦІЇ ОСЕРЕДКУ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ ВОД РІДКИМИ ТА РОЗЧИНЕНИМИ НАФТОПРОДУКТАМИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ГРУПА:

Маркіна Надія Кузьмівна

ORCID ID: 0000-0003-2271-2837

завідувачка лабораторії екологічної гідрогеології
та оцінювання екологічного стану територій

*Науково-дослідна установа «Науково-дослідний інститут
екологічних проблем», Україна*

Горишнякова Яна Вікторівна

ORCID ID: 0000-0001-7468-8301

аспірантка, науковий співробітник

*Науково-дослідна установа «Науково-дослідний інститут
екологічних проблем», Україна*

Пилипенко Лариса Вікторівна

ORCID ID: 0000-0003-1968-2219

науковий співробітник

*Науково-дослідна установа «Науково-дослідний інститут
екологічних проблем», Україна*

Сидельник Олеся Сергіївна

ORCID ID: 0000-0002-2760-9620

науковий співробітник

*Науково-дослідна установа «Науково-дослідний інститут
екологічних проблем», Україна*

Петік Вячеслав Олексійович

ORCID ID: 0000-0002-4055-0926

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри гідрогеології
Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Україна

Постановка проблеми. Нафта і нафтопродукти належать до найбільш активних забруднювачів природного середовища і становлять небезпеку перш за все, для підземних та поверхневих вод, як джерело надходження рідких та розчинених вуглеводнів в комплексі з фенолами, сполуками сірки, азоту, важких металів. Як

свідчить досвід авторів, найбільш уразливими при цьому є водоносні горизонти ґрунтових вод, що є першими від поверхні витриманими по площі постійними водоносними горизонтами з вільною поверхнею. В підземні і поверхневі води нафтопродукти можуть надходити в водоносний горизонт, а далі – в річки та у водойми. Як основний чинник ризиків розглядаються скупчення рідких нафтопродуктів, за певних умов здатних до самостійного переміщення на поверхні ґрунтових вод. Скупчення рідких нафтопродуктів різної потужності становлять значну небезпеку як найбільш довготривале джерело забруднення підземних та взаємопов'язаних з ними поверхневих вод, що свідчить про необхідність їх вилучення з підземних гідросфери.

В цій ситуації розробка методів і технологій, які дозволять вилучати рідкі нафтопродукти з підземної гідросфери навіть при малій потужності сформованих лінз і, тим самим, захистити або реабілітувати поверхневі води від забруднення нафтопродуктами, є надзвичайно актуальною.

Актуальність полягає в необхідності оздоровлення та реабілітації підземних і поверхневих вод на територіях, забруднених рідкими нафтопродуктами. Досить важливим при цьому є визначення особливостей забруднення підземних вод рідкими нафтопродуктами в залежності від геологічної будови і гідрогеологічних умов. Розробка методів і технологій, які дозволяють вилучати рідкі нафтопродукти з підземної гідросфери навіть при малій потужності сформованих лінз, є досить важливою.

Невирішені частини проблеми. На даний час частина проблеми охорони підземної гідросфери нафтою та рідкими нафтопродуктами залишається невирішеною. Існуючі методи дослідження забруднення та його поведінки у ґрунтових водоносних горизонтах зазвичай не можуть в повній мірі забезпечити кількісної оцінки стану забруднення, прогнозу його розвитку та надійності локалізації і ліквідації осередку забруднення, що є необхідним під час прийняття управлінських природоохоронних рішень. Важливим питанням залишається наукове обґрунтування водоохоронних заходів і умов практичного вирішення проблеми поліпшення екологічного стану на ділянках забруднення розчиненими і рідкими нафтопродуктами водоносних горизонтів, а також на забруднених ділянках річок і водоймищ.

Метою роботи є наукове обґрунтування та висвітлення умов реалізації технології ліквідації скупчень рідких та розчинених нафтопродуктів в підземній гідросфері. Авторами статті висвітлені особливості та умови реалізації удосконаленої технології вилучення нафтопродуктів з підземної гідросфери на території промислового майданчика Кременчуцького нафтопереробного заводу (КНПЗ).

