



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85804 (13) C2

(51) МПК (2009)

B01D 39/16

B01D 39/00

D06M 11/00

B01J 20/06

B01J 20/284 (2008.01)

C02F 1/28

C01F 7/02 (2008.01)

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

(54) ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ І СПОСІБ ЙОГО ОДЕРЖАННЯ, ФІЛЬТР І СПОСІБ ФІЛЬТРУВАННЯ

1

(21) а200802982

(22) 03.08.2006

(24) 25.02.2009

(86) РСТ/RU2006/000410, 03.08.2006

(31) 2005125140

(32) 08.08.2005

(33) RU

(46) 25.02.2009, Бюл.№ 4, 2009 р.

(72) ЛЕРНЕР МАРАТ ІЗРАІЛЬСВИЧ, РУДЕНСКИЙ
ГЕНАДІЙ ЄВГЕНЬЄВИЧ, ПСАХЬЄ СЕРГЕЙ ГРІГО-
РЬЄВИЧ, СВАРОВСКАЯ НАТАЛЬЯ ВАЛЕНТИНО-
ВНА, ПУГАЧЕВ ВЛАДІМІР ГЕОРГІЄВИЧ, РЕПІН
ВЛАДІМІР ЄВГЕНЬЄВИЧ(73) ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТ-
ВЕННОСТЬЮ "ПЕРЕДОВИЕ ПОРОШКОВИЕ
ТЕХНОЛОГИИ", ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

(56) RU, 2242276, C1, 20.12.2004

RU, 2135262, C1, 27.08.1999

RU, 2168357, C2, 10.06.2001

US, 2003127393, A1, 10.07.2003

(57) 1 Фільтрувальний матеріал на основі
нетканого органічного синтетичного полімерного
полотна, що має волокна, який відрізняється тим,
що на волокнах зазначеного полотна закріплено
частинки гідрату оксиду алюмінію.2. Фільтрувальний матеріал за п. 1, який відрізня-
ється тим, що неткане органічне синтетичне
полімерне полотно одержане методом
електроформування, наприклад, з ацетату целю-
лози або полісульфону з діаметром волокон 1,0-
3. Фільтрувальний матеріал за п. 1 або 2, який
відрізняється тим, що частинки гідрату оксиду
алюмінію закріплені на поверхні волокон органіч-
ного синтетичного полімерного полотна, мають
розмір 0,2-5,0 мкм, питому поверхню 100-250 м²/г і
пористість 50-95 %.4 Фільтрувальний матеріал за п. 1, який відрізня-
ється тим, що частинки гідрату оксиду алюмінію

2

закріплено на волокнах нетканого органічного син-
тетичного полімерного полотна як на поверхні, так
і в об'ємі.5. Фільтрувальний матеріал за п. 1, який відрізня-
ється тим, що кількість частинок гідрату оксиду
алюмінію в ньому становить 15-45 % його масової
частки.6. Спосіб одержання фільтрувального матеріалу
шляхом нанесення модифікатора на волокнисту
основу у вигляді нетканого синтетичного полімер-
ного полотна, який відрізняється тим, що як ос-
нову використовують органічне синтетичне полі-
мерне полотно, а модифікатор містить частинки
матеріалу на основі алюмінію, які утворюють в
результаті гідролізу частинки гідрату оксиду алю-
мінію, що закріплюють на волокнах основи.7. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що ви-
користовують органічне синтетичне полімерне
полотно з діаметром волокон 1,0-3,0 мкм, одержа-
не методом електроформування, наприклад, з
ацетату целюлози або полісульфону.8. Спосіб за п. 6 або 7, який відрізняється тим,
що як матеріал на основі алюмінію використовую-
ють порошок алюмінію з розміром частинок менше
за 1 мкм.9. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що як
матеріал на основі алюмінію використовують по-
рошок алюмінію з питомою поверхнею 7-28 м²/г,
одержаний методом електричного вибуху дроту.10. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що
матеріал на основі алюмінію наносять на волокни-
сту основу у вигляді водної або водно-спиртової
суспензії.11. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що
гідроліз матеріалу на основі алюмінію, нанесеного
на волокнисту основу, здійснюють при температурі
10-100 °С, переважно 50-70 °С, протягом від 10
хвилин до 48 годин, переважно 30-60 хвилин.12. Спосіб за п. 6 або 11, який відрізняється тим,
що після закінчення гідролізу фільтрувальний ма-

(13) C2

(11) 85804

(19) UA

теріал промивають водою для видалення частинок гідрату оксиду алюмінію, що не закріпилися на волокнах основи.

