

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИЛУЧЕННЯ ФЕНОЛІВ ТА СМОЛИСТИХ РЕЧОВИН З ПРОМИСЛОВИХ РІДКИХ ВІДХОДІВ КОКСОХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ АДСОРБЦІЇ

**К. Є. Хавікова, А. В. Іванченко**

Дніпровський державний технічний університет

вул. Дніпробудівська, 2а, м. Кам'янське, 51918, Україна. E-mail: science@dstu.dp.ua

Наведено відомості про склад стічних вод коксохімічного підприємства з метою підбору оптимального адсорбенту в технології вилучення фенолів та смолистих речовин. Обґрунтовано переваги використання природного глауконіту для адсорбції фенолів та смолистих речовин у порівнянні з традиційними адсорбентами. Досліджено процес сорбційного видалення фенолів, роданидів і смолистих речовин з рідких відходів на лабораторній установці з мішалкою при використанні глауконіту, цеоліту та торфу дозою 1 г/дм<sup>3</sup>. Вперше встановлено закономірності процесу вилучення фенолів із стічних вод за допомогою глауконіту дозою 2 г/дм<sup>3</sup> в поєднанні з аніонним флокулянтom А3330 у кількості 5 мг/дм<sup>3</sup> в інтервалі часу 20–40 хв, що дає можливість знизити вміст забруднюючих агентів до екологічно безпечних показників. Для промислового впровадження запропоновано використовувати природний адсорбент глауконіт з аніонним флокулянтom А3330 для забезпечення високого рівня очистки рідких відходів коксохімічного підприємства.

**Ключові слова:** рідкі відходи, феноли, смолисті речовини, адсорбенти, флокулянт.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ФЕНОЛОВ И СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖИДКИХ ОДХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ АДСОРБЦИИ

**К. Е. Хавикова, А. В. Иванченко**

Днепропетровский государственный технический университет

ул. Днепростроевская, 2а, г. Каменское, 51918, Украина. E-mail: science@dstu.dp.ua

Приведены сведения о состоянии сточных вод коксохимического предприятия с целью подбора оптимального адсорбента в технологии извлечения фенолов и смолистых веществ. Обоснованы преимущества использования природного глауконита для адсорбции фенолов и смолистых веществ в сравнении с традиционными адсорбентами. Исследован процесс сорбционного удаления фенолов, роданидов и смолистых веществ из жидких отходов на лабораторной установке с мешалкой при использовании глауконита, цеолита и торфа дозой 1 г/дм<sup>3</sup>. Впервые установлена закономерность процесса извлечения фенолов из сточных вод с помощью глауконита дозой 2 г/дм<sup>3</sup> в соединении с анионным флокулянтom А3330 в количестве 5 мг/дм<sup>3</sup> в интервале времени 20–40 мин, что дает возможность снизить содержание загрязняющих агентов до экологически безопасных показателей. Для производственного внедрения предложено использовать природный адсорбент глауконит с анионным флокулянтom А3330 для обеспечения высокого уровня очистки жидких отходов коксохимического производства.

**Ключевые слова:** жидкие отходы, фенолы, смолистые вещества, адсорбенты, флокулянт.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Підвищення екологічної безпеки поверхневих водойм в які скидаються міські та виробничі стічні води є актуальним питанням, яке потребує наукового вирішення [1].

Вибір ефективного методу очищення стічної води від фенолів – одна з найголовніших проблем сучасного виробництва. Основними джерелами утворення фенольних стічних вод є підприємства термічної обробки палива. Це коксохімічні, коксогазові заводи, газогенераторні станції, підприємства термічної обробки дерева, штучного рідкого палива. Також вони утворюються на металургійних, нафтопереробних підприємствах, підприємствах регенерації гуми, фенолфталеїну, саліцилової кислоти [2]. Так як кількість фенольних стічних вод незначна, витяг фенолів з них на кожному окремому заводі не рентабельно. У той же час транспортування цих вод в одне місце для переробки важко, так як заводи знаходяться на великій відстані від одного. Тому більшості заводів, що мають генераторні станції, доводиться вирішувати питання знешкодження фенольних стічних вод самостійно [3].

Промислові підприємства витрачають величезну кількість води, а деякі вимагають навіть безперервної подачі води. Зі збільшенням потужності підприємств, використання складних технологічних процесів, споживання води збільшується [4].

