

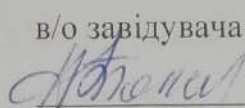
Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"  
Хіміко-технологічний факультет  
Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення  
та загальної хімічної технології

"На правах рукопису"

УДК 546.05+544.478-03+537.622.4

«До захисту допущено»

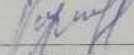
в/о завідувача кафедри

 Толстопалова Н.М.

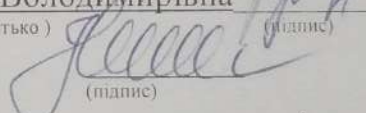
«14» 12 2019 р

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія  
спеціалізації Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення  
на тему: Новітні адсорбенти на основі феритів та їх композитів

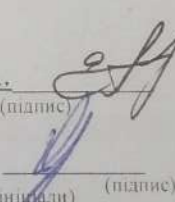
Виконала студентка групи ХН – 81мп Куцан Наталія Володимирівна   
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батько) (підпис)

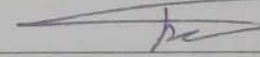
Науковий керівник к.х.н., доц. Іваненко І.М.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

  
(підпис)

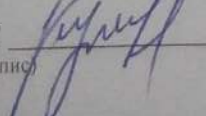
Консультанти:

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 доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.   
(назва розділу МД) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент доцент каф. ТЕХВ, к.х.н. Бук М.В   
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

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

Студент   
(підпис)

Київ – 2019

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

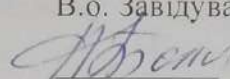
Факультет хіміко-технологічний

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)

«28 10 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Куцан Наталії Володимирівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Новітні адсорбенти на основі феритів та їх композитів  
науковий керівник дисертації Іваненко Ірина Миколаївна к.х.н., доц.

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

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

2. Строк подання студентом дисертації «1» грудня 2019 р.

3. Об'єкт дослідження – нікелеві ферити та композити на їх основі.

4. Предмет дослідження – синтез та адсорбційні властивості нікелевих феритів та композитів на їх основі.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: синтезувати нікелеві ферити та композити на їх основі. Дослідити адсорбцію барвників метиленового синього і конго червоного синтезованими нікелевим феритами та композитами на їх основі.

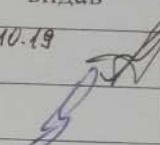

Вивчити здатність до регенерації використаних феритів та їх композитів.

Провести другий, третій та четвертий цикли адсорбції метиленового синього і конго червоного із модельних розчинів. Визначити адсорбційну активність феритів та їх композитів після другого, третього та четвертого циклів адсорбції. Дослідити адсорбцію диклофенаку синтезованими нікелевими ферити та композитами на їх основі.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу: презентація, що містить результати та обговорення експериментальних досліджень.

7. Орієнтовний перелік публікацій: опубліковано 1 статтю та 6 тез доповідей на Всеукраїнських та Міжнародних конференціях.

8. Консультанти розділів дисертації

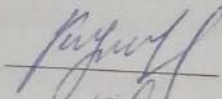
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічний	Підлісна О.А.	10.10.19 	16.12.19 
Охорона праці	Полукаров Ю.О.		

9. Дата видачі завдання «28» 10 \_\_\_\_\_ 2019 р.

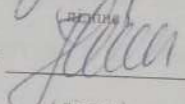
### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літературних джерел	1.09.19-1.11.19	Зроблено
2.	Синтез нікелевих феритів та їх композитів	10.09.19-10.10.19	Виконано
3.	Дослідження адсорбції барвників метиленового синього і конго червоного із модельних розчинів	11.10.19-15.11.19	Здійснено
4.	Дослідження здатності до регенерації використаних феритів та їх композитів	15.11.19-25.11.19	Зроблено
5.	Проведення другого, третього та четвертого циклів адсорбції метиленового синього і конго червоного із модельних розчинів	25.11.19-05.12.19	Виконано
6.	Розроблення стартап-проекту	25.11.19-12.12.19	Здійснено
7.	Оформлення розділу з охорони праці	26.11.19-27.11.19	Зроблено
8.	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту	5.09.19-12.12.19	Виконано
9.	Підготовка презентації	1.12.19-12.12.19	Здійснено

Студент

 Куцан Н. В.  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник роботи

 Іваненко І. М.  
(ініціали, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 70 стор.; 24 рис.; 14 табл.; 38 посилань.

Об'єкт дослідження – нікелеві ферити та композити на їх основі.

Предмет дослідження – синтез та адсорбційні властивості нікелевих феритів та композитів на їх основі

Метод дослідження – експериментальний. У ході роботи синтезовано зразки чистих нікелевих феритів та їх композитів з активним вугіллям, досліджено їх адсорбційну активність по відношенню до барвників метилового синього, конго червоного, діамантової сині, азорубіну, а також до диклофенаку.

У якості методу синтезу запропоновано простий на технологічний метод співосадження. Синтезовано чисті нікель-кобальтові шпінелі, а також та їх композити з багат шаровими вуглецевими нанотрубками та активованим вугіллям.

Як показали отримані дані, синтезовані зразки володіють усіма властивостями ефективного адсорбента, який може бути використаний для очищення стічних вод текстильних та фармацевтичних підприємств. А магнітні властивості нікелевих феритів та їх композитів дозволяють відділити їх методом магнітної сепарації.

