

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"  
Хіміко-технологічний факультет  
Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення  
та загальної хімічної технології

"На правах рукопису"  
УДК 628.103.628

«До захисту допущено»

в/о завідувача кафедри

Толстопалова Н.М. Толстопалова Н.М.

«13» 12 2019 р

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія  
спеціалізації Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення  
на тему: Доочищення стічних вод із застосуванням активованого вугілля з  
наступною регенерацією

Виконав студент групи ХН – 81мп Охріменко Катерина Володимирівна

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батько)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Косогіна І. В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

з економіко-організаційних рішень доц., к.т.н. Підлісна О.А.

(назва розділу МД)

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

з охорони праці

(назва розділу МД)

доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

з наукової частини

(назва розділу МД)

доценти, к.т.н., доценті Соловйчик Т.Б.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

доц. к.т.н., доц. Букач О.П.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

Охріменко Катерина  
(підпис)

Київ – 2019

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»

Факультет хіміко-технологічний

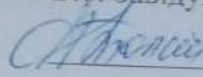
Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної  
хімічної технології

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною  
програмою

Спеціальність (спеціалізація) 161 Хімічні технології та інженерія (Хімічні  
технології неорганічних речовин та водоочищення) \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. Завідувача кафедри ТНР, В та ЗХТ

 Толстопалова Н.М.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

«29» 10 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Охріменко Катерині Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Доочищення стічних вод із застосуванням активованого  
вугілля з наступною регенерацією

науковий керівник дисертації Косогіна Ірина Володимирівна к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «11» 11 2019 р. № 3871-С

2. Строк подання студентом дисертації «06» 12 2019 р.

3. Об'єкт дослідження – процес модифікації активованого вугілля червоним  
шламом, дослідження його ефективності при застосуванні для доочищення  
стічних вод з наступною регенерацією.

4. Предмет дослідження – активоване вугілля, «червоний шлам» Миколаївського глиноземного заводу, синтезовані сорбційні матеріали, стічна вода з Бортиницької станції аерації, розчин барвника метиленового синього.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: вибір марки вугілля для модифікування, вибір модифікатора, оцінка сорбційної здатності та кислотно-основних характеристик отриманих модифікованих сорбентів. Проведення сорбції метиленового синього із модельного розчину та вибір методу регенерації. Визначення якості очищеної води та перевірка ефективності вилучення фосфатів та органічних речовин.
6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу: презентація, що містить результати та обговорення експериментальних досліджень.
7. Орієнтовний перелік публікацій: 2 тези доповідей на міжнародних конференціях.
8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічний	Підлісна О.А.	9.09.19	4.12.12
Охорона праці	Полукаров Ю.О.	9.09.19	4.12.12

9. Дата видачі завдання «29» 10 2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літературних джерел	10.9.12 - 1.12.19	✓
2.	Модифікація активованого вугілля червоним шламом	1.09.19 - 30.09.19	✓
3.	Встановлення кислотно-основних характеристик модифікованого сорбенту	1.10.19 - 30.10.19	✓
4.	Визначення граничної сорбції за метиленовим синім	1.11.19 - 10.11.19	✓
5.	Перевірка ефективності вилучення фосфатів та органічних речовин	10.11.19 - 20.11.19	✓
6.	Регенерація сорбентів	20.11.19 - 30.11.19	✓
7.	Оформлення результатів	1.12.19 - 10.12.19	✓

Студент

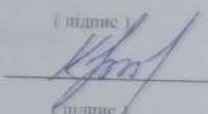


Охріменко К. В.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник роботи



Косогіна І. В.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 95 стор.; 36 рис.; 40 табл.; 34 посилання.

Об'єкт дослідження – процес модифікації активованого вугілля червоним шламом, дослідження його ефективності при застосуванні для доочищення стічних вод з наступною регенерацією.

Промислове та питне водоспоживання з кожним роком стрімко зростає, однак придатних джерел водопостачання стає все менше. Однією з причин забруднення природних водойм є скид недоочищених стічних вод до природних водойм. Частково вирішити цю проблему можна шляхом глибокого доочищення стічної води до якості технічної води з метою її подальшого використання для технологічних процесів, уникаючи скиду до природних водойм та водозабору.

Метою дослідження є створення сорбційного матеріалу на основі активованого вугілля та червоного шламу і перевірка його ефективності при застосуванні для глибокого доочищення стічних вод Бортницької станції аерації та наступна регенерація сорбенту.

ЧЕРВОНІЙ ШЛАМ, СТІЧНА ВОДА, МОДИФІКУВАННЯ, ХСК, ФОСФАТИ,  
ТЕХНІЧНА ВОДА, СОРБЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ, ТВЕРДІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ

## ABSTRACT

Explanatory note: 94 p.; 36 figures; 40 tables; 34 references.

The object of the study is the process of modifying activated carbon red sludge, investigating its effectiveness when applied to wastewater treatment with subsequent regeneration.

Industrial and drinking water consumption is growing rapidly every year, but there are fewer and less suitable sources of water supply. One of the causes of pollution of natural reservoirs is the discharge of untreated wastewater to natural reservoirs. Partial solution to this problem is possible by deep purification of wastewater to the quality of industrial water for its further use for technological processes, avoiding discharge to natural reservoirs and water intake.

