

УДК 621.311

М.А. Смалько¹, М.М. Смалько²
ТОВ "Енвітек".¹

Національний транспортний університет²

АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ УСТАНОВКИ ЦЕМЕНТУВАННЯ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

Проаналізовано вимоги, запропоновані принципові рішення та описані ключові аспекти щодо створення та функціонування модульних комплексів для утилізації радіоактивних відходів.

Ключові слова: установка цементування, радіоактивні відходи.

М.А. Смалько, М.М. Смалько

АСПЕКТИ СОЗДАНИЯ УСТАНОВКИ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ РАДІОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Проанализированы требования, предложены принципиальные решения и описаны ключевые аспекты создания и функционирования модульных комплексов утилизации радиоактивных отходов.

Ключевые слова: установка цементирования, радиоактивные отходы.

M. Smalko, M. Smalko

ASPECTS OF CREATING A FACILITY CEMENTING RADIOACTIVE WASTES

Requirements are analyzed, fundamental solutions offer and main aspects are described for creations of modular complexes of decontamination of radioactive wastes and their work.

Keywords: cementing plant, radioactive waste.

Постановка проблеми. При експлуатації промислових об'єктів, технологічні цикли яких зв'язані з радіоактивними матеріалами, відбувається утворення радіоактивних відходів (РАВ). Вони утворюються на таких об'єктах у процесі експлуатації, технічного обслуговування, модернізації обладнання та при виконанні ремонтних робіт, а також побутові відходи (спецодяг, взуття, упаковка тощо), які утворюються при обслуговуванні таких об'єктів персоналом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Практично, усі РАВ з часом накопичуються в місцях тимчасового зберігання на самих підприємствах, де вони утворилися. [1, 2]. Це зумовлено тим, що на сьогоднішній день у країні відсутні спеціалізовані підприємства, які централізовано займалися б переробкою, утилізацією та захороненням таких відходів. А на самих підприємствах, де утворюються такі РАВ, процес їх утилізації виконується вручну через відсутність спеціалізованого обладнання. Застосування ручних способів призводить до підвищених дозових навантажень на персонал, який ці процеси виконує, та значно ускладнює, а часто і унеможливує сам процес.

Постановка завдань: З метою вирішення зазначених проблем (в тому числі зменшення дозових навантажень на персонал) та покращення якості іммобілізації РАВ, пропонується використовувати автоматизовану установку цементування РАВ, обладнання якої зазвичай об'єднується в автоматичну технологічну лінію. Її пропонується виконувати у вигляді закінчених конструктивних вузлів, із яких формуються технологічні універсальні лінії утилізації РАВ, які легко пристосовуються до конкретних умов та потреб підприємства.

Викладення основного матеріалу: Установку цементування (УЦ), яка зазначена вище, виконують у вигляді закінченого конструктивного вузла. Її обладнання легко формуються в технологічні лінії, які за функціональним призначенням можуть бути розділені як мінімум на дві групи:

- склад сипучих матеріалів;
- модуль цементування.

Лінії можуть бути розміщені в одному або в декількох приміщеннях та поряд з ними. Обладнання розташовується таким чином, щоб був забезпечений технологічний цикл.

На рис.1 представлений приклад розташування обладнання УЦ, де модуль цементування розміщується в декількох приміщеннях, зі складом сипучих матеріалів, який розташований поряд з ними на відкритому майданчику.

Таким чином, як вказано вище, склад сипучих матеріалів зазвичай влаштовується на відкритих майданчиках з великогабаритними ємностями (трьома бункерами) і допоміжним обладнанням для приймання, зберігання та передачі на модуль цементування тих матеріалів-компонентів, які необхідні для приготування цементного розчину. Він розміщується поряд з

приміщеннях, в якому містяться модуль або модулі цементування. На складі має зберігатися запас сипучих матеріалів-компонентів на тривалий термін роботи установки (тиждень, місяць тощо).

