

ЕКОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЧНА КІБЕРНЕТИКА ТА ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 628.16.065.2

Є. О. Бовсуновський¹

ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГЛИНИСТИХ СУСПЕНЗІЙ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СТИЧНИХ ВОД

¹Національний авіаційний університет, Київ

Подано результати експериментальних досліджень використання технологічних відходів аерозольної газодинамічної суспензійної очистки елементів авіаційної техніки як сорбенту іонів ніколу з промислових стічних вод. Визначено кількість сорбенту на основі суглинка темно-бурого, за якої досягається достатня якість очистки ніколувмісних стічних вод.

Ключові слова: суглинок темно-бурий, сорбент, стічні води, іони ніколу.

Вступ

Необхідність вдосконалення технологічних процесів експлуатації та ремонту авіаційної техніки в умовах підвищення рівня екологічної безпеки та забезпечення раціонального використання природних ресурсів вимагає розробки та впровадження комплексних маловідходних технологій.

Перспективні технології використання природних матеріалів у процесах відновлення елементів авіаційної техніки вже довели свою ефективність та незамінність у сучасних умовах. Застосування недорогих, розповсюджених та безпечних глинистих матеріалів у процесі аерозольного газодинамічного суспензійного очищення та миття елементів авіаційної техніки дозволяє ліквідувати пожежо- та вибухонебезпечність, характерних для традиційних методів очистки; виключити використання багатокомпонентних лужних та кислотних сполук та речовин, які становлять загрозу для здоров'я людей та навколишнього природного середовища; спростити та уніфікувати технологічний процес тощо. У сучасному аерозольно-газодинамічному процесі відновлення активно використовуються природні глинисті матеріали, а саме суглинок темно-бурий. Середні значення витрат робочої рідини (0,06...0,3) л/хв, об'єм твердої фази складає 1/3...1/4 від загального об'єму робочої рідини. Максимальна витрата суспензії за одну робочу зміну (7 годин) на одну установку складає 126 літрів. Отже, витрата твердого компонента суспензії складає 32 кг. При цьому відпрацьована робоча суспензія може бути використана для доочищення стічних вод [1], що утворюються на підприємствах авіаційної галузі, оскільки високі адсорбційні та іонно-обмінні властивості глинистих матеріалів роблять їх ефективними сорбентами важких металів, нафтопродуктів, ПАР тощо.

Одним із фізико-хімічних способів тонкої очистки води є сорбція, яка може мати характер фізичної сорбції, хемосорбції та йонного обміну між сорбентом та сорбатом. В останній час широко проводяться дослідження, направлені на очищення стічних вод від сполук важких металів за допомогою природних алюмосилікатних матеріалів, у тому числі різних глин, які характеризуються високими поглинаючими властивостями, стійкістю до впливів навколишнього середовища і мають великий потенціал щодо можливостей їх модифікації.

Ефективне використання глинистих мінералів зумовлене змінною величиною міжплощинних відстаней. У міжпаquetних порожнинах таких глинистих матеріалів можуть адсорбуватися молекули води, а також позитивні або негативні іони. Зазначені глинисті мінерали можуть розбухати за рахунок збільшення простору між базальними шарами, в якому розміщуються адсорбовані іони або молекули. У глинистих мінералах частина іонів кремнію (Si^{4+}) у тетраедричних позиціях заміщається іонами алюмінію (Al^{3+}), а частина іонів алюмінію в октаедричних позиціях — іонами магнію (Mg^{2+}) і двовалентного заліза (Fe^{2+})[2]. Елементарні пакети пов'язані між собою слабкими силами Ван-дер-Ваальса. Тому можливе розміщення між шарами великих іонів, які формують стовпчики, і таким чином створюють систему порожнин, де можуть розміщуватись різні невеликі

молекули. Розміри пор, що утворюються в результаті процесу розшарування, лежать в області кількох десятих часток нанометрів.

Великий практичний інтерес викликає можливість використання у процесах доочищення стічних вод від сполук важких металів застосування як сорбенту саме доступних і дешевих природних глинистих матеріалів.

Ця робота є продовженням досліджень сорбційних властивостей глинистих матеріалів родовищ «Мостище» (Київська обл.) та «Роїще» (Чернігівська обл.) [3].