The purpose of the study is to create sorption material based on activated carbon and red sludge and to verify its effectiveness when used for deep sewage treatment at the Bortnitsky Aeration Station and following sorbent regeneration

RED MUD, WASTE WATER, MODIFICATION, CCO, PHOSPHATES,  
TECHNICAL WATER SORPTION, MATERIAL, SOLIDITY, EFFICIENCY

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ ..	10
ВСТУП.....	11
1 УМОВИ БАГАТОКРАТНОГО ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ .....	13
1.1 Вимоги до хімічного складу води, що застосовується для технологічних і теплообмінних процесів .....	13
1.2 Методи підготовки стічних вод для використання в промисловості .....	18
1.2.1 Доочищення стічних вод фільтруванням .....	19
1.2.2 Доочищення стічних вод обробкою коагулянтами, відстоюванням та фільтруванням .....	21
1.2.3 Доочищення стічних вод активованим вугіллям.....	22
1.3 Сучасні напрями утилізації відходів хімічних виробництв .....	25
1.4 Регенерація активованого вугілля .....	26
1.4.1 – Технологія реактивації фірми «Chemviron».....	28
1.4.2 – Біосорбція та біорегенерація.....	29
1.5 Обґрунтування напрямку дослідження на основі критичного аналізу наведених теоретичних відомостей .....	30
2 ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР МЕТОДІВ ДООЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД .....	32
2.1 Об'єкти дослідження .....	32
2.1.1 Характеристика води, очищеної на Бортницькій станції аерації (БСА) .....	32
2.1.2 Характеристика імітатів стічних вод .....	35
2.1.3 Характеристика Червоного шламу.....	36
2.1.4 Активоване вугілля .....	37
2.2 Методики дослідження.....	38

2.2.1 Отримання модифікованого активованого вугілля .....	38
2.2.2 Визначення кислотно-основних характеристик сорбційних матеріалів .....	40
2.2.3 Методика регенерації відпрацьованого активованого сорбенту .....	40
2.3 Обладнання .....	41
<b>3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....</b>	<b>44</b>
3.1 Визначення сорбційних характеристик сорбційних матеріалів .....	44
3.1.3 Визначення сорбційних характеристик вугілля марки F400 .....	47
3.1.4 Визначення сорбційних характеристик активованого вугілля ABF400, модифікованого оксидом заліза .....	48
3.1.5 Характеризація поверхні ABF400, модифікованого компонентами червоного шламу (ABF400ЧШ) .....	50
3.1.6 Аналіз сорбційних характеристик досліджуваних сорбційних матеріалів .....	51
3.1.7 Визначення кислотно-основних характеристик вихідного та регенерованого АВ .....	52
3.1.8 Морфологічні дослідження сорбційних матеріалів та ймовірний механізм закріплення модифікатора .....	53
3.2 Ефективність застосування сорбційних матеріалів у водоочисненні .....	56
3.2.1 Перевірка ефективності вилучення органічних речовин .....	56
3.2.2 Перевірка ефективності вилучення неорганічних речовин .....	57
3.3 Регенерація відпрацьованих регенераційних матеріалів .....	59
3.3.1 Вплив типу та параметрів регенерації на сорбційну здатність СМ .....	59
3.3.2 Вплив регенерації на характеристику поверхні сорбентів .....	62
<b>4 СТАРТАП ПРОЕКТ .....</b>	<b>62</b>



1. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / [А. М. Когановський, Н. А. Клименко, Т. М. Левченко та ін.]. – М.: Химия, 1983. – 288 с.
2. Техническая вода [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://lkmprom.ru/clauses/materialy/tekhnicheskaya-voda-i-ee-osnovnyie-kharakteristiki/>.
3. Лукиных Н. А. Методы доочистки сточных вод / Н. А. Лукиных, В. П. Круштул, Б. Л. Липман. – М.: Стройиздат, 1978. – 156 с.
4. Костовецкий Я. И. Гигиена доочистки сточных вод / Я. И. Костовецкий, А. И. Омелянец. – Киев: Здоровье, 1977. – 128 с.
5. Яковлев С. В. Водоснабжение и сан. техника / С. В. Яковлев, В. В. Ванин. – 1972. – №10. – С. 33–357.
6. Peter C. G. Water treatment / C. G. Peter, R. L. Isaak. // Water research. – 1972. – №3. – С. 38–42.
7. Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод / А. И. Жуков, И. Д. Родзиллер. – М.: Стройиздат, 1977. – 204 с.
8. Culp R. L. Wastes Eng. / Culp. // Water a.. – 1972. – №12. – С. 64–64.
9. Когановський А. М. Использование сточных вод в замкнутых системах водоснабжения / А. М. Когановський. // УКрНИИНТИ. – 1979. – С. 16.
10. Трушко В. Л. Актуальность и возможности полной переработки красных шламов глиноземного производства / В. Л. Трушко, В. А. Утков, В. Ю. Бажин. // *Металлургия и обогащение*. – 2017. – С. 547–553.
11. Martoyan G. A. New technology of extracting the amount of rare earth metals from the red mud / G. A. Martoyan, G. G. Karamyan, G. A. Vardan. // Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.. – 2016. – №112.
12. Современные подходы к решению проблем, связанных с утилизацией красного шлама / Г. А.Вардан, А. С. Аверюшкин, М. М. Калугин, Г. Г. Карамян. – Москва: Российская академия наук, 2017.