ФЕРИТИ, АКТИВОВАНЕ ВУГІЛЛЯ, АДСОРБЦІЯ, КІНЕТИКА  
АДСОРБЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ, АДСОРБЦІЙНА ЄМНІСТЬ, МЕТИЛЕНОВИЙ  
СИНІЙ, КОНГО ЧЕРВОНИЙ

## ABSTRACT

Explanatory note: 70 p.; 24 figures; 14 tables; 38 references.

The object of study is nickel ferrites and composites based on them.  
The subject of the study is the synthesis and adsorption properties of nickel ferrites and composites based on them

The research method is experimental. During the work samples of pure nickel ferrites and their composites with activated charcoal were synthesized, their adsorption activity against dyes methyl blue, Congo red, diamond blue, azorubin and diclofenac were investigated.

As a synthesis method, a simple co-precipitation method is proposed. Pure nickel-cobalt spinels and their composites with multilayer carbon nanotubes and activated carbon were synthesized.

As the data showed, the synthesized samples have all the properties of an effective adsorbent, which can be used for wastewater treatment of textile and pharmaceutical enterprises. And the magnetic properties of nickel ferrites and their composites allow to separate them by the method of magnetic separation.

FERRITES, ACTIVATED CARBON, ADSORPTION, KINETICS OF THE  
ADSORPTION PROCESS, ADSORPTION CAPACITY, METHYLENE BLUE,  
CONGO RED

	<i>Стор.</i>
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
1 КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ .....	11
1.1 Уявлення про ферити .....	11
1.2 Дослідження фотокаталітичних властивостей .....	12
1.3 Дослідження структурних та магнітних властивостей .....	12
1.4 Дослідження електрохімічних властивостей .....	14
1.5 Дослідження адсорбційних властивостей .....	14
1.6 Основні джерела забруднення стічних вод барвниками .....	21
1.7 Існуючі методи очищення стічних вод від барвників .....	21
2 МЕТОДИКИ СИНТЕЗУ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	24
2.1 Синтез чистого нікелевого фериту F .....	24
2.2 Синтез чистого нікелевого фериту F' .....	24
2.3 Синтез композитного нікелевого фериту C .....	25
2.4 Синтез композитного нікелевого фериту C' .....	26
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....	27
3.1 Визначення адсорбційної ємності досліджуваних сорбентів відносно барвників метилового синього та конго червоного .....	27
3.2 Визначення адсорбційної ємності досліджуваних сорбентів після трьох циклів регенерації .....	29
3.3 Визначення кінетики адсорбційного вилучення барвників E122 та E133 .....	33
3.4 Визначення адсорбційної ємності досліджуваних композитів відносно досліджуваних розчинів барвників високої концентрації .....	37
3.5 Визначення кінетики адсорбційного вилучення барвників .....	39
3.6 Визначення адсорбційної ємності досліджуваних композитів відносно диклофенаку .....	41
4 ОЦІНКА МОЖЛИВОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ ЧЕРЕЗ СТАРТАП.....	43
4.1 Загальна характеристика розробки .....	43
4.2 Аналіз основних груп потенційних споживачів .....	44
4.3 Ключові фактори успіху проекту методом Шонфільда .....	47

1. Chu Y.-J., Hsiao S.-Y., Weo C.-C., Liu C.-W., Liao C.-M., Chang F.-J., Liao V.-C., Shen W.-C., *Arsenic Geosphere and Human Diseases; Arsenic 2010*, CRC Press, Taylor&Francis Group, Boca Raton, New York, 2010.
2. Mittal A., Malviya A., Kaur D., Mittal J., Kurup L., Studies on the adsorption kinetics and isotherms for the removal and recovery of Methyl Orange from wastewaters using waste materials, *J. Hazard. Mater.* 148 (2007) 229-240.
3. Mohan N., Balasubramanian N., Ahmed Basha C., Electrochemical oxidation of textile wastewater and its reuse, *J. Hazard. Mater.* 147 (2007) 644-651.
4. Kim S.Y., An J.Y., Kim B.W., The effects of reductant and carbon source on the microbial decolorization of azo dyes in an anaerobic sludge process, *Dyes Pigments* 76 (2008) 256-263.
5. Tu Y.J., You C.F., Phosphorus adsorption onto green synthesized nano-bimetal ferrites: equilibrium, kinetic and thermodynamic investigation, *Chem. Eng. J.* 251(2014) 285-292.
6. Mary Jacintha A., Manikandan A., Chinnaraj K., Arul Antony S., Neeraja P., Comparative studies of spinel  $MnFe_2O_4$  nanostructures: structural, morphological, optical, magnetic and catalytic properties, *J. Nanosci. Nanotechnol.* 15 (2015) 9732-9740
7. Hema E., Manikandan A., Gayathri M., Durka M., Antony S.A., Venkatraman B.R., The role of  $Mn^{2+}$ -doping on structural, morphological, optical, magnetic and catalytic properties of spinel  $ZnFe_2O_4$  nanoparticles, *J. Nanosci. Nanotechnol.* 16(2016) 5929-5943.
8. Sonia M.M.L., Anand S., Vinosel V.M., Janifer M.A., Pauline S., Manikandan A., Effect of lattice strain on structure, morphology and magneto-dielectric properties of spinel  $NiGd_xFe_{2-x}O_4$  ferrite nano-crystallites synthesized by sol-gel route, *J. Magn. Mater.* 466 (2018) 238-251.
9. Amiri M., Salavati-Niasari M., Akbari A., Magnetic nanocarriers: evolution of spinel ferrites for medical applications, *Adv. Colloid Interface Sci.* 265 (2019) 29-44.