Постановка завдання на проведення досліджень. Загальною метою еколого-гідрогеологічних досліджень є визначення методологічних підходів щодо розроблення та наукового обґрунтування вибору і практичного впровадження водоохоронних заходів, що включають проведення робіт з очищення (санації) геологічного середовища (в тому числі, підземних вод). В числі інших, завдання досліджень включали:

- дослідження умов міграції забруднюючих речовин і постановка водоохоронних задач;
- схематизація природних умов та типізація геологічної будови зони аерації на конкретних територіях в межах осередку для адаптації установки селективного вилучення скупчень рідких нафтопродуктів з підземної гідросфери;
- обґрунтування місць розміщення системи інженерного захисту в межах осередку забруднення підземних вод;
- обґрунтування вихідних даних для створення систем селективного вилучення нафтопродуктів.

Матеріали та методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань використані матеріали моніторингових досліджень, які виконувалися протягом 30-ти років в районі розташування об'єктів Кременчуцького нафтопереробного заводу, в зону впливу якого потрапили, крім підземних вод, річка Псел з правобережною притокою – р. Малий Омельничок. Протягом багаторічних екологічних вишукувань було визначено масштаби (інтенсивність та площу осередку і ореолу) забруднення, встановлено особливості їх зміни в часі.

Для виконання поставлених завдань перелік основних робіт наукового супроводження включав проведення:

- аналізу умов формування та розтікання лінз рідких нафтопродуктів на поверхні ґрунтових вод в залежності від геологічної будови та гідрогеологічних умов;
- визначення задач водоохоронних заходів в залежності від умов впливу забруднених рідкими та розчиненими нафтопродуктами підземних вод на поверхневі (річкові) води;
- обґрунтування необхідності розробки технології з вилучення рідких нафтопродуктів в місцях їх скупчення для локалізації осередків забруднення підземних вод з метою попередження їх надходження в річки і водойми або з метою відновлення гідрохімічного режиму поверхневих вод;
- наукове обґрунтування умов реалізації системи селективного вилучення рідких та розчинених нафтопродуктів в осередку забруднення підземних вод;
- оцінку екологічної ефективності реалізованої системи інженерного захисту підземних та поверхневих вод.

Методи досліджень. Дослідження проводились з використанням аналітичних гідрогеологічних (в тому числі емпіричних) розрахунків; польових натурних обстежень; виконання бурових робіт; дослідно-фільтраційних вишукувань. Для визначення вмісту хімічних елементів в об'єктах довкілля застосовувався комплекс аналітичних методів за стандартними методиками.

Основні результати досліджень. Виходячи з завдань, які виникають під час розроблення заходів з охорони річок та водойм, у схемі переносу підземним стоком розчинених та рідких нафтопродуктів від джерел забруднення до річки, в межах сформованої області забруднення умовно виділено три специфічні зони, кожна з яких характеризується певними умовами міграції забруднюючих речовин, а саме: осередок забруднення, зона розвантаження підземних вод і зона транзиту – зона трансформації якості підземних вод. Для кожної зони ставляться і вирішуються конкретні завдання водоохоронних заходів. Враховуючи особливості формування забруднення в одного середовища рідкими нафтопродуктами, авторами основна увага приділялась висвітленню особливостей водоохоронних заходів в осередку забруднення, основне призначення яких – максимально знизити концентрацію розчинених та об'єм і площу скупчень рідких нафтопродуктів і мінімізувати вихід їх за межі цієї зони. Це можливо забезпечити за рахунок максимального зниження техногенного навантаження на водоносний горизонт зокрема: - локалізація забруднення рідкими нафтопродуктами у верхньому шарі зони аерації або його перехоплення (повне чи часткове).

Авторами встановлено, що оптимальним, науково обґрунтованим і найбільш важливим методом захисту підземних вод та поверхневих вод річок і водойм від забруднення рідкими нафтопродуктами є або локалізація, або пряме їх вилучення з підземної гідросфери. Першочерговим завданням повинна бути локалізація осередку забруднення і вилучення рідких нафтопродуктів у максимально можливих обсягах. Слід відзначити, що способи *локалізації* не вирішують проблему накопичення та утилізації рідких нафтопродуктів, тому постає необхідність у розробленні та реалізації *локалізаційно-ліквідаційних* заходів, а саме, розробленні технології селективного вилучення рідких нафтопродуктів в системі інженерного захисту.

