



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25288 (13) C2

(51) 6 B01D27/04,39/04,39/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАТРОННОГО ФІЛЬТРУВАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ

1

2

(21) 97084125

(22) 24 12 1997

(24) 15 01 2002

(46) 15 01 2002, Бюл. № 1, 2002 р

(72) Цебенко Марія Василівна, Резанова Наталія Михайлівна, Головка Дмитро Богданович, Березненко Микола Петрович, Майборода Михайло Михайлович, Ващенко Іван Іванович

(73) Київський державний університет технологій та дизайну

(56) 1 А с СРСР №1736568, МКВ B01D39/16, 1992р

2 Патент США №4726901, МКВ B01D 27/04

(57) 1 Спосіб виготовлення патронного фільтрувального елемента із ультратонких синтетичних

волокон, який включає екструзію полімерного матеріалу через волокнотвірну головку у вигляді струменя розплаву, охолодження її і намотування на перфорований каркас, який відрізняється тим, що як полімерний матеріал використовують суміш волокнотвірного і матричного полімерів, через волокнотвірну головку формують композиційну мононитку діаметром 0,3-5,0 мм, а потім екстрагують з неї матричний полімер

2 Спосіб по п 1, який відрізняється тим, що після екстракції матричного полімеру з композиційної мононитки діаметром 1,1-5,0 мм, отриману комплексну нитку із ультратонких волокон додатково перемотують на перфорований каркас

Винахід відноситься до виробництва патронних фільтрувальних елементів (ФЕ) намотувального типу із ультратонких синтетичних волокон (мікро волокон), які формуються із розплаву суміші полімерів, і може бути використаний в технологічних процесах очищення нейтральних і агресивних рідинних та газових середовищ від механічних домішок в різних галузях промисловості

Фільтрувальні елементи намотувального типу широко відомі. Фільтрувальна перегородка в них утворена шаром ниток, намотаних на перфорований каркас. Основні характеристики ФЕ такого типу (ефективність, питома продуктивність, брудоемкість та інш.) визначаються, перш за все, структурою і властивостями ниток та параметрами технологічного процесу виготовлення ФЕ (натяг нитки при намотуванні, кут підйому витків, структура нитки і т.п.)

Відомий спосіб отримання фільтрувального елемента (А С СРСР №1736568, МКВ B01D39/16, 1992р) шляхом пошарового намотування нитки, яка утворює наскрізні ромбовидні пори, на перфорований порожнистий стержень. Використання комбінованої нитки, що складається з об'ємної текстурованої нитки і з основи, яка не розтягується, забезпечує більшу рівномірність по структурі і затримуючій здатності ФЕ. Затримуючу здатність ФЕ регулюють шляхом зміни величини натягу нит-

ки при намотуванні збільшують для отримання фільтрів тонкої очистки і зменшують для одержання ФЕ грубого фільтрування. Прагнення отримати фільтр для високої прецизійної очистки за рахунок подальшого збільшення натягу неминує приводити до зменшення об'ємності нитки, розпрямленню витків і в результаті до збільшення розмірів пор, утворених нитками при намотуванні. Реалізувати процес намотування з натягом, що безперервно змінюється в процесі намотування, технічно дуже складно, для цього потрібно використовувати спеціальне обладнання. Збільшення щільності намотування приводить до зменшення пористості, а, значить, і брудоемкості і продуктивності фільтру. Використання ниток з елементарними волокнами діаметром 15 - 20 мкм не дає можливості отримувати ФЕ для мікрофільтрації, тобто з тонкості очистки 1,0 мкм і менше.

