

6. ГОСТ 27891-88 Покрyтия полимерные защитные изолирующие, локализирующие, дезактивирующие и аккумулярующие. Метод определения качества снимаемости.
7. ГОСТ 26844-86 Покрyтия полимерные защитные для улучшения радиационной обстановки. Метод определения коэффициента дезактивации и времени защитного действия по отношению к растворам бета - излучающих радионуклидов.
8. А. С. СССР №982342.
9. А. С. СССР №1245411.
10. А. С. СССР №117424.
11. ТУ 6-10-1114-77 Эмаль ЭП-525.
12. Бовей Ф. Действие ионизирующих излучений на природные и синтетические полимеры. - М., 1959
13. Ушаков С. Н. Поливиниловый спирт и его производные. - М.: ИЗД. АН СССР, 1960. -т. 2. - 446с.
14. Лосев И. П., Тростянская Е. Б. Химия синтетических полимеров. - М.: Химия, 1971.
15. Елисеева В. И. Полимерные дисперсии. - М.: Химия, 1980. -296с.
16. Синтетические латексы: физико-химические основы синтеза, стабилизация и применение. - М., 1978. -73с.
17. Дринберг С. А., Верхованцев В. В. Органодисперсионные лакокрасочные материалы и покрытия. -М.: химия, 1976. -144с.
18. Самородов В. Т., Доронин А. С., Спиридонова Г. Н. Натуральный латекс: получение и свойства. - М., 1991. -62 с
19. Отчет по тестированию пылеподавляющих составов. Документ SIP UNI 04 10 DTR 00 000, Славутич, 2004.
20. SIP UNI 02 10 TEP 03 000 «Программы тестирования пылеподавляющих составов».

**Приведені результати дослідження процесів відстоювання фероціанідів заліза при незначних концентраціях твердої фази. Встановлено низьку ефективність традиційних та нових флокулянтів, необхідність розробки та впровадження нових методів розділення твердої та рідкої фаз**

**Ключові слова: фероціаніди заліза, активні води, відстоювання, зневоднення**

**Приведены результаты исследования процессов отстаивания ферроцианидов железа при незначительных концентрациях твердой фазы. Установлена низкая эффективность традиционных и новых флокулянтов, необходимость разработки и внедрения новых методов разделения твердой и жидкой фаз**

**Ключевые слова: ферроцианиды железа, активные воды, отстаивание, обезвоживание**

**The results of settling processes of iron ferrocyanide sludge for small solid phase concentrations were presented. Low effectiveness of traditional and new flocculants was discovered. It was found that development and application of new methods for solid and liquid phases separation is very necessary**

**Keywords: iron ferrocyanides, active water, settling, dewatering**

УДК 532.63

# ВІДСТОЮВАННЯ ОСАДІВ ФЕРОЦІАНІДІВ ЗАЛІЗА

**Я.В. Радовенчик**  
Молодший науковий співробітник  
Кафедра екології та технології рослинних полімерів  
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"  
пр. Перемоги, 37, корпус 4, м. Київ, 03056  
Контактний тел.: 093-697-62-71  
E-mail: r.yar@ukr.net

## 1. Вступ

Отримання атомної енергії завжди супроводжується забрудненням довкілля радіоактивними ізотопами, що вимагає виконання широкої гами відповідних заходів для мінімізації негативного впливу на живі об'єкти. Для України вказані проблеми значно гостріші та актуальніші, оскільки в результаті аварії на ЧАЕС в довкілля вже було викинуто значну кількість ізотопів Cs-137 та Sr-90. Тепер значна частина території для приведення її ступеню забруднення до прийнятних для

проживання рівнів потребує видалення та захоронення забруднених речовин та матеріалів. Значна частина викинутих ізотопів акумульована в поверхневих водоймах на території України та її сусідів. Багато активних відходів утворюється при роботі АЕС також у вигляді забрудненої рідкої фази. Тому видалення ізотопів Cs-137 та Sr-90 представляє собою окрему масштабну частину комплексної проблеми дезактивації довкілля та попередження його забруднення.