Авторами статті запропонований і реалізований на КНПЗ удосконалений варіант селективного відбору рідких нафтопродуктів та забруднених ґрунтових вод з однієї і тієї ж очисної свердловини. Принцип селективного вилучення нафтопродуктів полягає в наступному.

Очисні свердловини розкривають верхню частину водоносного горизонту, причому, їх конструкції передбачають розташування робочої частини фільтра частково в насиченій зоні, частково в зоні аерації, в інтервалі коливання рівня ґрунтових вод. Цим забезпечується безперешкодне надходження у свердловину рідких нафтопродуктів, скупчення яких приурочене до вільної поверхні ґрунтових вод (рис. 1).

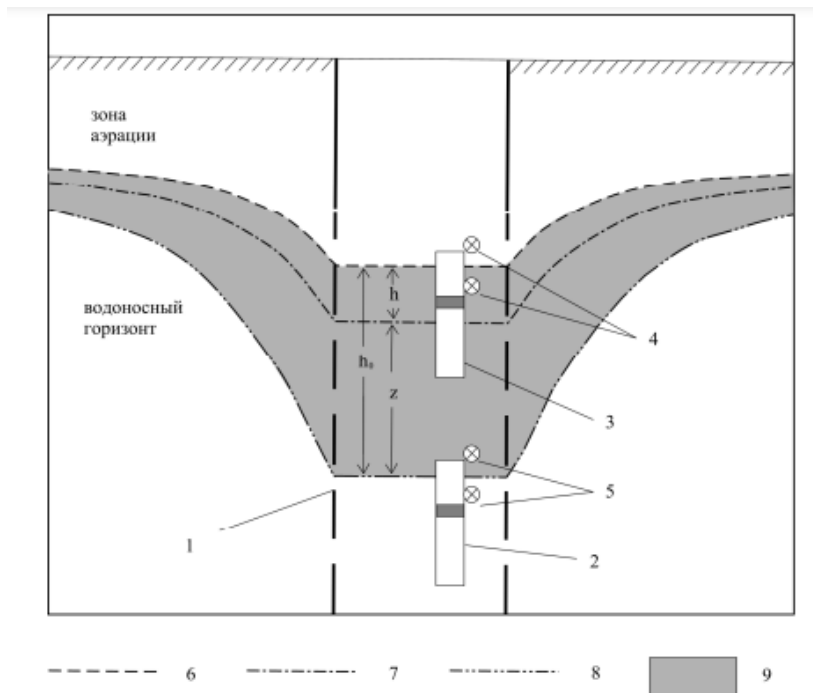


Рис. 1. Принципова схема способу відкачування рідких нафтопродуктів зі свердловини в умовах формування депресійної вирви на поверхні ґрунтових вод

- 1 – фільтр свердловини; 2 – насос для відкачування води; 3 – насос для відкачування нафтопродуктів; 4 – датчики рівня нафтопродуктів; 5 – датчики рівня води; 6 – вільна поверхня нафтопродуктів; 7 – наведений динамічний рівень; 8 – межа розділу вода-нафтопродукт; 9 – скупчення рідких нафтопродуктів.

Функціонування очисних свердловин забезпечується схемою, що складається з двох насосів, один з яких призначений для відкачування води, інший для відкачування нафтопродуктів. Для автоматизації процесу відкачування у схемі передбачені датчики, що контролюють положення рівнів нафтопродуктів і води в свердловині та сигнали, що подаються на автоматичну систему управління – сигнали включення-вимкнення насосів при накопиченні та завантаженні нафтопродуктів і ґрунтових вод. У цьому полягає принцип так званого «селективного» відкачування нафтопродуктів та забруднених підземних вод, на якому засновано більшість існуючих технологій видалення скупчень рідких вуглеводнів із водоносних горизонтів.

Гравітаційні вуглеводні, потрапляючи в зону впливу очисної свердловини, під дією гідравлічного градієнта спрямовуються в свердловину, де їх накопичення та відкачування контролюється системою поплавкових датчиків за положенням вільної поверхні рідини.