Стічні води коксохімічного підприємства складаються в основному з вологи шихти, технічної води і водяної пари, що стикаються в технологічних процесах з хімічними продуктами коксування при переробці кам'яновугільної смоли, сирого бензолу та ін. [4]. Рідкі відходи коксохімічного виробництва містять підвищену кількість фенолів та знижують ефективність технологічних процесів та завдають шкоди навколишньому природному середовищу. Вміст фенолів та смолистих речовин у водах перед біохімічною наразі перевищує допустимі норми фактично у 5 разів і тому знаходження нових ефективних методів вилучення фенолів та смолистих речовин із рідких відходів коксохімічних підприємств є безсумнівно актуальним питанням, що потребує наукового вирішення. Питання розробки екологічно безпечних технологій очистки технологіч-

**Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування**

них й стічних вод від фенолів, смолистих речовин та масел є спільною для багатьох галузей промисловості [5]. Тому навіть при незначній концентрації шкідливих речовин в промислових рідких відходах, їх вміст у парах з веж гасіння коксу перевищує гранично допустимі концентрації за існуючими нормами [6].

Серед різних методів усунення фенолів, сорбційні видаються одними з найбільш ефективних, переважно завдяки тому, що за порівняно невеликих затрат вдається досягти високого ступеня очищення.

Адсорбція є універсальним методом очищення води, що дозволяє майже повністю вилучати феноли з рідкої фази [7]. Поряд із адсорбентами, які традиційно застосовуються у цих процесах (активоване вугілля, силікагелі, штучні цеоліти) в останній час проводиться ряд досліджень та практичних впроваджень із використанням адсорбентів природних дисперсних мінералів [8]. Одним із таких є природний мінерал – глауконіт, дослідження адсорбційних властивостей якого з точки зору вилучення фенолів викликають науковий інтерес.

До складу забруднених стічних вод входять:

надсмольна вода, яка включає вологу вихідного вугілля, пірогенетичну вологу, а також конденсацію водяної пари, використаної при паровій інжекції і при переробці надсмольної води [6].

Надсмольні води окремих технологічних вузлів зазвичай об'єднують :

сепараторні води, які утворюються при конденсації водяної пари, що подається безпосередньо в колону для відгону бензолу, а також при регенерації поглинального масла;

стічні води установок для очищення коксового газу, особливо установок сіркоочищення;

забруднені води, які утворюються в результаті миття і промивання апаратури, спорожнення технологічних агрегатів та ін.

Крім того, стічні води, утворюються при переливах зі сховищ, аварійних випусках, зміні води в оборотних циклах водопостачання, мийки обладнання та підлог.

На більшості діючих коксохімічних підприємствах очищені стічні води використовуються для гасіння коксу, перед цим вони повинні бути очищені від легких шкідливих речовин і не містити ті сполуки, котрі при контакті з розпеченим коксом можуть розкладатися з виділенням шкідливих компонентів.. На даний час однією з головних проблем у області очищення стічних вод є посилення вимог до нормативів якості очистки стічних вод (зокрема, від фенолів, смолистих речовин, роданистих сполук), адже процес мокрого гасіння коксу шкідливо впливає на атмосферне повітря, навіть при використанні технічної води [6].

Використання глинистих матеріалів у якості адсорбентів у процесах очистки промислових стічних вод з кожним роком стає все більш розповсюдженим . Серед інших матеріалів, призначених для цієї мети, перевагу надають природному глиняному мінералу глауконіту – мінералу класу силікатів (групи гідрослюд), представленого емпіричною

формулою  $(K, Na, Ca)(Fe^{3+}, Al, Fe^{2+}, Mg)_2[(OH)_2 Al_{0,35} Si_{3,65} O_{10}] \cdot (Na, K)_2 (Al, Fe)_2 O_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$  [9]. Високомагnezійний глауконіт називається селадонітом, високоглиноземистий – сколітом. Кристалізується в моноклінній сингонії. Структура шарова. Поширений у вигляді тонкокристалічних, інколи ґрунтоподібних агрегатів. Забарвлення зелене різноманітних відтінків, інколи чорне [10]. Основною кристалічною структурною одиницею глауконіту є пакет, що складається із двох кремнекисневих тетраедрів з октаедричним шаром між ними. Вершини всіх тетраедрів у кожному кремнекисневому шарі повернуті до центру структурної одиниці і зв'язані з октаедричним шаром в елементарний пакет шляхом відповідного заміщення гідроксидів атомами ксню. Деяка частина атомів кремнію у тетраедрах заміщена на алюміній, а утворений надлишок заряду збалансований обмінними іонами натрію, калію, розташованими в міжшаровому просторі. Це дає змогу віднести глауконіт до ціоктаедричної будови кристалічної ґратки. [11]. Глауконіт поширений у всіх геологічних системах – пісках, пісковиках, глинах, мергелях і вапняках [8]. Розвідані запаси глауконіту Адамівського родовища (Хмельницька область) і складають близько 12,6 млн.т. Мінеральний сорбент глауконіт Адамівської групи родовищ Хмельницької області – це природна глина, що містять 50–70 % мінералу глауконіту. Глауконітові мікроконкреції мають ефективну питому поверхню, високу ємкість катіонного обміну та ємкість моношару [12].

