
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 504.05:658:550.574

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ ДИЗАКТИВАЦІЙНИХ РОБІТ З ОЧИЩЕННЯ НАСОСНО-КОМПРЕСОРНИХ ТРУБ ВІД СОЛЬОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ З УМІСТОМ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ

Денисенко І.Ю.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
emaa.dea@ukr.net

Досліджено та проаналізовано екологічні аспекти проведення дезактиваційних робіт з очищення насосно-компресорних труб від сольових відкладень з умістом природних радіонуклідів. Визначено фактори впливу на навколишнє природне середовище під час проведення дезактиваційних робіт комплексним (гідродинамічним, кавітаційним та механічним) методом насосно-компресорних труб. *Ключові слова:* екологічна безпека, насосно-компресорні труби, дезактиваційні роботи, сольові відкладення з умістом природних радіонуклідів, комплексний спосіб очищення насосно-компресорних труб.

Экологические аспекты проведения дезактивационных работ по очистке насосно-компрессорных труб от солевых отложений с содержанием природных радионуклидов. Денисенко И.Ю. Исследованы и проанализированы экологические аспекты проведения дезактивационных работ комплексным (гидродинамический, кавитационный, механический) методом насосно-компрессорных труб от солевых отложений с содержанием природных радионуклидов. Определены факторы влияния на окружающую природную среду во время проведения дезактивационных работ комплексным (гидродинамический, кавитационный, механический) методом насосно-компрессорных труб. *Ключевые слова:* экологическая безопасность, насосно-компрессорные трубы, дезактивационные работы, солевые отложения с содержанием природных радионуклидов, комплексный способ очистки насосно-компрессорных труб.

Environmental aspects of decontamination work for cleaning production tubing from salt deposits containing natural radionuclides. Denysenko I.Yu. Investigated and analyzed the environmental aspects of decontamination activities complex (hydrodynamic cavitation, mechanical) by tubing from the salt deposits containing natural radionuclides. To identify the factors of influence on the environment during the decontamination complex (hydrodynamic cavitation, mechanical) by tubing. *Keywords:* ecological safety, tubing, decontamination works, salt deposits containing natural radionuclides, complex method for cleaning the tubing.

Постановка проблеми

У технологічному процесі видобутку нафти й газу на нафтових та газових родовищах використовуються насосно-компресорні труби (НКТ). Під час експлуатації НКТ їх внутрішня поверхня забруднюється природними радіонуклідами, в основному ^{226}Ra , ^{228}Ra та продуктами їх розпаду. Такі матеріали відносяться до техногенно-підсилених джерел природного походження та становлять небезпеку через високі рівні забруднення, які перевищують установлені рівні для радіонуклідів природного походження за критерієм «рівень вилучення» (≥ 1 кБк/кг) згідно з «Порядком звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності» [1].

В Україні на території НГВУ «Охтирканافتгаз» на сьогодні накопичилась велика кількість таких труб. Аналогічна ситуація спостерігається і на інших родовищах, що негативно впливає на рівень екологічної безпеки.

Отже, виникла необхідність проведення дезактиваційних робіт, що потребує забезпечення екологічної безпеки під час виконання таких робіт.

Аналіз досліджень і публікацій

Вивченням питань очищення відпрацьованого технологічного обладнання нафтовидобувної промисловості займалися В. О. Шумлянський, А. Г. Субботін, М. Ю. Журавель та ін. Вагомий внесок у дослідження проблеми екологічної та радіаційної безпеки зробили А. М. Сердюк, А. В. Матошко, І. П. Лось, А. Г. Мнухін та інші. Їхні дослідження переважно були спрямовані на визначення ефек-

тивності застосування окремих способів очищення відпрацьованого технологічного обладнання [2-3], але поза увагою залишилося питання забезпечення екологічної безпеки під час проведення дезактиваційних робіт, що і є об'єктом нашого дослідження.

Результати досліджень

У 2009 році в цеху дезактивації ДСП «Комплекс», правонаступником якого є ДСП «ЦППРВ», була випробувана технологічна установка для дезактивації НКТ.

Для досліджень було відібрано п'ять зразків насосно-компресорних труб довжиною від 6 до 11,5 м; діаметром – від 30 до 160 мм. Товщина стінок труб становила 5 – 10 % від їх зовнішнього діаметру.

