

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

МОЧКОШ КАТЕРИНА РОМАНІВНА

УДК 628.358

**ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ГЛИНИ
ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Спеціальність 101 – Екологія

**Автореферат
магістерської дисертації
на здобуття ступеня магістра**

Київ 2018

Магістерська дисертація освітнього ступеня «магістр»:

Робота виконана в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на кафедрі Інженерної екології.

Науковий керівник – кандидат технічних наук,
Жукова Наталія Іванівна
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент,
Стовпник Станіслав Миколайович
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Захист відбудеться «19» грудня 2018 року о 14.00 на кафедрі Інженерної екології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» за адресою: м. Київ, вул. Борщагівська 115, ауд. 201.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» за адресою: 03056, Україна, м. Київ, просп. Перемоги, 37.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. На території України знаходиться велика кількість запасів прісних вод – це річки та озера. Однак практично всі вони забруднені шкідливими речовинами. Найбільш шкідливими речовинами є важкі метали. Основні шляхи забруднення водойм – це стоки промисловості і сільського господарства, а з їх розвитком все ростуть і обсяги забруднення стічних вод. У зв'язку з цим потреба в чистій воді зростає.

У даний час застосовуються кілька методів очищення стічних вод : механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні. Найчастіше на підприємствах застосовуються комбіновані методи. Включають кілька методів в комплексі. Концентрацію шкідливих речовин вони знижують в кілька разів щодо початкового (забрудненого) рівня. Однак до гранично-допустимих концентрацій знизити їх рівень не вдається. Застосовувані методи ефективно очищають стічні води при великих концентраціях шкідливих речовин, але коли концентрації низькі – ефективність їх очищення різко зменшується. Тому існує необхідність в доочищення стічних вод.

Найбільш перспективні напрямки придбали ресурсозберігаючі технології, що дозволяють при мінімальних витратах найбільш ефективно очищати стічні води. Одним з таких напрямів є сорбційні методи, які широко застосовуються для глибокого очищення стічних вод. У якості сорбентів використовуються синтетичні сорбенти, активоване вугілля, а також деякі відходи виробництва, такі як шлак, тирса, зола та ін.

Найбільш універсальними з сорбентів є активоване вугілля. Однак одним з основних питань, що виникають при адсорбційному очищення стічних вод активованим вугіллям, є його регенерація. Процес регенерації є економічною і ресурсозатратною процедурою, як і активація самого вугілля. У той же час активоване вугілля ефективно очищає воду від органічних і нафтовмісних продуктів, однак їх ефективність по відношенню до важких металів не велика.

Глинисті матеріали та торф здатні сорбувати домішки органічного та неорганічного походження. Дані матеріали не дефіцитні і дешеві у порівнянні з активованим вугіллям. При цьому їх можна модифікувати, тим самим збільшувати їх сорбційну ємність, а також регенерувати за допомогою відповідного обладнання.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є обґрунтування складу створених сорбентів на основі глини для очищення стічних вод від важких металів, а також розробка методики його отримання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання :

1. Проаналізувати літературні дані та патентні дослідження вітчизняної та зарубіжної літератури стосовно ефективності сорбентів для очищення стічних вод від шкідливих речовин;
2. Проаналізувати методи отримання та дослідження сорбенту;
3. Розробити методику отримання нових сорбентів для очищення води від важких металів;

4. Дослідити структуру і властивості розроблених сорбентів;
5. Визначити сорбційну здатність і ємність створеного матеріалу на модельних розчинах;
6. Запропонувати метод відновлення глинистого сорбенту (за допомогою установки регенерації сорбенту);
7. Розробити стартап-проект для проведення його маркетингового аналізу;
8. Узагальнити ефективність запропонованого експерименту.

Об'єкт дослідження – сорбенти на основі глини для очищення стічних вод від важких металів.

Предмет дослідження – сорбційна здатність отриманих сорбентів для очищення промислових стоків від важких металів.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань використано наступні методи:

- метод наукових і теоретичних досліджень;
- метод комплексного аналізу;
- експериментальний метод;
- порівняльний метод;
- графічний метод.

Науковою новизною одержаних результатів є створення нового сорбційного матеріалу на основі глини, який відрізнятиметься методикою модифікування хімічної структури і морфології поверхні, а також ефективною сорбцією іонів важких металів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці методики отримання сорбційного матеріалу на основі глини, який ефективно очистить воду від важких металів. Даний сорбент може застосовуватися для глибокого очищення промислових стоків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати виконаної роботи доповідались та обговорювались на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ “КПІ імені Ігоря Сікорського” (Київ, 2018).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 1 друковану працю у матеріалах і тезах конференції.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 5 розділів та висновків до кожного з них, загального висновку, списку використаних джерел, який містить 56 найменувань, 29 рисунків та 27 таблиць. Загальний обсяг дисертації складає 92 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність магістерської дисертації. Визначено об'єкт та предмет дослідження, методи дослідження, наукову новизну та практичну цінність роботи.

Перший розділ магістерської роботи базується на аналітичному огляді літературних і патентних даних стосовно сорбційного очищення стічних вод від шкідливих речовин, зокрема від важких металів. Розглянуто наступне :

1. застосування сорбційних методів очищення стічних вод
2. проаналізовано існуючі сорбенти для очищення промислових стоків;
3. наведено поведінку важких металів у воді;
4. охарактеризовано насипний фільтр як найпростішу установку очищення води.

У результаті огляду поставлено мету і сформульовано завдання для створення сорбційного матеріалу на основі глини та його методики отримання.

Проаналізовано, що практика роботи систем очищення стічних вод показує, що сорбційна обробка доцільна як завершальний процес, після механічної та інших більш дешевих видів очищення від грубодисперсних, колоїдних і частин розчинених домішок. Звичайна оптимальна послідовність процесів фізико-хімічної очистки : коагуляція - відстоювання (флотація) - фільтрування - сорбція.

У даному дослідженні в якості сорбенту обрано глини Пищиківського та Дибинецького родовищ Київської області. Використано такі матеріали, як торф, деревна зола, доломіт, розчин полівінілацетату, у якості активуючих добавок. Для зміни хімічної структури суміші, морфології поверхні та утворення пористості застосовано термічну модифікацію.

