

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ОБЛАДНАННЯМ, ЗАБРУДНЕНОГО ПРИРОДНИМИ РАДІОНУКЛІДАМИ

Дригулич С.П.¹, Орфанова М.М.¹, Дригулич П.Г.²

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, 76019, м. Івано-Франківськ

²НАК «Нафтогаз України»

вул. Б. Хмельницького, 6, 01601, м. Київ

serhii.dryhulych@nung.edu.ua, mariia.orfanova@nung.edu.ua, drygulych@naftogaz.com

На підставі аналізу літературних даних та особистих досліджень авторів, розглянуто причини утворення мінерально-бітумних відкладень на внутрішній поверхні насосно-компресорних труб (далі – НКТ), резервуарів, апаратів та іншого обладнання, що містить природні радіонукліди. Доведено, що обладнання нафтогазової галузі з підвищеним фоном питомої активності радіонуклідів, виводиться з експлуатації виключно за технічними, а не радіаційними параметрами. Проаналізовано обсяги накопичення НКТ, обладнання на майданчиках тимчасового зберігання підприємств нафтогазової галузі та спеціалізованих підприємств у Зоні відчуження Чорнобильської АЕС. Встановлено, що на завершальній стадії розробки нафтових родовищ, зростає обводненість продукції, збільшуються обсяги видобування супутньо-пластових вод, з яких на обладнанні відкладаються мінеральні осади, зростає агресивність середовища у свердловині, через що втрачається герметичність ліфтової колони, виходять з ладу глибинні насоси тощо, тому капітальні ремонти свердловин необхідно проводити частіше, внаслідок чого кількість непридатного для подальшої експлуатації НКТ та насосного обладнання збільшується. Наведено інформацію про обводненість продукції деяких родовищ та обсяги видобування супутньо-пластових вод (далі – СПВ) окремими підприємствами нафтогазової галузі України. Серед обладнання, яке містить природні радіонукліди, значну частку займають виведені з експлуатації промислові трубопроводи, що використовуються для транспортування видобутої вуглеводневої сировини та СПВ. Через агресивне середовище у трубопроводах відбувається їх внутрішня корозія та розгерметизація, забруднюються ґрунти, поверхневі та підземні води. Доведено, що відходи буріння не містять природних радіонуклідів понад норму. На даний час в Україні відсутні технології та спеціалізовані підприємства, які можуть надавати послуги з дезактивації цього обладнання та НКТ, захоронення дуже низькоактивних і низькоактивних радіоактивних відходів (шламів), що будуть утворюватися в процесі дезактивації. Також у нормативній базі відсутні будь-які критерії щодо віднесення шламів до низькоактивних радіоактивних відходів, тому необхідно провести додаткові дослідження та внести відповідні зміни до нормативно-правових актів з встановленням таких критеріїв. Запропоновано створити спеціалізоване підприємство з дезактивації НКТ та іншого обладнання нафтогазової галузі, збудувати в Зоні відчуження приповерхневе та поверхневе сховище для захоронення шламів та вторинних відходів, які утворюються при дезактивації обладнання. *Ключові слова:* обладнання, насосно-компресорні труби, завершальна стадія, супутньо-пластові води, підземні води, відходи буріння, природні радіонукліди.

Problem aspects of management of equipment contaminated by natural radionuclides. Dryhulych S., Orfanova M., Dryhulych P.

Based on the analysis of literature data and personal research of the authors, the reasons for the formation of mineral-bitumen deposits on the inner surface of pumping and compressor pipes, tanks, apparatus and other equipment containing natural radionuclides are considered. It is proved that oil and gas equipment with an increased background of specific activity of radionuclides is decommissioned solely based on technical, not radiation parameters.

The volumes of pumping and compressor pipes and equipment accumulation at the temporary storage sites of oil and gas enterprises and specialized enterprises in the Chernobyl Exclusion Zone are analyzed. It is established that at the final stage of oil field development, watering of products increases, production of associated formation water increases, from which mineral sediments are deposited on the equipment, the aggressiveness of the environment in the well increases, which causes loss of tightness of the elevator string, failure of submersible pumps, etc., so that workovers of wells need to be carried out more often, resulting in an increase in the amount of tubing and pumping equipment unsuitable for further operation.

The article provides information on water content of products of some fields and volumes of associated formation water (hereinafter referred to as AFW) production by individual enterprises of the oil and gas industry of Ukraine. Among the equipment containing natural radionuclides, a significant share is occupied by decommissioned industrial pipelines used for transportation of extracted hydrocarbon raw materials and AFW. The aggressive environment in pipelines causes internal corrosion and depressurization, contaminating soil, surface and groundwater. It has been proven that drilling wastes do not contain natural radionuclides above the normal level. At present, Ukraine lacks technologies and specialized enterprises that can provide services for decontamination of this equipment and pumping and compressor pipes, disposal of very low-level and low-level radioactive waste (sludge) that will be generated during decontamination. Also, the regulatory framework does not contain any criteria for classifying sludge as low-level radioactive waste, so it is necessary to conduct additional research and make appropriate changes to the regulatory acts to establish such criteria. It is proposed to create a specialized enterprise for decontamination of pumping and compressor pipes and other equipment of the oil and gas industry, to build a near-surface and surface storage facility in the Exclusion Zone for disposal of sludge and secondary waste generated during decontamination of equipment. *Key words:* equipment, pumping and compressor pipes, final stage, associated formation water, groundwater, drilling waste, natural radionuclides.

