

### Выводы

В результате исследований подтверждено преимущество использования растворов подверженных действию КНП для растворения благородных металлов из исходного сырья. Установлено влияние концентраций реагентов и температуры на степень извлечения золота из рудного концентрата. Показано, что для предотвращения разложения перекисных и надперекисных соединений под действием ионов тяжелых металлов, присутствующих в сырье, обязательным является использование стабилизирующей добавки, например солей фосфорной кислоты.

Представленная технология является энергосберегающей по сравнению с другими технологиями извлечения благородных металлов за счет уменьшения времени цианирования, увеличения степени извлечения и степени использования реагентов.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Меретуков А.М., Орлов А.М. Металлургия благородных металлов. Зарубежный опыт. – М.: Металлургия, 1331.- 415 с.
2. Интенсификация процесса извлечения золота и серебра из рудных концентратов активированными цианистыми растворами / Полоний М. Н., Пивоваров А. А., Сытник С. В., Буря А. И. // Придніпровський науковий вісник. - № 95 (162).- С 65-72.
3. Беляский М. А., Мейерович А. С., Меретуков М. А. Перспективные способы переработки золото- и серебросодержащего сырья за рубежом // Обзорн. Инф. ЦНИИ-цвет. Эконом и инф. – 1985. – Вып. 3. – 52 с.

УДК: 691.328

**Сердюк В. Р., Христич О. В. (Україна, Вінниця)**

### **МОДИФІКОВАНІ БЕТОНИ ДЛЯ ІММОБІЛІЗАЦІЇ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ**

Атомна енергетика займає одну з лідируючих позицій серед джерел енергозабезпечення життєдіяльності людства. Серед розвинених країн, Україна входить до першої десятки країн світу за кількістю діючих енергоблоків на атомних електростанціях (АЕС). Порівняно з іншими джерелами енергопостачання, природних запасів сировинних ресурсів для атомної енергетики за прогнозованими показниками вистачить на мільйони років. Перспективність подальшого розвитку енергетики з використанням атомних електростанцій також пояснює той факт, що при діленні одного ядра виділяється близько 200 MeV енергії, самі ж затрати на добування сировини, транспортування, виробництво електроенергії і утилізацію техногенних відходів потребують максимальних енергозатрат в обсязі до 50 MeV. Разом з тим, широкомасштабне використання атомної енергії стримується як у зв'язку з забезпеченням високої надійності умов експлуатації АЕС, так і в зв'язку з недосконалими технологіями по зберіганню, переробці і захороненню радіоактивних відходів (РАВ).

#### **Постановка задач досліджень і шляхи їх вирішення**

Радіоактивні відходи, які утворюються в процесі добування сировини, виготовлення промислових виробів, експлуатації ядерних установок і утилізації відпрацьованих елементів АЕС розподіляються на три основні групи: тверді РАВ, рідкі РАВ і газоподібні РАВ. Серед них найбільшої уваги, як під час експлуатації енергоблоків та і після виведення його з технологічного режиму, потребують рідкі РАВ. Значні обсяги таких токсичних відходів складають РАВ середньої активності (від 370 Бк/л до 37 Бк/л) та слабоактивні (до 37 Бк/л), які накопичені в тимчасових сховищах і відстійниках. Технологія переробки таких відходів є досить складною і передбачає сортування, відстоювання, фільтрацію, коагуляцію, очищення стоків і компактування рідких радіоактивних залишків з переведенням їх в твердий агрегатний стан для подальшого зберігання та захоронення в сховищах. Проблемними завданнями цих складних процесів є різноманітна фізико-хімічна природа таких токсичних матеріалів для кожної окремої АЕС, а також відсутність досконалих матричних матеріалів і технологій їх використання для забезпечення заданих параметрів фізико-механічної стійкості від впливів зовнішніх руйнівних факторів [1-3].