У другому розділі проаналізовано метод отримання сорбентів на основі глини та методи дослідження структури і властивостей матеріалу, їх основні характеристики та властивості. Дослідження структури і певних властивостей сорбентів проведено такими методами :

1. Методом скануючої електронної мікроскопії (дослідження структури та особливостей морфології сорбенту);
 2. Методом газо-адсорбційної порозиметрії (дослідження питомої поверхні);
 3. Методом гідростатичного зважування (визначення щільності матеріалу);
 4. Методом ІЧ-спектрометрії (визначення хімічного складу поверхні);
 5. Методом рентгенофлуоресцентної спектроскопії (визначення хімічного складу вихідної глини);
 6. Лазерним дифракційним аналізатором розміру часток (аналіз розміру часток вихідної глини);
 7. Методом атомноабсорбційної спектрофотометрії (аналіз сорбції металів).
- Такими методами проведено експеримент згідно теми магістерської роботи.

Третій розділ є експериментальною частиною магістерської дисертації, у якому представлено аналіз проведення дослідження.

Для створення сорбційного матеріалу використано глину Пищиківського та Дибинецького родовищ Київської області. Вихідну глину попередньо подрібнено спочатку в порцеляновій ступці, а потім в кульовому млині Retsch PM 100, зі швидкістю обертання 3000 об/хв протягом 30 хвилин. Таким же обрахом були підготовлені інші матеріали : торф, деревна зола, доломіт. Після подрібнення торф піддавали піролітичному відпалу без доступу кисню при 600 оС протягом 15 хвилин.

Підготовлені компоненти змішували в певному складі, зазначеному в таблиці 1. Для формування додавали емульсію полівінілацетату у воду або дистильовану воду. Отриману масу формували в кубічну форму з розміром ребра 3-5 мм, і відправляли на сушку при 100 °С протягом 2-4 годин і відпал в муфельну піч SNOL 8,2 / 1100 в кисневмісному середовищі при 800-1100 °С протягом 2-4 годин з охолодженням в печі. Отриманий сорбент має форму кубічних гранул із середньою фракцією 5 мм.

Таблиця 1 – Співвідношення компонентів в складі зразків сорбенту

Номер зразка	Співвідношення компонентів								
	Глина №1	Глина №2	Деревна зола	Доломіт	Торф	Крохмаль	Пшеничне лущиння	Дистильова на вода	Клей ПВА
1	1	1	1		1				4
2	1	1	0,1		1				3
3	1	1	0,1		1			2	
4	1	1		1	1			1,8	
5	1	1		0,1	1			1,4	
6	4	2			1				3
7	1	1			1			1,6	
8	1	1			1				2
9	1	1					1		1,6
10	1	1				2		2	
11	1	1				1			1,6

де глина №1 - глина Пищиківського родовища;

глина №2 - глина Дибинецького родовища.

1. Для поліпшення характеристик вихідної глини її збагачували шляхом просіювання через сталеве сито з діаметром комірки 40 мкм. Аналіз розміру частинок методом лазерної дифракції показав, що середній розмір часток становить 397 нм, і 392 нм для глини №1 і №2 відповідно (рис. 1 і рис. 2). Це означає, що зв'язок сорбенту утворюються в місці з'єднання часток глини близько 400 нм. З наведених графіків помітно, що практично всі частинки лежать в діапазоні від 0,2 до 3 мкм, причому близько 94% частинок мають розмір менше 1 мкм.

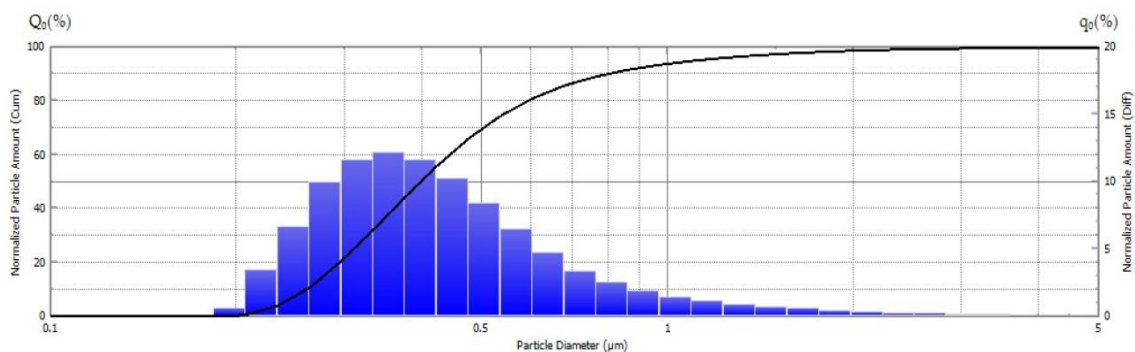


Рисунок 1 – Результат розподілення частинок глини №1

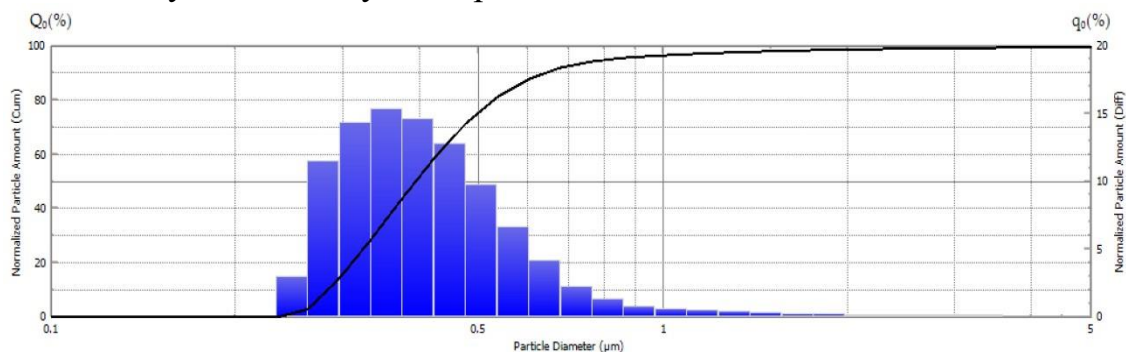


Рисунок 2 – Результат розподілення частинок глини №2

2. Для визначення складу вихідної глини, деревного попелу і доломіту проведено аналіз методом енергодисперсійної рентгенолуоресцентної спектрометрії. Результати аналізу наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Хімічний склад компонентів сорбенту за даними енергодисперсійної рентгенолуоресцентної спектрометрії