Принцип роботи очисних свердловин також полягає у відкачуванні води і створенні депресійної воронки. Слід відзначити, що в залежності від фільтраційних властивостей вміщуючих порід, депресійна воронка може бути локальною, тобто мати невеликий радіус. В умовах суглинистих вміщуючих порід він може складати дещо більше 10 метрів [1].

В ході експлуатації реалізованої системи інженерного захисту СІЗ на КНПЗ були відмічені деякі недоліки у роботі обладнання очисних свердловин, які затрудняли та сповільнювали роботу системи.

Численні спостереження за положенням рівнів води та нафтопродуктів у свердловинах, дозволили встановити закономірності, що стали основою розробки ефективнішого способу автоматичної відкачування нафтопродуктів [2]. У розробці способу використовували особливості зміни положення водовуглеводневого контакту в свердловині при накопиченні - скачуванні нафтопродуктів.

Вибраний для удосконалення технології спосіб ґрунтується на контролі накопичення нафтопродуктів у свердловині шляхом відстеження положення межі розділу вода-нафтопродукт, що змінюється в процесі відкачування. На рисунку 2 відображено динаміку зміни положення вільної поверхні вуглеводнів, а також межі поділу рідин у свердловині, обладнаній насосами для відкачування води та нафтопродуктів. Для успішної реалізації запропонованого способу необхідне дотримання кількох умов.

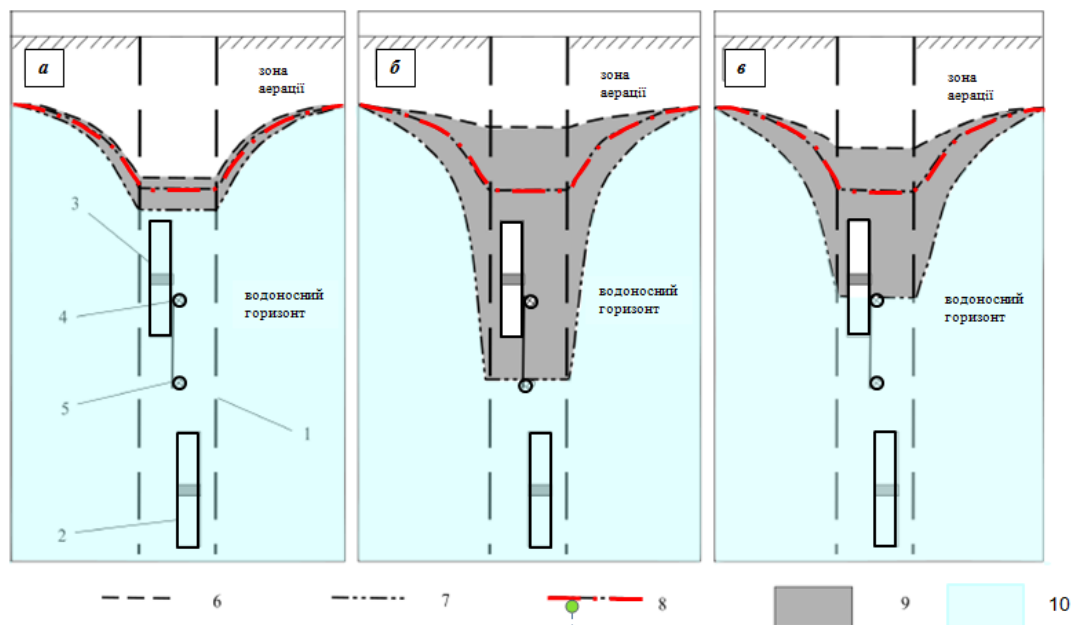


Рис. 2. Принципова схема реалізації способу автоматичного відкачування рідких нафтопродуктів зі свердловини, заснованого на зміні положення межі розділу вода-нафтопродукт

1 – фільтр свердловини; 2 – насос для відкачування води; 3 – насос для відкачування нафтопродуктів; 4, 5 – контактні датчики верхнього та нижнього рівнів відповідно; 6 – вільна поверхня нафтопродуктів; 7 – межа розділу вода-нафтопродукт; 8 – наведений динамічний рівень; 9 – скупчення рідких нафтопродуктів

По-перше, насос для відкачування води повинен працювати безперервно, з незмінною продуктивністю, і забезпечувати формування стабільного динамічного рівня свердловини.