Роботи з дезактивації НКТ здійснювались із урахуванням вимоги чинних нормативно-технічних документів щодо проведення робіт в умовах дії підвищених рівнів іонізуючого випромінювання. Проте постало завдання визначення способів подальшого поводження з вторинними відходами (шламами), утвореними в результаті дезактивації, умови їх утилізації чи зберігання.

У результаті проведених випробувань отримано рівні забруднення очищених НКТ, які не перевищували контрольних, проте відходи у вигляді шламу, що утворилися, мали високий рівень радіаційного забруднення (таблиця 1).

Встановлено, що НКТ мали антикорозійне покриття, але у зв'язку з постійними механічними навантаженнями й взаємодією з агресивними середовищами насосно-компресорні труби значно піддалися корозії. Для виступів і поглиблень поверхні труб,

Таблиця 1

**Показники радіаційного забруднення зразків НКТ
та шламу утвореного в результаті очищення**

Номер зразка (НКТ)		Радіаційні показники			Товщина сольових відкладень, мм
		Потужність експозиційної дози (ПЕД), мкЗв/год	Щільність потоку β -часток, β част/хв. * см ²	Щільність потоку α -часток, α част/хв. * см ²	
В3	труба	28	930	4	
	шлам	142	22800	47	4
В7	труба	26	1117	3	
	шлам	980	38000	27	5
А4	труба	0,7	31	1,5	
	шлам	170	630	3	4
А6	труба	31	1090	3	
	шлам	186	36000	70	6
А5	труба	42	1175	3	
	шлам	220	29500	63	4

які зазнали корозії, характерна підвищена каталітична активність. Цей процес призвів до накопичення на внутрішніх стінках труб міцного шару з неорганічних солей – сульфату барію (BaSO_4), сульфату кальцію (CaSO_4), карбонату кальцію (CaCO_3).

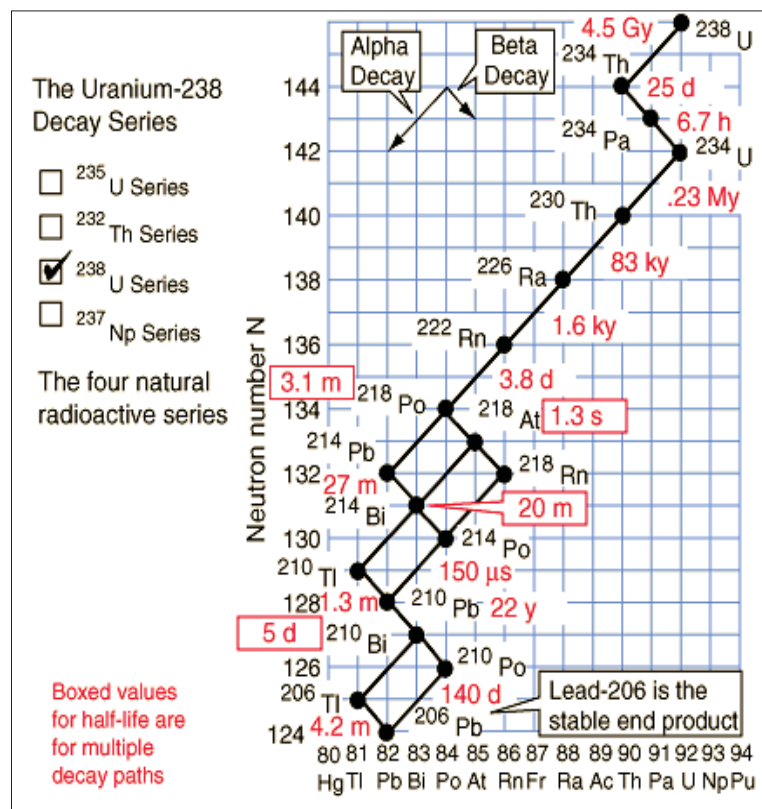
У зв'язку з тим, що хімічні властивості ^{226}Ra і ^{228}Ra близькі до хімічних властивостей барію та кальцію, радій також осаджувався на стінках труб у формі складних сульфатів і карбонатів. ^{226}Ra , ^{228}Ra являв собою продукти розпаду ^{238}U і ^{232}Th , але рівнями забруднення останніх можна зневажити, адже вони дуже низькі порівняно з радієм (рис. 1, 2). Окрім радіонуклідів в осаді також спостерігали підвищений рівень умісту ^{40}K .

