

ПОРИСТИЙ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕН ТА ВПЛИВ РІЗНОГО СКЛАДУ ПОРОУТВОРЮВАЧІВ НА ЙОГО СТРУКТУРУ

Калюжний О.Б. к.т.н. доцент; Марченко М.М. магістр

Державний біотехнологічний університет

У роботі досліджено вплив різних твердих пороутворювачів, зокрема NaCl і NaHCO₃, а також їх комбінацій на структуру пористого політетрафторетилену (PTFE). Визначено переваги методу соляного вимивання для отримання контрольованих пор із чіткими межами. Результати дослідження можуть бути корисними для розробки пористих матеріалів із заданими характеристиками.

Різноманітні застосування пористих полімерів потребують специфічних порових структур, кожна з яких може бути отримана певним методом. На сьогодні існує велика кількість методів формування пористих полімерів, заснованих на хімічних, фізичних і хіміко-фізичних процесах [1].

Одним із методів отримання пористих полімерів у широкому діапазоні значень пористості є використання різних пороутворювачів, які додають у полімер із подальшим їх випаровуванням, вигоранням або розчиненням.

Застосування розчинних [2] або частково газифікованих [3] неорганічних сполук як пороутворювачів дозволяє формувати контрольовані порові структури об'ємних пористих полімерів із відкритою пористістю.

Основою пористого полімерного матеріалу був комерційний порошкоподібний ПТФЕ (розмір частинок 80-120 мкм, густина $\rho_{\text{ПТФЕ}} = 2,19 \cdot 10^3$ кг/м³).

Метод сольового вилуговування дозволяє формувати порові структури з регульованим розміром пор і пористістю шляхом зміни розміру та концентрації пороутворювача [4]. Як розчинний пороутворювач використовували комерційний хлорид натрію (NaCl). Густина NaCl становить $2,17 \cdot 10^3$ кг/м³, що близька до густини ПТФЕ, і це дозволяє отримати якісне змішування компонентів [2]. Іншим підходом до формування порової структури є використання частково газифікованого пороутворювача [2]. В якості пороутворювача, який частково газифікується, було обрано гідрокарбонат натрію (NaHCO₃). Густина NaHCO₃ також близька до густини ПТФЕ й становить $2,16 \cdot 10^3$ кг/м³.

Пористі полімерні матеріали виготовляли шляхом попередньої підготовки суміші порошків полімеру й пороутворювача, їх змішування, пресування, термообробки, вилуговування пороутворювача та сушіння.

Можна очікувати, що суміш пороутворювачів NaCl і NaHCO₃ здатна формувати пористі матеріали з контрольованою поровою структурою, оскільки завдяки частковій газифікації NaHCO₃ утворюється взаємозв'язана структура пористого каркаса.

У даній роботі вивчено морфологію пористого ПТФЕ з пористістю 80%,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
отриманого методом вилугування пороутворювача з різними
співвідношеннями NaCl і NaHCO₃ (табл. 1).

Таблиця 1. Суміші пороутворювачів, що були використані в дослідженнях

Код пороутворювача	Використані пороутворювачи/пропорції
100C	100% NaCl
75C25N	75% NaCl, 25% NaHCO ₃
50C50N	50% NaCl, 50% NaHCO ₃
25C75N	25% NaCl, 75% NaHCO ₃
100N	100% NaHCO ₃

Порові структури вивчалися оптичним методом за допомогою цифрового мікроскопа USB Digital Microscope 1600X 8 LED (рис.1).