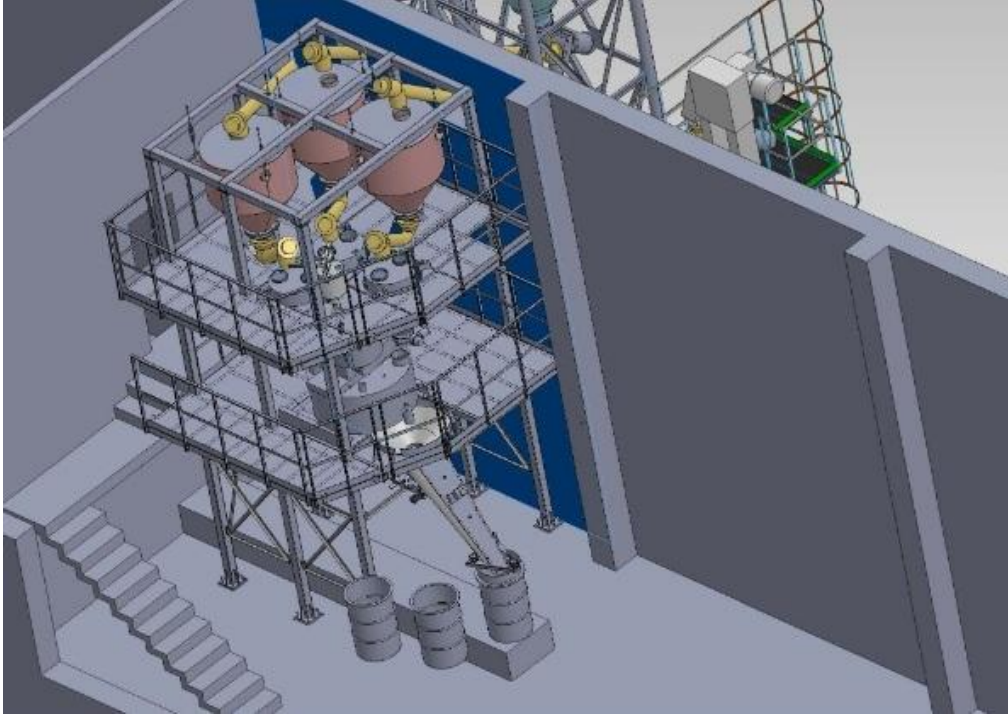


Рис. 1. Примірне розташування обладнання УЦ

До базового складу модуля цементування зазвичай входить обладнання, яким забезпечується виконання таких основних функцій:

- приймання бочок-контейнерів місткістю 200 дм³, що надходять з буферної зони на вході УЦ;

- встановлення бочки під дозатором-наповнювачем в необхідне положення;

- іммобілізація РАВ за допомогою заповнення бочки цементним розчином;

- вібрація бочки в процесі заповнення для забезпечення рівномірного розподілу цементного розчину по її об'єму;

- відправлення заповнених бочок в буферну зону на виході УЦ.

До складу модуля цементування установки цементування входить наступне устаткування:

- приймальний стіл;
- портал цементування з вібратором;
- конвеєри-рольганги;
- вантажопідйомне устаткування;
- бункери для добового запасу цементу, добавок і наповнювача та резервуару;
- дозатори вагові для цементу, добавок, наповнювача та води;
- роторний змішувач; насоси;
- колектор промивання;
- рами модуля цементування;
- аварійний резервуар;
- маніпулятор;
- стелаж для кришок бочок-контейнерів (на 200л);
- силові шафи і шафи керування установками цементування;
- пульт керування;
- місцеві щити керування МЦУ.

До того ж заповнені цементним розчином бочки з РАВ повинні передаватися в буферну зону для витримки протягом 3-х діб.

Процес заповнення розчину візуально контролюється оператором за допомогою камери відеоспостереження.

Склад сипучих матеріалів призначений для зберігання усіх необхідних компонентів приготування розчину для цементування. Склад забезпечує зберігання місячної норми матеріалів. Загальний об'єм складу розраховано, виходячи з денної норми по 8 бочок-контейнерів, які

підлягають цементуванню. Витрата розчину для цементування однієї бочки-контейнеру повинна складати не більше 200 кг.

