

6. Обливин А.Н., Пожиток А.И., Терпугов М.А. Расчет степени отвержения карби-доформальдегидной смолы КФ-МТ при прессовании древесностружечных плит// В сб. научн. тр. МЛТИ. – М.: МЛТИ. – 1984, вып. 159. – С. 47-50.

7. Отлев И.А. Интенсификация производства древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 191 с.

8. Пожиток А.И., Шевляков А.А. Гидродинамика контактного слоя стружечного пакета//В сб. научн. тр. МЛТИ. – М.: МЛТИ. – 1987, вып. 196. – С. 80-88.

9. Сагаль С.З. Исследование гидродинамических характеристик древесно-стружечного пакета/ Автореф. дис. канд. техн. наук. – М: МЛТИ. – 1981. – С. 4-21.

10. Humphrey P.F., Bolton A.J. The hot pressing of dry-formed Wood-based composites. A simulation model for heat and moisture transfer// Holzforschung 43 № 3, 1989. – P. 199-206.

11. Frünwald A., Steffen A., Humphrey P.E., Haas G.V. Entwicklung und Überprüfung eines Modells des thermodynamischen und des rheologischen Verhaltens von Fassermatten für MDF während der Heispressung in Taktpressen und Ansätze zur modelirung von Endlosrpessen. – Univer-sitat Hamburg, 1999.

УДК 66.04.45 *Доц. В.І. Троцький, канд. техн. наук; проф. Я.М. Ханик,
до-р техн. наук; аспір. С.Г. Ягольник – НУ "Львівська політехніка"*

АДСОРБЦІЯ СТИЧНИХ ВОД ХІМІЧНО-АКТИВОВАНИМИ ЦЕОЛІТАМИ

Наведені результати досліджень процесів хімічної активації природних цеолі-тів та використання їх для очищення стічних вод від барвників.

*Doc. V.I. Trotsky; prof. Ya.M. Hanyk;
doctorate S.G. Yagolnyk – NU "L'vivs'ka Politekhnik"*

Adsorption of flows waters by the chemically-activated zeolites

In this work are represented results of researches of processes of the chemical activa-ting of natural zeolites and use them for flows waters treatment from dyes.

Відходи нафтохімічної, хімічної, целюлозно-паперової галузей є ос-новними джерелами забруднень стічних вод органічними речовинами, зокре-ма нафтопродуктами, ПАР, барвниками, полімерами. Наявність їх у розчинах навіть у малих концентраціях надає розчинам інтенсивного забарвлення, зменшує прозорість води, порушує кисневий режим водойм.

Адсорбційний метод є ефективним для очищення стічних вод, однак широке застосування вуглецевих сорбентів економічно мало перспективне, внаслідок високої вартості як самого активованого вугілля так і наступних стадій його регенерації. Природні сорбенти не вуглецевого походження, до яких відносяться цеоліти, набувають все більшого застосування в хімічних, харчових та природоохоронних технологіях, що обумовлено їх достатньо ви-сокою селективністю та адсорбційною ємністю, відносно низькою вартістю та доступністю.

Для очищення стічних вод від прямих барвників використовували природний цеоліт – клиноптилоліт, видобутий з родовища Сокирниця (пів-денно-східна частина Закарпатського внутрішнього прогину).

Мінеральний склад цеоліту: клиноптилоліт 60-90 %, кварц і польовий шпат 6-7 %, глинисті мінерали 2-6 %, плагіоклаз до 2 %.

Хімічний склад цеоліту (мас. ч.):

$\text{SiO}_2 - 70.21$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 12.27$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 1.2$; $\text{FeO} - 0.55$; $\text{TiO}_2 - 0.14$; $\text{MnO} - 0.073$;
 $\text{P}_2\text{O}_5 - 0.033$; $\text{K}_2\text{O} - 3.05$; $\text{Na}_2\text{O} - 1.77$; $\text{SO}_3 - 0.10$; $\text{CaO} + \text{MgO} - 10.604$.

Склад клиноптилоліту відповідає такій формулі:



Тип каркасу – шаруватий; діаметр каналів 0.38-0.62 нм; Повна обмінна ємність 2.64.

Характерною особливістю цеолітів є однорідна структура міжкристалічного пористого простору з вікнами точно визначеного розміру. Наприклад, діаметр каналів для клиноптилоліту дорівнює $0,38 \div 0,62$ нм. Розміри молекул деяких органічних речовин відповідно складають: для барвників (кристалічний фіолетовий 1,42 нм, конго червоний 1,29 нм), для ПАР (сульфонол 1,8 нм). Очевидно, що використання цеолітів розмір мікропор яких менше розміру молекул розчинених речовин є неефективним.

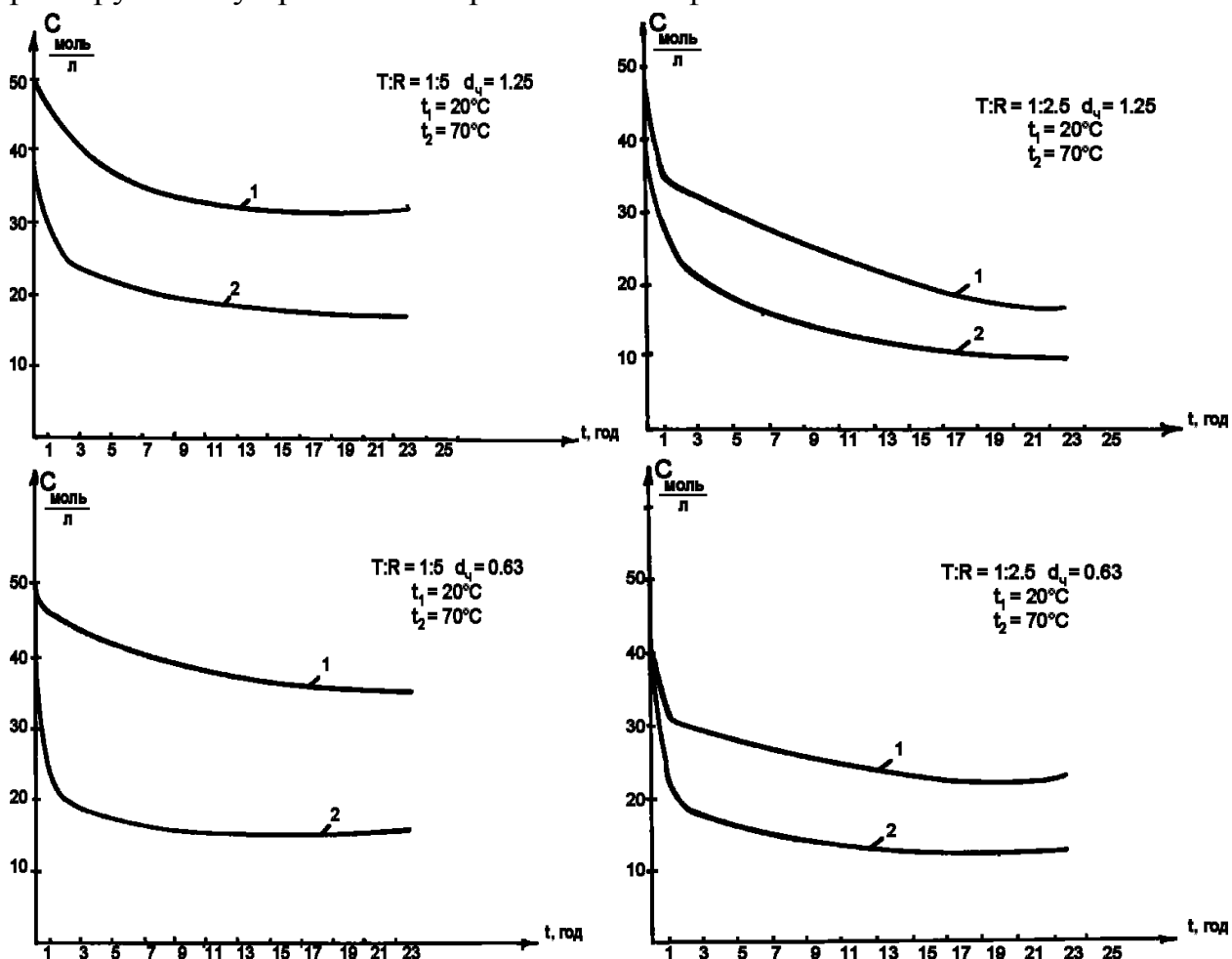


Рис. 1. Кінетика процесу хімічного активування цеолітів

Проведені нами досліді показали неможливість адсорбційного очищення води від прямих барвників при використанні модельних розчинів. Попередня хімічна активація цеолітів кислотами (зокрема сірчаною) дає змогу збільшити ефективний діаметр та об'єм внутрішніх каналів, а також появу у структурі сорбенту деякої кількості перехідних та макропор, що дає можливість зробити їх придатними для адсорбції високомолекулярних органічних сполук.

Метою даної роботи було дослідження процесу хімічної активації клиноптилоліту та можливості використання його як адсорбенту барвників з водних розчинів в апараті з мішалкою.

Активування цеолітів кислотою відбувається в наслідок хімічної взаємодії ряду компонентів, що входять у склад цеоліту і вилученням їх екстракційним шляхом з об'єму пор. Для дослідження механізму та кінетичних особливостей процесу хімічної активації аналізували зміну концентрації кислоти в часі, як одного з інгредієнтів процесу.

Процес хімічної активації проводили сірчаною кислотою. Для дослідження механізму та кінетичних особливостей хімічної взаємодії аналізували зміну концентрації кислоти в часі. Досліди проводили при таких умовах: розмір фракцій 0,63 і 1,25 мм, співвідношення Т:Р = 1:2,5 та 1:5, температура становила 20 і 70 °С, кількість обертів мішалки 60 і 180 об/хв.

На рисунках наведені результати кінетики взаємодії сірчаної кислоти і клиноптилоліту.

Табл. Умови та результати досліджень очищення стічних вод

Цеоліт	Барвник	Концентрація барвника $C_{\text{бар}}$, г/л	Співвідношення цеоліту і забарвленої води	Тривалість очищення до настання знебарвлення
Не модифікований цеоліт	Прямий барвник зеленого кольору	0.1008	1:5	Знебарвлення не відбувається за 48 годин і більше
		0.0063	1:10	
	Індигокармін	0.1005	1:5	
		0.0125	1:10	
Модифікований цеоліт	Прямий барвник зеленого кольору	0.0063	1:10	Знебарвлення настає за 0.5 год.
		0.1008	1:10	Знебарвлення настає за 4 год.
		0.0252	1:5	Знебарвлення настає за 3 год.
	Індигокармін	0.0062	1:10	Знебарвлення настає за 0.5 год.
		0.1005	1:10	Знебарвлення настає за 4 год.
		0.0502	1:5	Знебарвлення настає за 3 год.
Активоване вугілля (прототип)	Прямий барвник зеленого кольору	0.1008	1:10	Знебарвлення настає за 24 год.
		0.0063	1:5	Знебарвлення настає за 8 год.
	Індигокармін	0.1005	1:10	Знебарвлення настає за 24 год.
		0.0062	1:5	Знебарвлення настає за 8 год.

Отримані кінетичні залежності для частинок цеоліту розміром $d > 0,63$ мм свідчать про наявність у процесі активації двох стадій: на першій ($\tau < 5$ год.) активна хімічна взаємодія, що супроводжується зміною концентрації, на другій ($\tau > 5$ год.) фактична відсутність взаємодії, що імовірно пояснюється екрануванням доступної для реакції поверхні пор кислотнo-нерозчинними компонентами.

Отримані після активації взірці промивали водою, висушували і використовували як адсорбент. Дані з очищення водних розчинів від прямих барвників активованими цеолітами наведені в таблиці.