

УДК 628.16

**М.І. Романенко, В.М. Радовенчик**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,  
Україна

## **НЕОРГАНІЧНІ СОРБЕНТИ ДЛЯ ВИДАЛЕННЯ НАФТОПРОДУКТІВ З ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**M.I. Romanenko, V.M. Radovenchyk**

### **INORGANIC SORBENTS FOR OIL RETENTION FROM WATER SOLUTIONS**

Процеси використання та переробки значних об'ємів нафти і нафтопродуктів супроводжуються інтенсивним забрудненням гідросфери. В процесі такого забруднення порушується хід природних біохімічних процесів, спостерігається загибель флори та фауни озер, річок та морів. Тому проблема видалення нафтопродуктів з водного середовища стає з кожним роком гострішою і вимагає більше уваги приділяти раціональному використанню водних ресурсів. Для зменшення шкідливих компонентів (бензин, дизпаливо, ПАВ тощо) у стічних водах об'єктів використовують різні методи очищення. Одними з перспективних і широко розповсюджених методів є сорбційні методи видалення нафтопродуктів з водних середовищ. При цьому в якості сорбентів використовуються самі різні речовини. Найбільш розповсюдженим сорбентом є активоване вугілля, що виготовляється в промислових масштабах і неорганічні сорбенти на основі природних глин та сполук заліза. При цьому основним стримуючим фактором є складність регенерації відпрацьованих сорбентів та їх утилізація. Тому пошуки в галузі створення ефективних сорбентів продовжуються. Особливо перспективними сьогодні вважаються дисперсні сорбенти з магнітними властивостями (ДСМВ), в якості котрих найчастіше використовують частки магнетиту ( $Fe_3O_4$ ) або інших сполук заліза. Наявність у часток сорбентів магнітних властивостей дозволяє застосовувати магнітне поле для відділення їх від очищеної води, що забезпечує суттєве підвищення загальної ефективності процесу.

Проведені раніше дослідження показали високу ефективність використання часток магнетиту в якості сорбентів нафтопродуктів [1, 2], особливо у випадку їх модифікації. Разом з тим, питання відділення часток сорбентів від очищеної води залишилися поза увагою дослідників. А для забезпечення необхідної ефективності очищення води і ступінь сорбції нафтопродуктів на частках магнетиту, і ступінь відділення часток магнетиту від обробленої води повинні бути однаково високими. Якщо ця умова не виконується, то навіть при надзвичайно високій ефективності одного етапу недостатня ефективність другого суттєво знизить загальну ефективність процесу очищення. Одним із рішень цього завдання може бути проведення процесу сорбції в динамічних умовах, що одночасно дозволить зберегти і високі сорбційні властивості часток, і локалізувати їх в обмеженому об'ємі.

Метою даної роботи було вивчення можливості використання динамічного режиму сорбції нафтопродуктів із водного середовища при застосуванні в якості сорбентів часток магнетиту.

В роботі в якості сорбенту для видалення нафти та нафтопродуктів використовувався традиційний магнетит, синтезований на основі класичного рівняння його утворення шляхом осадження суміші солей Fe (II) і Fe (III) лугом. Проведені дослідження виявили надзвичайно низькі фільтраційні властивості середовищ, сформованих із отриманих методами хімічної конденсації часток магнетиту. Швидкість фільтрування на шарі товщиною 3 см складала 1 см/год. Для реальних умов такі показники надзвичайно малі. Спроба збільшити дисперсність часток методом нарощування виявилася невда-

лою – приріст розміру часток не відповідав затратам на цей процес і навіть при 15 циклах нарощування суттєвого збільшення швидкості фільтрування досягти не вдалося. Тому в подальших наших дослідженнях було вирішено дослідити можливість збільшення розміру часток шляхом гранулювання.

Серед різноманітних методів гранулювання простотою відрізняється метод заморожування суспензії з наступним її розморожуванням. Як було встановлено авторами [3], гранули можна отримати у випадку використання в якості вихідного розчину  $FeCl_3$ , осадження його надлишком аміаку та заморожуванні при температурі  $-6\text{ }^{\circ}C$ . В результаті досліджень було встановлено ряд факторів, що можуть впливати на дисперсність отриманої суспензії. Як виявилось, серед таких факторів найбільш вагомими є: спосіб отримання суспензії для подальшої грануляції, концентрація вихідних розчинів, температура синтезу, температура розморожування.

Дослідження сорбційних та фільтраційних властивостей гранульованого магнетиту показали, що ефективність сорбції нафтопродуктів частками гранульованого заморожуванням магнетиту майже в 2 рази вища в порівнянні із звичайним магнетитом. При цьому завдяки значно меншій дисперсності агрегатів, що утворюються в процесі заморожування і зберігаються при подальшому використанні, вдається суттєво збільшити можливу швидкість фільтрування через такі середовища.

Важливим питанням залишається регенерація відпрацьованих сорбентів. Очевидно, що найбільш прийнятним методом регенерації можна вважати термічну обробку часток при температурах, що забезпечують вигорання нафтопродуктів та збереження сорбційних властивостей твердої фази. В процесі досліджень було встановлено, що в процесі 5 циклів прокалювання значно зростає вміст крупної фракції (часток з  $d \geq 50$  мкм). Це дозволяє формувати із регенованого магнетиту сорбційні середовища із прийнятними фільтраційними властивостями. Було також досліджено вплив на властивості твердої фази температури та терміну обробки часток. Встановлено, що в діапазоні температур  $250 - 350\text{ }^{\circ}C$  протягом 5 циклів прокалювання суттєвих змін в гранулометричному складі та сорбційних властивостях часток магнетиту не зафіксовано.

Проведені експерименти дозволяють формувати на основі часток магнетиту фільтри для сорбції нафтопродуктів, які можливо регенерувати термічним методом велику кількість разів без втрати їх властивостей. Впровадження технологій очищення води на базі таких фільтрів дозволить реалізувати безвідходні та маловідходні схеми обробки води в промислових масштабах.

### **Література**

1. Гомеля Н. Д. Использование ферромагнетиков для объемной очистки воды от нефти [Текст] / Н. Д. Гомеля, В. М. Радовенчик, А. П. Хохотва // Экологические технологии и ресурсосбережение, 2001. - №4. - С.37-40.
2. Гомеля М. Д. Видалення масел з води з використанням магнетиту, модифікованого амінами [Текст] / М. Д. Гомеля, В. М. Радовенчик, О. П. Хохотва // Экологические технологии и ресурсосбережение, 2003. - №5. - С. 45-47.
3. Марков В.Ф., Пахолков В.С. Ионнообменные свойства гранулированной гидроокиси железа и ее химическая устойчивость [Текст] / В.Ф. Марков, В.С. Пахолков // ЖПХ, 1977. - 50, №2. - С. 281 - 288.