Склад для зберігання сипучих матеріалів повинен складатися з:

- двох бункерів для цементу і добавки;
- бункерів для зберігання наповнювача (піску) зі шнековим перетрушувачем;
- ковшової норії;
- трьох шнекових конвеєрів;
- рами-опори для устаткування, сходів та майданчика для обслуговування;
- шаф для управління устаткуванням складу сипучих матеріалів і електроживлення.

Модуль цементування – комплект обладнання, яке необхідне для приготування цементного розчину, заповнення ним бочок з РАВ та передачу їх в буферну зону для витримки протягом 3-х діб.

Призначення основного обладнання модуля цементування полягає в такому:

- портал цементування з вібратором призначений для приготування замісу цементного розчину. Цикл приготування розчину займає до 15 хвилин (зважування, подача в змішувач компонентів і їх перемішування);

- портал цементування з вібратором – для підняття контейнера-бочки над конвеєром-рольгангом і переміщення його на робочий стіл порталу цементування для заповнення цементним розчином. Після заповнення процедура переміщення бочки виконується у зворотній послідовності.

- резервуар води – для подачі води в бункери на заміс компонентів, а також для промивання системи;

- аварійний резервуар – для скидання непридатного розчину (залишку). Після заповнення аварійного резервуару розчин буде відправлятися на подальшу утилізацію (переробку).

- бункери запасу для цементу, добавок, наповнювача, води – для приготування розчинів;

- розчинонасос – для заповнення бочки-контейнера з РАВ цементним розчином;

- конвеєри-рольганги – для переміщення бочки-контейнера на установці;

- маніпулятори – для переміщення заповнених контейнерів в приміщеннях буферного зберігання іммобілізованих РАВ перед і після цементування, встановлення бочок-контейнерів на конвеєри, зняття їх з конвеєра.

Маніпулятори складаються з кран-балок, обладнані спеціальними захватами, які розміщуються на підвісах кран-балок, та встановлюються в підстелевому просторі на рейковому ході. На ділянці установки цементування використовуються дві кран-балки мостового типу, кожна обладнана спеціальними захватами для підйому і переміщення бочок-контейнерів. Вони мають електричний привід з дистанційним управлінням, кожний кран управляється з окремого крісла-пульта управління. Кран-балка використовується для подачі бочок-контейнерів на портал цементування та кран-балка для видачі бочок-контейнерів з порталу цементування. Крісла-пульти дистанційного управління для обох кранів-балок розташовані у приміщенні поста керування.

Опис технологічного процесу. На екрані дисплея ЩУ (рис. 2) установки цементування РАВ постійно відображається інформація про наявність на установці усіх компонентів для приготування розчину у відповідних бункерах і резервуарі води, які для цього облаштовані відповідними автоматичними датчиками рівня.

При початку роботи з установкою цементування оператор включає і здійснює наповнення бункерів-дозаторів модуля цементування – цементом, добавкою та піском, а також наповнення резервуару водою.

Для цього з ЩУ установки цементування вмикається система подачі компонентів із складу сипучих матеріалів та води. АСУ забезпечує подачу кожного компонента з автоматичним припиненням його подачі за сигналами відповідних датчиків вагових дозаторів, датчиків рівня або запобіжних датчиків. Оператор має можливість контролювати технологічний процес, а також в ручному режимі вносити корективи в роботу АСУ або повністю перейти на ручне керування. Після заповнення усіх бункерів і резервуарів компонентами установка готова до запуску циклу цементування.