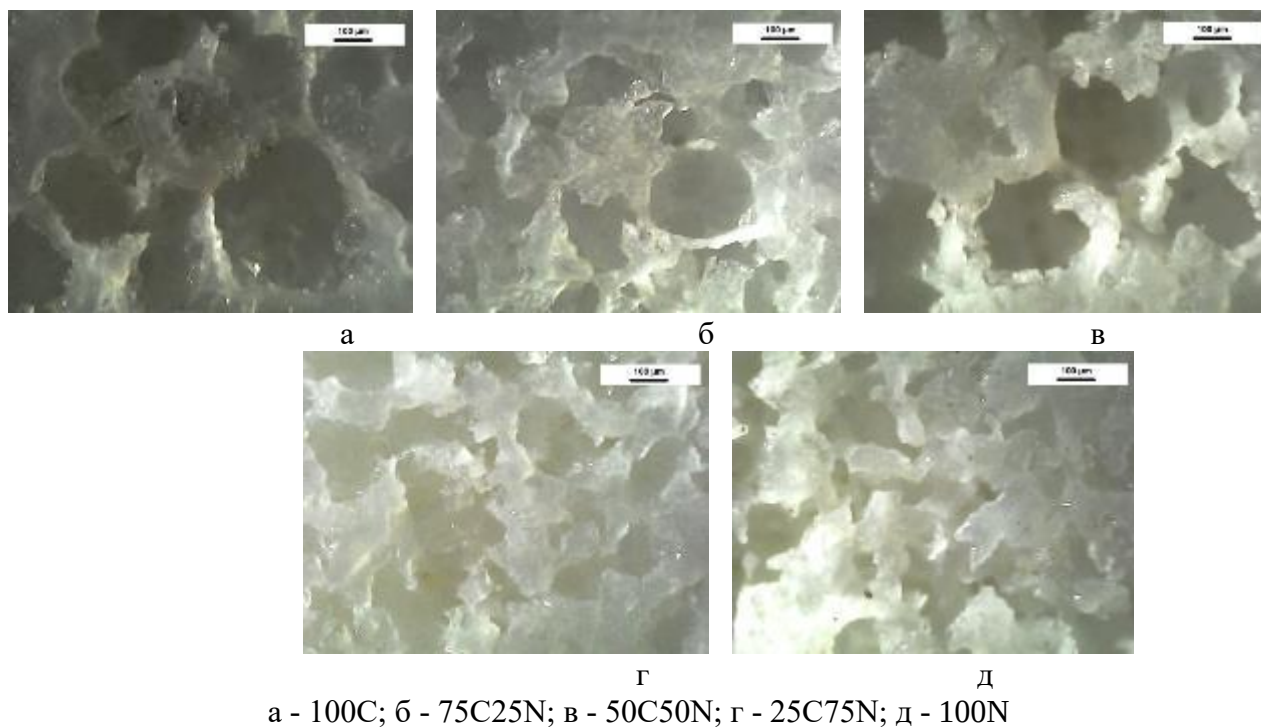


Рис.1. Структури ПТФЕ порова структура яких отримана пороутворювачами:

Встановлено, що склад вилуговуваного пороутворювача впливає на морфологію та механічні характеристики пористого ПТФЕ. Із збільшенням вмісту NaHCO_3 у складі пороутворювача морфологія пор різко змінюється: пори набувають неправильної форми (рис. 1д). Матеріал 100С має морфологію з добре розвиненою поровою структурою порівняно з іншими композитами (рис. 1а). Водночас додавання до складу пороутворювача 25% NaHCO_3 призводить до руйнування міжпорових перегородок і зростання взаємозв'язку порової структури (рис. 1б).

При використанні розчинного пороутворювача формуються відкриті пори. Розмір пор прямо залежить від розміру частинок пороутворювача. При рівномірному розподілі отримуються однорідні пори, які забезпечують створення регулярної порової структури. Такі пористі матеріали зазвичай мають високий ступінь відкритої пористості, що корисно для фільтрації,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 транспортування рідин чи газів.

При використанні частково газифікованого пороутворювача часткове перетворення пороутворювача в газ створює пори із взаємозв'язаною структурою. Часто пори утворюють більш розгалужену та безперервну сітку. Така структура корисна для створення матеріалів із високою проникністю, особливо для застосувань у теплообміні.

Комбінація NaCl і NaHCO₃ дозволяє створити пористі структури з різним розміром і типом пор. Завдяки регулюванню співвідношення цих пороутворювачів можна впливати на загальну пористість і ступінь відкритості пор. При цьому утворюється більш складна й багаторівнева пориста структура, що поєднує великі й дрібні пори. Матеріали з такою структурою підходять для специфічних задач, наприклад, у біомедицині (тканинна інженерія) або як носії для каталізаторів.

Таким чином використання розчинних і частково газифікованих пороутворювачів окремо дозволяє створювати матеріали з конкретними характеристиками, тоді як їх комбінація дає можливість отримати більш складні й універсальні структури, що поєднують переваги обох підходів.

Список використаних джерел

1. Drobny, J.G. Technology of fluoropolymers. CRC Press Taylor & Francis Group, (2009) 250 p.
2. Kaliuzhnyi, O.B., Platkov, V.Y. The structure and properties of porous poly(tetrafluoroethylene). J Polym Res 29, 32 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>
3. Kaliuzhnyi, O. B., Platkov, V. Ya. Formation of Porous Poly(tetrafluoro-ethylene) Using a Partially Gasified Porogen. Iran J. Mater. Sci. Eng., 2, 17 (2020) <https://doi.org/10.22068/ijmse.17.2.13>
4. Калюжний О.Б., Платков В.Я. Исследование структуры пористого материала методом графического компьютерного моделирования. Научный журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» 2017 р. №9 с.74- 77.