

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Наведена загальна класифікація фільтрів. Розглянуто нові технології в сфері фільтрувальних матеріалів, структури фільтрів, сировинний склад. Проаналізовано залежність розподілу і продуктивності фільтру від фізичних та хімічних властивостей фільтрувальних продуктів, технологічних умов процесу фільтрування, та від типу фільтрувального матеріалу. Розглянуто питання проектування, будови, виготовлення і вибору фільтрувальних матеріалів, які у більшості випадків мають вирішальне значення для фільтрування, а особливо на початку процесу при затриманні на поверхні матеріалу перших частин твердої фази до утворення осаду, оскільки цим визначається швидкість фільтрування (продуктивність фільтру), чистота фільтрату та інші показники.

Ключові слова: фільтрувальні матеріали, структура, призначення, властивості.

N.N. ZASHCHEPKINA, E.P. DREGULYAS, N.R. KONAHEVICH

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF PRODUCTION DEVELOPMENT OF FILTER MATERIALS

The general classification of the filters. Some new technologies in the filter material, the filter structure, raw material composition. The dependence of the distribution and performance of the filter on the physical and chemical properties of filtration products, process conditions the filtering process and the type of filter media. The problems of design, construction, manufacture and choice of filter media, the majority of which are crucial for filtering, especially at the beginning of the detention on the surface of the material of the first parts of the solid phase to the formation of sludge, because this determines the rate of filtration (filter performance) clean filtrate and other indicators.

Keywords: filter material, the structure, function, properties.

Вступ

Гостра екологічна ситуація, пов'язана із забрудненням атмосфери і промислових стоків, призводить до необхідності розробки нових технологій, використання дешевих фільтруючих елементів, що допускають багаторазову регенерацію.

Створення фільтруючих матеріалів, що поєднують продуктивність з високою утримуючою здатністю, є на сьогодні найважливішим завданням, успішному вирішенню якого сприяє як правильний вибір конструкцій фільтрувального апарату, умов процесу фільтрації, так і вибір самих фільтрувальних матеріалів.

Фільтрувальні матеріали можуть бути використані як в якості фільтрів, так і при попередньому очищенні води, газів, органічних розчинників, мінеральних і органічних низько-кислотних розчинників, моно-лужних розчинників, масел, нафти, фотоемульсій, радіоактивних аерозолів, та ін..

На даний час для виготовлення фільтрувальних елементів використовується широкий спектр синтетичних полімерів. Поряд з поліетиленом, поліпропіленовими, поліамідними та поліефірними волокнами, перевагою користуються термопласти, які дуже зручні для переробки екструзією, що дає можливість отримувати одиночні нитки або пряжу.

Для захисту та очищення довкілля від шкідливих викидів, від забруднення нафтопродуктами, для переробки і утилізації відходів застосовують сорбційні та фільтрувальні матеріали.

В основі роботи пористих фільтрів всіх видів лежить процес фільтрації газу через перегородки, в ході якого тверді частинки затримуються, а газ повністю проходить крізь них. Фільтруючі перегородки різноманітні за своєю структурою, але в основному вони складаються з волокнистих або зернистих елементів і умовно поділяються на такі типи:

- гнучкі пористі перегородки – ткани матеріали з природних, синтетичних або мінеральних волокон; неткані волокнисті матеріали (повсть, клеєні і голкопробивні матеріали, папір, картон, волокнисті мати); комірчасті листи (губчаста гума, пінополіуретан, мембранні фільтри);
- напівтверді пористі перегородки – шари волокон, стружка, в'язані сітки, розташовані на опорах;
- жорсткі пористі перегородки – зернисті матеріали (пориста кераміка або пластмаса, спечені або спресовані порошки металів, пористе скло, вуглеграфітові матеріали та ін.); волокнисті матеріали (сформовані шари зі скляних і металевих волокон); металеві сітки і перфоровані листи.

Залежно від призначення і величини вхідної і вихідної концентрації, фільтри умовно поділяють на три класи: фільтри тонкого очищення, повітряні фільтри, промислові фільтри.

Результати та їх обговорення

За останній час ткани фільтри удосконалюються за рахунок застосування нових матеріалів. У таких фільтрах застосовують фільтруючі матеріали двох типів: звичайні тканини, виготовлені на ткацьких верстатах і повсть, одержана шляхом звалювання або механічного переплутування волокон голкопробивним методом. У типових фільтрувальних тканинах розмір наскрізних пір між нитками досягає 100–200 мкм. Якщо раніше такі фільтри виготовлялися в основному з натурального сировинного складу і волокнистої пряжі, що призводило до їх недовговічності, то тепер – із синтетичних волокон і ниток, одно-

багатониткової пряжі. Це дозволило отримувати основу, яка здатна нести електростатичні заряди, що допомагає при фільтрації повітряних сумішей і газів.