13. Спосіб фільтрування, який полягає в забезпеченні контакту рідкого середовища з фільтрувальним матеріалом, який **відрізняється** тим, що як фільтрувальний матеріал використовують органічне синтетичне полімерне полотно, на волокнах якого закріплено частинки гідрату оксиду алюмінію.

14. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що кількість частинок гідрату оксиду алюмінію на одиницю площі поверхні фільтрувального матеріалу, одержаного методом електроформування, наприклад, з ацетату целюлози або полісульфону, становить 80-180 мг/см².

15. Спосіб за п. 13 або 14, який **відрізняється** тим, що за допомогою фільтрувального матеріалу утримують електронегативні частинки, наприклад, бактерії, віруси, колоїдні частинки, пірогени, нуклеїнові кислоти, білки, ферменти та інше.

Винахід стосується виробництва фільтрувальних матеріалів з високими адсорбційними та фільтрувальними властивостями, зокрема він стосується способу отримання фільтрувальних матеріалів на основі синтетичних полімерних волокон для тонкого очищення та знезараження води, водних розчинів та інших рідин, а також у медицині та мікробіології для стерилізаційної фільтрації ін'єкційних та інших розчинів, концентрування біомолекул у фізіологічних рідинах, концентрування та добування вірусів, готування апірогенної води, у біокаталітичних мембранних реакторах.

Відомі неткані матеріали із тонких полімерних волокон, які отримують методом електрорформування. Це так звані тканини (фільтри) Петрянова, які призначено фільтрувати гази, рідини, очищати гази від бактерій [Высокоэффективная очистка газов от аэрозолей фильтрами Петрянова / П.И. Басманов, В.И. Кириченко, Ю.Н. Филатов, Ю.Л. Юров, отв. ред. В. И. Кириченко. - М.: Наука, 2003, 271 с].

Властивості відомих матеріалів зумовлені адгезією небажаних компонентів в рідині або газі на волокнах фільтра під час їх зіткнення. Вони, однак, мало ефективні у разі їх застосування для очищення води від патогенної флори, тому що мікроорганізми виявляють слабку адгезію до волокон фільтра у водному середовищі.

Відомий спосіб отримання адсорбенту [RU 2075345 C1, 1997], в якому ультра дисперсний порошок алюмінію з питомою поверхнею 5-20 м²/г, отриманий електричним вибухом алюмінієвого дроту в середовищі аргону, обробляють водою при 50-60°C з наступним прожарюванням при 300-500°C протягом 1-3 годин.

Такий адсорбент на основі ультра дисперсного алюміній оксиду забезпечує високу сорбційну ємність стосовно розчинним у воді нафтопродуктів, фенолів та важких металів.

Відомий спосіб отримання адсорбентів [RU

16. Спосіб за п. 13 або 14, який **відрізняється** тим, що за допомогою фільтрувального матеріалу стерилізують воду.

17. Спосіб за п. 13 або 14, який **відрізняється** тим, що за допомогою фільтрувального матеріалу утримують неполярні частинки й хімічні забруднювачі, наприклад, частинки нерозчинних оксидів і гідроксидів, водорозчинні нафтопродукти, феноли, галогени, іони важких металів.

18. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що за допомогою фільтрувального матеріалу комплексно очищують воду.

19. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що фільтрувальний матеріал присутній у фільтрі.

20. Спосіб за п. 13, який **відрізняється** тим, що зазначене рідке середовище є водою, водним розчином або біологічною рідиною.

21. Фільтр, який містить фільтрувальний матеріал, який **відрізняється** тим, що як зазначений матеріал вибрано матеріал за будь-яким з пунктів 1-5.

2168357 C2, 2001] на основі оксидних матеріалів, в якому ультра дисперсний порошок алюмінію з питомою поверхнею 5-20 м²/г, отриманий електричним вибухом алюмінієвого дроту в середовищі аргону, обробляють водою при 50-60°C, прожарюють при 200-300°C протягом 1-3 годин, кип'ятять у насиченому розчині натрій бікарбонату протягом 0,5-1,5 годин і знову прожарюють при 200-300°C.