	Зразок							
	Глина №1		Глина №2		Доломіт		Деревна зола	
	С, %	Зσ, %	С, %	Зσ, %	С, %	Зσ, %	С, %	Зσ, %
SiO ₂	68,72	5,78	59,86	5,116	32,97	3,84	32,96	3,84
CaO	13,57	0,43	0,55	0,056	70,20	0,96	37,19	0,76
Fe ₂ O ₃	8,61	0,06	1,58	0,018	5,93	0,06	5,93	0,06
K ₂ O	3,73	0,24	1,30	0,109	14,39	0,42	14,39	0,42
SO ₃	3,64	1,09	Не виявлено	-	3,40	1,67	3,40	1,67
TiO ₂	1,32	0,06	1,37	0,041	1,56	0,08	1,56	0,08
Al ₂ O ₃	Не виявлено	-	35,18	6,661	Не виявлено	-	Не виявлено	-
ZnO	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,36	0,08	2,36	0,08

де С – концентрація речовин, %.

Аналіз складу вихідних глин показав, що хімічний склад використовуваних зразків відрізняється, проте в основному містяться однакові компоненти, але різної концентрації. Тому, варіюючи співвідношення глин в сорбенті, можна контролювати концентрацію таких компонентів, як окис

кремнію, заліза кальцію алюмінію тощо. Доломіт складається з окису кальцію і кремнію, так само міститься невелика кількість окису калію і цинку. Деревна зола складається з окису кремнію кальцію і калію.

Так як у результаті термообробки відбувається вигорання органічних компонентів, то в результаті повинна виходити пориста структура сорбенту. Для дослідження структури та особливостей морфології сорбенту використовувався метод скануючої електронної мікроскопії. Результати аналізу представлені на рисунку 3. Метод скануючої електронної мікроскопії показує наявність розвиненого рельєфу і макропор розміром близько 1 мкм у всіх зразків.

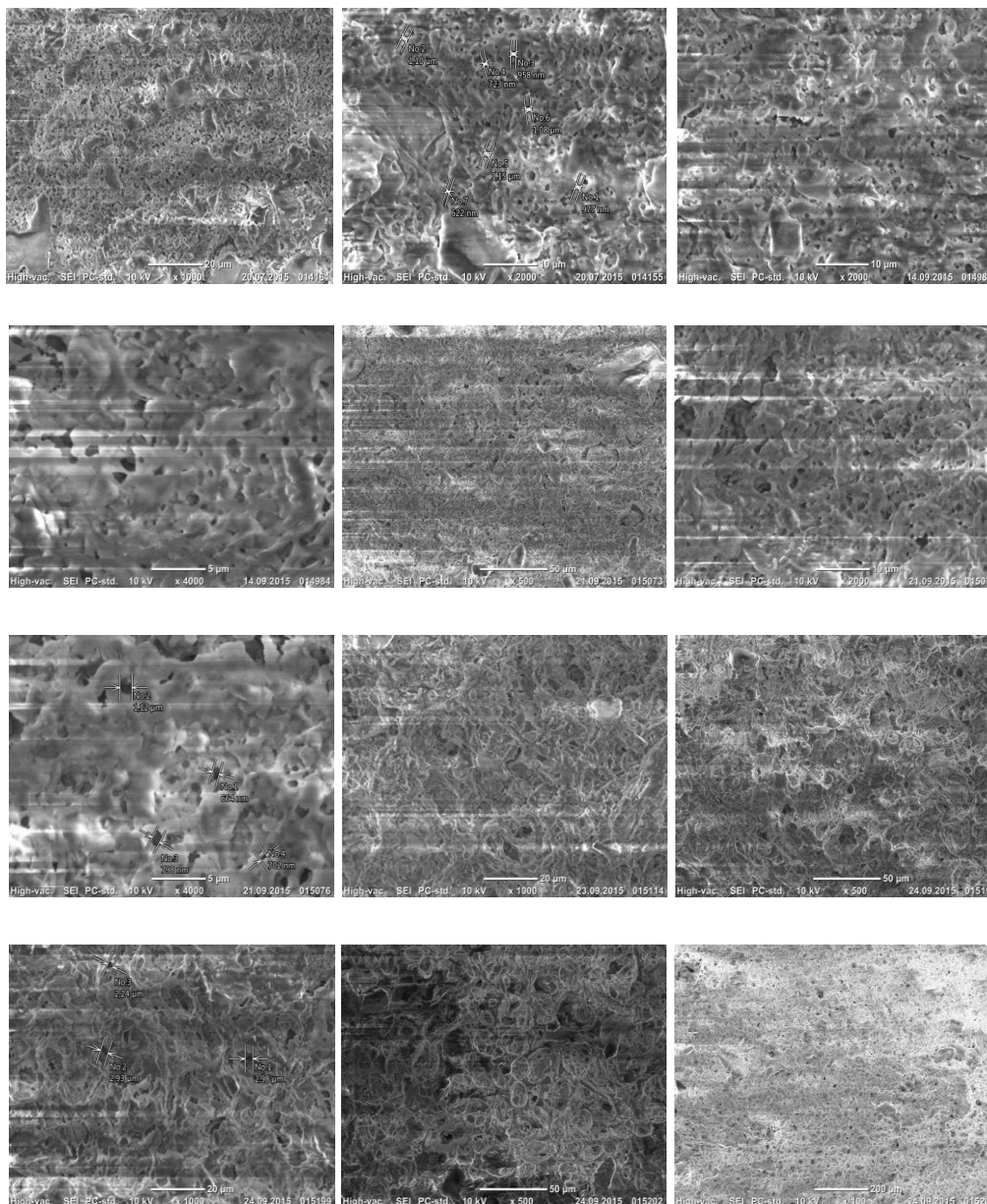


Рисунок 3 – Особливості морфології сорбційних матеріалів

3. Питому поверхню визначали методом низькотемпературної газової адсорбції (Thermo Scientific Surfer). Для визначення питомої поверхні зразки сорбенту попередньо дегазували при 350 °С 4 години. Як адсорбат використовували газ азот, температура адсорбції 77К. Графік ізотерми адсорбції / десорбції представлений на рисунку 4, є типовим для макропористості зразків.