Для переведення рідких РАВ в твердий агрегатний стан використовуються декілька різновидів технологічних процесів, найбільш поширеними методами і способами іммобілізації є бітумізація, цементация, силікатизация, полімеризация та включення рідких фаз у скляну матрицю. Використання того чи іншого методу залежить від агрегатного стану відходів, фізико-механічних параметрів стабільності кінцевого виробу, який підлягає подальшим транспортуванню і зберіганню в сховищі. Такі спеціальні технології потребують значних коштів і крім того призводять до збільшення об'ємів шкідливих відходів. У зв'язку з цим перед науковцями постає складне завдання по розробці ефективних технологій для іммобілізації рідких РАВ з концентрацією відходів в максимально-допустимих об'ємах, послідуною фізико-хімічною іммобілізацією самих радіонуклідів у складі елементів матриці з отриманням стабільних твердих монолітних форм кінцевого виробу здатних протистояти будь-яким фізико-механічним, хімічним і біологічним впливам.

Іммобілізація рідких РАВ за технологією цементации набула популярності завдяки використанню традиційних сировинних матеріалів та обладнання і не потребує значних витрат коштів. Спеціальні матричні матеріали на основі мінеральних в'язучих в переважній більшості виготовляються у вигляді сухих сумішей,

що в свою чергу дозволяє застосування традиційних технологій їх виготовлення, а також використання існуючого обладнання і технологічних способів приготування робочих розчинів. Вченими Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) розроблених новий різновид спеціальних бетонів – бетон електропровідний металонасичений (бетел-м). Бетел-м є новим різновидом модифікованих бетонів з широким спектром поліфункціональних властивостей. На основі бетелу-м отримано модифікований бетон з підвищеними радіаційно-захисними властивостями порівняно із традиційними спеціальними матеріалами при співрозмірній густині. Розроблено технологічні основи виготовлення монолітного і збірного спеціального покриття огорожуючих конструкцій всередині приміщень будівель і споруд з металонасиченого композиту для біологічного захисту від іонізуючих випромінювань. Завдяки набуванню ним струмопровідних властивостей товщина екрану радіаційного захисту від фотонних випромінювань зменшується у 1.8 - 2.4 рази порівняно із звичайним бетоном при співрозмірній густині. отриманий новий бетон з відходів промисловості, здатний поглинати проникаючі потоки іонізуючих випромінювань до заданих меж [4].

Згідно з приведеними в нормативному документі – ГОСТ 51883-2002 вимогами, композиційні матеріали з іммобілізованими в матриці мінеральних в'язучих рідкими РАВ повинні відповідати наступним технологічним параметрам: міцність при стиску  $\geq 5,0$  МПа; водостійкість  $\geq 90$  діб; показник вилугування по Cs  $\leq 1 \times 10^{-3}$  г/см<sup>2</sup>×діб. Крім того важливим параметром є показник збільшення остаточного об'єму замонолічених відходів. З метою обґрунтування можливості використання модифікованого бетону в технології іммобілізації рідких радіоактивних відходів нами проведено комплекс експериментальних досліджень. Графічна інтерпретація результатів приведена на рисунках 1 і 2.

На рисунку 1 приведені результати експериментальних досліджень впливу кількості металевого наповнювача у складі бетонної суміші на механічні та фізичні параметри зразків. Металевий наповнювач – шлами сталі ШХ-15 характеризуються високою гідрофільністю, а отже і водопотреби зразків із заданими реологічними параметрами зростатимуть по мірі збільшення у складі суміші важкого наповнювача. Збільшення кількості рідкої фази негативно відобразить на механічних характеристиках зразків і разом з тим позитивно впливатиме на кількість фізично і хімічно іммобілізованих речовин в структурі тіла дослідного зразка.

Приведені на рис. 1 результати досліджень підтверджують можливість використання модифікованого бетону для переведення в твердий агрегатний стан рідких токсичних відходів. Так при кількості води замішування до 48% мас робочого розчину отримано зразки з середнім значенням міцності 5.2 МПа, при цьому показник збільшення об'ємів дорівнює 1.48.

Після замішування сухих сумішей водою, в системі з'являються електроліти і агрегування складових компонентів відбувається також за рахунок стиснення подвійного електричного шару іонів на поверхні флокул або зниження потенціалу частинок.