Постановка проблеми. Під час видобування, підготовки та зберігання сирої нафти, яка містить супутньо-пластові води, на об'єктах нафтогазової галузі України (далі – НГГУ) відбувається відкладення мінерально-бітумних утворень, які на окремих родовищах можуть містити техногенно-підсилені джерела природного походження (ТПДПП), або згідно з міжнародною класифікацією Naturally-Occurring Radioactive Materials (техногенно-підсилені радіоактивні речовини природного походження) (далі – NORM). Ці NORM з'являються в результаті передусім підйому на поверхню СПВ під час видобування вуглеводнів, які містять у собі розчинені різноманітні сполуки, з подальшим осадженням солей та інших утворень на внутрішній поверхні обладнання, що призводить до концентрування природних радіонуклідів і збільшення їх активності порівняно з природним фоном. Зазначене обладнання виводять з експлуатації виключно за технічними, а не радіаційними параметрами. Тобто наявність NORM на обладнанні не є перешкодою для його подальшої експлуатації та дотримання правил радіаційної безпеки. Деякі технологічні операції з видобування, підготовки, транспортування та зберігання нафти, газу і газоконденсату продукують NORM переважно у твердому стані, лише інколи у рідкому та газоподібному. Самі NORM (мінеральні відклади, шлами, плівки, виділення газів тощо) та техногенні об'єкти, що їх вміщують НКТ, нафтопроводи, водоводи, резервуари різного призначення та інше обладнання, є в певних місцях реальною загрозою для персоналу (іонізуюче опромінення), а за відсутності контролю – для населення та довкілля.

Актуальність дослідження. У результаті виробничої діяльності на майданчиках тимчасового зберігання підприємств НГГУ вже накопичено декілька тисяч тон забрудненого природними радіонуклідами обладнання та НКТ. В Україні відсутні технології та спеціалізовані підприємства, які можуть надавати послуги з дезактивації цього обладнання та НКТ, захоронення дуже низькоактивних і низькоактивних радіоактивних відходів (шламів), що будуть утворюватися в процесі дезактивації.

Крім цього, на території Зони відчуження Чорнобильської АЕС на майданчиках Державного спеціалізованого підприємства «Центральне підприємство з поводженням з радіоактивними відходами» (далі – ДСП «ЦППРВ») (THE STATE SPECIALIZED ENTERPRISE CENTRALISED ENTERPRISE FOR THE MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE (SSE CEMRW) також орієнтовно вже знаходиться понад п'ять тисяч тон забрудненого природними радіонуклідами НКТ, які були передані з об'єктів НГГУ на зберігання до ДСП «ЦППРВ».

Таким чином, НКТ з виробничих майданчиків підприємств НГГУ згідно договорів з посередниками, які надають послуги з перевезення, за неمالі

кошти, лише переміщається на майданчики спеціалізованого підприємства без будь-яких подальших дій.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. На виконання рішення Ради національної безпеки і оборони України від 23 березня 2021 року «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації», введеного в дію Указом Президента України від 23 березня 2021 року [1], Міндовкілля було визначено відповідальним за розроблення Стратегії поводження з матеріалами, обладнанням і відходами нафтогазовидобувної промисловості, забрудненими радіонуклідами природного походження (далі – Стратегія).

Також з метою підготовки проєкту Стратегії відповідно до вимог пункту 2 § 57 Регламенту Кабінету Міністрів України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 18.07.2007 № 950 Міндовкілля ініціювало надання пропозиції до наповнення Стратегії, зокрема, в частині завдань, спрямованих на досягнення поставлених цілей, етапів їх виконання, очікуваних результатів на кожному етапі, з відображенням запланованого темпу досягнення цільових показників та орієнтовного обсягу необхідних фінансових, матеріально-технічних, людських та інших ресурсів, а також операційного плану реалізації стратегії на трирічний період.

Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 09.03.2023 № 139 «Про утворення робочої групи з розроблення Стратегії поводження з матеріалами, обладнанням і відходами нафтогазовидобувної промисловості, забрудненими радіонуклідами природного походження» зі змінами від 05.06.2023 р. № 397 [2], було утворено робочу групу, до складу якої увійшли представники центральних органів виконавчої влади та підприємств НГГУ.

У складі робочої групи, автори також брали участь у розробці проєкту Стратегії, який ще у травні 2021 року було надіслано до Міністерства проєкт Стратегії, у листопаді 2023 було доопрацьовано остаточну версію, однак до цього часу Стратегія не затверджена, і не набула чинності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема радіоактивного забруднення нафтопромислового обладнання та територій у місцях видобування нафти та газу в Україні встановлена недавно. Проблема вперше у нафтогазовій галузі досліджували В.О. Шумлянський та ін. [3]. Суттєвий внесок у вивчення стану радіаційної безпеки на нафтових родовищах у Дніпровсько-Донецькій западині (далі – ДДЗ) привнесли наукові дослідження М.Ю. Журавля та ін. [4], Т.О. Павленко та ін. [5], А.В. Пукіш та ін. [6].