Таким способом поліпшують адсорбційну здатність порошку стосовно фенолів, важких металів і галогенів без зниження ємності щодо розчинних у воді нафтопродуктів.

Відомий спосіб комплексного тонкого очищення дуже забрудненої води [RU 94003073 A, 1995]. Винахід призначено очищувати воду на побутові потреби переважно у разі аварії. Метою винаходу є підвищення ефективності процесу очищення дуже забрудненої води від нафтопродуктів та мінеральних забруднювачів. Згідно з винаходом дуже забруднену воду послідовно пропускають спочатку крізь шар целюлози, активованої додаванням 5%-го окисленого атактичного поліпропілену, потім крізь шар активного алюміній оксиду, одержаного окисненням у водному середовищі ультра дисперсного порошку алюмінію - продукту висаджування у повітря алюмінієвого дроту.

Відомий спосіб очищення води від вірусів [SU 1066942 A, 1982], в якому для очищення води від ентеровірусів з розміром часток 20-30 нм застосовують адсорбент, а саме алюміній моно гідроксид Al(OH) (беміт) з розміром пор 60-90 нм, який перед цим було піддано гідротермальному оброблянню. Спосіб дозволяє досягти 100%-го очищення води, в якій концентрація вірусів сягала 1,5-6,28 Іг ТЦД_{50/мл} та рН середовища був в межах 7,0-7,5.

Недоліком цього способу є кінечність тривалого контакту (2-6 годин) з адсорбентом води, яка містить віруси.

Очищення води способом, описаним у доку-

менті RU 94003073 А, із застосуванням адсорбентів, відомих з документів 1995 RU 2075345 С1, 1997 RU 2168357 С2, 2001, як фільтрувальний матеріал, потребує високого тиску з огляду на високий гідродинамічний опір шару адсорбенту. Через це відбувається винесення адсорбентів потоком рідини крізь фільтрувальні перегородки. До того ж всі способи передбачають стадію прожарювання адсорбенту при 200-300°C, через що продукт стає дорогим.

Відомий спосіб отримання електропозитивного сорбенту [US 6838005 В1, 2005], який полягає в тому, що несферичні частинки алюміній оксиду або джерела алюмінію, який потім реагує з водним розчином з утворенням несферичних частинок, змішують з другим твердим компонентом - частинками волокнистого матеріалу. Із отриманої суміші формують фільтрувальний матеріал згідно з "паперовою" технологією.

Відомий сорбент з несферичних частинок алюміній оксиду та частинок волокнистого матеріалу. Сорбент складається із компонента з негативним зарядом поверхні та модифікатора, вибраного з групи, що складається з оксиду чи гідроксиду магнію, силіцію або їх суміші [RU 2242276 С1, 2004]. Спосіб отримання сорбенту полягає в змішуванні несферичних частинок алюміній оксиду з частинками волокнистого матеріалу. Перед змішуванням до волокнистого матеріалу додають компонент з негативним зарядом поверхні, після змішування всіх трьох компонентів до суміші додають модифікатор. Під час змішування перших трьох компонентів здійснюють активацію суміші електричним струмом або ультразвуком. Потім з отриманої суміші формують фільтрувальний матеріал згідно з "паперовою" технологією.

Основним недоліком згаданих сорбентів є використання в них мікронного скловолокна [US 6838005 В1, 2005] та целюлози [RU 2242276 С1, 2004], як волокнистої основи. Скловолокно може бути небезпечним, якщо його частинки потраплять у відфільтровану рідину, а целюлоза є поживним середовищем для бактерій і є небажаною у фільтрах тривалої дії. Мало того, формування фільтрувальних матеріалів згідно з "паперовою" технологією обмежує вибір матеріалів, якими можливо користуватись як другим твердим компонентом (волокнистою основою), тому що всіма компонентами суміші для формування користуються у вигляді суспензії окремих дрібних частинок. У разі користування волокнами із полімерних матеріалів діаметром менше за 2мкм надто складно отримати механічно міцний фільтрувальний матеріал згідно з "паперовою" технологією. Водночас саме ці матеріали мають якості, яким віддають перевагу, створюючи фільтрувальні матеріали.

Суттєвим недоліком способу отримання сорбенту [RU 2242276 С1, 2004] є неможливість активації суміші електричним струмом або ультразвуком, через що технологія отримання сорбенту є складною та дорогою.

