

УДК 504.06:544.63

О.В. МАТУХНО, асистент

Національна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРОЦЕСІВ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ КИСЛОТНИХ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Проведено комплексну оцінку екологічного ризику процесів нейтралізації та електрохімічної регенерації відпрацьованих кислотних електролітів. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів. Установлено, що сумарна характеристика ризику технології нейтралізації вища за регенерацію, а тому технологія електрохімічної регенерації кислотних стоків є більш перспективною з точки зору екологічної безпеки.

Ключові слова: відпрацьовані кислотні електроліти, відходи, екологічна безпека, довкілля, нейтралізація, електрохімічна регенерація, ступінь небезпеки, показники ризику.

В Україні понад 2000 підприємств використовують кислоти у виробничому процесі. Найбільшу кількість споживають металургійні та машинобудівні підприємства, що призводить до утворення великих обсягів кислотних стоків різноманітного складу та забруднення довкілля. Інтенсивний розвиток автомобільного транспорту додав до проблеми промислових кислотних стоків питання збору і переробки екологічно небезпечного акумуляторного електроліту.

Суттєвим недоліком сучасних досліджень у галузі поводження з відпрацьованими кислотними розчинами є відсутність одночасно екологічно безпечних та економічно обґрунтованих технологічних рішень з їх переробки або знешкодження. В роботах з питань аналізу та управління ризиками відсутні методики оцінювання безпеки конкретних технологічних процесів та нових технологій, у т.ч. безпеки технологій знешкодження або регенерації відпрацьованих кислотних розчинів.

Найпоширенішим методом знешкодження кислотних стоків є нейтралізація їх лужними реагентами (найчастіше у вигляді вапняного молока), а найбільш перспективним – регенерація електрохімічними методами. У зв'язку з цим метою даної роботи є встановлення рівнів еколо-

гічної безпеки технологій нейтралізації та електрохімічної регенерації відпрацьованих кислотних електролітів.

Комплексна оцінка екологічного ризику складається з визначення рівня небезпеки речовини, аналізу її впливу на людину та довкілля, оцінки взаємозв'язку між дозою речовини та об'єктом впливу, а також з характеристики ризику – визначення інтенсивності дії речовини на об'єкт [1–3]. Тому на першому етапі дослідження проаналізовано інформацію про наявність або відсутність ризику для навколишнього середовища й людини при нормальному функціонуванні технологій електрохімічної регенерації та нейтралізації відпрацьованих кислотних електролітів [4, 5]:

- при регенерації відпрацьованих електролітів небезпеку становлять аерозолі кислот, а також гази, що утворюються при електролізі. Однак їх кількість невелика, а вплив на об'єкти навколишнього середовища (за винятком атмосфери) – непрямий;
- при нейтралізації небезпечними можуть бути шлами та пил реагентів (у випадку використання твердих речовин, наприклад, вапна). Кількість нейтралізуючих реагентів, що можуть потрапляти у повітря під час технологічного процесу, – мала, вплив на об'єкти навколишнього середовища (за винятком атмосфери) –



непрямий. Кількість шламів велика, вплив на всі об'єкти навколишнього середовища – безпосередній, вплив на людину – непрямий.

На другому етапі проведено оцінку характеру впливу забруднювачів на людину та навколишнє середовище. Визначено середовища, канали та механізми переносу зазначених шкідливих речовин у біосфері, включаючи їх транспортування трофічними ланцюгами; характер можливих зон контактів людини із забрудненим середовищем та шляхи потрапляння шкідливих речовин в організм. Установлено, що на сьогодні наявні нормативні дані лише про величину експозиції (кількісну характеристику впливу або «дозу» впливу) для людини [3], перелік стандартних факторів експозиції для інших біологічних об'єктів, сценаріїв їх впливу та рекомендації із застосування цієї інформації для інших біологічних об'єктів відсутні. Стосовно зон контакту та способів надходження шкідливих речовин до організмів – у наявності інформація лише для людини [3], тому автор припускає, що дані для інших біологічних об'єктів аналогічні.

Проведені дослідження показали, що шляхи надходження забруднювача до живого організму у разі застосування технології регенерації – інгаляційний та крізь шкіряні покрови, у разі нейтралізації – інгаляційний, крізь шкіряні покрови та травний тракт.