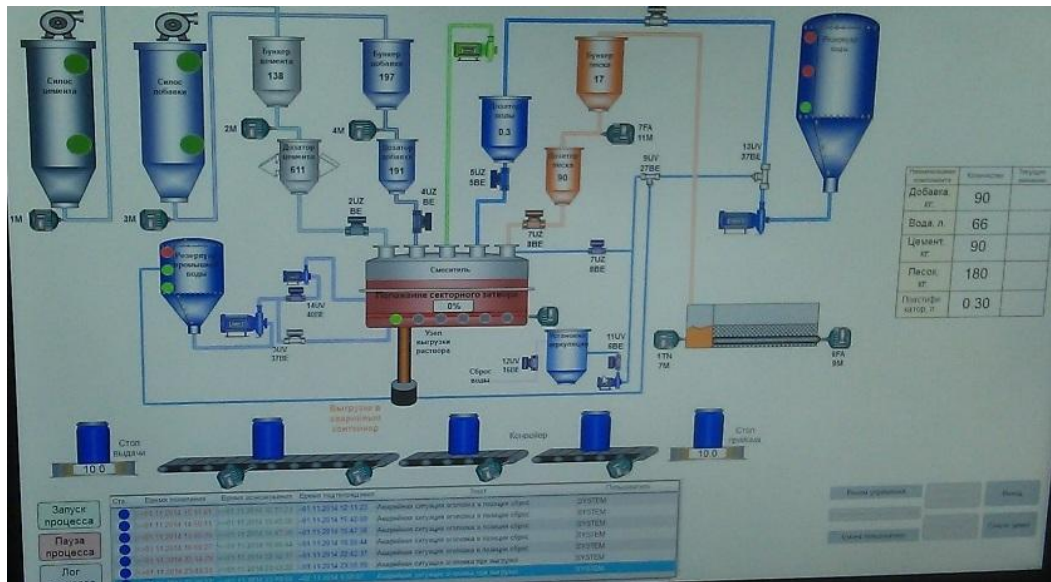


Рис. 2. Приклад екранної форми програмного забезпечення АСУ УЦ

Перед початком роботи установки цементування накопичується достатня кількість контейнів-бочок місткістю 200 дм^3 для робочого циклу.

При роботі модуля цементування, по використанню попередньо накопичених бочок-контейнів, наступні контейнери доставляються по одному, в процесі їх використання. Оператор приймає контейнер з РАВ і за допомогою маніпулятора встановлює його на приймальний стіл, а потім на конвеєр-рольганг. Далі оператор включає цикл наповнення контейнера з РАВ розчином.

За командою АСУ включається модуль цементування і конвеєр, який доставляє бочку-контейнер на секцію з механізмом поперечної передачі. За командою АСУ (при спрацьовуванні датчика положення) бочки-контейнера зупиняється над салазками механізму поперечної подачі. Салазки піднімають бочку-контейнер над конвеєром - рольгангом і по команді АСУ (при спрацьовуванні датчика положення) переміщують його на робочий стіл порталу цементування.

Коли салазки з бочки-контейнером встановлюються над робочим столом порталу цементування, за командою АСУ (при спрацьовуванні датчика положення) механізмом поперечної передачі зупиняються і салазки опускаються, при цьому бочка-контейнер встановлюється на поверхню робочого столу та включається вібратор робочого столу порталу цементування.

Паралельно, із запуском програми циклу цементування, модуль цементування готує розчин. Цикл приготування розчину займає не більше 15 хвилин (зважування, подача в змішувач компонентів і їх перемішування). Після приготування розчину за командою АСУ включається подача готового розчину із змішувача насосом в бочку-контейнер з РАВ, який встановлений на робочому столі порталу цементування.

Оператор контролює наповнення бочки-контейнера (рис. 3) за допомогою системи відеоспостереження і у разі його переповнення відключає подачу насоса.

Після заповнення бочки-контейнеру розчином оператор включає механізм поперечної подачі і салазки піднімають заповнені бочки-контейнери з поверхні робочого столу. Далі, коли салазки з бочкою-контейнером опиняться над секцією конвеєра-рольганга порталу цементування, за командою АСУ (при спрацьовуванні датчика положення) механізм поперечної передачі зупиняється і салазки опускаються. При цьому бочка-контейнер встановлюється на конвеєр-рольганг та включається його переміщення. При досягненні бочкою-контейнером кінця конвеєр-рольгангу, за командою АСУ (при спрацьовуванні датчика положення) виключається його переміщення.