Відомий спосіб виготовлення патронного фільтрувального елемента по патенту №4726901 (США), МКВ B01D 27/04, включає екструзію полімерного матеріалу через волокноутворюючу головку у вигляді струменя розплаву, охолодження струменя і намотування на перфорований каркас. З метою формування ультратонких синтетичних волокон струмінь розплаву витягують стислим повітрям, що подається через кінцеві отвори, які оточують волокноутворюючу головку. Ультратонкі

(13) C2
(11) 25288
(19) UA

волокна приймаються на оправку, яка обертається. Після охолодження на оправці утворюється неткана волокниста маса. Для придання останній циліндричної форми використовують спеціальний прижимний ролик. Волокна навивають так, що від центру до периферії зберігають постійний об'єм пор і безперервно змінюють діаметр волокна, наприклад, від 1,5 до 20 мкм. При намотуванні волокон на сердечник, що крутиться, по відомому способу, частина мікрОВОЛОКОН переміщується в одному напрямку з повітряним потоком і потрапляє на оправку перпендикулярно осі і розміщується в волокнистій структурі ФЕ радіально, що приводить до утворення неоднорідної структури. Така структура завжди неоднорідна на мікронному рівні, і тому є велика ймовірність великих пор, що погіршує якість фільтру. Таким чином, в даному способі для формування мікрОВОЛОКОН і їх прийому на перфорований каркас використовується складне енергоємне обладнання. Процес характеризується великими витратами повітря на одиницю продукції.

В основу винаходу покладено завдання створення способу виготовлення патронного фільтрувального елемента, в якому вибір нового матеріалу і введення нових операцій дозволили б отримати фільтрувальні елементи з тонкістю очистки, рівною 0,4 мкм і вище, внаслідок чого розширився б асортимент фільтрувальних елементів, і значно спростила технологія їх одержання.

Поставлене завдання вирішене тим, що в способі виготовлення патронного фільтрувального елемента із ультратонких синтетичних волокон, який включає екструзію полімерного матеріалу через волокноутворюючу головку у вигляді струменя розплаву, охолодження її і намотування, на перфорований каркас, згідно винаходу, в якості полімерного матеріалу використовують суміш волокноутворюючого і матричного полімерів, через волокноутворюючу головку формують композиційну моно нитку діаметром 0,3 – 5,0 мм, а потім екстрагують з неї матричний полімер.

Крім того після екстракції матричного полімеру з композиційної моно нитки діаметром 1,1 – 5,0 мм, отриману комплексну нитку із ультратонких волокон додатково перемотують на перфорований каркас.

Це забезпечить більш цінну і однорідну структуру намотки ниток у фільтруючому шарі, що дозволяє підвищити ефективність фільтрації і отримати ФЕ з тонкістю очистки 0,4 мкм і вище.

Після екстракції матричного полімеру із композиційної мононитки на каркасі залишається фільтрувальний шар, утворений нитками із мікрОВОЛОКОН. При використанні композиційної мононитки діаметром 0,3 – 1,0 мм після екстракції зразу /без додаткового перемотування/ отримують фільтрувальний шар з щільною однорідною структурою. Комплексні нитки із мікрОВОЛОКОН, які одержані із композиційних монониток діаметром 1,1 – 5,0 мм, додатково перемотують на порожнистий перфорований каркас для ущільнення структури та надання однорідності фільтрувальному шару.

Використання в якості полімерного матеріалу суміші волокноутворюючого і матричного полімерів, формування методом екструзії через волокно-

утворюючу головку композиційної мононитки та подальшої екстракції з неї матричного полімеру дозволяє, на відміну від прототипу, одержати фільтрувальні елементи з вищою тонкістю очистки, рівною 0,4 мкм, розширити асортимент ФЕ, а також значно спростити технологію їх виробництва.

Таким чином, при формуванні композиційної мононитки діаметром 0,3 – 5,0 мм із розплаву суміші волокноутворюючого і матричного полімерів, прийом її на перфорований каркас та екстракції матричного полімеру, отримують ФЕ намотувального типу з регульованими структурою і властивостями, який забезпечує ефективну очистку від мікрочастинок аж до 0,4 мкм.

При формуванні композиційної нитки, діаметр якої менший ніж 0,3 мм, отримують фільтрувальний елемент з щільною однорідною структурою. Проте в цьому випадку утруднюється та подовжується процес екстракції матричного полімеру. Фільтрувальний елемент характеризується високою ефективністю очистки, але при цьому різко падають його, продуктивність і брудоемкість. Збільшення діаметру композиційної мононитки вище 5,0 мм приводить до того, що волокноутворюючий компонент утворює в матричному, поряд з мікрОВОЛОКОНАМИ безперервної довжини, короткі волокна і частинки. В процесі фільтрації через ФЕ, який виготовлений із такої комплексної нитки, можливе вимивання коротких волокон і частинок рідиною, яку фільтрують.