Величина, частота й тривалість за кожним із шляхів впливу забруднювачів на людину та інші біологічні складові, тобто «доза» впливу та концентрація, залежать від віку, виду діяльності (для людини) або способу життя (для інших біологічних об'єктів) живих організмів, на які здійснюється негативний вплив. Щоб зібрати зазначені дані, необхідно проводити постійний моніторинг стану навколишнього природного середовища та рівня захворюваності населення в районі впливу зазначених технологій, що потребує часу, коштів та здійснення великого обсягу робіт.

Для подальшої оцінки ризику (на третьому етапі) було проведено оцінювання токсичності забруднювачів, для чого визначено належність забруднювачів до речовин, що мають неканцерогенний або канцерогенний ефект. На підставі інформації стосовно впливу речовин на людину [6–9] припущено, що аналогічний вплив здійснюватиметься і на інші біологічні об'єкти.

Нейтралізація відпрацьованих електролітів супроводжується утворенням великої кількості токсичних шламів, що містять важкі метали у вигляді малорозчинних сполук. Складові нейтралізаційних шламів є небезпечними для людини, оскільки спроможні викликати як токсичні, так і канцерогенні ефекти – вид ефекту залежить від тривалості дії та концентрації шкідливого компонента. Пил вапна, що виділяється у повітря при

приготуванні нейтралізуючого розчину, має лише токсичний ефект (для цієї речовини є важливим фактор концентрації).

Електрохімічні методи регенерації електролітів супроводжуються надходженням у навколишнє природне середовище аерозолів кислот, а також газів (переважно O_2 та H_2), що не мають канцерогенного ефекту. Гази, що виділяються під час регенерації (кисень та водень), належать до нетоксичних речовин, які можуть викликати токсичний ефект лише у надзвичайних дозах або при незвичайних умовах впливу. Аерозолі кислот – сильно токсичні речовини, тобто такі, що можуть викликати в організмі зміни, які загрожують життю, призводять до серйозних тілесних ушкоджень та втрати працездатності. Для цих речовин фактор концентрації має більше значення, ніж тривалість дії.

На підставі зібраної інформації на четвертому етапі досліджень запропоновано розрахувати сумарний ризик як адитивну суму поодиноких ризиків за відомою формулою [1]

$$Risk = \sum_{i=1}^n Risk_i \quad (1)$$

де Risk – сумарна характеристика ризику (імовірність захворювання раком – у випадку канцерогенних впливів або індекс ризику – у випадку неканцерогенних);

$Risk_i$ – відповідна оцінка поодиноких ризиків, де індекс i означає порядковий номер впливу.

У розглянутих випадках слід зазначити:

1. При нейтралізації на всі біологічні складові довілля діє комплекс із n забруднювачів (нейтралізаційний шлам) та пил вапна. Шляхи надходження до живих організмів – інгаляційний, крізь шкіряні покрови та травний тракт. Ефект впливу (токсичний чи канцерогенний) відходів процесу нейтралізації (шламів) та вапняного пилу залежить від тривалості дії та концентрації шкідливого компонента. Сумарна характеристика ризиків технології нейтралізації дорівнюватиме

$$Risk = 3 \cdot T_{ш} \cdot K_{ш} + 2 \cdot T_{п}, \quad (2)$$

де 2 та 3 – кількість шляхів надходження забруднювачів до організму людини або іншого біологічного об'єкта;

$T_{ш}$ – токсичний ефект шламів;

$K_{ш}$ – канцерогенний ефект шламів;

$T_{п}$ – токсичний ефект вапняного пилу.

2. При електрохімічній регенерації на всі біологічні складові довілля діє один вид забруднювача (аерозоль кислоти) двома шляхами – інгаляційним та крізь поверхневі покриви. Забруднювач має неканцерогенний ефект, фактор концентрації більш значний, ніж тривалість дії.

Сумарна характеристика ризиків технології регенерації дорівнюватиме

$$\text{Risk} = 2T_a \quad (3)$$

Отже, порівняльний аналіз показав, що сумарна характеристика ризику для технології нейтралізації буде вищою, ніж для електрохімічної регенерації. Якщо визначити значення коефіцієнтів токсичності (Т) та канцерогенності (К), тобто ступінь небезпеки кожної з речовин забруднювачів у розглянутих технологіях, то можна розрахувати показник, який пропонується назвати інтегральним показником ризику.

Завданням подальших досліджень є вдосконалення підходу щодо оцінювання ступеня небезпеки речовин, а також розрахунок ступеня небезпеки та інтегрального показника ризику.