**2. Постановка проблеми та мета дослідження**

Найбільш відомими сьогодні речовинами, здатними ефективно поглинати ізомери Cs-137 та Sr-90 із водного середовища та надійно фіксувати їх в об'ємі осаду, вважаються фероціаніди металів – Fe<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>2</sub>, Fe<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>3</sub>, Ni<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]<sub>2</sub> і т.п. [1]. Однак, основною проблемою використання такого методу є надзвичайно висока дисперсність часток осадів, що формуються при застосуванні фероціанідів. Оскільки використання більшості методів розділення твердої та рідкої фаз малоефективні при незначних концентраціях твердої фази, то нами було вивчено можливість зменшення об'єму суспензії, що підлягає зневодненню, методом відстоювання.

Метою нашої роботи було вивчення на прикладі осадів фероціанідів заліза ефективності процесів відділення їх від рідкої фази відстоюванням з використанням різноманітних типів флокулянтів.

Методика досліджень полягала в наступному. 100 см<sup>3</sup> завчасно отриманої згідно [2] суспензії фероціаніду заліза заливали в мірний циліндр та знімали криві седиментації. При необхідності суспензію попередньо розводили водою та розчинами NaOH і HCl коригували рН, обробляли відповідними дозами флокулянтів.

**3. Викладення основного матеріалу**

Як раніше було встановлено, в лужному середовищі фероціаніди металів руйнуються [2], тому діапазон рН наших досліджень обмежували діапазоном в 3,0 – 7,5, де тверда фаза найбільш стабільна. Вивчення процесів відстоювання суспензії показало [2], що освітлення рідкої фази ефективно проходить лише при концентрації її більше 700 - 800 мг/дм<sup>3</sup>. Але ще навіть при концентраціях 1000 мг/дм<sup>3</sup> в освітленій воді фіксуються частки фероціаніду заліза, котрі необхідно видаляти з допомогою додаткового фільтрування.

В якості ініціаторів освітлення суспензії фероціанідів заліза було досліджено різні типи флокулянтів, концентрації котрих досить незначні і не можуть суттєво вплинути на загальну масу осаду для захоронення. В якості таких реагентів використовували флокулянти Zetag 7648 з катіонним зарядом та молекулярною масою до 20 млн. і Magnafloc 156 з аніонним зарядом та молекулярною масою до 20 млн., а також розчини поліакриламід (ПАА) в якості неіоногенних флокулянтів.

Як показали проведені експерименти (рис. 1), суттєво на ефективність відстоювання доза ПАА не впливає. Якщо зважити на той факт, що додавання 10 мг/дм<sup>3</sup> ПАА дозволяє знизити залишковий уявний об'єм твердої фази лише на 4 % в порівнянні із відстоюванням без флокулянтів, то, очевидно, що ПАА не можна вважати достатньо ефективним. Адже реальне співвідношення *флокулянт/тверда фаза* складає в даному випадку 20 мг/г при рекомендації виробників продукту 2 – 6 мг/г.

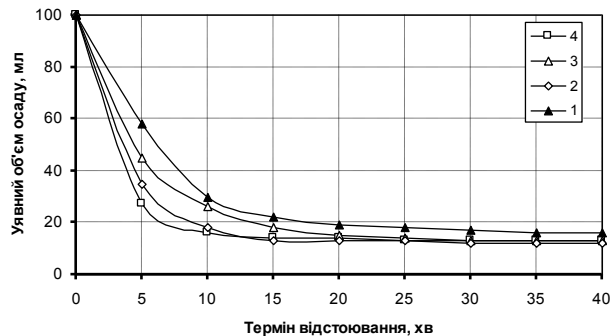


Рис. 1. Криві седиментації часток фероціанідів заліза, оброблених ПАА в різних дозах (C<sub>т.ф.</sub>= 0,5 г/дм<sup>3</sup>, рН 5,7): 1 – без флокулянта; 2 – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>; 3 – 5,0 мг/дм<sup>3</sup>; 4 – 10,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Однак значно важливішими є залишкові концентрації твердих часток у відстоєних розчинах. Як видно з табл. 1, вони суттєво перевищують дози фероціанідів, які використовуються в технологічних процесах дезактивації води – 20 – 50 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 1