Авторами [7-8] розглянуто науково-прикладну задачу з оцінки рівня радіоактивного забруднення довкілля у зоні впливу об'єктів нафтовидобувного

комплексу. Проаналізовано основні джерела та причини надходження радіоактивних ізотопів до відходів буріння свердловин. На основі літературних джерел визначено, що основними природними радіонуклідами при видобутку нафти є ізотопи радію та торію (^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{228}Th), а при видобутку газу – ізотопи радону, свинцю і полонію (^{220}Rn , ^{222}Rn , ^{210}Pb і ^{210}Po). Однак авторами помилково було встановлено, що забруднення бурового обладнання може сягати до 6000 мкР/год. Наведено основні джерела негативного впливу на довкілля під час буріння та видобування нафти і газу. Запропоновано систему природоохоронних заходів, яка складається з превентивних та комплексів заходів з ліквідації радіоактивного забруднення територій, на яких відбувається буріння та розробка родовищ вуглеводнів.

У статті [9] авторами наведено основні причини забруднення покладів нафти і газу природними радіонуклідами. Встановлено, що основний внесок у радіоактивне забруднення вносять ^{223}Ra , ^{226}Ra , ^{227}Th , ^{232}Th , ^{40}K , ^{210}Pb , ^{212}Pb , ^{214}Pb , ^{228}Ac , ^{235}U , які осідають на поверхні насосно-компресорних труб та іншого обладнання. Розглянуто причини поширення радіоактивних аномалій, в результаті чого ними було встановлено такі закономірності: найвища радіоактивність промислового обладнання і ґрунту характерна для родовищ з тривалим терміном розробки. У цій публікації автори вважають, що поклади нафти і газу забруднені природними радіонуклідами, однак вже доведено, що природні радіонукліди не містяться у нафті чи газі, а привносяться до свердловин і відкладаються на НКТ із супутньо-пластових вод.

У дисертації Ю.М. Сороки [10] запропоновано методологію оцінки ризиків та безпеки населення і довкілля на основі критеріїв потенційного опромінення в місцях видобування і переробки матеріалів з вмістом природних радіонуклідів, яка дозволяє максимально знизити небезпечну дію природних радіонуклідів на персонал, населення та довкілля. Однак вказані дослідження стосувалися об'єктів з видобування уранових руд та підприємств гірничо-рудного комплексу.

О. Соколова на сайті InfoAtom [11] наводить інформацію щодо досліджень, які проводяться у 2013 році науковцями Інституту гігієни та медичної екології ім. Марзеєва НАМН на об'єктах ПАТ «Укрнафта» (НГВУ «Долинанафтогаз», НГВУ «Бориславнафтогаз») та на об'єктах АТ «Укргазвидобування», при яких було виявлено перевищення нормативів по ^{226}Ra у 3-12 разів і по ^{232}Th до 3 разів (при нормативах МАГАТЕ для ^{226}Ra та ^{232}Th – 1 Бк·г-1 (1000 Бк·кг-1). 12 жовтня 2021 року відбулося засідання Колегії Держатомрегулювання України, на якій після обговорення дійшли висновків, що ризики від NORM мають оцінюватись та контролюватись без невідповідного обмеження використання цих матеріалів та відходів, а регулю-

вання безпеки є необхідною умовою захисту людей та навколишнього середовища.

Під час засідання «круглого столу» на тему: «Проблеми поводження з промисловими відходами, що містять природні радіонукліди», яке відбулося 24.02.2012 р. [12] під егідою Національного інституту стратегічних досліджень спільно з Національною комісією радіаційного захисту населення України та Програмою Європейської комісії із запобігання, готовності та реагування на природні та техногенні катастрофи (PPRD East) було визнано, що на даний час існує нагальна необхідність інвентаризації (картування) полів забруднення природними радіонуклідами та актуальності питання удосконалення моніторингу шляхів надходження їх у навколишнє середовище. Також запропоновано надрокористувачам розглянути питання щодо підвищення рівня радіаційної безпеки вуглевидобувних та нафтогазових басейнів.

Дядін Д.В. та інші [13-14] у своїх публікаціях довели, що найбільші рівні забруднення підземних і поверхневих вод виникають на ділянках експлуатації відкритих споруд підготовки продукції та систем повернення СПВ у надра. Ними було встановлено, що екологічна небезпека супутньо-пластових вод зумовлена високими концентраціями забруднюючих речовин, невластивих поверхневим і підземним водам зони активного водообміну на території басейну. Закономірності впливу СПВ на якісний склад підземних і поверхневих вод проявляються у збільшенні концентрацій таких рухомих компонентів, як іони хлоридів, натрію, стронцію та літію, що істотно перевищують встановлені ГДК.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Фізико-хімічний склад та умови утворення мінеральних та інших відкладень на внутрішніх поверхнях НКТ та іншому обладнанні НГТУ, що містять природні радіонукліди, вивчені достатньо. Хоча окремі науковці помилково вважають, що обладнання забруднюється природними радіонуклідами не тільки під час видобування нафти і газу, але й під час буріння. Відходи буріння (вибурена порода, відпрацьований буровий розчин та бурові стічні води) не містять природних радіонуклідів, а якщо і містять, то у мізерних концентраціях, близьких до природного фону.

Також помилково вважається, що магістральні трубопроводи та резервуарні парки з товарною нафтою та газом, можуть містити природні радіонукліди. Оскільки у товарній продукції відсутні механічні домішки та СПВ, тому й відсутні у них NORM, що і підтверджено нашими замірами під час проведення екологічних аудитів.

На даний час не вирішеною проблемою є управління цим обладнанням, тимчасовим його зберіганням, перевезенням, дезактивацією та іммобілізацією, кондиціонуванням, захороненням вторинних відходів, які утворюються під час дезактивації.

В Україні відсутні будь-які критерії віднесення радіоактивних відходів до класу дуже низькоактивних, у відповідності до вимог статті 1⁻¹ Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» (далі – Закон) [15]. Також відсутні поверхневі та приповерхневі сховища для захоронення дуже низькоактивних та низькоактивних радіоактивних відходів, до яких можна буде віднести шлами та вторинні відходи від дезактивації НКТ та іншого обладнання НГГУ.

Новизна. Вперше за участю авторів було розроблено проєкт Стратегії управління з матеріалами, обладнанням і відходами нафтогазовидобувної промисловості, забрудненими радіонуклідами природного походження, та запропоновано підприємствам Групи Нафтогаз реалізувати проєкт з дезактивації НКТ з будівництвом приповерхневого сховища для захоронення низькоактивних радіоактивних відходів, що утворюються при дезактивації НКТ, та полігону (поверхневого сховища) для захоронення дуже низькоактивних радіоактивних відходів.

Викладення основного матеріалу. Переважна частина НКТ та обладнання забрудненого природними радіонуклідами утворюється у Дніпровсько-Донецькій западині на більшості родовищ нафти і на окремих родовищах газу. ДДЗ – це тектонічна структура, яка є частиною Доно-Дніпровського прогину Східноєвропейської платформи, що знаходиться на Лівобережжі України, і має двоповерхову будову у вигляді рифтогену (авлакогену), ранньокам'яновугільно-антропогенну западину, яка залягає на пізньодевонському рифті. Загальна потужність осадових порід, що беруть участь у будові ДДЗ, змінюється від 500 м на бортах до 18-20 км в осевій зоні рифту [16-17].

Згідно з даними [18-20], класифікація осадових гірських порід ґрунтується на їхньому складі та генезисі. Серед них переважають такі види порід: глинисті (глини, аргіліти, глинисті сланці) – 48-51%, піщані (піски і пісковики, алевроліти) і карбонатні (вапняки, доломіт, тощо) – 23-25%, хемогенні (солі, гіпси, ангідрити) – 2,8-3,1%. Глинисті породи теоретично можуть містити у мізерних кількостях уран, який входить до складу мінералів, які містять фосфор (P), цирконій (Zr), титан (Ti), торій (Th) і групу рідкоземельних хімічних елементів (TR). У ДДЗ породи переважно складаються з кремнезему (SiO_2) – 58-62%, силікатів (Al_2O_3) – 13-14%, оксидів заліза 5-6% (Fe_2O_3 – 3-4%, FeO – 2,0-2,3%), оксиду кальцію (CaO) – 5,4-6,3%, оксиду калію (K_2O) – 2,8-3,0%, оксиду натрію (Na_2O) – 1,1-1,2%. Решта компонентів складають менше 1%. Як видно, з наведеного складу осадових порід нафтогазових родовищ у них відсутні мінерали, які містять природні радіонукліди уранового ряду, що також підтверджується замірами радіаційних параметрів вибуреної породи з нафтогазових свердловин.

У СПВ нафтогазових родовищ ДДЗ згідно матеріалів постійного моніторингу, який здійснюється

працівниками служб радіаційної безпеки юридичних осіб Групи Нафтогаз, та досліджень науковців [3-6, 21] також не виявлено природних радіонуклідів уранового ряду. Однак, передусім в результаті підйому СПВ під час видобування вуглеводнів протягом тривалого періоду відбувається осадження мінеральних солей та інших утворень на поверхні обладнання. Це призводить до концентрування природних радіонуклідів, внаслідок чого відбувається, так зване, збагачення і збільшення їх активності порівняно з природним фоном.

Самі NORM (мінеральні відклади, шлами тощо) та нафтопромислові об'єкти і обладнання, на поверхні яких вони знаходяться: НКТ, насосне обладнання, запірні арматури, нафтопроводи, водоводи, апарати, резервуари різного призначення, обладнання гирл експлуатаційних та нагнітальних свердловин тощо, можуть бути реальною загрозою через іонізуюче опромінення для персоналу, який обслуговує це обладнання, а у разі відсутності належного контролю, то і для довкілля та населення.

Під час експлуатації нафтогазових свердловин періодично проводиться їх ремонт. При ремонті може знадобитися заміна частини чи всього НКТ або насосного обладнання, штанг глибинних насосів, також проведення різних методів з інтенсифікації тощо. Під час ремонту здійснюються спуско-піднімальні операції і працівники постійно контактують з цим НКТ та іншим обладнанням, яке може містити NORM. Також у резервуарах, особливо в яких зберігалася «сира» нафта чи СПВ, утворюються донні осади та нафтошлами, які також містять NORM. При зачистці резервуарів «збагаченні» NORM донні осади та нафтошлами є джерелом радіаційного забруднення довкілля. Ремонт обладнання, обслуговування та зачистка резервуарів є звичайною технологічною операцією у нафтогазовій галузі і жодним чином не відноситься до діяльності у сфері управління з радіоактивними відходами. Але при виконанні цих робіт чи здійсненні інших технологічних операцій, в обов'язковому порядку вживаються заходи з радіаційної безпеки для захисту працівників. Ці шкідливі фактори також враховуються під час проведення атестації робочих місць.

Перевезення придатного чи непридатного для подальшої експлуатації НКТ та іншого обладнання між виробничими об'єктами підприємств здійснюється власним технологічним транспортом, а з майдаників тимчасового зберігання непридатного НКТ перевезення здійснюється виключно автотранспортом спеціалізованих підприємств, хоча радіаційні параметри придатного і непридатного НКТ можуть бути однакові.

На завершальній стадії розробки, особливо нафтових родовищ, зростає обводненість продукції та обсяги видобування СПВ, що у свою чергу призводить до збільшення обсягів утворення мінеральних та бітумних відкладень на внутрішніх поверхнях

НКТ та іншому обладнанні. У таблиці 1 наведено обводненість продукції з деяких нафтових родовищ нафтогазовидобувного управління (далі – НГВУ) «Охтирканафтогаз» ПАТ «Укрнафта» та у таблиці 2 наведено статистичні дані про обсяги видобування супутньо-пластових зі всіх родовищ ПАТ «Укрнафта» за 2015-2024 рр. На відміну від ПАТ «Укрнафта», ситуація в АТ «Укргазвидобування» дещо інша, оскільки Товариство експлуатує переважно газові та газоконденсатні родовища, у яких на завершальній стадії експлуатації знижується енергія пласта, внаслідок чого виноситься менше СПВ. З метою збільшення обсягів видобування газу та виносу рідини, на більшості родовищ АТ «Укргазвидобування» через систему нагнітання інгібітора/деемультгатора з робочим тиском 1000PSI, який виготовлено ТОВ «Везерфорд Україна», у газові свердловини через спеціальний порт подається у трубний простір крапельним методом поверхнево-активна речовина. Результати обсягів видобування СПВ АТ «Укргазвидобування» за 2018-2024 рр. наведено у таблиці 3.

Серед обладнання, яке містить природні радіонукліди, значну частку займають виведені з експлуатації промислові трубопроводи, що використовуються для транспортування видобутої вуглеводневої сировини та СПВ. Через агресивне середовище у трубопроводах відбувається внутрішня корозія та їх розгерметизація, внаслідок чого у довкілля потрапляють СПВ та вуглеводні, забруднюються ґрунти, поверхневі та підземні води.

Через зростання обводненості продукції, тривалий термін експлуатації на майданчиках підпри-

ємств НГУ щороку накопичується у більших обсягах відпрацьоване обладнання, НКТ та шлами, які тимчасово зберігаються на спеціально облаштованих майданчиках (Фото 1). Облаштування підприємствами додаткових майданчиків призведе до додаткових затрат, але не вирішить цю проблему, а лише перенесе її у часі.

Перевезення НКТ у Зону відчуження також не вирішує проблему, а переносить її у просторі: з майданчиків тимчасового зберігання підприємств НГТУ на майданчики ДСП «ЦППРВ», на яких вже накопичено орієнтовно 4-5 тис. т. (Фото 2).

Аналізуючи наявні комерційні пропозиції спеціалізованих підприємств з надання послуг щодо перевезення та зберігання цього обладнання в Зоні відчуження ЧАЕС, лівову частку вартості складають затрати лише на перевезення (орієнтовно 18-20 тис.грн/т). Тому, на нашу думку, придбання власних автомобілів юридичними особами Групи Нафтогаз та отримання відповідних дозвільних документів (санітарних паспортів, сертифікатів, ліцензій) на право провадження діяльності з перевезення радіоактивних матеріалів суттєво зменшить витрати на оплату зазначених послуг, наданих сторонніми організаціями.

На даний час, через відсутність затвердженої Стратегії, зупинена будь-яка діяльність спеціалізованих підприємств щодо поводження з обладнанням та шлами, що забруднені природними радіонуклідами, про що Державне спеціалізоване підприємство «Об'єднання Радон» своїм листом від 23.01.2025 р. № 1.01-1.6/142-25 повідомило юридичні особи Групи

Таблиця 1

Обводненість продукції зі свердловин деяких нафтових родовищ НГВУ «Охтирканафтогаз» ПАТ «Укрнафта»

Обводненість продукції (%) на родовищах						
Рибальське	Бугруватівське	Качанівське	Анастасівське	Козіївське	Коржівське	Артюхівське
88,1-91,0	89,5-90,4	95,7-96,3	91,3-94,2	91,7-94,1	93,0-96,3	83,8-88,7

Таблиця 2

Обсяги видобування СПВ зі свердловин ПАТ «Укрнафта» за 2015-2024 рр.

Обсяги видобування СПВ (млн.м ³) по роках									
2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
10,653	10,191	10,517	11,685	12,549	13,574	13,651	12,280	13,294	12,783
Всього млн.м ³									108,394

Таблиця 3

Обсяги видобування СПВ зі свердловин АТ «Укргазвидобування» за 2018-2024 рр.

Обсяги видобування СПВ зі свердловин АТ «Укргазвидобування» за 2018-2024 рр.							
Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Обсяги видобування	283,265	299,282	243,798	238,644	265,102	216,133	227,110
ВСЬОГО.							1773,334



Фото 1. Майданчик тимчасового зберігання НКТ з NORM ПАТ «Укрнафта»



Фото 2. Майданчик тимчасового зберігання НКТ з NORM у Зоні відчуження

Нафтогаз. В Україні є чинною Стратегія поводження з радіоактивними відходами, яка схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2009 р. № 990-р. [22], але згідно [15] обладнання з NORM не відноситься до радіоактивних відходів (далі – РАВ), оскільки можливе подальше використання цих об'єктів та субстанцій в інших технологічних процесах або виробництві.

Законом України від 17.10.2019 № 208-IX «Про внесення змін до деяких законів України щодо вдосконалення законодавства у сфері поводження з радіоактивними відходами», серед іншого, урахувавши міжнародний досвід, внесено відповідні зміни в існуючу класифікацію РАВ з метою їх захоронення – розділено РАВ на класи відповідно до критеріїв прийнятності захоронення РАВ у чотирьох типах сховищ: у поверхневих, приповерхневих, на проміжних глибинах, у геологічному сховищі. Відповідно встановлені такі класи РАВ:

- дуже низькоактивні (ДНАВ) – прийнятні для захоронення у поверхневих сховищах;
- низькоактивні (НАВ) – прийнятні для захоронення у приповерхневих сховищах;
- середньоактивні (САВ) – прийнятні для захоронення у сховищах на середніх глибинах (можуть захоронюватися також у глибоких геологічних формаціях);
- високоактивні (ВАВ) – можуть бути захоронені виключно в геологічному сховищі.

Загальні вимоги щодо захоронення РАВ у різних типах сховищ встановлені в розділі 1 глави II Загальних положень безпеки при захороненні радіоактивних відходів, затверджених наказом Держатомрегулювання № 331 від 13 серпня 2018 р., зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 05 вересня 2018 за № 1008/32460 та в розділі 2 глави III Загальних положень безпеки при поводженні з радіоактивними відходами до їх захоронення,

затверджених наказом Держатомрегулювання № 279 від 08 серпня 2017 р., зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 22 серпня 2017 р. за № 1045/30913.

Критерії приймання РАВ в сховище певного типу залежать від низки факторів: характеристики відходів, потужності сховища, характеристик системи його бар'єрів, проектних термінів виконання бар'єрами функцій безпеки, виду та тривалості адміністративного контролю тощо. Обґрунтування цих та інших критеріїв приймання РАВ має здійснюватися експлуатуючою організацією сховища для захоронення РАВ шляхом проведення оцінок безпеки сховища на етапах його експлуатації, закриття та в період після закриття сховища.

Згідно аналізу публікації та проведених моніторингових досліджень службами радіаційної безпеки юридичних осіб Групи Нафтогаз, у шламах з NORM, у переважній більшості випадків, питома активність не перевищує 10 000 Бк/кг. При цьому необхідно врахувати, що питома активність шламів може зменшуватися під час іммобілізації чи кондиціонування (додавання в'язучих матеріалів та води) або зрости під час піролізу, оскільки відбувається, так зване, збагачення природними радіонуклідами через вилучення з нафтошламів води і вуглеводнів [23]. Але зменшення чи збільшення питомої активності цих відходів може змінюватися тільки на декілька відсотків і максимально у декілька разів, але не на порядок. Тому ці відходи можна захоронювати у поверхневих і приповерхневих сховищах.

Потужність експозиційної дози для 85-90% НКТ становить від 100 до 1000 мкР/год. Лише на окремих фрагментах обладнання радіаційні параметри можуть сягати 2000 мкР/год, іноді й більше [24].

В Україні на сьогодні існують тільки сховища приповерхневого типу, які використовуються виключно для зберігання РАВ з об'єктів атомної енергетики. Сховища інших типів не спроектовані. Критерії приймання РАВ в сховища різних типів (крім приповерхневих сховищ) відсутні. У зв'язку з цим мають бути встановлені критерії допустимості (недопустимості) захоронення РАВ у вигляді шламів та вторинних відходів від дезактивації НКТ у сховищах різних типів на основі обґрунтованих припущень.

З цією метою необхідно розробити нормативно-правовий акт, який має встановити загальні критерії класифікації радіоактивних відходів для їх захоронення в сховищах різних типів, в якому мають бути деталізовані вимоги розділення РАВ на класи з метою захоронення у сховищах різних типів. Хоча на практиці точні межі за питомою активністю відходів додатково будуть встановлюватися оператором у критеріях для захоронення дуже низькоактивних відходів у сховищі. Якщо таке сховище у Зоні відчуження буде збудоване, то воно не буде призначене для відходів НГГУ.

Оператора сховища визначає орган управління – Державне агентство України з управління зоною від-

чуження. На даний час єдиним оператором сховищ для захоронення РАВ є ДСП «ЦППРВ», яке не має досвіду з дезактивації НКТ, поводження з обладнанням та матеріалами нафтогазової галузі України, а лише накопичує їх на своїх майданчиках. Якщо ж на державному рівні для цих відходів буде сформована відповідна політика, і наприклад буде встановлено, що для цього типу відходів буде призначено окремого оператора, це може бути, як існуючий оператор, або окреме підприємство НГГУ чи його філія, тоді це підприємство може за власні кошти збудувати таке сховище у Зоні відчуження. Тому з метою створення спеціалізованого підприємства для дезактивації НКТ та будівництва сховища для захоронення РАВ нафтогазової галузі має бути рішення відповідних центральних органів виконавчої влади та бажання і фінансові можливості юридичних осіб Групи Нафтогаз.

Загальнонаукове значення. Дослідженнями підтверджений прямий зв'язок між обводненістю продукції свердловин та обсягами утворення мінеральних і бітумних відкладень на внутрішніх поверхнях НКТ або іншому обладнанні сам під час видобування вуглеводнів, а не під час буріння свердловин. Доведено, що довготривале видобування вуглеводнів приводить до збільшення осадження, передусім, мінеральних солей на поверхні обладнання, що як раз є причиною концентрування природних радіонуклідів та розвитку корозійних процесів, наслідком чого є забруднення компонентів довкілля.

Встановлено, що магістральні трубопроводи та резервуарні парки з товарною нафтою та газом не містять природні радіонукліди, через відсутність в них механічних домішок та СПВ, відповідно в них відсутні NORM.

Головні висновки. Результати моніторингових спостережень свідчать про наступне:

- значне обводнення продукції свердловин на нафтових родовищах НГВУ «Охтирканафтогаз» ПАТ «Укрнафта», яке знаходиться в межах 83,8-96,3%;
- щорічні обсяги видобування СПВ із свердловин ПАТ «Укрнафта» набагато більші ніж із свердловин АТ «Укргазвидобування», млн. м³ і тис.м³, відповідно, що пов'язано з видом вуглеводнів, що видобуваються.

Відходи буріння та бурове обладнання не містять природних радіонуклідів.

Мінерально-бітумні утворення з NORM при потраплянні у довкілля можуть забруднювати ґрунти, поверхневі та підземні води.

Концентрування радіоактивних елементів на поверхні обладнання НГГУ несе пряму небезпеку здоров'ю персоналу, функції якого пов'язані безпосередньо з ремонтом, обслуговуванням тимчасовим зберіганням, перевезенням, дезактивацією обладнання, іммобілізацією, кондиціонуванням, зачищенням резервуарів, захороненням вторинних відходів, які можуть утворюватися під час дезактивації.

Важливим аспектом є перевезення радіоактивно забрудненого обладнання між виробничими об'єктами нафтогазових підприємств та з майданчиків тимчасового його зберігання. Останнє здійснюється виключно автотранспортом спеціалізованих підприємств, при цьому радіоактивні параметри придатного і непридатного обладнання можуть бути однакові. З іншого боку, на даний час призупинена будь-яка діяльність спеціалізованих підприємств щодо управління обладнанням та іншими матеріалами, що забруднені природними радіонуклідами. Тому, доцільним вважається перевезення радіоактивно забрудненого обладнання власним автотранспортом Групи Нафтогаз при умові отримання дозволено-ліцензійних документів на право провадження діяльності з перевезення радіоактивних матеріалів, що дозволить зменшити витрати на оплату послуг сторонніх організацій.

На даний час, все обладнання та відходи забруднені природними радіонуклідами зберігаються на майданчики ДСП «ЦППРВ» у Зоні відчуження, що загалом не вирішує проблеми. В той же час

відсутні сховища для захоронення дуже низькоактивних та низькоактивних радіоактивних відходів, до яких можна буде віднести шлами та вторинні відходи від дезактивації НКТ та деяке інше радіоактивно забруднене обладнання нафтогазових підприємств.

З іншого боку існує проблемне питання, яке пов'язане з тим, що в Стратегії поводження з радіоактивними відходами обладнання з NORM не відноситься до РАВ, оскільки можливе подальше використання цих об'єктів в інших технологічних процесах або виробництві.

Перспективи використання результатів дослідження. Розроблено проєкт Стратегії з дезактивації НКТ з будівництвом приповерхневого сховища для захоронення низькоактивних радіоактивних відходів, що утворюються при дезактивації НКТ, та полігону – поверхневого сховища, для захоронення дуже низькоактивних радіоактивних відходів, що може бути реалізовано при підтримці відповідних центральних органів виконавчої влади та Групи Нафтогаз.