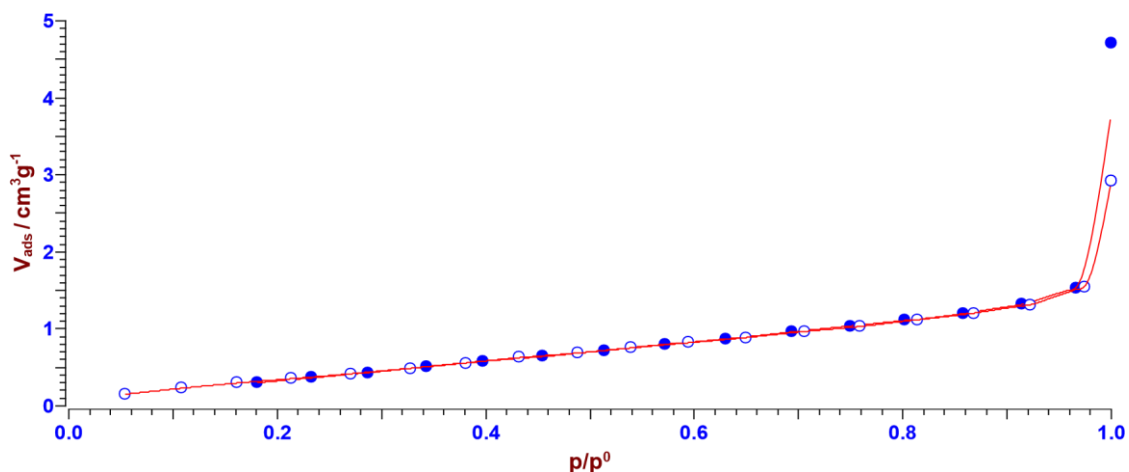


Рисунок 4 – Графік ізотерми адсорбції / десорбції досліджуваних зразків

4. Використовуючи графік ізотерми за допомогою програмного забезпечення розроблялось обчислення площі поверхні по методу БЕТ (Брунауера Еммета-Теллера). Для цього беруться точки адсорбції з ділянки графіка ізотерми і через них проводиться апроксимуюча пряма (рис. 5). Коефіцієнт кореляції склав $R = 0,998$. Питома поверхня зразків близько $2 \text{ м}^2/\text{г}$.

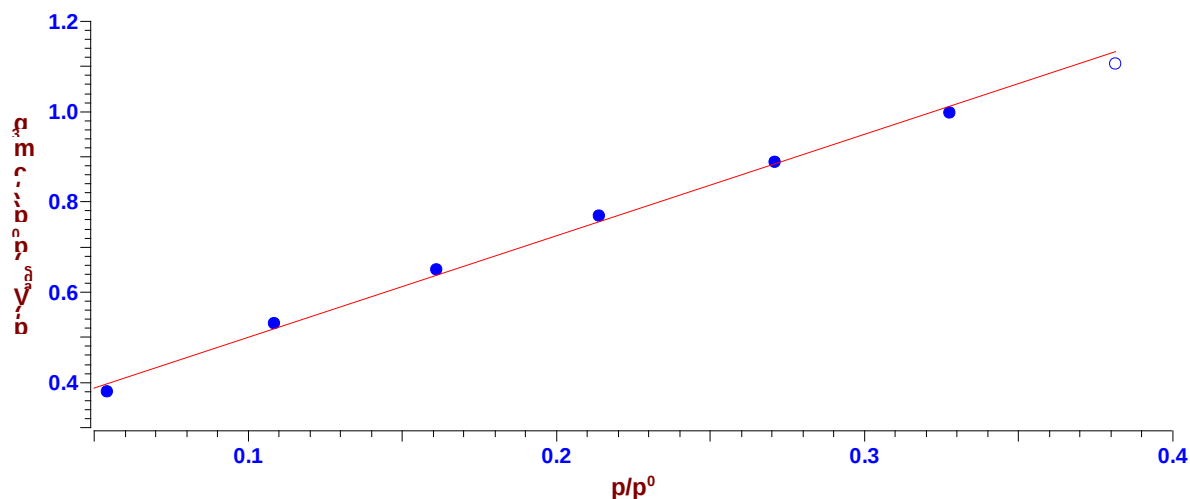


Рисунок 5 – Графік методу БЕТ для визначення питомої поверхні

5. Для визначення щільності сорбентів використовувався метод гідростатичного зважування на вагах НТ 224RCE з комплектом НТР. Для цього гранулу сорбенту спочатку зважують на повітрі, а потім в рідині (у воді), за різницею мас розраховується щільність матеріалу. При цьому враховується температура рідини, в якій зважується зразок. Результати вимірювань представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Визначення щільності сорбентів методом гідростатичного зважування

№ зразка	Щільність, г/см ³
Зразок 1	1,82±0,10
Зразок 2	1,91±0,01
Зразок 3	1,70±0,06
Зразок 4	2,03±0,04
Зразок 5	1,78±0,03
Зразок 6	1,79±0,03
Зразок 7	1,76±0,07
Зразок 8	1,74±0,02
Зразок 9	1,87±0,23
Зразок 10	1,79±0,15
Зразок 11	1,88±0,09

6. Хімічний склад поверхні отриманих сорбентів після відпалу визначали методом ІЧ-Фур'є спектроскопії. ІЧ-спектри представлені на рисунку 6.

