

УДК 544.47:544.344:547.56:546.215

## ЗАСТОСУВАННЯ МАГНЕТИТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАФТОВМІСНИХ СТОЧНИХ ВОД

*Алексашикін І.В., Першина К.Д.*

*Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, Сімферополь, Україна  
E-mail: aligor@rambler.ru*

Розглянуто приклад використання магнетиту в процесах очищення навколишнього середовища від нафтопродуктів. Визначено оптимальне співвідношення магнетит: нафтошлам для досягнення максимального ступеня очищення. Проведено синтез магнетиту з високою намагніченістю.

**Ключові слова:** нафтопродукти, магнітна рідина, магнетит.

### ВСТУП

Технологічні процеси, які пов'язані з нафтовидобутком, нафтопереробкою, транспортуванням і зберіганням нафти і нафтопродуктів, являють собою джерело підвищеної небезпеки для навколишнього середовища. Аварії на морських нафтових платформах, катастрофи нафтоналивних суден, пошкодження підводних ділянок нафтопроводів є основною причиною масштабного забруднення поверхонь водойм і значних ділянок берегової зони. При цьому найбільшу небезпеку для навколишнього середовища представляють важкі, смолисті фракції нафти, що володіють значною в'язкістю і не піддаються вивітрюванню. Органічні сполуки, що входять до складу нафтошламів, надають згубний вплив на природу, і тому проблема утилізації нафтошламів дуже актуальна.

Сучасні методи не позбавлені недоліків:

1) *відстоювання* є повільним і неефективним процесом, вимагає великі площі для відстійників і великі дози хімічних реагентів;

2) *фільтрування* ділить нафтошлами на дві частини, має низьку пропускну здатність. Крім того, цей процес залишає невирішеної проблеми утилізації відфільтрованого матеріалу та відділення води;

3) *спалювання* нафтошламу разом з водою і механічними домішками є дорогим процесом, при якому цінний вуглеводнева складова безповоротно знищується.

Гідрофобні сорбенти з магнітними властивостями розширюють можливості для вирішення багатьох виробничих та екологічних завдань, де використання звичайних адсорбентів створює деякі технологічні труднощі. Так, наприклад, аварійні розливи

нафти або важких нафтопродуктів на поверхні води можуть бути видалені магнітними сорбентами. Для цього досить зв'язати плями нафтопродуктів сорбентом з подальшим видаленням його разом з поглинутим речовиною шляхом магнітної сепарації [1].

Мета даної роботи – вивчення фізико-хімічних властивостей синтезованого магнетиту і розробка методу застосування його в процесах нафтоочістки.

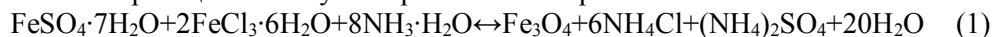
## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Магнетит можна розглядати як ферит феруму(II), що є продуктом взаємодії слабкої основи гідроксиду феруму(II)  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  і слабкої «залізною» кислоти  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Для того щоб ці гідроксиди могли проявити свої основні і кислотні властивості і прореагувати між собою зазначеним чином, середовище не повинно бути занадто лужним або кислим. У сильно лужному середовищі обидва гідроксиду ведуть себе як слабкі кислоти, тобто дисоціюють з відщепленням іону водню, що не сприяє утворенню магнетиту.

Оптимальною є така концентрація гідроксид-іонів (рН розчину), при якій, з одного боку, надійно йде гідроліз солей феруму(II) і феруму(III) до утворення їх гідроксидів, але з іншого боку не придушуються основні властивості гідроксиду феруму(II). Оптимальним значення рН при синтезі магнітної рідини буде діапазон рН 7–8, тому що при цих значеннях катіони феруму(III) існують в активній формі. Крім того, важлива наявність буферних властивостей у розчину луку. Якщо розчин має буферними властивостями, то водневий показник не зазнає сильних змін в ході змішування розчину солей з лугом і в ході реакції гідролізу. Всім цим умовам найкращим чином відповідає водний розчин аміаку. Для синтезу магнітної компоненти в магнітної рідини найбільш застосовні хлориди і нітрати феруму, що володіють високою здатністю до гідролізу, вони мінімально будуть впливати на утворення гідросокомплекса феруму надлишком луку.

Синтез магнетиту здійснювався шляхом співосадження солей двох- і тривалентного феруму надлишком водного розчину аміаку.

Хімічна реакція може бути виражена таким рівнянням:



Використання аміаку дозволяє створити м'які умови співосадження оксидів, що сприяє протіканню реакції з утворенням нанодисперсного магнетиту складу  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  або  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ .

Рентгенограми зразків записували на дифрактометрі HZG-4A (CoK $\alpha$ -випромінювання). Робоча довжина хвилі рентгенівського випромінювання  $\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$ . Розшифровка рентгенограм велася за стандартною методикою і ідентифікувалася по набору міжплощинні відстаней [2].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Магнетит і  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  дуже схожі за структурними параметрами. Різниця полягає в щільності упаковки. Упаковка  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  більш щільна ніж у магнетиту. Відмінність між ними можна виявити на рентгенограмі лише в області  $74\text{--}75^\circ$  кута  $2\theta$  (рис. 1). У

$Fe_3O_4$  міжплощинна відстань відповідає значенню  $74,105^\circ$ , а в  $\gamma-Fe_2O_3$  –  $74,723^\circ$ . Наявність кутів Брега в областях  $35^\circ 32'$  і  $57^\circ 10'$  свідчить, що частинки мають кубічну структуру шпінелі, кутова ширина головного максимуму для  $(hkl) = (311)$  [3]. Поява аморфної фази не впливає на магнітні властивості, тому що магнетит являє собою ферит з кристалічною структурою зверненої шпінелі, де частина іонів  $Fe^{3+}$  знаходиться в тетраедричному оточенні, а інші в октаедричному. При цьому намагніченість  $M_A$  октаедричної підрешітки більше тетраедричних  $M_B$ , що призводить до виникнення феррімагнетизма.

Образец: 1

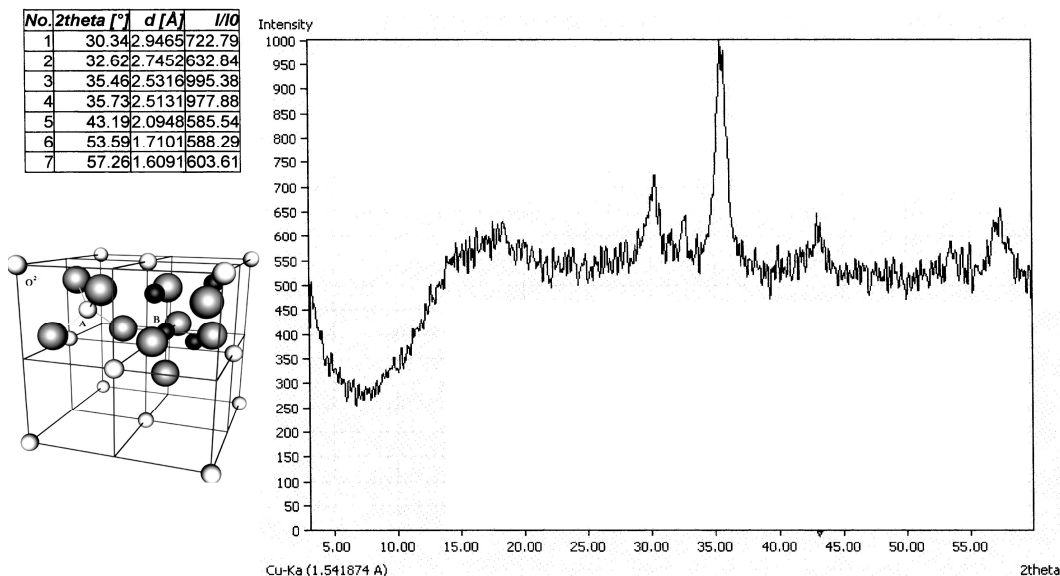


Рис. 1. Рентгенограма зразка магнетиту

Склад і фізичні властивості відпрацьованою і забрудненої нафти, яку зазвичай називають – нафтошлам, можуть змінюватись в залежності від джерела. У складі нафтошламу від 10 до 50 % складають нафтопродукти; від 5 до 60 % – вода; від 2 до 40 % – механічні домішки. Важливим об'єднуючим чинником є те, що всі нафтошлами містять як воду, так і тверді домішки великого і дрібного діаметру [4]. Найчастіше вони утворюють стійку емульсію. Це ускладнює процес поділу, і більшість стандартних методів, якими регенеруються нафтошлами, не справляється повністю з поставленим завданням. Розроблені і виготовлені зразки феритів застосовувалися в задачах моделювання очищення поверхонь водойм від нафтошламів шляхом зв'язування нафтопродуктів частинками магнетиту.