Переваги використання природного глауконіту:

- низька вартість;
- можливість використання в будь-який час року;
- на відміну від синтетичних, поролонових, нетканих сорбентів, вугільних, глауконіт не самозаймається;
- працездатний в широкому інтервалі температур від – 20 до + 100 °С [13].

Осад, який утворюватиметься в процесі сорбції можна в суміші з надлишковим активним мулом та добавкою органічних відходів переробляти на керамзит.

Відпрацьований глауконіт завдяки своєму мінералогічному складу володіє необхідною пластичністю, перспективним напрямом є часткове використання як сировини для приготування керамзиту, внаслідок чого отримується керамзит з більшою механічною міцністю за рахунок підвищення ступеня кристалізації сировинної маси в процесі обпалу. Застосування відпрацьованих сорбентів у виробництві керамзиту забезпечить економію трудових та матеріальних затрат на реалізацію технології виробництва керамзиту, а також зменшить собівартість всієї основної продукції [14].

Наявна на ПРАТ "ДКХЗ" технологія очистки фенольних рідких відходів не дозволяє досягти потрібного ступеня вилучення фенолів, роданидів та смолистих речовин. Причиною цього є недостатня ефективність стадії механічної очистки від фенолів, роданидів, смол та масел. Ці речовини на стадії біологічної очистки пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів, а у великих кількостях – призводять до

## Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

їх загибелі [15]. В результаті не забезпечується потрібний ступінь очистки від небезпечних речовин (насамперед, фенолів) і недостатньо очищені води подаються на гасіння коксу, забруднюючи тим самим атмосферу [6]. Це означає, що треба розробити заходи щодо інтенсифікації процесу вилучення фенолів та смолистих речовин з промислових стоків [16].

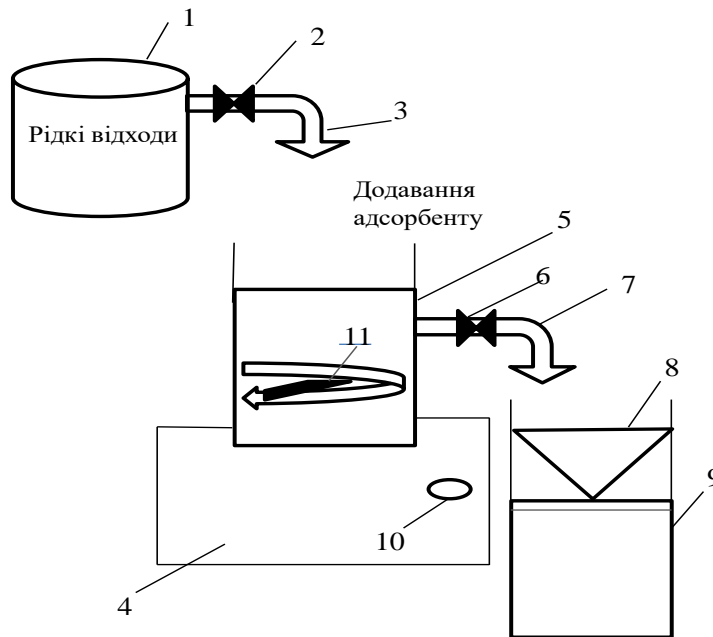
*Мета роботи* – дослідження процесів вилучення фенолів, роданідів та смолистих речовин з промислових рідких відходів коксохімічного виробництва методом адсорбції.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних задач: експериментально встановити

закономірності процесу адсорбції коксохімічних рідких відходів в інтервалі доз адсорбентів 1 – 2 мг/дм<sup>3</sup> та температур 20-40°C, без додавання та з додаванням аніонного флокулянту А3330 у кількості 5 мг/дм<sup>3</sup>; визначити найефективніший адсорбент для промислового впровадження на очисних спорудах коксохімічних підприємств.

Для проведення досліджень із вилученням смол, масел, фенолів та роданідів з рідких відходів складено лабораторну установку адсорбційної переробки рідких промислових відходів [17].

Схему лабораторної установки адсорбційної переробки рідких промислових відходів наведено на рисунку 1.