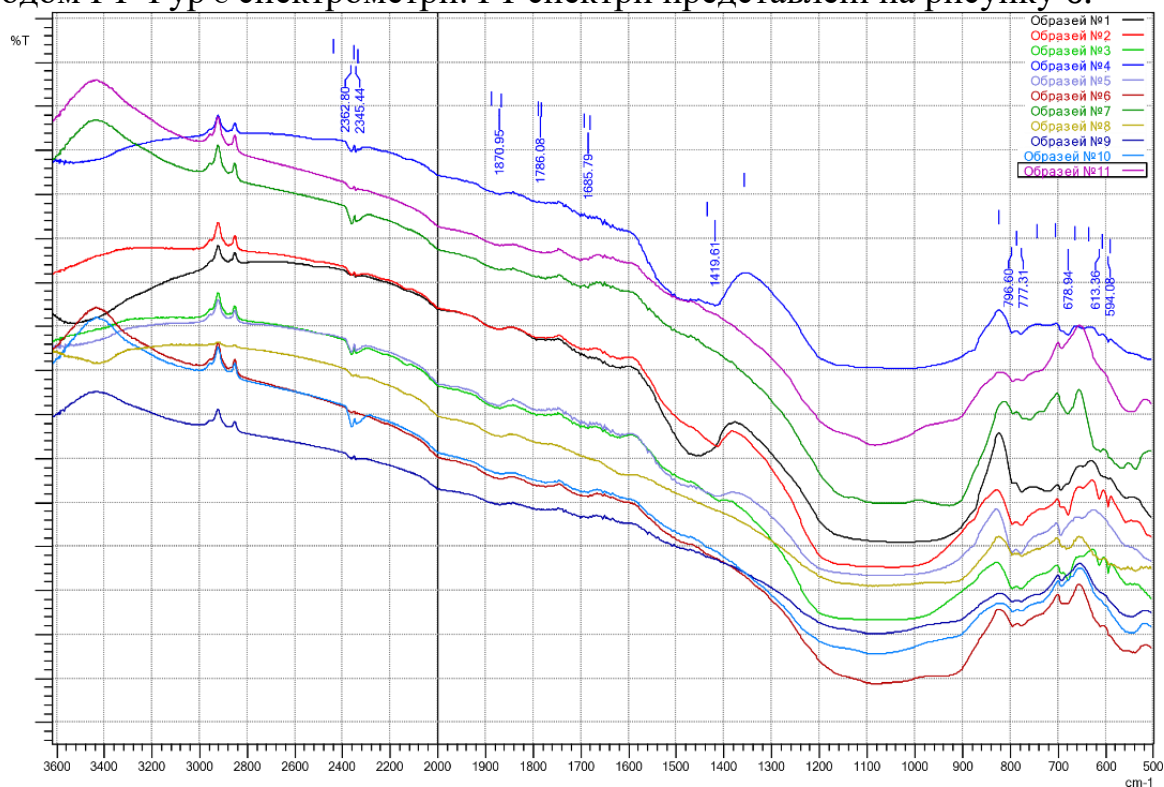


Рисунок 6 – ІЧ-спектри сорбційних матеріалів

Форма смуг та інтенсивність свідчить про наявність певних силікатних і алюмосилікатних молекулярних угруповань в різних станах.

6. Для визначення сорбційної здатності через завантаження сорбенту пропускали модельний розчин. Вихідний модельний розчин важких металів готували шляхом розчинення відповідних наважок солей : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZnCl_2 у дистильованій воді в наступних концентраціях : Cu -

1,6 мг/л, Mn - 4,39 мг/л, Pb - 5,36 мг/л, Zn - 2,72 мг/л. Ці концентрації близькі до середніх після стадії біологічного очищення.

Гранульований сорбент засипали в ділильну воронку ВД-1-125. Діаметр воронки становила 40 мм, висота - 160 мм, маса завантаження - 60 г. Розчин при фільтрації пропускали в напрямку знизу-вгору. Для того, щоб компенсувати невеликий обсяг завантаження, фільтрацію модельного розчину проводили по циркулюючому механізму через сорбент протягом 1 години. В якості еталонного сорбенту взяли активоване вугілля марки БАУ-А (ГОСТ 6217-74).

Ефективність сорбентів визначали шляхом фільтрації модельних політантів на циркуляційно-проточній установці протягом 1 години через розроблені сорбенти і еталон (вугілля БАУ-А). Випробування проводили на п'яти зразках сорбенту, виготовлених в ідентичних умовах. Аналіз фільтрату на вміст металів проводили на атомно-абсорбційному спектрометрі Shimadzu AA 7000, за методикою М-03-505-119-08.

Результати аналізу отриманих розчинів наведені на рисунку 7. Для наочності концентрація аналізованих розчинів наведена у відсотковому відношенні. Як видно з отриманих даних перші шість зразків сорбентів практично очищають всі метали з ефективністю близькою до еталонного, а в деяких випадках навіть і краще, наприклад, цинк, мідь, марганець.