Залишкові концентрації фероціанідів заліза в освітлених розчинах (мг/дм<sup>3</sup>)

рН	ПАА, мг/дм <sup>3</sup>			Zetag 7648, мг/дм <sup>3</sup>			Magnafloc 156, мг/дм <sup>3</sup>		
	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0	2,5	5,0	10,0
5,7	38,5	29,2	23,0	28,2	37,8	38,6	51,4	42,7	44,3
3,0	-	14,1	-	-	27,3	-	-	33,4	-
5,0	-	25,5	-	-	20,2	-	-	34,2	-
8,0	-	50,1	-	-	44,8	-	-	27,1	-

Коригування водневого показника також в даному випадку виявилось малоефективним (рис. 2). Тому можна однозначно стверджувати, що використання флокулянтів неіоногенного типу для освітлення суспензії фероціанідів заліза не може бути рекомендоване, оскільки після відстоювання для дезактивації води необхідно передбачати додаткові високоефективні процеси її обробки.

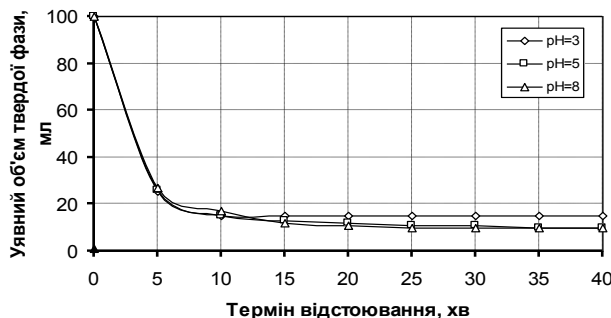


Рис. 2. Криві седиментації часток фероціанідів заліза, оброблених ПАА дозою 5,0 мг/дм<sup>3</sup> при різних рН (C<sub>т.ф.</sub>=0,5 г/дм<sup>3</sup>).

Таким же низькоєфективним виявилось і використання флокулянти Magnafloc 156 з аніонним зарядом (рис. 3). І якщо в перші 15 хв відстоювання ще спостерігається якась різниця, то при подальшому відстоюванні ефективність флокулянта та його доза мало впливають на процес відстоювання.

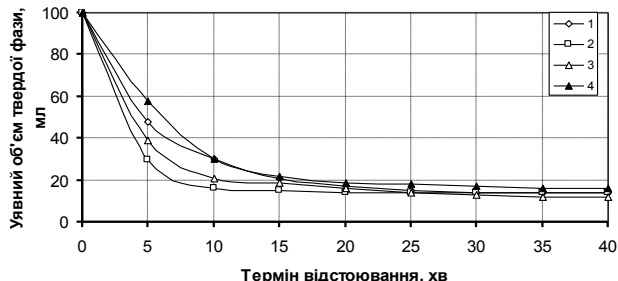


Рис. 3. Криві седиментації часток фероціанідів заліза, оброблених флокулянтom Magnafloc 156 в різних дозах ( $C_{т.ф.}=0,5 \text{ г/дм}^3$ , pH 5,7): 1 – 10,0 мг/дм<sup>3</sup>; 2 – 5,0 мг/дм<sup>3</sup>; 3 – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>; 4 – без флокулянта.

При цьому залишкові концентрації фероціанідів заліза в освітленій воді навіть вищі, ніж у випадку використання ПАА (табл. 1) і практично не змінюються при регулюванні pH (рис. 4). Мало впливає pH і на ефективність осадження. Якщо в перші 20 хв ще спостерігається якась різниця, то при тривалішому відстоюванні уявний об'єм твердої фази вирівнюється для всіх значень водневого показника. Таким чином, і флокулянт аніонного типу виявився малоефективним в процесах відстоювання фероціанідів заліза.