1 – ємність з рідкими відходами; 2,6 – запірні вентилі; 3,7 – трубопровід; 4 – магнітна мішалка; 5 – реактор для змішування адсорбентів з рідкими відходами; 8 – фільтр; 9 – ємність для відділення осаду, що утворився від рідких відходів; 10 – регулятор інтенсивності перемішування; 11 – магніт

Рисунок 1 – Схема лабораторної установки адсорбційної переробки рідких промислових відходів

Експеримент полягав в наступному. Промислові рідкі відходи з вихідним вмістом смолистих речовин 88 мг/дм<sup>3</sup>, поділили на 3 проби об'ємом по 0,35 дм<sup>3</sup>. Рідкі відходи підігрівали до температури 50 °С у відповідності до промислових умов, далі у кожен реактор додавали адсорбенти – глауконіт, цеоліт, торф. Для кожної серії з 3-х проб використано однакову дозу адсорбентів – 1 г/дм<sup>3</sup>. Потім, за допомогою мішалки, проводили перемішування води магнітом протягом 20 та 40 хв. Після цього відбирали з верхніх шарів реакторів по 50 мл рідких відходів для визначення залишкової концентрації смолистих речовин. Відібрану пробу повністю переводили в ділильну воронку місткістю 0,25–1,00 дм<sup>3</sup>, промивали відібрану склянку 25 см<sup>3</sup> толуолу (бензолу) і переводили його після змиву в ділильну воронку з

пробкою. Суміш струшували кілька разів, відкриваючи пробку для виділення пари екстрагента, потім продовжували струшувати ще протягом 5 хв вручну. Екстрагування проби проводили двічі, порціями по 25 см<sup>3</sup> толуолу. Обидві порції переводили в мірну колбу з притертою пробкою місткістю 50 см<sup>3</sup>, вміст колби доводили до позначки екстрагентом, перемішували. Оптичну густину вимірювали за довжиною хвилі 400 нм, в кюветі з довжиною оптичного шляху 10 мм. Концентрацію речовини, що екстрагувалась знаходили за калібрувальним графіком [6].

Проведені дослідження направлені на доведення концентрацій вказаних забруднень до нормативного рівня. Результати експериментів представлено у таблиці 1.

**Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування**

Таблиця 1 – Залежність концентрації смолистих речовин в фенольній воді від дози та тривалості процесу адсорбції при вихідному вмісті 88 мг/дм<sup>3</sup>

Адсорбенти	Температура фенольної води, °С	Щільність за калібрувальним графіком	Концентрація смолистих речовин, мг/дм <sup>3</sup>	Щільність за калібрувальним графіком	Концентрація смолистих речовин, мг/дм <sup>3</sup>
Глауконіт	50	0,021	26	0,013	16
Цеоліт		0,020	25	0,016	20
Торф		0,023	28	0,008	10
Тривалість процесу адсорбції, хв		20		40	

Проаналізувавши дані таблиці 1, можна дійти висновку, що збільшення тривалості адсорбції призводить до підвищення ефективності очистки рідких відходів. Видалення смолистих речовин за допомогою глауконіту підвищується у 5,5 разів, цеоліту – в 4,5 рази та торфу – в 8,5 разів.

Наступний експеримент полягав у дослідженні процесу вилучення фенолів із вихідним вмістом 232,6 мг/дм<sup>3</sup>. Для цього відібрали 3 проби в ємності об'ємом 0,50 дм<sup>3</sup>. Фенольну воду підігрівали до температури 50 °С, далі у кожен реактор додавали по 1 г/дм<sup>3</sup> адсорбентів (глауконіту, цеоліту, торфу). Потім, за допомогою мішалки, проводили перемішування стоків з адсорбентами магнітом протягом 20 та 40 хв. Після цього відбирали з верхніх шарів реакторів по 50 мл рідких відходів для визначення фенолів. Для проведення дослідження в мірну колбу об'ємом 50 мл відбирали по 5 мл відфільтрованої фенольної води, доводили до мітки дистильованою водою. Потім 1 мл розчину переводили у колбу об'ємом 50 мл, куди, послідовно додавали 0,5 мл буферної суміші, 1 мл 4-аміноантипірину та 1 мл K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>, суміш перемішували, залишали на 15 хв, після чого визначали оптичну щільність (при λ = 530 нм в кюветі 10 мм). Як фон використовували нульо-