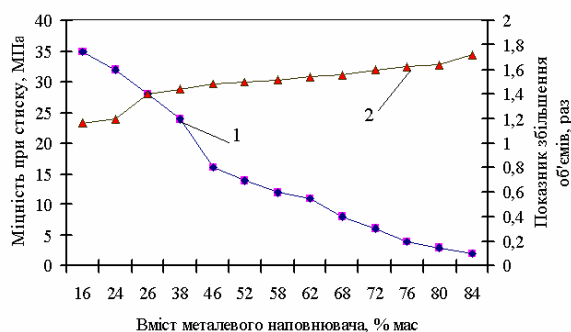


Рис. 1. Динаміка зміни фізико-механічних характеристик зразків модифікованого бетону (рухливість П12): 1 – міцність при стиску; 2 – показник збільшення об'ємів

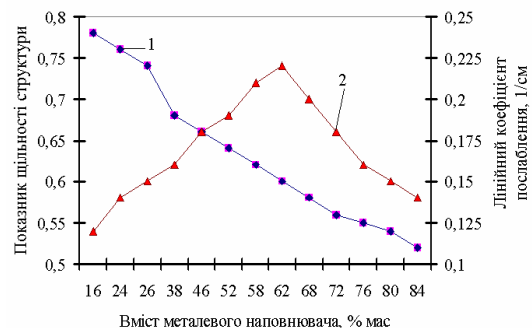


Рис. 2. Взаємозв'язок кількісних і якісних параметрів радіаційно-захисних властивостей дослідних зразків: 1 – показник щільності структури; 2 – лінійний коефіцієнт послаблення гамма-випромінювань (E=121 кЕв)

Наявність тонкої затверділої гелевої плівки в контактах металевого наповнювача забезпечує набування композиційним матеріалом нелінійних властивостей.

Графічна інтерпретація взаємозв'язку між рецептурними і фізичними та радіаційнозахисними властивостями дослідних зразків показує, що отриманий бетон може використовуватись для зниження потужності навколишнього випромінювання затверділого виробу з іммобілізованими РАВ.

Так ступінь наповнення матричних матеріалів рідкими токсичними відходами окрім нормативних вимог, приведених в ГОСТ 51883-2002, залежить і від сумарної дози опромінення на відстані 1.0 м від контейнера із замоноліченими відходами. В даному випадку послаблення дозових навантажень відбуватиметься за рахунок внутрішнього екранування потоків радіації в структурі композиційного матеріалу. Значення лінійного коефіцієнту послаблення гамма-випромінювань з енергією до 121 кЕв (слабо і середньоактивні РАВ) дорівнює 0,2 для зразків, міцність яких перевищує 5МПа, хоча показник щільності структури не перевищує значення 0,6.

Для подальшого продовження досліджень технології іммобілізації рідких радіоактивних відходів необхідно розробити модельні склади РАВ з підвищеним вмістом електролітів, без вмісту радіоактивних елементів. На

сьогодні вже розроблено комплексну програму пошукових досліджень, яка передбачає дотримання вимог ГОСТ 51883-2002, ГОСТ 29114-91 та стандарту ISO 6961-82.

#### Висновок

Експериментальними дослідженнями встановлено, що використання зразків сумішей модифікованого бетону дозволяє перевести в твердий агрегатний стан до 50 % мас рідкої речовини. При цьому забезпечуються задані параметри механічної стійкості ( $\geq 5$  МПа), екрануючої здатності радіоактивних випромінювань і незначне (до 50 %) збільшення об'ємів монолітної маси компаунду. Отримані результати досліджень підтверджують доцільність проведення подальших наукових робіт по розробці нового виду матричних матеріалів на основі модифікованого бетону для іммобілізації рідких токсичних відходів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Корчагин П.А., Замостьян П.В., Шестопапов В.М. Обращение с радиоактивными отходами в Украине: опыт, проблемы, перспективы. – Киев, – 2000. – 178 с.
2. Обращение с радиоактивными отходами//Сборник трудов IV Международной научно-технической конференции. – Москва, 26-28 июня 2001 г.– 387 с.
3. Андронов О.Б., Стрихарь О.Л. Очистка жидких радиоактивных отходов: обзор методов и технологий. – Чернобыль, 2001. – 356 с.
4. Сердюк В.Р., Христинич О.В. Новий різновид спеціальних бетонів – бетел-м // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Зб. наук. праць. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – С. 18 – 27.