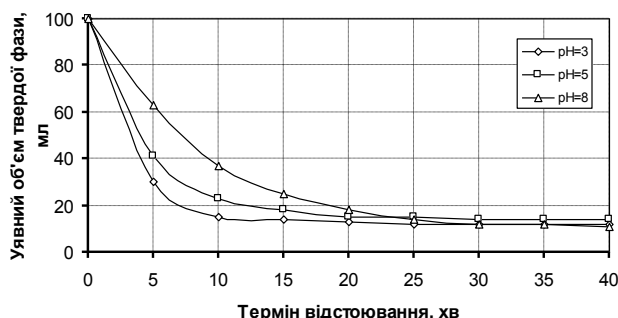


Рис. 4. Криві седиментації часток фероціанідів заліза, оброблених флокулянтom Magnafloc 156 дозою 5,0 мг/дм<sup>3</sup> при різних pH ( $C_{т.ф.}=0,5 \text{ г/дм}^3$ ).

На жаль, надії на флокулянт катіонного типу Zetag 7648 також не виправдалися. Як видно з рис. 5 та 6, доза флокулянту практично не впливає на ефективність освітлення, а залишковий уявний об'єм твердої фази лише на 2 – 3 відсотки менше, ніж при осадженні без використання флокулянту.

Залишкові концентрації фероціанідів заліза у відстоєних розчинах також не зменшуються в порівнянні з іншими флокулянтами (табл. 1). Разом з тим, можна відмітити, що найменші залишкові концентрації твердої фази зафіксовані при використанні ПАА в кислому середовищі або Magnafloc 156 в слабколужному

середовищі. Однак низька ефективність флокулянтів всіх типів не дозволяє вважати проблему освітлення низько концентрованих розчинів фероціанідів заліза вирішеною.

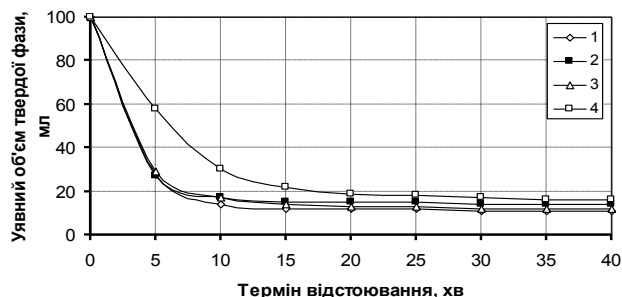


Рис. 5. Криві седиментації часток фероціанідів заліза, оброблених флокулянтom Zetag 7648 в різних дозах ( $C_{т.ф.}=0,5 \text{ г/дм}^3$ , pH 5,7): 1 – 10,0 мг/дм<sup>3</sup>; 2 – 5,0 мг/дм<sup>3</sup>; 3 – 2,5 мг/дм<sup>3</sup>; 4 – без флокулянта.

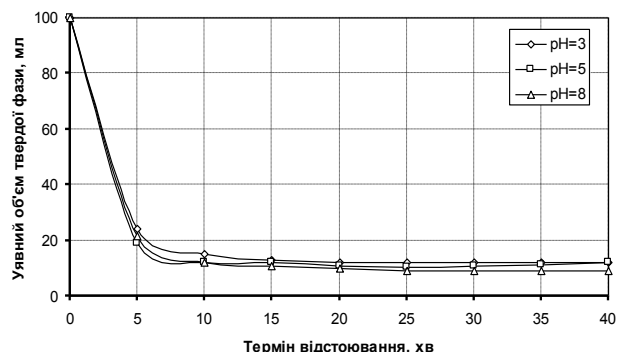


Рис. 6. Криві седиментації часток фероціанідів заліза, оброблених флокулянтom Zetag 7648 дозою 5,0 мг/дм<sup>3</sup> при різних pH ( $C_{т.ф.}=0,5 \text{ г/дм}^3$ ).

Аналогічні серії дослідів, проведені при концентрації твердої фази в 250 та 125 мг/дм<sup>3</sup> показали, що ситуація із залишковими концентраціями фероціанідів після відстоювання лише погіршується.

