

УДК. 544.773

АДСОРБЦІЙНЕ НАНЕСЕННЯ АФІ НА ГАЛЛОІЗИТНІ НАНОТРУБКИ

Студ. В.М. Щербакова, гр ЗХФ1-17

Науковий керівник С.Я. Бричка

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи є створення лікарських препаратів із сповільненим виділенням активних фізіологічних інгредієнтів (АФІ). До завдань віднесено одержання наноматеріалів галлоізитні нанотрубки (ГНТ) модифіковані барвником нейтральним червоним як модельної молекули та встановлення властивостей композиту. Серед завдань роботи також встановлення десорбційних характеристик барвника з нанотрубок.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єкт дослідження – процес адсорбції та десорбції молекул з нанотрубок. Предмет дослідження – галлоізитні нанотрубки та їх фізико-хімічні властивості.

Методи та засоби дослідження. Синтетична процедура полягала в наступному - галлоізит подрібнювали і просіювали з подальшим сушінням в печі при 373 К протягом 24 год. Аналітичний реагент нейтрального червоного (НЧ, $C_{15}H_{16}N_4HCl$) має константу іонізації $pK_a=7.4$. Вихідний розчин (1000 мг/л) барвника отримували шляхом розчинення НЧ в дистильованій воді; необхідні для експерименту концентрації були отримані шляхом розведення вихідного розчину дистильованою водою. Розчини соляної кислота і гідроксиду натрію були використані для регулювання рН. Адсорбційний експеримент проводили з використанням термостатичної бані при 298, 308 і 318 К. Після адсорбції барвника нанотрубками, розчин центрифугували протягом 15 хв при 3000 оборотах в хвилині, а потім концентрацію НЧ в маточному розчині визначали з використанням спектрофотометра (UV-Vis, Shimadzu) при $\lambda_{max}=530$ нм. За допомогою скануючого електронного мікроскопа (MIRA3, TESCAN) досліджували нанотрубки. Питому поверхню встановлювали методом низькотемпературної адсорбції-десорбції азоту.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. Вперше нанесли на галлоізитні нанотрубки водний розчин нейтрального червоного як фармацевтичний інгредієнт. Одержані наноматеріали можуть бути застосовані для створення косметологічних, ветеринарних та лікарських препаратів.

Результати дослідження. ТЕМ зображення ГНТ показано на рис. 1. Нанотрубки мають циліндричну форму і містять прозору центральну область, яка проходить в поздовжньому напрямку вздовж циліндра, що вказує на те, що частинки нанотубулярніє є порожніми з довжиною 0.5-2 мм, а внутрішній діаметр 20-30 нм. Товщина оболонки становить 15-20 нм. Великі і гладкі безперешкодні пори можуть забезпечити достатній простір для потенційної адсорбції барвників. Питома поверхня ГНТ становить 64.19 м²/г.

Кількість адсорбента є важливим параметром при визначенні адсорбційної здатності. Ефект дози адсорбенту досліджували шляхом додавання різних кількостей ГНТ в 50 мл $C=100$ мг/л водного розчину НЧ при 298 К протягом 12 год. Результат показаний на рис. 2.

Відзначаємо, що ефективність видалення барвника збільшилася з 53.7% до 99.7% зі збільшенням дози адсорбенту від 0.05 до 0.4 М. Це може бути пов'язано зі збільшенням площі поверхні адсорбції. Подальше збільшення кількості адсорбенту не впливає значно на ефективність видалення. Визначено, що адсорбційна ємність

зменшується від 53.7 до 12.5 мг/г при збільшенні дози адсорбенту від 0.05 до 0.4 М. Отже, дозу адсорбенту підтримували на рівні 0.1 г в 50 мл у всіх наступних експериментах, що вважалося ефективним при нанесенні нейтрального червоного.

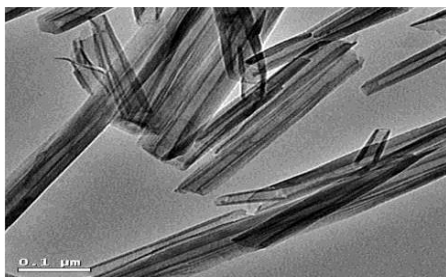


Рисунок 1 - ТЕМ зображення ГНТ

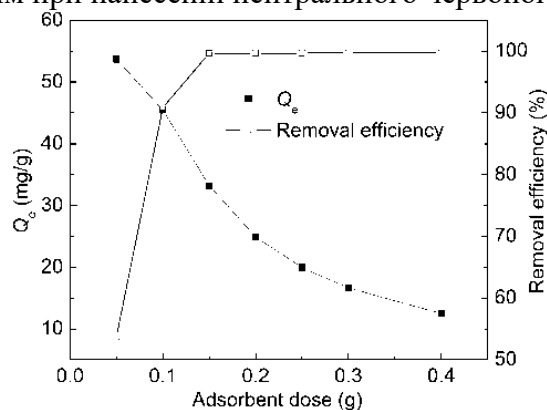


Рисунок 2 - Ефект дози адсорбенту при адсорбції НЧ на ГНТ при 298 К

pH водного розчину є важливим параметром, який впливає на процес адсорбції молекул на тверді носії. Для вивчення впливу pH на адсорбцію НЧ, експерименти при різних значеннях pH проводили при 298 К протягом 12 год. Вплив pH було проаналізовано в діапазоні pH 2-7. Остаточний pH, коли була завершена адсорбція також вимірювали і зміна була в межах одиниці. Значення pH розчину НЧ без регулювання становить приблизно 6.

Адсорбційна ємність збільшилася з 24.92 до 65.69 мг/г зі збільшенням концентрації НЧ від 50 до 400 мг/л при 318 К. Температура має важливий вплив на процес адсорбції. Було виявлено адсорбційна здатність НЧ на ГНТ збільшується зі збільшенням температури, що вказує на ендотермічний процес за своєю природою. Кількість адсорбованого НЧ збільшується зі збільшенням часу контакту і концентрації вихідного барвника. Швидкість адсорбції була дуже високою протягом перших 10 хв і рівновага встановлюється через 30 хв. Швидка адсорбція спостерігається протягом перших 10 хв, ймовірно, через доступність активних ділянок на поверхні ГНТ, а також з поступовим заповненням цих ділянок, адсорбція стала менш ефективною.

Адсорбція розчиненої речовини з розчину за допомогою пористих адсорбентів, по суті, пов'язана з трьома послідовними стадіями. Першим кроком є зовнішня поверхня або адсорбція миттєвої адсорбції. Другим кроком є поступова стадія адсорбції, дифузія всередині частинок, що обмежує швидкість. Третій етап є заключним етапом рівноваги, де дифузія всередині частинок почала сповільнюватися через вкрай низькі концентрації адсорбату, залишених в розчинах.

Висновок. Адсорбція нейтрального червоного природними ГНТ значно залежить від дози адсорбенту, початкового pH і часу контакту. Висока початкова концентрація і температура сприяють адсорбції НЧ на ГНТ. Кінетичне дослідження при різних початкових концентраціях показує, що модель псевдо-другого порядку добре узгоджується з експериментальними даними. На підставі цих результатів було зроблено висновок, що ГНТ може бути використана в якості недорогого і ефективного адсорбенту для видалення НЧ барвника з стічних вод та носіями активних фізіологічних інгредієнтів.

Ключові слова. Нанотехнологія, нанотрубка, галлоїзит.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бричка С.Я. Химия галлозитных и имоголитных нанотрубок - 2016. - 256 с.