УДК 504.2:547.546/.547

Солованюк О. В., Гулай Л. Д. (Україна, Луцьк)

### РОЛЬ НІТРОГЕНВІСНИХ СПОЛУК В ОЦІНЦІ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ШТУЧНИХ ВОДОЙМАХ

В останні десятиліття проблема чистої води в багатьох країнах світу є однією з головних, оскільки діяльність людини сприяє значному погіршенню якості води поверхневих водних об'єктів. Сьогодні, плануючи водогосподарські заходи, потрібно враховувати загальний характер, тенденції і розміри втручання людини у природні процеси, реально оцінювати та прогнозувати екологічні, економічні та соціальні наслідки.

Волинська область багата на поверхневі води: ріки, озера, ставки. Гідрографічна сітка області представлена річками двох великих басейнів: р. Прип'ять і р. Західний Буг.

У Волинській області в експлуатації знаходиться 12 водосховищ. Площа дзеркала води у водосховищах становить 2203 га. Використовуються вони для зволоження осушених земель на меліоративних системах та риборозведення. На території області нараховувалося 617 ставків загальною площею водного дзеркала 4544 га., основними джерелами живлення яких є талі, повеневі, дощові і підземні води.

Ставки, кар'єри і водосховище – це штучні створені водойми, місткістю не більше 1 млн.м<sup>3</sup> або водойми, що утворились при спорудженні водопідпірної греблі у долині річки. Ставки і кар'єри становлять найчисельнішу групу штучних водойм, які здавна споруджувались на малих річках, у балках і ярах. Штучні водойми створюються з метою регулювання стоку, для забезпечення різноманітних господарських потреб (гідроенергетики, рибальства, водопостачання, зрошування, рекреацій тощо).

Для прикладу проаналізуємо воду ставка, який використовується для штучного розведення риб. Водойми такого господарського використання вимагають періодичного дослідження відповідності якості води нормативним вимогам для рибогосподарських водойм за даним показником.

Основними природними компонентами та забрудниками води є нітрогенвісні сполуки, які є необхідними компонентами водних систем і водночас при перевищенні їх природних концентрацій стають токсикантами [1].

Сполуки, що містять азот, знаходяться в поверхневих водах у розчиненому, колоїдному і зваженому стані і можуть під впливом багатьох фізико-хімічних і біохімічних чинників переходити з одного стану в інший.

Середня концентрація загального азоту в природних водах коливається в значних межах і залежить від трофності водного об'єкта: для оліготрофних змінюється звичайно в межах 0,3-0,7 мг/дм<sup>3</sup>, для мезотрофних – 0,7-1,3 мг/дм<sup>3</sup>, для евтрофних – 0,8-2,0 мг/дм<sup>3</sup> [6].

Підвищення концентрації іонів амонію і нітритів вказує на нещодавнє забруднення, у той час як збільшення вмісту нітратів – на забруднення в минулому. Всі форми азоту, включаючи і газоподібну, можуть взаємно перетворюватися.

У природній воді аміак утворюється при розкладанні органічних речовин, що містять азот. Сполуки гідроксиду амонію є добре розчинними у воді.

Вміст іонів амонію в природних водах знаходиться в межах від 10 до 200 мкг/л у перерахунку на азот. Присутність у незабруднених поверхневих водах іонів амонію пов'язано головним чином із процесами біохімічної деструкції білкових речовин, дезамінування амінокислот, розкладання сечовини під дією уреаз. Основними джерелами надходження іонів амонію у водні об'єкти є тваринницькі ферми, господарсько-побутові стічні води, поверхневий стік із сільськогосподарських угідь при використанні амонійних добрив, а також стічні води підприємств харчової, коксохімічної, лісохімічної і хімічної промисловості. У стоках промислових