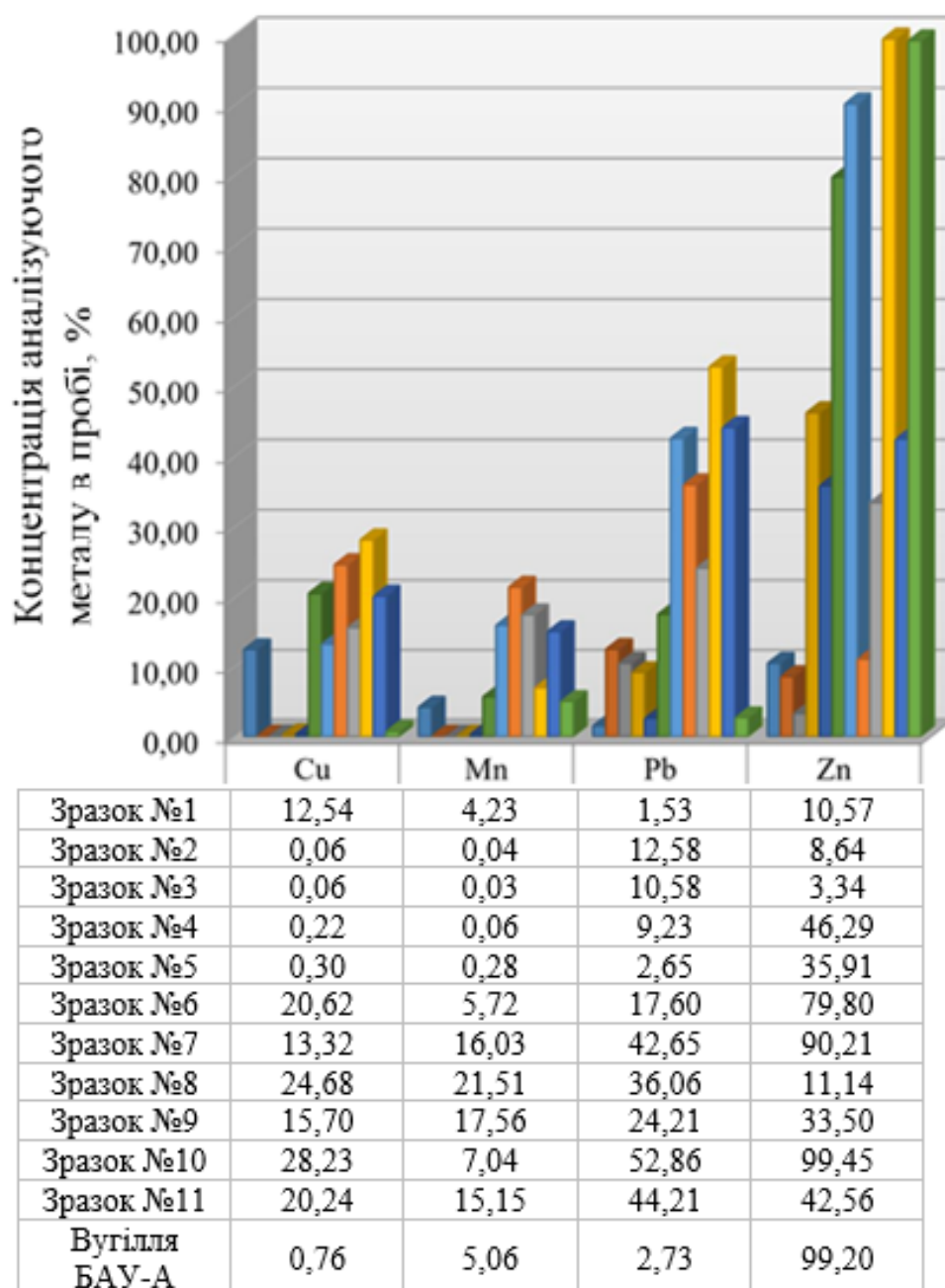


Рисунок 7 – Концентрація металів у модельному розчині після обробки сорбентами

Сорбційна ємність разом зі швидкістю досягнення рівноваги є важливими характеристиками будь-якого сорбенту, та має теоретичне і практичне значення. За кінетичною залежністю сорбції визначають час, який необхідно для встановлення рівноваги в системі «розчин солей металів-сорбент».

Для цього вихідний модельний розчин важких металів готували шляхом розчинення відповідних наважок солей : $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZnCl_2 у дистильованій воді з концентрацією близькою до 1 мг/л. Точну концентрацію металів визначали методом атомно-абсорбційної спектроскопії. Кінетику сорбції іонів важких металів на розроблених сорбентах вивчали методом обмеженого обсягу. Для цього в конічні колби поміщали 1 г сорбенту, 200 мл модельного розчину і залишали при постійному перемішуванні за допомогою магнітних мішалок. Через певні проміжки часу сорбент

відокремлювали на фільтрі «синя стрічка», визначаючи зміст відповідних металів в очищеному розчині методом атомноабсорбційної спектроскопії з графітовою атомізацією.

Величину сорбції (Γ , мг/г) розраховано за формулою 1 :

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C_p) V}{m}, \quad (1)$$

де C_0 - вихідна концентрація важких металів, мг/л;

C_p - рівноважна концентрація важких металів, мг/л;

V - об'єм розчину сорбата, мл;

m - маса сорбенту, г.

За проведеними розрахунками у роботі в основному система «сорбент-модельний розчин металів» досягає рівноваги за перші 15-20 хвилин. Визначено, що зразки № 2, 3, 4 здатні сорбувати іони металів (мідь, марганець, цинк, свинець) з найвищою швидкістю і досягати рівноваги в системі «сорбент-розчин містить метали» за 10-20 хвилин.

Так як ці зразки № 2, 3, 4 показали найкращу сорбційну здатність до іонів металів, то саме їх можна рекомендувати для подальшого використання в промислових цілях на стадії доочищення стічних вод.

Проведені дослідження дозволяють рекомендувати методику отримання сорбентів для очищення стічних вод від іонів важких металів. Дана методика полягає в наступному :

1. Взяти глину двох родовищ (у даному експерименті - глина №1 «Пищиківського родовища» і глина №2 «Дибинецького родовища»). Подрібнювати спочатку в порцеляновій ступці, а потім в кульовому млині Retsch PM 100, зі швидкістю обертання 3000 об / хв протягом 30 хвилин. Просіяти через металеве сито з діаметром комірки 40 мкм;
2. Таким же образом підготувати інші матеріали : торф, доломітове борошно, деревну золу;
3. Після подрібнення торф відпалювати в муфельній печі без доступу кисню при 600 °C протягом 15 хвилин.
4. Підготовлені компоненти змішувати в певному складі, зазначеному в таблиці 3.1.1 (для сорбенту №2 - глина 1: глина 2: деревна зола: відпалений торф: клей ПВА = 1: 1: 0,1: 1: 3, для сорбенту №3 - глина 1: глина 2: деревна зола: відпалений торф: дистильована вода = 1: 1: 0,1: 1: 2, для сорбенту №4 - глина 1: глина 2: доломітове борошно: відпалений торф: дистильована вода = 1: 1: 1: 1: 1,8 відповідно);
5. Отриману масу сформувати в кубічну форму з розміром ребра 3-5 мм, і відправляти на сушку при 100 °C протягом 2 годин і відпал в муфельну піч в кисневмісному середовищі при 800 °C протягом 4 годин з охолодженням в печі.

Отриманий сорбент має форму кубічних гранул із середньою фракцією 5 мм.

У четвертому розділі запропоновано установку регенерації відпрацьованого сорбенту типу СММ-4РП для повторного його застосування у

процесі очищення стічної води (рис. 8). Принцип її роботи полягає у тому, що важкі метали, поглинені в процесі очищення сорбенту на основі глини, видаляються за рахунок впливу високої температури і вакууму, та збираються в спеціальну ємність.



Рисунок 8 – Установка регенерації сорбентів СММ-4РП

Особливою перевагою такого обладнання є скорочення втрат важких металів в процесі регенерації, адже видалені шкідливі речовини збираються у відповідну ємність і можуть використовуватися повторно у виробництві.

Таку установку рекомендовано встановлювати у цехах хімічних, нафтопереробних та металургійних підприємств з великим обсягом викидів важких металів та інших шкідливих речовин у стічну воду.