вий розчин, приготований на дистильованій воді та згаданих вище реактивах, добавлених за вказаним порядком та кількості. Для визначення оптичних щільностей для складання калібрувального графіку відбирали від 0 до 5 мл робочих розчинів № 1 та № 2 та далі обробляли пробу, як було зазначено раніше. За отриманими даними будували калібрувальний графік. Знаючи оптичну щільність розчину, за формулою знаходили вміст фенолів у вихідних та очищених рідких відходах [6]:

$$C = \frac{v_2}{v_1} \cdot \frac{50}{v_3} \cdot D \cdot K_{sp}, \text{ мг/дм}^3, \quad (1)$$

де  $v_1$  – об'єм стічної води, яку взяли на аналіз, мл;

$v_2$  – об'єм мірної колби, в яку збирався чи переливався дистилат, мл;

50 – об'єм мірної колби, яку застосували при побудові графіку, мл;

$v_3$  – об'єм дистилату або стічної води взятих на аналіз мл;

$D$  – оптична щільність;

$K_{sp}$  – коефіцієнт графіку.

В таблиці 2 представлені результати експериментальних досліджень процесу вилучення фенолів з рідких відходів.

Таблиця – 2 Залежність концентрації фенолів від дози та часу контактування адсорбентів з рідкими відходами при вихідному вмісті 232,6 мг/дм<sup>3</sup>

Адсорбенти	Температура фенольної води, °С	Щільність за калібрувальним графіком	Концентрація фенолів, мг/дм <sup>3</sup>	Щільність за калібрувальним графіком	Концентрація фенолів, мг/дм <sup>3</sup>
Глауконіт	50	0,048	111,67	0,031	72,12
Цеоліт		0,048	111,67	0,040	93,06
Торф		0,053	123,29	0,045	104,69
Тривалість процесу адсорбції, хв		20		40	

Встановлено, що ефективність вилучення фенолів після 40 хв адсорбції при використанні глауконіту становить – 69 %, цеоліту – 60 %, торфу – 55 %.

Наступний експеримент полягав у дослідженні процесу вилучення роданидів з рідких відходів при вихідному вмісті 271,54 мг/дм<sup>3</sup>. Для проведення дослідження в мірну колбу об'ємом 50 мл відбирали по 10 мл відфільтрованої фенольної води. Після взаємодії з адсорбентами (методика наведена в попередніх експериментах), додавали дистильовану воду до половини об'єму колби, далі 2 мл 4М розчину нітратної кислоти та 2 мл 5% розчину ферум(III) хлориду, доводили до мітки дистильованою водою. Через 15 хв заміряли оптичну щільність

забарвленого в червоний колір розчину на фотокolorиметрі концентраційному КФК-2 з синім світлофільтром (λ=440 нм в кюветі 50 мм). В якості «холостої» проби використовували дистильовану воду з усіма реактивами. Масову концентрацію роданид-іонів (в мг/дм<sup>3</sup>) знаходили за допомогою калібрувального графіку. Експериментально встановлено, що концентрація роданидів з вихідним вмістом 271,54 мг/дм<sup>3</sup> після обробки адсорбентами залишилася без змін. Дійшли висновку, що роданид-іони методом адсорбції з рідких відходів не вилучаються.

Наступний експеримент полягав у дослідженні процесу вилучення фенолів з вихідним вмістом 140 мг/дм<sup>3</sup>. Для цього відібрали 3 проби в ємності

**Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування**

об'ємом 0,50 дм<sup>3</sup>. Рідкі відходи підігрівали до температури 50 °С, додавали у кожен реактор по 2 г/дм<sup>3</sup> адсорбентів: глауконіту, кислотно-активованого цеоліту, активованого вугілля. Глауконіт та кислотно-активованій цеоліт використовували у поєднанні з аніонним флокулянтom А3330 дозою 5 мл/дм<sup>3</sup>. Потім, за допомогою мішалки, проводили перемішування рідких відходів магнітом протягом 20 та 40 хв. Після цього відбирали з верхніх шарів реакторів по 50 мл води для визначення залишкової концентрації фенолів. Для проведення дослідження в мірну колбу об'ємом 50 мл відбирали по 5 мл відфільтро-

ваної фенольної води, доводили дистильованою водою до мітки. Потім 1 мл розчину переносили у колбу об'ємом 50 мл, додавали послідовно 0,5 мл буферної суміші, 1 мл 4-аміноантипірину та 1 мл K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>. Через 15 хв заміряли оптичну щільність (при λ = 530 нм в кюветі 10 мм). Знаючи оптичну щільність, за формулою (1) знаходили вміст фенолів у рідких відходах [6]. Результати досліджень процесу вилучення фенолів із промислових відходів природними адсорбентами з флокулянтom та активованим вугіллям представлено в таблиці 3.