Зразок нафтошламу готували штучно з концентрацією до 50 %. Штучний нафтошлам змішували з магнетитом і направляли в магнітний сепаратор на розділення. У сепараторі під дією сильного магнітного поля відбувалося відділення твердого залишку від утвореної «магнітної рідини» і мазуту (водно-вуглеводнева

емульсія). Досліджено залежність ефективності вилучення вуглеводнів від їх концентрації у зразку, часу їх взаємодії з магнетитом. На Рис. 2 представлений графік залежності ефективності вилучення вуглеводнів від часу взаємодії зразків з магнітною рідиною.

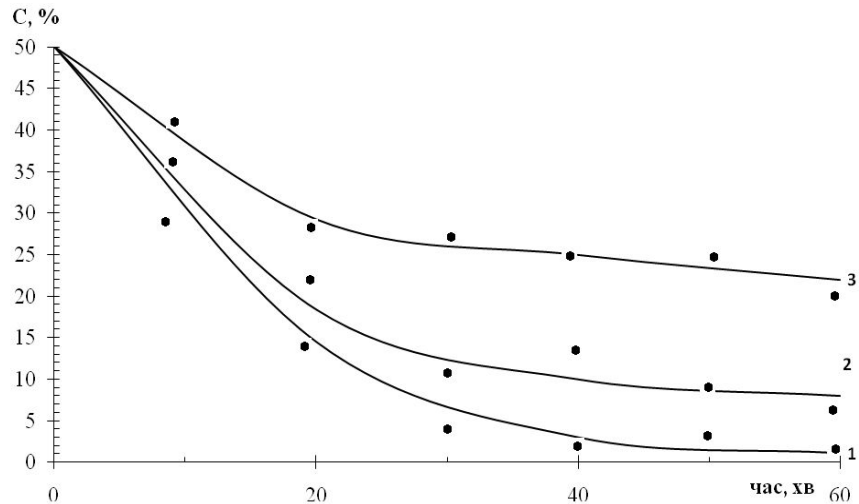


Рис. 2. Вміст нафтопродуктів у нафтошламї залежно від часу взаємодії з магнетитом. Співвідношення магнетиту і нафтопродуктів рівне:  
1 – 1:1; 2 – 0,5:1; 3 – 0,25:1; С – вміст нафтопродукту (%)

При співвідношенні кількості нафтопродуктів у нафтошламї і магнетита, рівному 1:1 найбільш ефективно процес протікає перші 40 хвилин, а подальше збільшення часу контакту не робить істотного впливу на ступінь вилучення вуглеводнів. При співвідношенні кількості нафтопродуктів у нафтошламї і магнетита, рівному 0,25:1 нафтопродукти витягуються не ефективно, незалежно від часу контакту та інтенсивності перемішування.

### ВИСНОВОК

Експерименти по об'ємному очищенню води що забруднена нафтопродуктами, виконані при різних концентраціях забруднень і при різній витраті магнетиту показали, що можна досягти очищення води до вмісту в ній нафтопродуктів менше 3 мг/л, тобто це відповідає значенню граничнодопустимі концентрації

### Список літератури

1. Контарев А.В. Применение магнитных жидкостей / А.В. Контарев, С.В. Стадник, В.А. Лешуков // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 10 – С. 67–69.
2. Шаскольская М.П. Кристаллография / Шаскольская М.П. – М.: Высш. шк., 1984. – 376 с.

3. Лиопо В.А. Рентгеновская дифрактометрия: Учеб. пособие / В.А. Лиопо, В.В. Война. – Гродно: ГрГУ, 2003. – 171 с.
4. Боковикова Т.Н. Магнитные жидкости в нефтепереработке / Т.Н. Боковикова, С.В. Степаненко, М.В. Двадненко // Экология и промышленность России. – 2005. – С. 11–13.

**Алексашкин И.В. Использование магнетита для очистки нефтесодержащих сточных вод / И.В. Алексашкин, Е.Д. Першина // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 175-179**

Рассмотрено использование магнетита в процессах очистки окружающей среды от нефтепродуктов. Определено оптимальное соотношение магнетит/нефтешлам для достижения максимальной степени очистки. Проведен синтез магнетита с высокой намагниченностью.

**Ключевые слова:** нефтепродукты, магнитная жидкость, магнетит.

**Aleksashkin I.V. The use of magnetite for oily wastewater / I.V. Aleksashkin, E.D. Pershina // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 175-179.**

An example of the use of magnetite in the process of cleaning the environment from petroleum products. The optimal ratio of magnetite: slime to achieve the maximum degree of purification. The synthesis of magnetite with high magnetization.

**Keywords:** petroleum products, magnetic fluid, magnetite.

*Поступила в редакцию 20.03.2011 г.*