Метою робіт є експериментальне дослідження можливості застосування відпрацьованої робочої суспензії процесів аерозольної газодинамічної суспензійної очистки елементів авіаційної техніки на основі суглинку темно-бурого як сорбенту важких металів, а саме іонів ніколу.

Результати досліджень

Проведено експериментальні дослідження щодо ефективності використання суглинку темно-бурого (кар'єр «Роїще») як природного сорбенту для очищення ніколувмісних стічних вод.

У вихідний модельний розчин іонів ніколу за ДСЗУ 022.83-98 з масовою концентрацією (Ni^{2+}) $2,0 \text{ мг/дм}^3$ об'ємом 1 дм^3 вносилися наважки суглинку темно-бурого масою: 5 г, 10 г, 20 г, 40 г та 80 г. Відбір проб води проводився кожні 5 хвилин у продовж однієї години. Вимірювання концентрації ніколу проводилися відповідно до «Методики виконання вимірювань масової концентрації ніколу фотоколориметричним методом» на фотоелектроколориметрі КФК-3 у діапазоні концентрацій від $0,05$ до 2 мг/дм^3 , при цьому сумарна відносна похибка ($\pm \delta$), %, не перевищувала 10 %.

У першому випадку наважка суглинку складала 5 г. Проби відбиралися впродовж 60 хвилин з 5-ти хвилинним інтервалом. Максимальне зниження концентрації ніколу у розчині спостерігалось на 10-й хвилині після введення суглинку і складало 75 % відносно вихідної концентрації. На 30-й хвилині спостерігається стабілізація концентрації ніколу у розчині на рівні $1,0 \text{ мг/дм}^3$, яка вже з часом не змінюється. Кінцева концентрація ніколу зменшилась у 2 рази відносно вихідної концентрації, при цьому сумарна відносна похибка вимірювань не перевищувала 8 % (рис. 1).

У другому випадку наважка суглинку складала 10 г. Проби відбиралися впродовж 60 хвилин з інтервалом 5 хвилин. Максимальне зниження концентрації спостерігалось на 15 хвилині і складало 70 % відсотків відносно вихідної концентрації. На 30-й хвилині концентрація ніколу стабілізувалася на позначці $1,0 \text{ мг/дм}^3$ і вже не змінювалася. Кінцева концентрація ніколу зменшилась у 2 рази відносно вихідної концентрації, при цьому сумарна відносна похибка вимірювань не перевищувала 9 % (рис. 2).

У третьому випадку наважка суглинку складала 20 г. Проби відбиралися протягом 60 хвилин з інтервалом 5 хвилин. Максимальне зниження концентрації ніколу складало 85 % відносно вихідної концентрації вже на 10-й хвилині після розведення. А на 30-й концентрація ніколу стабілізувалася на позначці $0,5 \text{ мг/дм}^3$ і вже не змінювалася. Кінцева концентрація ніколу зменшилась у 4 рази відносно вихідної концентрації, при цьому сумарна відносна похибка вимірювань не перевищувала 9 % (рис. 3).

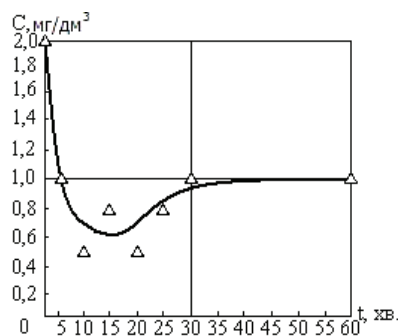


Рис. 1. Зміна концентрації (Ni^{2+}) з часом t за концентрації суглинку 5 г/дм^3

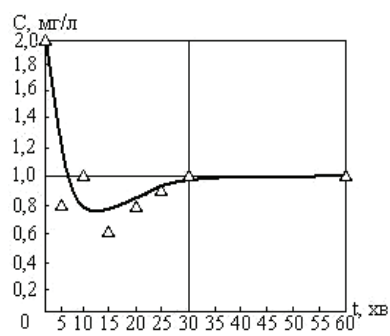


Рис. 2. Зміна концентрації (Ni^{2+}) з часом t за концентрації суглинку 10 г/дм^3