Відомий спосіб модифікування фільтрувального елемента [RU 2135262 С1, 1999], який полягає у просочуванні заготовки фільтрувального елемента, утвореної з вуглецевого нетканого полотна, що

належить до синтетичних полімерних матеріалів, модифікатором, що є водно-органічним розчином наноструктурних частинок срібла. Фільтрувальний елемент, отриманий цим способом, уможливорює відфільтровувати наявні у воді мікробіологічні домішки.

Як зазначається в описі, після оброблення матеріалу з вуглецевого волокна розчином срібла, життєздатних бактеріальних клітин у фільтраті залишається щонайменше на 2 порядки менше, ніж у випадку користування необробленим матеріалом, завдяки бактерицидним властивостям срібла, але у фільтраті залишаються токсини, що утворились як наслідок загибелі мікроорганізмів. Зниження концентрації бактеріальних клітин на 2 порядки не є достатнім за високої концентрації мікроорганізмів у початковій рідині, наприклад, 10^4 КУО/мл.

До того ж, вуглецеве волокно є дуже дорогим матеріалом.

Винахід має за мету створення нового фільтрувального матеріалу з високими сорбційними властивостями, високою ефективністю утримання субмікронних електронегативних частинок, мікроорганізмів, субмікронних неполярних частинок та хімічних забруднювачів, і водночас такого, що має низький гідродинамічний опір.

Цієї мети досягнуто тим, що у фільтрувальному матеріалі, як основу, застосовано неткане органічне синтетичне полімерне полотно, що має волокна.

Новизна полягає в тому, що на волокнах згаданого полотна закріплено частинки гідрату алюміній оксиду.

Доцільно застосувати неткане органічне синтетичне полімерне полотно, отримане методом електроформування, наприклад, із ацетату целюлози або полісульфону з діаметром волокон 1,0-3,0мкм.

Доцільно, щоб частинки гідрату алюміній оксиду, закріплені на поверхні волокон нетканого органічного синтетичного полімерного полотна, мали розмір 0-5,0мкм, питому поверхню 100-250м²/г і пористість 50-95%.

Бажано, щоб частинки гідрату алюміній оксиду було закріплено як на поверхні, так і в обсязі нетканого органічного синтетичного полімерного полотна.

Визнано за краще, щоб масова кількість частинок гідрату алюміній оксиду, закріплених на волокнах ацетату целюлози або полісульфону, складала 15-45%.

Згаданої мети досягнуто тим, що у спосіб отримання фільтрувального матеріалу на волокнисту основу, якою є неткане органічне синтетичне полімерне полотно, наносять модифікатор.

Новизна полягає в тому, що, як основу, застосовують неткане органічне синтетичне полімерне полотно, а модифікатор має частинки матеріалу на основі алюмінію, внаслідок гідролізу яких на волокнах основи утворюються і закріплюються частинки гідрату алюміній оксиду.

Доцільно, щоб неткане органічне синтетичне полімерне полотно з діаметром волокон 1,0-3,0мкм було отримано методом електроформу-

вання, наприклад, ацетату целюлози або полісульфону.

Доцільно, як матеріалом на основі алюмінію, користуватись порошком алюмінію з розміром частинок меншим за 1мкм.

Визнано за краще, як матеріалом на основі алюмінію, користуватись порошком алюмінію з питомою поверхнею 7-28м²/г, отриманим висаджуванням у повітря дроту.

Позатим, матеріал на основі алюмінію наносять на волокнисту основу у формі водної або водно-спиртової суспензії.

Мало того, гідроліз матеріалу на основі алюмінію, нанесеного на волокнисту основу, здійснюють при температурі 10-100°C, краще 50-70°C, протягом 10 хвилин і до 48 годин, краще протягом 30-60 хвилин.

До того ж, після закінчення гідролізу, фільтрувальний матеріал промивають водою для видалення частинок гідрату алюміній оксиду, що не закріпились на волокнах основи.

Винахід також стосується способу фільтрування рідкого середовища, який полягає у забезпеченні контакту рідкого середовища, що підлягає очищенню, фільтрувальним матеріалом.

Новизна полягає в тому, що як фільтруючим матеріалом є органічне синтетичне полімерне полотно, на волокнах якого закріплено частинки гідрату алюміній оксиду.

Доцільно, щоб органічне синтетичне полімерне полотно було отримано методом електроформування, наприклад, з ацетату целюлози або полісульфону

Краще, щоб кількість частинок гідрату алюміній оксиду на одиницю поверхні фільтрувального матеріалу становила 80-180мг/см².