На сьогодні розроблені різні способи модифікації поверхні тканих фільтрів способом нанесення іншого матеріалу. Зокрема, може проводитися ламінування декількох фільтрувальних шарів. Приклад – Filterlink, характерною особливістю якого є дуже гладка лицьова поверхня, що володіє високою стійкістю до забруднення [1].

Фільтрувальна спроможність тканин залежить від характеру і кількості пор у тканині, які визначаються сировинним складом та її структурою. Виявлено, що фільтрувальна спроможність тканини пояснюється особливостями її будови (полотняне переплетення, мінімальна щільність, максимальна поверхнева пористість та максимальний розмір наскрізних пор, як по основі, так і по утоку) [1].

Фільтруючий елемент волокнистих фільтрів складається з одного або декількох шарів, в яких однорідно розподілені волокна. Волокнисті фільтри, мають пори, рівномірно розподілені між тонкими волокнами, працюють з високою ефективністю; ступінь очищення – 99,5–99,9% при швидкості фільтруючого газу 0,15–1,0 м/с і $P = 500, 1000$ Па. Фільтрами з скловолокнистих матеріалів можлива очистка агресивних газів при температурі до 275 °С. Для тонкого очищення газів, при підвищених температурах, застосовують фільтри з кераміки, тонковолокнистої вати з нержавіючої сталі, що мають високу міцність і стійкість до змінних навантажень; проте їх гідравлічний опір складає 1000 Па. Волокнисті фільтри тонкого очищення використовуються в атомній енергетиці, радіоелектроніці, точному приладобудуванні, промислової мікробіології, в хіміко-фармацевтичній та інших галузях. Фільтри дозволяють очищати великі об'єми газів від твердих часток всіх розмірів, включаючи субмікронні [2].

Особливий інтерес представляють трикотажні фільтруючі рукави, виготовлені основов'язаним способом. Їх міцність і деформаційні характеристики, а також поверхнева щільність легко варіюється. За допомогою такого способу можливе виробництво безшовного фільтрувального елемента, що скорочує економічні витрати на додаткову сировину, крім того, виключає можливість швидкого руйнування рукавів в зоні з'єднання. Безшовні фільтруючі рукави, пройшли апробацію та працюють на підприємствах цементної, харчової, машинобудівної промисловості та у виробництві будматеріалів. Аналіз безшовних основов'язаних фільтрувальних рукавів показав високу ефективність пилловловлювання $\eta = 99,99\%$, повітропроникність $V = 165 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$, розривна міцність в довжину рукава діаметром 200 мм складає 88 кН. Працездатність – 19–25 місяців. Рукава задовільно очищаються при зворотній продувці. Поверхня структури дозволяє витрушувати навіть вапняковий пил, який осів і затвердів на рукаві. Ступінь регенерації після продувки становить 94–97%. Номінальна поверхнева щільність в основов'язаних рукавах дорівнює $345 \text{ р}/\text{м}^2$ [1].

Раніше в області нетканих фільтрувальних матеріалів застосовувалась повсть, однак через малу розривну міцність і низьку проникність її використання обмежувалося. Удосконалення методів лиття полімерів з розплаву дозволило почати виробництво екструзійних повітряно-наповнених полімерних волокон, названих «spunbonded». Матеріали нової технології дали можливість отримувати волокна надзвичайно малого діаметру, задовільно показали себе в здійсненні тонкої фільтрації. З таких пластиків можуть виготовлятися шаруваті фільтрувальні матеріали типу «сендвіч».

Існують також фільтрувальні матеріали у вигляді сіток, отриманих з дроту і одиночних пластмасових ниток (рис. 1). Зважаючи на особливості фільтрації їх слід розглядати в категорії сит, характерною особливістю яких є гарантовані розміри осередків [1]. Сита можна отримувати кількома способами, найпоширеніший з яких – спікання декількох сіток. Для здійснення на дротяних сітках найбільш тонкої фільтрації використовують багатошарові сітки, названі за кордоном Worr's Poromet.



Рис. 1. Приклад фільтрувального матеріалу у вигляді сітки

Новинкою серед фільтрувальних матеріалів є мембрани. Після розробки способів ультрафільтрації мембрани використовуються для видалення твердих частинок з рідин. Швидке визнання мембранної технології і створення цілого нового напрямку – мікрофільтрації – було обумовлене потребою в проведенні тонкої фільтрації. За допомогою даного процесу досягається високий ступінь очищення, але він пов'язаний зі значним падінням тиску, тому мембрани повинні мати велику міцність. Для розв'язання цієї задачі їх забезпечують спеціальним підтримуючим шаром.