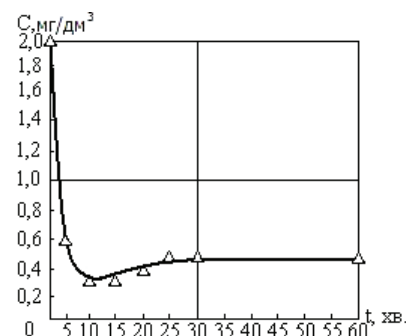


Рис. 3. Зміна концентрації (Ni^{2+}) з часом t за концентрації суглинку 20 г/дм^3

У четвертому випадку наважка суглинку складала 40 г. Проби відбиралися впродовж 60 хвилин з інтервалом 5 хвилин. Максимальне зниження концентрації ніколу у розчині складало 80 % на 10-й хвилині після розведення. На 30-й хвилині концентрація ніколу у розчині стабілізувалася на рівні $0,5 \text{ мг/дм}^3$ і з часом вже не змінювалася. Кінцева концентрація ніколу зменшилась у 4 рази від-

носно вихідної концентрації, при цьому сумарна відносна похибка вимірювань ($\pm \delta$), %, не перевищувала 7 % (рис. 4).

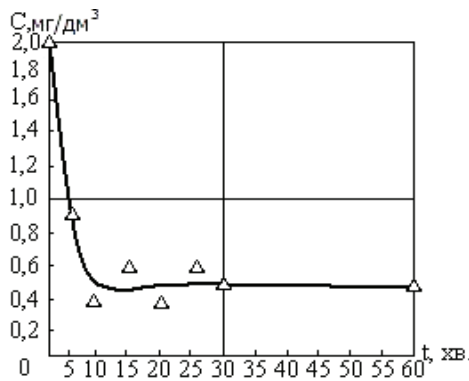


Рис. 4. Зміна концентрації (Ni^{2+}) з часом t за концентрації суглинку 40 г/дм^3

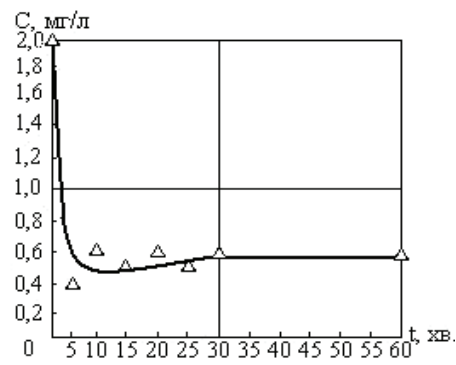


Рис. 5. Зміна концентрації (Ni^{2+}) з часом t за концентрації суглинку 80 г/дм^3

В останньому випадку наважка суглинку складала 80 г. Проби відбиралися протягом 60 хвилин з інтервалом 5 хвилин. Максимальне зниження концентрації спостерігалось на 5-й хвилині після розведення і складало 80 % відносно вихідної концентрації. Концентрація ніколу у розчині стабілізувалася на позначці $0,55 \text{ мг/дм}^3$ вже на 15-й хвилині і з часом вже не змінювалась. Кінцева концентрація ніколу зменшилась у 3,63 рази відносно вихідної концентрації, при цьому сумарна відносна похибка ($\pm \delta$), %, не перевищувала 8 % (рис. 5).

Максимальне зниження концентрацій ніколу відносно вихідної проби у більшості випадків спостерігалось вже на 10-й хвилині після розведення. При цьому, максимально концентрація знижувалась майже у 6,66 разів (на 85 %) відносно вихідної. На 30-ту хвилину після розведення спостерігалася стабілізація рівнів вмісту ніколу у воді, які з часом вже не змінювалися.

Обробка результатів вимірювань проводилась відповідно до «Методики виконання вимірювань масової концентрації ніколу фотоколориметричним методом» таким чином.

Масову концентрацію ніколу у вихідній пробі, ρ_0 , мг/дм^3 , знаходять за формулою

$$\rho_1 = \rho_g \frac{V}{50}, \quad (1)$$

де ρ_g — масова концентрація ніколу, знайдена за допомогою попередньо встановлених параметрів градувальної характеристики, мг/дм^3 ; V — об'єм вихідної проби, взятий для аналізу; 50 — об'єм колби мірної, у якій готується розчин проби, мл; i — номер одиничного вимірювання, $i = 1, 2$.