Таблиця 3 Залежність вмісту фенолів від дози та часу контактування адсорбентів з рідкими відходами при вихідному вмісті 140 мг/дм<sup>3</sup>

Адсорбенти	Температура фенольної води, °С	Щільність за калібрувальним графіком	Концентрація смолистих фенолів, мг/дм <sup>3</sup>	Щільність за калібрувальним графіком	Концентрація фенолів, мг/дм <sup>3</sup>
Глауконіт з флокулянтom	50	0,045	85	0,015	20
Кислотно-активованій цеоліт з флокулянтom		0,040	75	0,020	25
Активоване вугілля		0,060	110	0,030	47
Тривалість процесу адсорбції, хв		20		40	

Експериментально встановлено, що при збільшенні дози адсорбентів з 1 до 2 г/дм<sup>3</sup> та додаванні аніонного коагулянту А3330 дозою 5 мл/дм<sup>3</sup>, при вихідному вмісті фенолів 140 мг/дм<sup>3</sup>, вдалося досягти високого ступеня очищення рідких промислових відходів. Після зупинення процесу, випав осад у вигляді пухких пластівців, рідкі відходи мали менш інтенсивний колір та стали прозорими. Це можна пояснити дією аніонного флокулянту. Ефективність очищення глауконітом з флокулянтom після 40 хв адсорбції – 85,7%; кислотно-активованим цеолітом з флокулянтom – 82,1%, активованим вугіллям – 66,4%. Вірогідно, що високий ступінь очистки пояснюється правильним підбором оптимальної дози при низькій вихідній концентрації забруднень.

**ВИСНОВКИ.** Обґрунтовано актуальність проблеми підвищення ступеню очищення промислових рідких відходів коксохімічних підприємств. Розроблена лабораторна установка очищення стічних вод коксохімічних підприємств для видалення фенолів та смолистих речовин за допомогою природних адсорбентів. Експериментально показано, що застосовуючи процес адсорбції рідких відходів, які подаються на біологічне очищення, можна досягти ефективного вилучення смолистих речовин, використовуючи глауконіт (отримані дані нижче стандартів ГДК≤25 мг/дм<sup>3</sup>), а також знизити вміст фенолів у 3 рази. При збільшенні дози адсорбенту і додаванні аніонного флокулянту А3330 вдалося досягти ступеня очищення рідких відходів від фенолів на 85,7%. Зроблено припущення, що запропоновані технологічні рішення на стадії механічного очищення дозволять довести вміст фенолів до ГДК менше ніж 1 мг/дм<sup>3</sup> фенолруйнуючими мікроорганізмами у аеротенках.

Застосувати в промислових масштабах рекомендовано глауконіт з наступних причин. При добавці такого роду адсорбенту спостерігаються найкращі показники очистки рідких відходів від смолистих речовин та фенолів. Шляхом індивідуального підбору дози сорбенту, дози флокулянту та підвищення часу витримки можливо буде досягти навіть вищих показників очистки.

Впровадження методу адсорбційної обробки на коксохімічних очисних спорудах призведе до підвищення ефективності їх роботи, при цьому вміст смолистих речовин та фенолів в очищених водах відповідатиме екологічно безпечним стандартам.

Вважаємо доцільним продовжити дослідження впливу доз природного адсорбенту глауконіту з додаванням аніонних та катіонних флокулянтів на більш високі вихідні концентрації рідких відходів коксохімічних підприємств та подовженням часу витримки адсорбції.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Єлатонцев Д.О. Дослідження та математичний опис впливу температури на кінетику вилучення фосфатів і зважених речовин зі стічних вод/ Д.О. Єлатонцев, А.В. Іванченко, О.А. Крюковська // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – № 2/ (97). – С. 70–75.
2. Методические указания к практическим работам по курсу «Безопасность жизнедеятельности», «Системы защиты гидро- и литосферы» для студентов всех форм обучения всех специальностей / Сидоров А.А. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – 134 с.

**Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування**

3. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для студентов ВУЗов./ Ю.В. Воронов. – Изд. 4-е, доп. и перераб. – М., 2006. – 704 с.
4. Дослідження технології вилучення смолистих речовин зі стічних вод коксохімічних підприємств методом реагентної флоатації / А. В. Іванченко, Д. О. Єлатонцев, М. Д. Волошин, О. О. Дупенко // Праці Одес. політехн. ун-ту. - Одеса, 2015. - Вип. 1 (45). - С. 158-163.
5. Зінченко І.В. Дослідження процесу вилучення смолистих речовин з промислових стічних вод методом реагентної флоатації/ І.В. Зінченко, А.В. Іванченко, Д.О. Єлатонцев // Тези Десятої Української наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю «Хімічні проблеми сьогодення» м. Вінниця, 27-29 березня 2017 р. – С. 83.
6. Кагасов В.М., Дербышева Е.К. Очистка сточных вод коксохимических предприятий: монография. – Екатеринбург: «Полиграфист», 2003. – 189 с.
7. Вигдорович В.И., Николенко Д.В., Акулов А.И., Румянцев Ф.А. Адсорбционная способность глауконита Бондарского месторождения Тамбовской области // Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т.10. № 1. С. 121 – 126.
8. Петрушка І.М. Природні мінерали для використання в природоохоронних технологіях. Ефективні шляхи модифікування / І.М. Петрушка, М.С. Мальований // Хімічна промисловість України. – 2012. – №5(112). – С. 64–67
9. Гігієнічна і токсикологічна характеристика екологічного сорбенту глауконітоліту / Маненко А.К., Хоп'як Н.А., Хабровська Л.В. та ін // Практична медицина. — 2007. — № 4, Т. XIII. — С. 95 – 99.
10. Дрий В.А. Глинистые минералы / В.А. Дрий, А. Г. Косовская. – М.: Мир, 1980. – 204 с.
11. Круглицкий Н.Н. Физико-химические основы регулирования свойств дисперсий глинистых минералов / Н.Н. Круглицкий. – К.: 1968. – 456 с.
12. Сорбенты для очистки и фильтрации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://metallcheckiyportal.ru/articles/materials/sorbenti\\_dla\\_ochistki\\_i\\_filtracii](http://metallcheckiyportal.ru/articles/materials/sorbenti_dla_ochistki_i_filtracii).
13. Розвиток мінерально-сировинної бази Хмельницької області. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dunrda.gov.ua/ehdinij-deninformuvannya/rozvitok-mineralno-sirovinno%D1%97-bazi-khmelnicko%D1%97-oblasti>.
14. Мягченко, О. П. Основы экологии: підручник / О. П. Мягченко. – К.: Центр учбової літератури, 2010. - 312 с.
15. Іванченко А. В. Дослідження технології біохімічної очистки стічних вод ПАТ ЄВРАЗ “Дніпродзержинський КХЗ” / А. В. Іванченко, О. О. Дупенко, М. А. Криворот, М. Д. Волошин // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки). – 2014. – №1(24). – С. 264–269.
16. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.М. Воронов.– М.: Стройиздат, 1979. – 320 с.
17. Іванченко А. В. Застосування природних адсорбентів в технологіях переробки рідких відходів / А.В. Іванченко, Д.В. Пінчук, Д.О. Єлатонцев // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017.– № 6. – С. 15–20.

**STADY OF THE PROCESS OF EXTRACTING PHENOLS AND RESINOUS SUBSTANCES FROM INDUSTRIAL LIQUID WASTE OF THE COKE-CHEMİKAL ENTERPRISE BY THE ADSORPTION METHOD**

**K. Khavikova, A. Ivanchenko**

Dniprodzerzhynsk State Technical University

vul. Dniprobudivska, 2a, Dniprodzerzhynsk, 51918, Ukraine. E-mail: science@dstu.dp.ua

**Purpose.** Research of processes of extracting of phenols, rhodanides and resinous substances from industrial liquid waste coke-chemical production by adsorption method. **Methodology.** The study of the adsorption process of resinous substances, phenols and rhodanides from industrial waste was carried out using adsorbents (glauconite, zeolite, peat, activated carbon, acid-activated zeolite) in combination with flocculant A3330. The content of pollutants was determined by photocolometric method using KFK-2 and further evaluation of concentration of adsorbent doses in the range of 1-2g/dm<sup>3</sup> and experiment time 20-40 minutes. **Results.** The best results of purification of liquid waste from resinous substances and phenols are observed when using the natural mineral glauconite at a contact time of 40 minutes. With increasing adsorbent dose up to 2g/dm<sup>3</sup> and the addition of anionic flocculant A3330 degree of purification from phenols increases to 85,7%. **Originality.** For the first time the regularities of the process of extracting phenols from sewage with glauconite dose of 2 g/dm<sup>3</sup> in combination with anionic flocculant A3330 in the amount of 5 mg/dm<sup>3</sup> in the time interval of 20-40 minutes, which make it possible to reduce the content of pollutants to environmentally safe indicators, has been established. **Practical value.** A laboratory installation of adsorption processing of liquid waste from the coke plant from resinous substances and phenols was created. For industrial application it is recommended to use a natural adsorbent glauconite with anion flocculant A3330 to ensure a high level of liquid waste treatment of the coking plant. **Conclusions.** Dependences of the process of adsorption extraction of resinous substances and phenols from industrial liquid waste have been experimentally revealed. The introduction of the adsorption treatment method at the coke-chemical treatment plants will increase the efficiency of their operation, with the content of resinous substances and phenols in the treated waters will meet ecologically safe standards. The precipitate formed during the sorption process can be mixed with the excess active sludge and the additive of organic waste into claydite.