#### 4. Висновки

Проведені дослідження показали, що жоден із досліджених флокулянтів не забезпечує необхідної ефективності осадження часток фероціанідів заліза. Особливо негативним фактором є значні залишкові концентрації твердої фази у відстоєних розчинах. Тому відстоювання, як стадія технологічного процесу, не може суттєво вплинути на загальну ефективність дезактивації води і не може бути основним процесом розділення твердої та рідкої фаз. При концентраціях більше 1000 мг/дм<sup>3</sup> процес відстоювання можна використовувати як стадію попереднього концентрування твердої фази.

## Література

1. Химия ферроцианидов [Текст] / И.В.Тананаев, Г.Б.Сейфер, Ю.Я.Кузнецов, А.П.Корольков. – М.: Наука, 1971. – 320 с.
2. Радовенчик Я.В. Обезвоживание осадков ферроцианидов железа [Текст] / Я.В. Радовенчик, В.С. Котлярова // Энерготехнологии и ресурсосбережение. - 2011. - №5. – С. 32 – 35.

*Розглянуто проблеми практичної реалізації кваліфікаційних випробувань обладнання АЕС України. Запропоновано методологічну базу для організації випробувань, що відповідає національній нормативній базі та враховує світовий досвід кваліфікації*  
**Ключові слова:** АЕС, кваліфікація обладнання, випробування

*Рассмотрены проблемы практической реализации квалификационных испытаний оборудования АЭС Украины. Предложена методологическая база для организации испытаний, которая соответствует национальной нормативной базе и учитывает мировой опыт квалификации*

**Ключевые слова:** АЭС, квалификация оборудования, испытания

*The problems of practical implementation of proficiency testing equipment plant in Ukraine are considered. A methodological framework for organizing tests, consistent with national regulatory framework and takes into account international experience qualifications is suggested*

**Keywords:** NPP, equipment qualification, test

УДК 621.384.6

## ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ВИПРОБУВАНЬ ОБЛАДНАННЯ АЕС УКРАЇНИ

О.В. Сахно

Кандидат технічних наук, асистент\*

Контактний тел.: 067-877-33-09

E-mail: sakhno@npp-osi.kiev.ua

В.В. Шульга

Магістрант

\*Кафедра атомних електростанцій та інженерної теплофізики

Національний технічний університет України «КПІ»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Контактний тел.: 093-262-18-69, 099-646-08-54

E-mail: sh-vika@ukr.net

### 1. Вступ

Безпека енергоблоку на АЕС визначається, в першу чергу, надійністю і працездатністю обладнання систем безпеки [1], [2]. Відомо безліч різних процедур, які використовуються на АЕС для підтвердження його працездатності (періодичні випробування і заміна, контроль стану елементів систем, важливих для безпеки (СВБ), управління старінням тощо). Використання в рамках одного блоку всіх цих процедур з урахуванням їх взаємозв'язку - дуже тривалий, громіздкий і технічно складний процес, спростити який можна введенням єдиної системи кваліфікації технологічного обладнання.

Кваліфікація обладнання (далі - КО) - підтвердження і підтримання показників і технічних характеристик обладнання з метою забезпечення його працездатності в «жорстких» умовах навколишнього середовища та/або при сейсмічних впливах. Обладнання, кваліфікація якого встановлена, має гарантовано виконувати покладені на нього функції безпеки

у встановлених проектом обсягах з урахуванням можливих у районі майданчика АЕС впливів природних явищ, зовнішніх техногенних впливів, а також теплових, механічних, хімічних та інших впливів, які виникають в результаті проектних аварій [3].

Необхідність проведення КО регламентовано українською нормативною базою як один з найважливіших напрямів діяльності щодо забезпечення необхідного рівня безпеки енергоблоків АЕС [1], [2], [4].

У процесі кваліфікації паспортні характеристики для кожної конкретної одиниці обладнання порівнюються з кваліфікаційними вимогами, тобто умовами експлуатації даного обладнання на АЕС [5]. У разі невідповідності обладнання вважається некваліфікованим, і для гарантії безпечної роботи АЕС підлягає заміні.

Однак кваліфікація може бути не встановлена з причин, не пов'язаних з характеристиками обладнання. Тобто, обладнання також вважається не кваліфікованим у разі, якщо: