

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБЧАСТИХ ПЕРВАПОРАЦІЙНИХ МЕМБРАН

Петрівський М.Д., Шафаренко М.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, petrivsky.maxim@kpi.net

Abstract

The permeability of pervaporation tubular membranes was experimentally determined and the corresponding diffusion coefficients through the membrane wall were calculated. The dependence of these values on the temperature of the pervaporation process and the thickness of the membrane wall was obtained.

Keywords: *membrane, pervaporation, diffusion, permeability, permeation*

Вступ. Як відомо, тонке розділення рідких багатокомпонентних сумішей із застосуванням первапораційних мембран дозволяє отримувати хімічно чисті рідкі компоненти завдяки тому, що розділення відбувається на молекулярному рівні. Процес первапорації складається з трьох стадій, це – розчинення компонента на поверхні мембрани, з якою він контактує, дифузія молекул компонента через стінку мембрани, випаровування компонента з іншої поверхні мембрани в навколишнє середовище. Лімітуюча стадія первапорації – це дифузія молекул компонента через стінку мембрани.

Рушійна сила первапорації – це різниця концентрацій між концентрацією компонента (перміата) біля поверхні мембрани, з якої відбувається випаровування, та концентрацією перміату в паровій фазі. Перевага процесу первапорації на ультрафільтрацією або зворотнім осмосом полягає в тому, що цей процес відбувається при атмосферному тиску. Такі характеристики мембрани як проникність та коефіцієнт дифузії визначають продуктивність мембранного апарату за перміатом.

Метою нашої роботи було визначення проникності та коефіцієнтів дифузії органічних речовин різних класів через мембрану та впливу на ці величини температури проведення процесу первапорації та товщини стінки мембрани.

Матеріали та методи. Експерименти проводились на установці, яка була описана в роботі [1]. Установка кріпилась на легкому каркасі та складалась з первапораційної трубчастої мембрани, одна сторона якої з'єднувалась з скляною ємністю, а інша була закрита металевою пробкою. В ємність заливався органічна рідина, яка повністю заповнювала внутрішню порожнину мембрани і до половини заповнювала ємності. Потім установка ставилась на електронні ваги (похибка вимірювання ± 0.01 г). В ході дослідів вимірювалась маса рідини, яка протифундувала через стінку мембрани та випаровувалась з неї, та час, протягом якого відбувався процес первапорації. Під час експериментів брались мембрани з різною товщиною стінки та змінювалась температура проведення процесу.

Масову проникність мембрани визначали за формулою:

$$m = \frac{\Delta G}{\pi d l \cdot \Delta \tau}, \quad (1)$$

де ΔG – маса органічної речовини, яка протифундувала через стінку мембрани, кг; d, l – відповідно внутрішній діаметр та довжина мембрани, м; Δt – час проведення досліду, с.

Коефіцієнт дифузії розраховувався за формулою:

$$D = \frac{m}{\rho} \delta, \quad (2)$$

де ρ – густина вихідної розчини; δ – товщина стінки мембрани.

Результати та обговорення. Експерименти проводилися з речовинами, які відносяться до класу розчинників. Всі дослідження ділилися на два типи: протолітичні розчинниками, до складу яких входять атоми кисню, та апротонні, які їх не містять. Результати проведених експериментів приведені (табл. 1).

Таблиця 1. Проникність первапараційних мембран за деякими органічними речовинами.

Речовини		Проникність $m \cdot 10^3 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$								
		20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C
Дихлорметан	2,5	0,3	0,375	0,45	0,525	0,6				
	1,3	1,111	1,389	1,667	1,944	2,222				
	1	2,948	2,348	2,818	3,287	3,757				
Гексан	2,5	0,15	0,187	0,225	0,263	0,3	0,338	0,375	0,413	0,45
	1,3	0,535	0,694	0,833	0,972	1,111	1,25	1,389	1,528	1,667
	1	0,938	1,472	1,407	1,641	1,875	2,11	2,344	2,579	2,813
Ацетон	2,5	0,034	0,043	0,051	0,05	0,068	0,077	0,085		
	1,3	0,139	0,174	0,208	0,243	0,278	0,313	0,347		
	1	0,236	0,295	0,354	0,413	0,472	0,53	0,591		
Етанол	2,5	0,016	0,019	0,023	0,027	0,031	0,035	0,039	0,043	0,047
	1,3	0,03	0,032	0,045	0,052	0,059	0,067	0,074	0,082	0,089
	1	0,097	0,122	0,146	0,17	0,194	0,229	0,243	0,267	0,292

Метилхлорид та гексан – це представники аполярних розчинників, а ацетон та етанол є протолітичними розчинниками. Як видно з таблиці 1, проникність мембрани за апротонними розчинниками значно більша, ніж за протітичними. Але для всіх розчинників проникність мембрани зростає пропорційно збільшенню температури процесу первапорації. Також проникність мембрани значно зростає при зменшенні її товщини стінки, наприклад, при зменшенні товщини стінки в два рази проникність мембрани зростає в чотири рази. Коефіцієнт дифузії через первапораційну мембрану пропорційний її проникності та товщині стінки.

Висновки. За результатами проведених досліджень був визначений проникності мембрани для різних органічних розчинників, а також вплив на процес первапорації температури та товщини стінки мембрани.

Список використаної літератури:

1. Буртика Г.А. Процеси переносу в полімерних мембранах. Частина 1 [Текст] / Г.А. Буртика, Л.Г. Ружинська, С.О. Гегечко, М.В. Шараренков // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Т.1, №5(65). – С.1-5.
2. Буртика Г.А. Процеси переносу в полімерних мембранах. Частина 2 [Текст] / Г.А. Буртика // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Т.2, №2(62). – С.41-44.