Розвиток матеріалів для виробництва мембран проводиться в двох напрямках: перший – розробка конструкції фільтруючої мембрани, яка дозволяє працювати при великому перепаді тиску (мембрани з армуючої сітки, багатошарові мембрани); другий – отримання матеріалів з певними розмірами пор, мінімальним їх розкидом і рівномірним розподілом пор по поверхні. Через помірну вартість і велике значення мембрани стали головним елементом

водоочисного обладнання. Одночасно з цим вони стали головним товаром на ринку фільтрувальних матеріалів.

Також тенденція розвитку фільтрувальних матеріалів надає популярності фільтрам, виготовлених з металів і кераміки, що дає можливість застосовувати мембранну технологію для фільтрації агресивних розчинів з високими температурами [1]. На сьогодні керамічні мембрани випускаються багатьма

зарубіжними фірмами.

Неабиякого розмаху популярності набули змінні фільтруючі елементи, які найчастіше називаються картриджами. Після закінчення строку експлуатації вони викидаються або регенеруються. Картриджі представляють собою закінчену конструкцію, що складається з фільтруючого матеріалу, несучих елементів, які забезпечують механічну міцність, і елементів сполучення з корпусом фільтра.

Сучасні картриджі характеризуються різноманітністю асортименту наповнення і різними технічними характеристиками. Картриджі поділяються на два види: головний елемент першого типу являє собою відрізок циліндричної труби, закритий з двох сторін для входу і виходу фільтрувального потоку. У внутрішню порожнину труби поміщається фільтрувальний матеріал. До другого відносяться картриджі, які складаються з набору однакових, послідовно з'єднаних фільтрувальних елементів, розміщених у єдиному корпусі. За останні роки конструкції основних елементів майже не змінилися. Найбільш важливі зміни торкнулися складчастих пристроїв для очищення газових і повітряних [2]. Наповнювачами картриджів служать різні фільтруючі середовища: активоване вугілля, іонообмінні смоли, природні та штучні мінеральні сполуки та ін. Технічні рішення, впроваджені для удосконалення картриджних фільтрів, були спрямовані на протидію утворення застійних зон, ділянок прориву фільтруючого потоку і ущільнення насипного матеріалу.

Одна з найпопулярніших категорії фільтрувальних матеріалів є повітряна і газова фільтрація. За останні десятиліття ця область помітно розвинулась. На сьогодні тут застосовують матеріали, отримані з розплаву поліфеніленсульфідних каучуків. Жорсткі вимоги законодавства з охорони навколишнього середовища та підвищення вимог до якості очищення повітря, спричинило велику увагу до проблем видалення найдрібніших частинок з повітряних сумішей [1]. Через здатність пилу накопичуватись в повітряних масах та електризуватись і служити причиною вибухів, особливу важливість в газоочистці набули фільтрувальні середовища з електростатичною стійкістю.

Велика увага, яка приділяється керамічним і металевим матеріалам, зумовлена важливістю спроможності середовища очищати гарячі гази, оскільки відомо, що обидва ці види матеріалів здатні витримати високу температуру. Найбільш розповсюджені металеві фільтри складаються з гофрованої жароміцної сталеві стрічки і пористої кераміки. Такі фільтри поєднують високу ступінь очищення з тривалою термічною стійкістю. Щоб з повітряних мас видалялися не тільки тверді часточки пилу, але і отруйні домішки, розроблені комбіновані матеріали, які об'єднують фільтруючі середовища з адсорбційними матеріалами або матеріалами, які видаляють домішки. Так, наприклад, активоване вугілля з'єднують з волокнами або нитками.

Висновки

На сьогодні спостерігається велика активність впровадження нових технологій в сфері фільтрувальних матеріалів.

Якість розподілу і продуктивність фільтру залежить не тільки від фізичних та хімічних властивостей фільтрувальних продуктів, технологічних умов процесу фільтрування, а і від типу фільтрувального матеріалу. Тому питання проектування, будови, виготовлення і вибору фільтрувальних матеріалів у більшості випадків мають вирішальне значення для фільтрування, а особливо на початку процесу при затриманні на поверхні матеріалу перших частин твердої фази до утворення осаду, оскільки цим визначається швидкість фільтрування (продуктивність фільтру), чистота фільтрату та інші показники.

Література

1. Иванов М.В. Тенденции в развитии фильтровальных материалов / М.В. Иванов // Журнал Акватерм. – 2003. – № 6.
2. Пелик Л.В. Розробка асортименту і дослідження властивостей фільтрувальних тканин із поліамідних та поліефірних волокон : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Пелик Л.В. – 1999.

References

1. Ivanov M. V. Trends filter media / Journal of Aqua-Therm - 2003. - № 6. [in Russia]
2. Pelyk L.V. Elaboration assortment and research of filter fabrics peculiarities of polyamide and polyessential fibres / Dissertation for the degree of Ph.D. - 1999. [in Ukrainian]

Рецензія/Peer review : 11.3.2013 р.

Надрукована/Printed :21.4.2013 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Піпа Б.Ф.