Якщо формують композиційну мононитку діаметром 0,3 – 1,0 мм, то її намотують на перфорований порожнистий каркас, екстрагують матричний полімер, і отримують готовий фільтрувальний шар. При використанні мононитки з діаметром 1,1 – 5,0 мм, після екстракції матричного полімеру, на каркасі утворюється рихлий шар із мікрОВОЛОКОН.

Для одержання прецизійного ФЕ намотувального типу в цьому разі комплексну нитку із ультратонких волокон додатково перемотують на перфорований порожнистий каркас.

З літератури невідомо використання комплексних ниток з мікрОВОЛОКОН, які отримані при переробці розплаву суміші полімерів, для виготовлення фільтрувального елемента намотувального типу.

Таким чином, формування композиційної мононитки із розплаву суміші волокноутворюючого і матричного полімерів з послідовним прийомом на перфорований каркас, екстракцією матричного полімеру і герметизацією торців, дає можливість одержати фільтрувальний елемент намотувального типу з структурою і властивостями, які регулюються за рахунок властивостей комплексної нитки з мікрОВОЛОКОН та типом намотки. Створений фільтр придатний для очистки рідинних та газових середовищ від мікрочастинок аж до 0,4 мкм. Основні показники фільтру /ефективність очистки, продуктивність і брудоемкість/ визначаються товщиною фільтрувального шару. Описана структура фільтрувального шару при використанні способу прототипу не реалізується.

Суть запропонованого винаходу заключається в тому, що в якості полімерного матеріалу беруть суміш волокноутворюючого та матричного полімерів і методом екструзії через волокноутворюючу головку формують у вигляді струменя розплаву

композиційну мононитку діаметром 0,3 - 5,0мм, охолоджують її і намотують на перфорований порожнистий каркас, а потім екстрагують з неї матричний полімер розчинником, інертним по відношенню до волокноутворюючого полімеру. Після екстракції матричного полімеру з композиційної мононитки одержують комплексну нитку з ультратонких синтетичних волокон, діаметр яких складає від десятків до декількох мікрон. При використанні комплексних ниток, отриманих із монониток діаметром 0,3 - 1,0мм фільтрувальний шар зберігає структуру і щільність намотки. Після екстракції матричного полімеру з композиційної нитки діаметром 1,1 - 5,0мм утворюється фільтрувальний шар рихлої структури, тому для надання йому щільності і однорідності нитки додатково перемотують на перфорований каркас.

Слід відзначити, що ультратонкі волокна, одержані з розплаву суміші полімерів, мають структуру, якої немає ні в одного відомого синтетичного волокна, а саме, кожне мікрОВОлокно по всій поверхні покрите мікро фібрилами. Описана структура мікрОВОлокон забезпечує їм більшу питому поверхню, об'ємність, добре зчеплення між собою в шарі, що обумовлює високу ефективність очистки, попереджає розмивання фільтрувального шару рідиною, яка фільтрується навіть при підвищених тисках. При цьому товщина фільтрувального шару значно менша, ніж в традиційних способах отримання фільтрів намотувального типу. Властивості ФЕ додатково регулюються за рахунок типу намотки та товщини фільтрувального шару.

Таким чином, по способу, який пропонується, одержують фільтрувальний елемент з тонкістю очистки 0,4мкм і вище. Крім того, спрощується та стає дешевшим процес виробництва ФЕ, оскільки для формування композиційної мононитки використовують просте обладнання, відпадає необхідність в великих об'ємах стиснутого (холодного і гарячого) повітря.

Винахід ілюструється наступними прикладами.