References 17, tables 3, figures 1.

**Key words:** liquid waste, phenols, resinous substances, adsorbents, flocculant.

REFERENCES

1. Yelatontsev D.O., Ivanchenko A.V., Kryukovska O.A (2016), "Study and mathematical description of the , *Visnyk of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 2 (97), pp. 70-75.
2. Sidorov A.A. (2012), Methodical guidelines for practical works on the course "Safety of Life", "Hydro- and Lithosphere Protection Systems" for students of all educational forms of all specialties, Yekaterinburg, *UrFU*, p.134.
3. Voronov Yu.V. (2006), *Vodootvedenie i ochistka stochnyih vod* [Sewage and wastewater treatment]: A manual for university students, Edition. 4th, add. and remake, Moscow, p.704.
4. Ivanchenko A.V., Yelatontsev D.O., Voloshin M.D., Dupenko O.O (2015), "Study of the technology of extracting resinous substances from sewage from coke plants by the method of reagent flotation", Works of Odessa Polytechnic un-th., Odesa, no 1 (45), pp.158-163.
5. Zinchenko I.V., Ivanchenko A.V., Yelatontsev D.O. (2017), "Study of the process of extracting resinous substances from industrial waste water by the method of reagent flotation", Theses of the Tenth Ukrainian-Ukrainian Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists with International Participation "Chemical Problems of the Present", Vinnytsya, March 27-29, p. 83.
6. Kagasov V.M., Derbysheva E.K. (2003), Purification of sewage of coke-chemical enterprises: monograph, Yekaterinburg: "Polygraphist", p.189.
7. Vigdorovich V.I., Nikolenko D.V., Akulov A.I., Rummyantsev F.A. (2010), Adsorption ability of glauconite of Bondarsky deposit of Tambov region, Sorption and chromatographic processes, Vol. 10, no. 1, pp. 121 - 126.
8. Petrushka I.M., Malyovanuy M.S. (2012), Natural minerals for use in environmental technologies, Effective ways of modification, Chemical Industry of Ukraine, no. 5 (112). pp. 64-67.
- effect off temperature on the kinetics of phosphates and suspended solids extraction from wastewater"
9. Manenko A.K., Hopyak N.A., Khabrovska L.V. (2007), Hygienic and toxicological characteristics of ecological sorbent glauconitolite, etc. Practical medicine, no. 4, Vol. XIII, pp. 95 - 99.
10. Druy V.A., Kosovskaya A.G. (1980), Clay minerals, Moscow, *Mir.*, – p. 204.
11. Kruglytsky N.N. (1968), Physical and chemical bases of regulation of properties of dispersions of clay minerals , Kyiv, p. 456.
12. Sorbents for cleaning and filtration [Electronic resource] - Access mode: [http://metallicheckiy-portal.ru/articles/materials/sorbenti\\_dla\\_ochistki\\_i\\_filtracii](http://metallicheckiy-portal.ru/articles/materials/sorbenti_dla_ochistki_i_filtracii).
13. Development of the mineral resource base of Khmelnytsky region. [Electronic resource] - Access mode:<http://dunrda.gov.ua/ehdiniij-deninformuvannya/rozvitok-mineralno-sirovinno%D1%97-bazi-khmelnicko%D1%97-oblasti>.
14. Marchenko A. P. (2010), Fundamentals of ecology: textbook, Center educational literature, Kyiv, p. 312.
15. Ivanchenko A.V., Dupenko O.O., Krivorot M.A., Voloshin M. D. (2014), "Research of technology of sewage biochemical purification PRAT EVRAZ "Dniprodzerzhinsky DKHZ", Collection of scientific works of Dneprodzerzhinsk State Technical University (technical sciences), no. 1 (24), pp. 264-269.
16. Yakovlev S.V., Karelin Y.A., Laskov Yu.M., Voronov Yu.M. (1979), Purification of Industrial Wastewater, Moscow, *Stroyizdat*, p. 320.
17. Ivanchenko A.V., Pinchuk D.V., Yelatontsev D.O. (2017), "Application of Natural Adsorbents in Liquid Waste Processing Technologies", Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute, no 6, pp. 15-20.