Література

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 23 березня 2021 року «Про виклики і загрози національній безпеці України в екологічній сфері та першочергові заходи щодо їх нейтралізації»: Указ Президента України від 23 березня 2021 № 111/2021. URL: <https://surl.cc/knagab>.
2. Про утворення робочої групи з розроблення Стратегії поводження з матеріалами, обладнанням і відходами нафтогазовидобувної промисловості, забрудненими радіонуклідами природного походження: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 09.03.2023 № 139 зі змінами від 05.06.2023 р. № 397. URL: <https://surl.li/ezyrwa>.
3. Шумлянський В. О. Техногенне забруднення радіоактивними елементами на родовищах корисних копалин / В. О. Шумлянський, А. Г. Субботін, А. Х. Бакаржєв та ін. К.: Знання України, 2003. 133 с. URL: <https://surl.li/qkqxem>.
4. Проблема радіоактивного забруднення навколишнього середовища під час розробки нафтових родовищ України / М. Ю. Журавель, П. В. Ключко, С. В. Лощкін та ін. *Нафтова і газова промисловість*. 1997. № 2. С. 48-51.
5. Обстеження радіаційного стану на підприємстві НГВУ «Охтирканнафтогаз» / Т. О. Павленко, М. В. Аксьонов, М. А. Фризюк та ін. *Гігієна населених місць*. 2011. № 58. С. 267-271.
6. Проблемні аспекти поводження з насосно-компресорними трубами, що забруднені природними радіонуклідами / П. Г. Дригулич, А. В. Пукіш, В. А. Новоставський, М. П. Шпек *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2015. № 3(56). С. 134–139. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rnng_2015_3_18.
7. Пляцук Л. Д., Бурла О. А., Аблєєва І. Ю. Оцінка радіаційного впливу нафтовидобувного комплексу на об'єкти навколишнього середовища. *Екологічна безпека*. 2017. Вип. 2. С. 101-107. URL: <https://surl.li/nvkvuz>.
8. Аблєєва І. Ю. Системний підхід до підвищення екологічної безпеки нафтовидобувних територій: монографія. Суми: Сумський державний університет, 2021. 275 с. URL: <https://surl.li/dshdsu>.
9. Корнус А. О., Третьякова О. М. Радіоактивне забруднення природними радіонуклідами територій нафтогазових родовищ Сумської області. URL: <https://surl.li/jevebz>.
10. Сорока Ю.М. Наукові основи забезпечення екологічної безпеки при поводженні з матеріалами з вмістом природних радіонуклідів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису: дис. д-ра техн. наук: 21.06.01 / Дніпровський державний технічний університет Міністерства освіти і науки України, Кам'янське, 2021. 325 с. URL: <https://surl.li/yptaow>.
11. Чому необхідно регулювати безпеку матеріалів та відходів, що містять радіонукліди природного походження. URL: <https://surl.li/zlpoda>.
12. Круглий стіл «Проблеми поводження з промисловими відходами, що містять природні радіонукліди»: Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://surl.li/btpyvc>.
13. Дядін Д. В. Моніторинг підземних і поверхневих вод на об'єктах нафтогазопромислового комплексу: дис. ... канд. техн. наук (доктора філософії): 21.06.01 / Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. Харків, 2019. 224 с. URL: <https://surl.li/kpvoms>.
14. Дядін Д. В., Журавель М. Ю., Ключко П. В. Оцінка стану довкілля на ділянках аварійних свердловин. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2018. № 1. С. 4-13. URL: <https://surl.li/llacui>.
15. Про поводження з радіоактивними відходами: Закон України від 01.01.2024 № 255/95-ВР. URL: <https://surl.gd/ehgofj>.
16. Дніпровсько-Донецька западина. URL: <https://esu.com.ua/article-22212>.
17. Нафтогазоносні регіони України. URL: <https://surl.li/xtctmq>.

18. Білецький В. С. Осадні гірські породи. Велика українська енциклопедія. URL: [https://vue.gov.ua/Осадні гірські породи](https://vue.gov.ua/Осадні_гірські_породи).
19. Білоніжко П. Геохімія біосфери. Geochemistry of the biosphere : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 182 с. URL: <https://surl.li/byniuuh>.
20. Уранові руди. URL: <https://surl.li/ukrejf>.
21. Рева М.В. Геолого-економічна оцінка супутньо-пластових вод нафтових і газових родовищ Східного нафтогазового регіону України як цінної гідромінеральної сировини : автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук : 04.00.19. К.: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2019. – 20 с. URL: <https://surl.li/cecngs>.
22. Про схвалення Стратегії поводження з радіоактивними відходами в Україні : Розпорядження КМУ від 19.03.2009 р. № 990-р. URL: <https://surl.li/puchvc>.
23. Дригулич П. Г. Проблемні аспекти поводження з шламами, забрудненими природними радіонуклідами. *Нафтогазова галузь України*. 2014. № 6 (12). С. 40-45. URL: <https://surl.li/dneigc>.
24. Проблемні аспекти поводження з насосно-компресорними трубами, що забруднені природними радіонуклідами / П. Г. Дригулич, А. В. Пукіш, В. А. Новоставський, М. П. Шпек. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2015. № 3. С. 134-139. URL: <https://surl.li/yooqco>.