Приклад 1

В кульовому млині готують суміш гранул волокноутворюючого і матричного полімерів. В якості волокноутворюючого використовують поліпропілен (ПП) з наступними показниками: характеристична в'язкість в декаліні при температурі 135°C – 1,2, вміст атактичної фракції – 5%, температура плавлення 169°C, Матричний компонент - сополіамід (СПА) - співполімер капролактаму (50%) і гексаметилен-адіпінату (50%), температура плавлення - 179°C, вміст низькомолекулярних сполук, що екстрагуються водою 2 – 3%. Співвідношення волокноутворюючого і матричного полімерів ПП/СПА складає 20/80% мас. Сополіамід попередньо сушать у вакуумі при температурі 90 ± 5°C до вмісту летючих не більше 0,5% мас, а потім змішують з ПП на дисковому екструдері ЛГП-25 при температурі по зонах екструдера 180 - 210°C. Одержані гранули суміші сушать у вакуумі в тих самих умовах, що і вихідний СПА. Потім із суміші ПП/СПА методом екструзії через волокноутворюючу головку формують у вигляді струменя розплаву композиційну мононитку діаметром 0,2 – 0,3мм, охолоджують її у ванні з водою і намотують у вигляді ромбів на перфорований порожнистий каркас. Формування здійснюють на прядильній машині УФТП-2, при температурі по зонах шнеку 140 - 190°C. Мононитку на каркасі розміщують в екстракторі, де матричний полімер /СПА/ екстрагують етиловим спиртом при температурі кипіння. Після екстракції комплексну нитку сушать на повітрі, а потім герметизують торці розплавом поліпропілену. Ефективність фільтрації одержаних ФЕ оцінюють по повітрю на лічильнику аерозольних частинок АЗ-5. Властивості ФЕ наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив діаметру композиційної мононитки і кількості шарів на ефективність очистки повітря

№ п/п	Діаметр мононитки, мм	Кількість шарів	Ефективність затримки по частинках розміром, мкм		
			0,4	1,0	2,0
1	0,2	150	95,1	98,8	100
2	0,3	150	94,8	98,6	100
3	0,5	150	90,0	92,3	95,1
4	0,5	300	98,1	99,5	100
5	1,0	150	94,4	96,4	99,0
6	Прототип	- ефективність затримки по частинках розміром 3,0мкм – 99%			

Приклад 2

Із суміші волокноутворюючого і матричного полімерів того самого складу і в тих же умовах, що описані в прикладі 1, формують композиційну мононитку діаметром 1,1 - 6,0мм і намотують паралельними фарами на перфорований порожнистий

каркас. Після екстракції матричного полімеру, як описано в прикладі 1, одержану комплексну нитку із мікрОВОлокон перемотують на перфорований каркас. Герметизацію торців і оцінку властивостей ФЕ здійснюють, як в прикладі 1. Властивості ФЕ наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Вплив діаметру композиційної моконитки на ефективність очистки повітря

№ п/п	Діаметр мо- нонитки, мм	Кількість шарів	Ефективність затримки /%/ по частинках розміром, мкм		
			0,4	1,0	2,0
1	2,0	3	96,0	97,9	100
2	3,0	3	98,7	99,8	100
3	5,0	3	80,1	90,9	98,5
4	6,0	3	92,1	86,1	91,4
5	2,0	3	60,2	68,0	80,6 (нитка не перемотана)

Дані таблиць 1,2 свідчать, що в заявлених межах формування композиційної нитки із розплаву суміші волоконотворюючого і матричного полімерів з послідовним намотуванням її на перфорований каркас і екстракцією матричного полімеру, дозволяє одержати фільтрувальні елементи намотувального типу з більшою тонкістю очистки, ніж по способу прототипу /ефективність очистки повітря по частинках 2,0мкм практично 100%, а зразки 2,4 /табл 1/ та 1,2 /табл 2/ забезпечують тонкість

фільтрації 94,4 - 98,7% по частинках 0,4мкм. З таблиці 2 видно, що перемотка комплексних ниток з мікрОВОЛОКОН, одержаних із монониток діаметром /2,0 – 5,0/ приводить до підвищення якості ФЕ ефективність очистки зростає в усьому дослідженому діапазоні частинок. Властивості ФЕ також визначаються кількістю шарів комплексної нитки, намотаної на перфорований каркас збільшення кількості шарів веде до росту ефективності фільтру (зразки №3,4, табл 1)