П'ятий розділ магістерської дисертації - «Розроблення стартап-проекту» - є завершальним, який полягає у проведенні маркетингового аналізу стартап-проекту. У ньому виконано наступне :

1. Опис ідеї проекту;
2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту;
3. Технологічний аудит ідеї (технологічна здійсненність);
4. Аналіз ринкових можливостей запуску проекту (характеристика потенційного ринку, потенційних клієнтів, фактори можливостей, загроз і конкурентоспроможності);
5. Складання SWOT – аналізу можливостей впровадження проекту;
6. Розроблення ринкової стратегії проекту (вибір цільових груп потенційних споживачів, визначення базової стратегії конкурентної поведінки);
7. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару.

ВИСНОВКИ

Темою магістерської дисертації є обґрунтування складу сорбентів на основі глини для очищення стічних вод від важких металів. Дисертаційна робота містить вступну частину, 5 розділів з висновками до кожного з них, загальний висновок та список використаних джерел.

У роботі проаналізовано літературні і патентні вітчизняні та зарубіжні дані стосовно сорбційного очищення стічних вод від шкідливих речовин, зокрема від важких металів. Використовується комплекс аналітичних методів, що представляє вичерпну інформацію як про вихідні матеріали, отриманих сорбентів, так і про їх ефективність. Розглянуто сорбційні методи очищення стічних вод, існуючі сорбенти для очищення промислових стоків. У результаті огляду літератури поставлено мету і сформульовано завдання для створення сорбційного матеріалу на основі глини та методики його отримання.

Сорбційна обробка доцільна як завершальний процес, після механічної та інших більш дешевих видів очищення від грубодисперсних, колоїдних і частин розчинених домішок. Оптимальною послідовністю процесів фізико-хімічної очистки є такою : коагуляція - відстоювання - фільтрування - сорбція.

У даному дослідженні в якості сорбенту обрано глини Пищиківського та Дибинецького родовищ Київської області, а також використано такі матеріали, як торф, деревна зола, доломіт, розчин полівінілацетату, у якості активуючих добавок. Застосовано термічну модифікацію для зміни хімічної структури суміші, морфології поверхні та утворення пористості.

Проведено аналіз методу отримання сорбентів на основі глини та методів дослідження структури і властивостей матеріалу, їх основні характеристики та властивості. Метод отримання сорбенту на основі глини складається з кількох основних дій :

- подрібнення складових компонентів;
- збагачення глини;
- змішування компонентів в необхідному співвідношенні;
- формування сорбенту в гранули;
- сушку і відпал.

Досліджено, що кожен із зразків селективно витягають іони важких металів. Отримано кінетичні залежності сорбції іонів металів на розроблених сорбентах, з яких помітно, що швидкість сорбції має найвище значення і досягає рівноваги в перші 10-20 хвилин контакту в системі «сорбент-забруднювач».

У роботі запропоновано установку регенерації відпрацьованого сорбенту типу СММ-4РП для повторного його застосування у процесі очищення стічної води. Оскільки при постійній експлуатації сорбентів швидкість сорбції зменшується або ж процес взагалі припиняється. Тому потрібно або замінити сорбент, або відновити його властивості. Відновлення сорбційного матеріалу є екологічною та економічною процедурою, аніж його утилізація.

Значною перевагою такої установки є скорочення втрат важких металів в процесі регенерації, адже видалені шкідливі речовини збираються у відповідну

ємність і можуть використовуватися повторно у виробництві. Таку установку рекомендовано встановлювати у цехах хімічних, металургійних та нафтопереробних підприємств з великим обсягом викидів важких металів та інших шкідливих речовин у стічну воду.

Зміст ідеї проекту – це створення нового сорбенту на основі глини для очищення стічної води від важких металів, який відрізнятиметься методикою модифікування хімічної структури і найбільш ефективної сорбції іонів важких металів, а також розробка методики його отримання.

Потенційними цільовими групами клієнтів є хімічні, металургійні, нафтові та нафтопереробні підприємства. Фактори, що формують поведінку клієнта, - екологічність (очищення промислових стоків), економічність (дешевизна продукту), можливість регенерації продукту та його постійна актуальність.

Стратегією конкурентної поведінки є розробка нового сорбенту на основі глини, який забезпечує ефективне очищення промислових стоків до норм ГДК. Даний матеріал дозволяє одночасно провести очищення від декількох видів забруднюючих речовин (важких металів) на високоефективному рівні. До того ж із застосуванням цього сорбційного матеріалу виробничий цикл забезпечується замкнутим кільцем екологічного водокористування, у результаті чого економиться водний ресурс.

Отже, запропоновані сорбенти при збереженні якості очищення води складаються з більш дешевої і поширеної сировини, ніж існуючі аналоги у вигляді активованого вугілля. Даний сорбент можна рекомендувати для доочищення стічних вод від важких металів хімічного, гальванічного та нафтопереробного виробництва.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Матеріали і тези доповідей на науково-практичних конференціях:

1. Створення та аналіз сорбентів на основі глини для очищення стічних вод від іонів важких металів / Мочкош К. Р. // І наук.-техн. конф. магістр. ІЕЕ, 21-22 листопада 2018. – Київ, 2018. – С. 6.

АНОТАЦІЯ

Мочкош К. Р. Обґрунтування складу сорбентів на основі глини для очищення стічних вод від важких металів. – Рукопис.

Актуальність теми. На території України знаходиться велика кількість запасів прісних вод – це річки та озера. Однак практично всі вони забруднені шкідливими речовинами. Найбільш шкідливими речовинами є важкі метали. Основні шляхи забруднення водойм – це стоки промисловості і сільського господарства, а з їх розвитком все ростуть і обсяги забруднення стічних вод. У зв'язку з цим потреба в чистій воді зростає.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є обґрунтування складу створених сорбентів на основі глини для очищення стічних вод від важких металів, а також розробка методики їх отримання.

Для досягнення поставленої мети потрібно проаналізувати літературні та патентні дані вітчизняної та зарубіжної літератури стосовно ефективності сорбентів для очищення стічних вод від шкідливих речовин; проаналізувати методи отримання та дослідження сорбенту; розробити методику отримання нових сорбентів для очищення води від важких металів; дослідити структуру і властивості розроблених сорбентів; визначити сорбційну здатність і ємність створеного матеріалу на модельних розчинах; запропонувати метод відновлення відпрацьованого сорбенту; розробити стартап-проект для проведення його маркетингового аналізу та узагальнити ефективність запропонованого експерименту.