Найвища питома активність ^{226}Ra в осаді забруднених труб майже на порядок перевищує питому активність ^{228}Ra .

Максимальні значення питомої активності становили: для ^{226}Ra – 570 кБк/кг, ^{232}Th – 340 кБк/кг, мінімальні – 0,03 кБк/кг та 0,01 кБк/кг, відповідно. ^{226}Ra і ^{232}Th являли собою гама- та альфа-випромінюючі радіонукліди, а їх дочірні продукти розпаду характеризувалися бета-розпадом.

Значення питомої активності обох радіонуклідів – ^{226}Ra і ^{232}Th були сконцентровані в першому міліметрі шару як із зовнішньої, так із внутрішньої сторони труб. У другому міліметрі шару питома активність обох радіонуклідів зменшувалася в середньому у 100 разів.

Умови тимчасового зберігання НКТ на території ДСП «ЦППРВ» здійснюється на підставі Дозволів Державної санітарно-епідеміологічної служби України (від 18.05.2013 р.) та Головного управління Держсанепідемслужби у Київській області (від 29.01.2014 р.) за відсутності постійного проживання населення.

Рис. 1. Радіоактивний ряд ^{238}U

Вимоги виконання робіт з розміщення НКТ передбачали забезпечення постійного контролю радіаційного стану. Радіаційно-дозиметричний контроль в місці проведення робіт здійснювався постійно протягом усіх етапів робіт. Контроль радіаційного стану включав заміри еквівалентної дози опромінення [4-5].

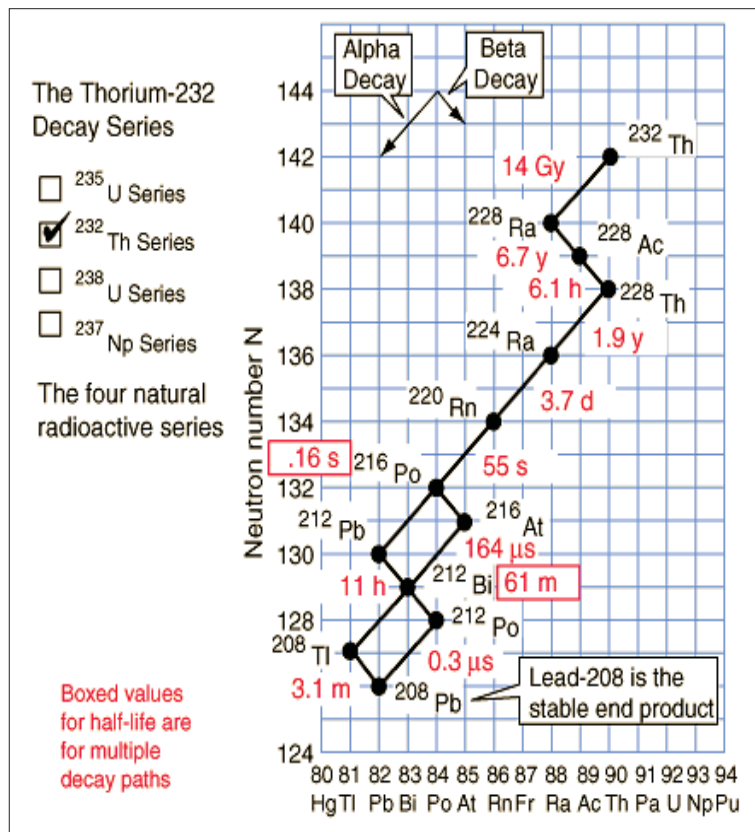
Індивідуальний дозиметричний контроль персоналу, задіяного на роботах, по розміщенню труб НКТ здійснювався ВК РЕМ та РДК «Екоцентр» ДСП «Чорнобильський спецкомбінат».

Під час виконання робіт працівники забезпечувались основними ЗІЗ та додатковими ЗІЗ за необхідності.

В ході проведення робіт з розміщення НКТ вклад опромінення від радіонуклідів в загальну річну дозу опромінення персоналу був незначним і не призвів до перевищення КР (5 мЗв/рік) [6].

Будь-яку діяльність на майданчику розміщення НКТ здійснювалася під радіаційно-дозиметричним наглядом. Територія розташування майданчика підлягала постійному радіаційно-екологічному моніторингу згідно регламента [7-8].

Основні технологічні рішення, пов'язані з проведенням дезактиваційних робіт, визначалися з урахуванням забезпечення екологічної безпеки тех-

Рис. 2. Радіоактивний ряд ^{232}Th

нологічного процесу очищення НКТ. Роботи з дезактивації НКТ включали ряд технологічних операцій:

- завантаження НКТ у спецавтотранспорт при переміщенні їх на дезактивацію;
- вивантаження та розміщення НКТ у визначеному місці;
- підготовка машин, механізмів та обладнання до дезактивації;
- комплексне (гідродинамічне, кавітаційне, механічне) очищення внутрішніх поверхонь труб з використанням високонапірної установки (рис. 3);
- збирання шламів, що утворилися в результаті виконання комплексного очищення, в спеціальних контейнерах для тимчасового зберігання;

– розміщення шламів у контейнерах у спеціально відведених місцях;

- дезактивація обладнання та оснащення, що використовуються під час виконання робіт;
- перероблення дезактивуючого розчину;
- контроль якості виконаних робіт.

Попередні роботи з відпрацювання технології комплексного очищення НКТ включали:

- підготовку місця проведення робіт для комплексного очищення НКТ, яка

Схема установки для очищення внутрішньої поверхні труб за допомогою дії гідро-механічної головки.

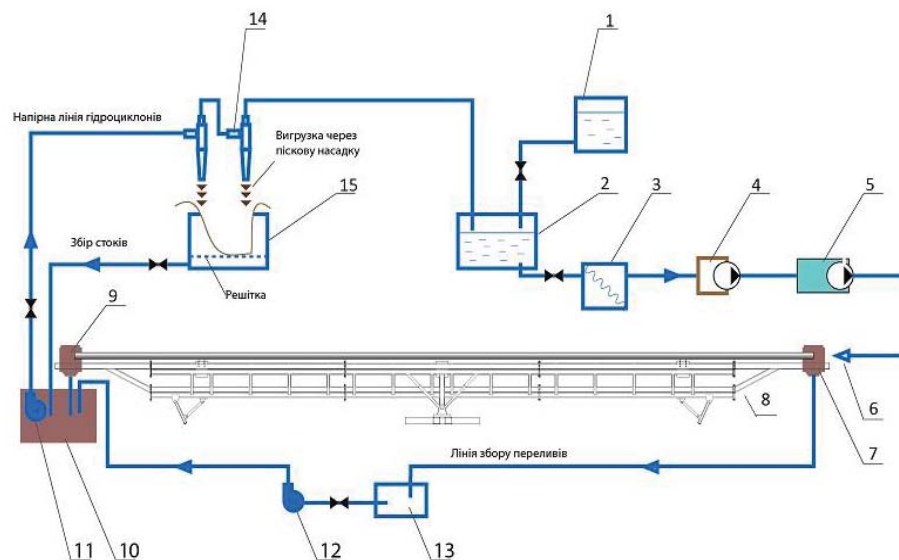


Рис. 3 Схема установки для очищення внутрішньої поверхні труб за допомогою гідродинамічної головки

включала виготовлення обладнання та розроблення технологічних карт;

– підготовку схем та маршрутів руху персоналу та техніки.

Вантажно-розвантажувальні роботи виконувались автокраном. Постійний радіаційний супровід робіт здійснювався дозиметристами ДСП «ЦППРВ» або ВК РЕМ та РДК «Екоцентр» ДСП «Чорнобильський спецкомбінат» з використанням приладів МКС-01Р та МКС 07 «ПОШУК».

Перевезення насосно-компресорних труб виконували спеціалізованим автотранспортом. Рух по автошляхах з твердим покриттям здійснювали відповідно до «Інструкції з транспортування радіоактивних відходів у зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення».

Для пилопригнічення на пилоутворюючих ділянках дороги, де під-

йом пилу в атмосферне повітря може створювати загрозу санітарно-радіаційному стану місцевості чи здоров'ю персоналу, застосовували поливальну машину АКПМ-3 на базі автомобіля ЗІЛ 431412. Для попередження пилоутворення проводили пилозакріплення із застосуванням розчину на основі омиленого талового пеку.

У випадку перевищення контрольних рівнів радіоактивного забруднення поверхонь транспортних засобів, що використовувалися під час виконання робіт, проводили дезактивацію спецавтотранспорту на ділянці дезактивації спецавтотранспорту «Лелів».

Порядок виконання технологічних операцій з дезактивації НКТ комплексним способом та заходи забезпечення їх екологічної безпеки наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Технологічні операції з дезактивації НКТ комплексним способом
та заходи забезпечення їх екологічної безпеки**

№ п/п	Технологічні операції	Заходи забезпечення екологічної безпеки
1	Підготовка насосно-компресорних труб для транспортування	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту
2	Підготовка план-схеми розташування тимчасових технологічних майданчиків для розміщення: – насосно-компресорних труб; – транспорту та вантажопідйомних механізмів під час виконання робіт; – контейнерів зі шламом	Постійний дозиметричний контроль НКТ, транспорту, сертифікована тара-контейнер для збирання шламу, що розміщується на облаштованому майданчику
3	Зважування НКТ та транспортування їх спецавтотранспортом до місця виконання робіт	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту, засоби індивідуального захисту персоналу
4	Розвантаження НКТ та розміщення на визначених майданчиках	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту, засоби індивідуального захисту персоналу
5	Комплексне очищення внутрішньої поверхні НКТ	Постійний дозиметричний контроль НКТ та шламу, багатоступенева система очищення використаної в процесі очищення води та її повторне використання в процесі очищення
6	Збирання шламів, що утворилися в результаті виконання робіт	Сертифікована тара-контейнер для збирання шламу
7	Відбір проб шламів, виконання аналізів для визначення характеристик	Постійний дозиметричний контроль, засоби індивідуального захисту персоналу
8	Транспортування та розміщення шламів на майданчику тимчасового зберігання	Постійний дозиметричний контроль шламу, засоби індивідуального захисту персоналу
9	Транспортування та вивантаження очищених НКТ на визначене місце зберігання	Постійний дозиметричний контроль НКТ та транспорту, за необхідності транспортування їх на дезактивацію на дільницю дезактивації

Отже за результатами екологічних показників проведення дезактиваційних робіт з очищення насосно-компресорних труб від сольових відкладень з умістом природних радіонуклідів. Встановлено, що внаслідок відпрацювання технології очищення НКТ комплексним способом утворився шлам,

рівень радіаційного забруднення якого перевищував майже у 58 разів показники неочищених НКТ. Подальше поводження з утвореними вторинними відходами вимагає забезпечення належного рівня екологічної безпеки.

Завдяки визначенню факторів впливу на навколишнє природне середовище під час проведення дезактиваційних робіт комплексним (гідродинамічним, кавітаційним та механічним) методом можна підвищити рівень екологічної безпеки технологічного процесу очищення НКТ.

Література

1. Наказ Державного комітету ядерного регулювання «Про затвердження порядку звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю у рамках практичної діяльності» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0718-10>.
2. Мнухин А. Г. Технологии XXI века: Том 1. Электрогидравлика / А. Г. Мнухин, А. М. Брюханов, И. В. Иорданов, Н. А. Громовой, В. А. Мнухин – Макеевка-Донецк: ВИК, 2012. – 432 с.
3. Омелянюк М. В. Солеотложения при добыче нефти: образование, предупреждение, удаление: дис. кандидата техн. наук: 05.02.13 / Максим Витальевич Омелянюк. – Краснодар, 2010. – 156 с.
4. Норми радіаційної безпеки (НРБУ-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rb.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2011/12/NRBU97.pdf>.
5. Норми радіаційної безпеки України доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://consultant.parus.ua/?doc=052UL932A5>.
6. Положення про контроль індивідуальних доз опромінення персоналу в зоні відчуження і зоні безумовного (обов'язкового) відселення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dazv.gov.ua/ofitsijni-dokumenty/nakazi-dazv/nakazi/306-nakaz-dazv-ukrajini-vid-10-04-2015-43-pro-peredachu-zatrat-po-ob-ektu-zakinchenomu-kapitalnim-budivnitstvom>.
7. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecopravo.org.ua/2011/07/15/ospu--2005/>.
8. Санітарні правила поводження з радіоактивними відходами (СПОРО 85) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc47904.