

Дослідження нових композитних багатошарових фільтруючих матеріалів на основі полімерних тканин

Маковський В.Р., студ.; Чемерис А.О., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Наведено дослідження багатошарових композитних фільтруючих матеріалів на основі полімерних тканин з утворенням фільтруючої корки та без пропускання газу.

Вступ. Фільтрування з утворенням корки – це широко використовуваний та надійний метод у хімічній, фармацевтичній та харчовій промисловості для механічного відокремлення рідин від суспензії, відповідно до принципу поверхневої фільтрації. Традиційним обладнанням для реалізації цього процесу є барабанні, дискові і стрічкові фільтри.

Величезне значення для результату фільтрації має вибір відповідного матеріалу, що фільтрує. Найчастіше фільтруючим матеріалом є тканина, яка, будучи складеною з ниток основи та ниток, які вплітаються в основу, найбільш ефективно використовується для розділення компонентів [1].

Фільтруючі тканини в основному виготовляються із синтетичних матеріалів, але також можуть бути виготовлені з металу, скла або мінеральних матеріалів. Структура, діаметр і матеріал ниток основи і та ниток, які вплітаються в основу, а також візерунок, в якому нитки переплітаються, визначають властивості одержуваної тканини.

При великомасштабній фільтрації з утворенням корки добре зарекомендували себе текстильні тканини із синтетичних волокон, оскільки вони відповідають таким вимогам як: механічна стійкість, стабільність матеріалу, термін служби, а також вимогам самого процесу фільтрації. В даний час комерційно доступні тканини мають розміри пор, які зазвичай набагато більші, ніж дрібні частки суспензії, і тому не перешкоджають потоку газу, що є недопустимим.

В рамках дослідницької роботи [1] розробляються нові матеріали, що фільтрують, на основі текстильних тканин. В даному дослідженні розробляються матеріали, які дозволяють здійснювати фільтрацію з утворенням корки без пропускання газу і в той же час витримують механічне навантаження, яке утворюється під час фільтрації. Для цієї мети використовуються фільтрувальні тканини з мікропористими мембранами, поширені в області мікрофільтрації, у поєднанні з різними методами ламінування.

У галузі фільтрації рідин було також проведено ряд досліджень, зокрема, для розробки композиту мембрана-тканина, які більш докладно описані нижче.

Одними з головних вимог до фільтруючих тканин, які фільтрують суспензію без пропускання газу є розмір пор тканини, який повинен бути не більше 1 мкм, а також гідрофільність матеріалу. Обидві вимоги відносяться до реалізації мінімального капілярного тиску фільтрувальної тканини, який має бути більшим, ніж більша частина розподілу капілярного тиску фільтрувальної корки. Через обмеження діаметра волокон 1 мкм, зменшення розміру пор фільтрувальних тканин, які можуть бути використані у великих масштабах, обмежено мінімум 15 мкм, навіть при оптимальному поєднанні переплетення та тонкості ниток. Це означає, що потік газу проходить через матеріал під час механічного осушення та після подолання капілярного тиску фільтрувальної корки.

Теоретично, зменшення розміру пор фільтрувальних тканин може бути досягнуто шляхом заміни волокон нановолокнами. У нещодавно опублікованих патентах [2,3] описано процес електроформування, за допомогою якого нановолокна можуть бути нанесені на фільтрувальні ворсинки або тканини. Однак для створення ефективних пор розміром в 1 мкм необхідно безліч шарів нановолокон, що робить процес дуже дорогим. Практична придатність матеріалів, що фільтрують, виготовлених таким чином, ще не доведена.

В роботі [4] експериментальний зразок фільтруючої тканини з поліпропілену було поміщено в температурну камеру з прес-формою разом з вирізкою мембрани, також виготовленої з поліпропілену. Таким чином був сформований пакет тканина-мембрана-тканина. Температурна камера була нагріта між температурою склування та температурою плавлення поліпропілену для нагрівання та розм'якшення зразків матеріалу.

Після загартування стопка зразків у температурній камері була механічно стиснута на кілька відсотків за допомогою прес-форми. Під час цього процесу аналізатор текстури вимірював силу пружності та деформацію. Після того, як зразок був розвантажений та охолоджений, міцність з'єднання між мембраною та фільтрувальною тканиною була перевірена та виміряна в аналізаторі текстури.

На рис. 1 показано отриманий композит з мембрани та тканини. Ці випробування довели, що мембрано-тканинні композити можуть бути отримані шляхом термомеханічного з'єднання.

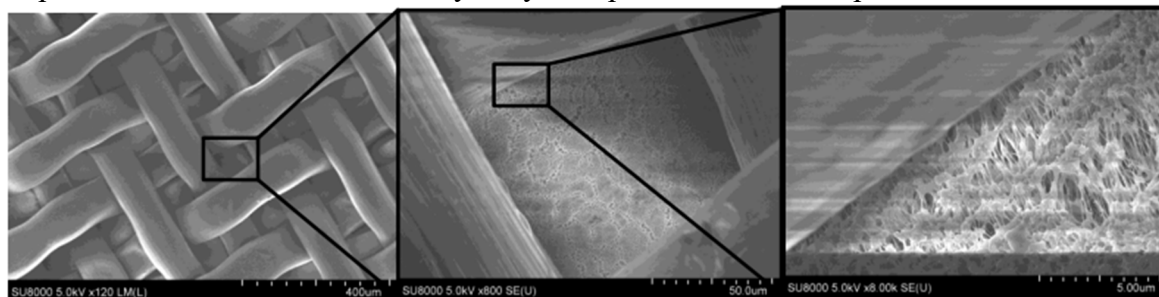


Рисунок 1 – SEM-зображення композиту мембрана-тканина, отриманого шляхом термомеханічного з'єднання

Виробники фільтрів і користувачі фільтрів з технологією, описаною вище, отримують значні переваги перед конкуруючими компаніями хімічної, фармацевтичної чи харчової промисловості.

Проаналізувавши існуючу літературу на дану тему, можна сказати, що до цих пір відсутні фільтруючі матеріали з текстильної тканини, що мають необхідний високий капілярний тиск для механічного фільтрувального осушення з утворенням корки без пропускання газу і водночас відповідають механічним вимогам для подальшого використання в технічних фільтруючих апаратах. З цієї причини осушення при перепаді тиску газу, без його пропускання, поки що не може бути реалізовано у фільтрах, що використовуються у промислових масштабах, незважаючи на їх переваги.

Висновки. Аналізуючи все вище сказане, можна зробити висновок що, для розробки нових фільтруючих матеріалів з мембранно-тканинних композитів, які відповідають вищевказаним вимогам, існує велика потреба в дослідженнях, особливо в частині систематичного вивчення створення міцного з'єднання між мембраною і фільтруючої тканиною. Огляд стану досліджень показує актуальність цілісного підходу до розробки фільтруючих матеріалів у поєднанні з техніко-технологічним дослідженням.

Перелік посилань

1. H. Anlauf, Filtermedien zur Kuchenfiltration – Schnittstelle zwischen Suspension und Apparat, Chem.-Ing.-Tech. 79 (2007) 1821–1831.
2. M.M. Hossain, H. Meier, M. Camani, Composite and method for producing a composite for an acoustic component, Patent EP3231595A1, 2017.
3. M.M. Hossain, M. Camani, A protective vent and method for producing a protective vent, Patent EP3366362A1, 2018.
4. S. Antonyuk, F. Feser, Berechnung der Kuchenfiltration in Fließschemasimulationen mit numerischen Verfahren: IGF-Vorhaben Nr. 17994 N, Abschlussbericht, 2016.