Об'єкт дослідження – сорбенти на основі глини для очищення стічних вод від важких металів.

Предмет дослідження – сорбційна здатність отриманих сорбентів для очищення промислових стоків від важких металів.

У роботі використано метод наукових і теоретичних досліджень, метод комплексного аналізу, експериментальний метод, порівняльний метод та графічний метод.

Науковою новизною є створення нового сорбційного матеріалу на основі глини, який відрізнятиметься методикою модифікування хімічної структури і морфології поверхні, а також ефективною сорбцією іонів важких металів.

Практична цінність полягає у розробці методики отримання сорбційного матеріалу на основі глини, який ефективно очистить воду від важких металів. Даний сорбент може застосовуватися для глибокого очищення промислових стоків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати виконаної роботи доповідались та обговорювались на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ “КІП імені Ігоря Сікорського” (Київ, 2018).

Публікації. За результатами роботи опубліковано 1 друковану працю у матеріалах і тезах конференції.

КЛЮЧОВІ СЛОВА : СОРБЕНТ, ГЛИНА, АКТИВОВАНЕ ВУГІЛЛЯ, ОЧИЩЕННЯ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, СОРБЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ, МОДИФІКАЦІЯ, МЕТОДИКА ОТРИМАННЯ, РЕГЕНЕРАЦІЯ, УСТАНОВКА.

АННОТАЦІЯ

Мочкош К. Р. Обоснование состава сорбентов на основе глины для очистки сточных вод от тяжелых металлов. – Рукопись.

Актуальность темы. На территории Украины находится большое количество запасов пресных вод - это реки и озера. Однако практически все они загрязнены вредными веществами. Наиболее вредными веществами являются тяжелые металлы. Основные пути загрязнения водоемов - это стоки

промышленности и сельского хозяйства, а с их развитием все растут и объемы загрязнения сточных вод. В связи с этим потребность в чистой воде возрастает.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является обоснование состава созданных сорбентов на основе глины для очистки сточных вод от тяжелых металлов, а также разработка методики их получения.

Для достижения поставленной цели необходимо проанализировать литературные и патентные данные отечественной и зарубежной литературы по эффективности сорбентов для очистки сточных вод от вредных веществ; проанализировать методы получения и исследования сорбента; разработать методику получения новых сорбентов для очистки воды от тяжелых металлов; исследовать структуру и свойства разработанных сорбентов; определить сорбционную способность и емкость созданного материала на модельных растворах; предложить метод восстановления отработанного сорбента; разработать стартап-проект для проведения его маркетингового анализа и обобщить эффективность предложенного эксперимента.

Объект исследования – сорбенты на основе глины для очистки сточных вод от тяжелых металлов.

Предмет исследования – сорбционная способность полученных сорбентов для очистки промышленных стоков от тяжелых металлов.

В работе использован метод научных и теоретических исследований, метод комплексного анализа, экспериментальный метод, сравнительный метод и графический метод.

Научной новизной является создание нового сорбционного материала на основе глины, который будет отличаться методикой модификации химической структуры и морфологии поверхности, а также эффективной сорбцией ионов тяжелых металлов.

Практическая ценность заключается в разработке методики получения сорбционного материала на основе глины, который эффективно очистит воду от тяжелых металлов. Данный сорбент может применяться для глубокой очистки промышленных стоков.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты проделанной работы докладывались и обсуждались на I научно-технической конференции магистрантов ИЭЭ "КПИ имени Игоря Сикорского" (Киев, 2018).

Публикации. По результатам работы опубликовано 1 печатную работу в материалах и тезисах конференции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: СОРБЕНТ, ГЛИНА, АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ, ОЧИСТКИ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ, МОДИФИКАЦИЯ, МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ, РЕГЕНЕРАЦИЯ, УСТАНОВКА.

SUMMARY

Mochkosh K. R. Justification of the composition of sorbents based on clay for the treatment of waste water from heavy metals. – The manuscript.

Actuality of theme. On the territory of Ukraine there is a large number of freshwater reserves - these are rivers and lakes. However, virtually all of them are contaminated with harmful substances. The most harmful substances are heavy metals. The main ways of contamination of reservoirs are industrial and agricultural waste, and with their development all the pollution of sewage is increasing. In connection with this, the need for clean water is increasing.

The purpose and tasks of the study. The purpose of the dissertation is to substantiate the composition of created sorbents based on clay for the treatment of waste water from heavy metals, as well as the development of a method for their receipt.

To achieve this goal it is necessary to analyze literary and patent data of domestic and foreign literature on the efficiency of sorbents for the purification of waste water from harmful substances; analyze the methods of obtaining and studying the sorbent; to develop a method for obtaining new sorbents for water purification from heavy metals; to investigate the structure and properties of developed sorbents; to determine the sorption capacity and capacity of the created material on model solutions; to offer a method of recovery of the spent sorbent; develop a startup project for its marketing analysis and generalize the effectiveness of the proposed experiment.

The object of research is sorbents based on clay for the treatment of waste water from heavy metals.

The subject of the study is the sorption capability of the sorbents obtained for the treatment of industrial waste from heavy metals.

The method uses scientific and theoretical research, the method of complex analysis, the experimental method, the comparative method and the graphical method.

The scientific novelty is the creation of a new sorption material based on clay, which will be distinguished by the method of modifying the chemical structure and surface morphology, as well as the effective sorption of heavy metal ions.

The practical value is to develop a method for obtaining a sorbent material based on clay, which will effectively clean water from heavy metals. This sorbent can be used for deep cleaning of industrial waste water.

Approbation of the results of the dissertation. The main provisions and results of the work were reported and discussed at the 1st scientific and technical conference of IEE masters students "KPI named after Igor Sikorsky" (Kyiv, 2018).

Publications. As a result of work published 1 printed work in the materials and theses of the conference.

KEY WORDS: SORBENT, CLAY, ACTIVATED CARBON, PURIFICATION, HEAVY METALS, SORPTION ABILITY, MODIFICATION, METHOD OF OBTAINING, REGENERATION, INSTALLATION.