ВИСНОВКИ

Установлено перелік потенційно небезпечних матеріалів, реагентів, відходів технологій нейтралізації та електрохімічної регенерації:

- при електрохімічній регенерації – аерозолі кислот і газів, що утворюються при електролізі;
- для процесу нейтралізації – шлами (продукти нейтралізації) та пил вапна, що виділяється під час приготування вапняного молока.

Установлено види впливу цих речовин на складові довкілля:

- нейтралізуючих реагентів – на об'єкти навколишнього природного середовища (за винятком атмосфери) – непрямий;
- шламів – на всі об'єкти навколишнього середовища – безпосередній; на людину, флору та фауну – непрямий, через трофічні ланцюги.

При електрохімічній регенерації відпрацьованих електролітів вплив газів та аерозолів кислот на об'єкти навколишнього природного середовища (за винятком атмосфери) – непрямий.

Визначено шляхи надходження цих забруднювачів у довкілля та організм людини. Нейтралізаційні шлами можуть потрапляти до живих організмів інгаляційним шляхом та крізь шкіряні покриви і травний тракт; пил вапна, аерозолі кислот та газів – інгаляційним і крізь поверхневі покриви.

Оцінено токсичність забруднювачів та визначено їх належність до речовин, що мають неканцерогенний або канцерогенний ефект: шлами мають як токсичні, так і канцерогенні ефекти, пил вапна та аерозоль кислоти мають неканцерогенний ефект.

Установлено, що сумарна характеристика ризиків технології нейтралізації більша за аналогічний показник технології електрохімічної регенерації, у зв'язку з чим процес регенерації відпрацьованих електролітів є більш безпечним, а з точки зору екологічної безпеки – перспективним.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. **Тихомиров, Н.П.** Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками / Н.П. Тихомиров, И.М. Потравный, Т.М. Тихомирова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.
2. **Мальований, М.С.** Комплексний підхід до оцінки екологічного ризику / М.С. Мальований, С.М. Орел // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів : матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф., 02–05 жовтня 2007 р: ч. I. – Д., 2007. – С. 255–257.
3. **СанПиН 1.7.0.2–03.** Требования к выполнению работ по оценке риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических факторов среды обитания. – М. : Департамент Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 23 с.
4. **Бобылев, В.П.** Определение показателей экологического риска при разработках технологий нейтрализации и регенерации отработанных кислотных электролитов / В.П. Бобылев, Е.В. Матухно, И.И. Иванов // Охрана навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України : зб. тез доп. IV Всеукраїнської наук.-практ. конф., 11–12 грудня 2008 р. – Запоріжжя : ЗДІА, 2008. – С. 163–165.
5. **Бобылев, В.П.** Определение степени экологической опасности для обоснования выбора технологии нейтрализации или регенерации отработанных кислотных электролитов / В.П. Бобылев, Е.В. Матухно // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2009. – № 6. – С. 97–99.
6. *Вредные вещества в промышленности : справ. для химиков, инженеров и врачей : в 3 т. Т. 3/ под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной.* – Л. : Химия, 1976. – 608 с.
7. **Измеров, Н.Ф.** Параметры токсикометрии промышленных ядов при однократном воздействии : справ. / Н.Ф. Измеров, И.В. Саноцкий, К.К. Сидоров. – М. : Медицина, 1977. – 240 с.
8. *Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / под ред. Л.К. Исаева.* – СПб : Союз, 1998. – 896 с.
9. **Беспамятнов, Г.П.** Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г.П. Беспамятнов, Ю.А. Кротов. – Л. : Химия, 1985. – 528 с.

Поступила в редакцию 02.09.2011

Проведена комплексная оценка экологического риска процессов нейтрализации и электрохимической регенерации отработанных кислотных электролитов. Осуществлен сравнительный анализ полученных результатов. Установлено, что суммарная характеристика риска технологии нейтрализации выше, чем регенерации, поэтому технология электрохимической регенерации кислотных стоков является предпочтительней с точки зрения экологической безопасности.

In the article all-round environmental risk assessment of neutralization and electrochemical regeneration processes of waste acid electrolytes is given. The comparative analysis of the obtained results is performed. It is established that total characteristic of the risk of neutralization technology is higher than regeneration one, therefore electrochemical regeneration technology of acid liquid-waste drains is preferable from the point of environmental safety.