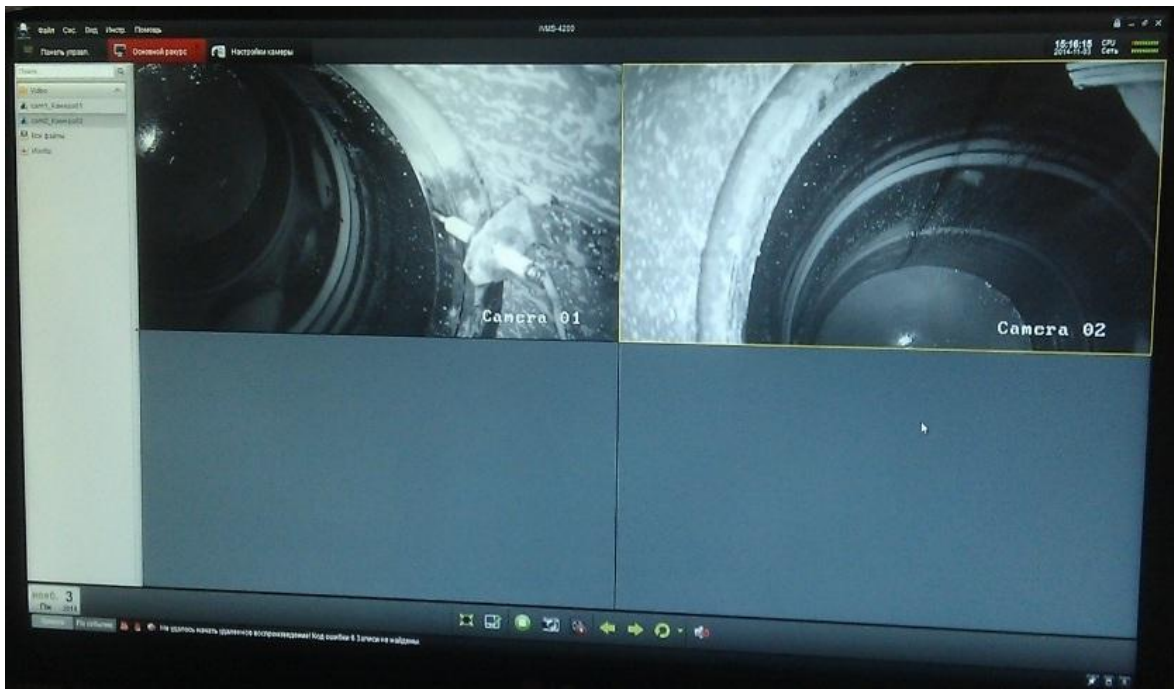


Рис. 3. Приклад відеокадру системи відеоспостереження УЦ: заповнення контейнера

Оператор за допомогою маніпулятора знімає бочку-контейнер з конвеєра та встановлює її на стіл видачі для закриття його кришкою. Після закривання бочки-контейнера оператор за допомогою маніпулятора переміщує його на майданчик в зону буферного зберігання іммобілізованих РАВ, де він витримується протягом трьох діб.

Після завершення періоду витримки для початкового затвердіння матриці, бочка-контейнер знову повертається на стіл видачі – тут відкривається кришка, проводиться перевірка якості іммобілізації. Далі бочка-контейнера закривається кришкою та відправляється на установку виміру активності відходів.

Висновки. Запропонований підхід щодо створення установки цементування шляхом формування її складу із модулів, які виконуються у вигляді закінчених конструктивних вузлів відповідно до конкретних умов, забезпечує ефективний та екологічно обґрунтований спосіб вирішення проблеми утилізації РАВ. Таким чином реалізується повний комплекс робіт по утилізації РАВ на промислових об'єктах, технологічні цикли яких зв'язані з радіоактивними матеріалами.

Список використаних джерел:

1. Гончарук В.В., Страхов Э.Б., Волошинова А.М. Водно-химическая технология ядерных энергетических установок и экология: Справочник. - К: Наукова думка, 1993. - 488 с.
2. Технология водоочистки на атомных энергетических установках /Кульський Л.А., Страхов Э.Б., Волошинова А.М. - Киев: Наукова думка, 1986. - 272 с.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2019