По-друге, насос для відкачування нафтопродуктів потрібно розташовувати в свердловині нижче наведеного динамічного рівня з таким розрахунком, щоб

додаткове зниження, викликане його роботою, не призвело до осушення приймальної частини насоса. Нерухомі контактні датчики верхнього та нижнього рівнів, що фіксують положення межі розділу струмопровідної води та діелектричної вуглеводневої рідини, потрібно розміщувати нижче ніж приймальна частина насоса для відкачування нафтопродуктів (рис. 2). Реалізація способу здійснюється в кілька стадій.

Рисунок 2 (а) ілюструє формування стабільного динамічного рівня внаслідок відкачування води зі свердловини. Утворення депресійної воронки (вирви) сприяє припливу в свердловину гравітаційних нафтопродуктів, потужність шару яких поступово зростає. Збільшення потужності шару нафтопродуктів викликає зміщення межі розділу рідин вниз, що продовжується доти, поки межа розділу досягне датчика нижнього рівня (рис. 2 (б)). При цьому надходить сигнал включення насоса для відкачування нафтопродуктів. Наступне відкачування призводить до зменшення шару забруднення в свердловині, що у свою чергу викликає відновлення та підйом межі розділу нафтопродукт-вода, яке триває до досягнення датчика верхнього рівня (рис. 2 (в)). При цьому замикає водою електричного кола на верхньому датчику сигналізує про відключення насоса для відкачування нафтопродуктів. Після цього накопичення нафтопродуктів у свердловині відновлюється і знову переходить у стадію (б).

Висновки. Розроблено та, при науковому супроводі, реалізовано водоохоронні заходи локалізаційно-ліквідаційного призначення, а саме – розроблено та адаптовано до конкретних геолого-гідрогеологічних умов технологію селективного вилучення рідких нафтопродуктів і підземних вод, забруднених розчиненими нафтопродуктами. В ході реалізації на КНПЗ запропонований спосіб показав свою високу ефективність, простоту в обслуговуванні, а також економічність за рахунок меншої вартості технічних засобів для його реалізації ніж при використанні інших способів. Як результат, відновились якість підземних вод і взаємопов'язаних з ними поверхневих вод в р. Псел та в р. Сухий Омельничок.

Практика робіт показала, що в районі промайданчиків і в їх межах необхідно від 1,8 до 2,5-3 точок отримання інформації на гектар [2]. При одношаровому розрізі в кожному пункті обладнується одна свердловина, при двошаровому з формуванням скупчення у верхній суглинистій частини – дві: одна – на нижній, більш проникний шар, друга – на верхню частину розрізу, що містить скупчення РНП.

Розроблений методологічний підхід до наукового виконання екологічних завдань дозволяє обґрунтувати необхідність та доцільність реалізації технології вилучення рідких нафтопродуктів з підземної гідросфери, що в свою чергу дозволить запобігти надходженню забруднених нафтопродуктами підземних вод у поверхневі водойми і річки, з поступовим відновленням та покращенням якості поверхневих вод. Екологічна ефективність реалізації запропонованого наукового підходу підтверджена відновленням якості водного середовища в басейні р. Псел, де раніше існував значний осередок нафтохімічного забруднення.

Список використаних джерел:

1. Бабенко В.Д. & Солодовников Ю.С. (2000). Організаційно-правові аспекти боротьби з забрудненням підземного простору і підземної гідросфери нафтою і нафтопродуктами. Захист довкілля від антропогенного навантаження, 1 (4).
2. Пат. 56538 Україна, База патентів України. Спосіб вилучення рідких нафтопродуктів з поверхні ґрунтових вод і система для його реалізації / заявитель и патентообладатель Петік В'ячеслав Олексійович; опубл. 15.10.2004. URL: <http://uapatents.com/7-56538-sposib-viluchennya-ridkikh-naftoproduktiv-z-poverkhni-gruntovikh-vod-i-sistema-dlya-jjogo-realizaci.html> (дата звернення: 03.04.2023).