Результат вимірювань масової концентрації ніколу розраховують як середнє арифметичне результатів двох паралельних одиничних вимірювань ρ_1 і ρ_2 , відносна розбіжність між якими за довірчої ймовірності 0,95 не перевищує значення нормативу оперативного контролю збіжності, d_z , %.

$$\frac{2|\rho_1 - \rho_2|}{\rho_1 + \rho_2} \leq 0,01d_z. \quad (2)$$

Для поверхневих, підземних та зворотних вод значення нормативу оперативного контролю збіжності за довірчої ймовірності $P = 0,95$ у діапазоні масових концентрацій ніколу від 0,005 до $0,5 \text{ мг/дм}^3$ включно становить 22 %, у діапазоні масових концентрацій ніколу від 0,5 до $2,0 \text{ мг/дм}^3$ включно становить 13 %. Результат обчислень за формулою (1) округлюють і записують до другої значущої цифри. В результаті проведених розрахунків ліва частина рівняння (2) у всіх випадках складала менше 0,13, що свідчить про відсутність розбіжності між даними.

Висновки

Проведені експериментальні дослідження та отримані результати підтвердили можливість ефективного застосування суглинку темно-бурого (кар'єр «Роїще») в якості сорбенту для очистки ніколувмісних стічних вод. При цьому у всіх випадках спостерігається кінцеве зниження концентрації мінімум у два рази, а максимальне — на 10-й хвилині після додавання суглинку. Порівняння результатів дослідження дає змогу визначити оптимальну кількість суглинку у концентрації

20 г/дм³, оскільки за подальшого її підвищення суттєвого збільшення глибини та зменшення часу очистки не спостерігається.

Результати проведених експериментів свідчать про необхідність проведення подальших досліджень з метою розробки способу для промислового використання глини як коагулянту для очистки вод з різною вихідною концентрацією ніколу в них. А також на з'ясування можливості використання цього природного матеріалу в технологіях очистки стічних вод від сполук інших важких металів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бовсуновський Є. О. Очищення та антикорозійна обробка елементів авіаційної техніки з використанням природних матеріалів : автореф. дис. канд. техн. наук. : 05.22.20. — Київ, 2013. — 22 с.
2. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. — М. : Техносфера, 2005. — 336 с.
3. Франчук Г. М. Оцінка ефективності очищення хромовмісних стічних вод із застосуванням спонділової зеленої глини / Г. М. Франчук, Є. О. Бовсуновський, О. В. Рябчевський // Вісник НАУ, 2010. — № 2. — С. 110—113.

Рекомендована кафедрою хімії та хімічної технології ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 13.10.2015

Бовсуновський Євген Олександрович — канд. техн. наук, доцент кафедри екології Навчально-наукового Інституту екологічної безпеки, e-mail: period@nau.edu.ua .

Національний авіаційний університет, Київ

Ye. O. Bovsunovskyi¹

Cleaning Industrial Wastewater with Waste Clay Suspensions

¹National Aviation University, Kyiv

The results of experimental studies of the use of technological waste products of aerosol gas-dynamic suspension cleaning of aircraft elements as the sorbent from ions of nickel for industrial waste water have been given. The optimal quantity of sorbent on the basis of dark-brown loam that achieves a sufficient quality of purification has been determined.

Keywords: dark-brown loam, sorbent, waste water, ions of nickel.

Bovsunovskyi Yevhen O. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Ecology of Institute of Environmental Safety, e-mail: period@nau.edu.ua

Е. А. Бовсуновский¹

Использование отработанных глинистых суспензий для очистки производственных сточных вод

¹Национальный авиационный университет

Приведены результаты экспериментальных исследований использования технологических отходов аэрозольной газодинамической суспензионной очистки элементов авиационной техники как сорбента ионов никеля из промышленных сточных вод. Определено количество сорбента на основе суглинка темно-бурого, при котором достигается достаточное качество очистки никельсодержащих сточных вод.

Ключевые слова: суглинок темно-бурый, сорбент, сточные воды, ионы никеля.

Бовсуновский Евгений Алексеевич — канд. техн. наук, доцент кафедры экологии Учебно-научного Института экологической безопасности, e-mail: period@nau.edu.ua