При цьому, фільтрувальний матеріал утримує електронегативні частинки, наприклад, бактерії, віруси, колоїдні частинки, пірогени, нуклеїнові кислоти, білки, ферменти та ін.

До того ж, фільтрувальний матеріал стерилізує воду.

Фільтрувальний матеріал також утримує неполярні частинки й хімічні забруднювачі, наприклад, частинки нерозчинних оксидів і гідроксидів, водорозчинні нафтопродукти, феноли, галогени, іони важких металів.

Фільтрувальний матеріал використовують ще для комплексного очищення води.

Зазначеним рідким середовищем є вода, водний розчин, біологічна рідина.

Доцільно, щоб фільтрувальний матеріал перебував у складі фільтра.

Винахід стане більш зрозумілим з наведеного далі докладного опису з посиланнями на приклади й креслення, на якому представлено мікрофотографію волокон основи, модифікованих пористими частинками гідрату алюміній оксиду.

Матеріал, що є високоефективним у втриманні субмікронних електронегативних частинок, включно з мікроорганізмами, та субмікронних неполярних частинок і хімічних забруднювачів, але водночас такий, що має низький гідродинамічний опір, повинен мати розвинену поверхню, високий позитивний заряд на поверхні його частинок і досить

високу пористість. Розвинену поверхню й електропозитивний заряд має гідрат алюміній оксиду, що його отримують гідролізом нанопорошків алюмінію. Однак, під час застосування такого сорбенту у фільтрах у вигляді шару порошку на будь-якій фільтрувальній перегородці постають дві істотні проблеми, обумовлені субмікронним розміром частинок сорбенту, а саме, високий гідродинамічний опір шару сорбенту й міграція частинок сорбенту у фільтрат крізь пористи фільтрувальні перегородки. Механічне змішування сорбенту з будь-яким інертним наповнювачем або перемижовування шарів сорбенту й волокнистого матеріалу дозволяє зменшити ці негативні явища, особливо в початковий період експлуатації фільтра, однак не вирішує проблему повністю. Частинки сорбенту вимиваються потоком рідини, яку фільтрують, мігрують крізь шари волокнистого матеріалу, ущільнюються й створюють високий гідродинамічний опір.

Технічний результат досягається тим, що на волокна основи із синтетичного полімерного матеріалу у водному середовищі наносять частинки нанопорошку на основі алюмінію. Для цього вибирають полімерні матеріали, що отримують у водному середовищі негативний заряд, наприклад, ацетат целюлози або полісульфон. В процесі наступного гідролізу із частинок нанопорошку на основі алюмінію утворюються електропозитивні частинки, що складаються з різних окисно-гідроксидних фаз алюмінію, однією з яких є гідрат алюміній оксиду. Ці електропозитивні частинки втримуються на негативно заряджених волокнах органічного синтетичного полімерного полотна основи й закріплюються на них завдяки силам адгезії, що виникають при цьому. Через закріплення електропозитивних частинок відбувається збільшення питомої поверхні основи й створюється додаткова пористість фільтрувального матеріалу в цілому.

Як основу можна застосувати волокнистий листовий матеріал, наприклад, полімерне полотно, отримане методом електроформування. В результаті отримують композиційний матеріал, що утворює просторовий каркас із полімерних мікрОВОЛОКОН, у місцях дотику яких закріплюється основна маса пористих частинок у вигляді агломератів, утворених нанОВОЛОКНАМИ гідрату алюміній оксиду. Кожна частина отриманого композиційного матеріалу виконує свою функцію - полімерний матеріал, маючи високу пористість, забезпечує необхідну швидкість фільтрування. Агломерати гідрату алюміній оксиду, закріплені на поверхні волокон основи, завдяки силам адгезії, не знижують швидкості фільтрування, не мігрують у фільтрат і надають матеріалу високих сорбційних властивостей разом із здатністю уловлювати мікроорганізми. Таким чином, композиційний матеріал сполучає у собі позитивні якості обох компонентів - механічну міцність, стійкість до впливу середовища, яке фільтрують, високу швидкість фільтрування й високу ефективність уловлювання різних забруднювачів, у тому числі мікробіологічних.

Згідно з винаходом запропоновано застосовувати, як основу, пористий листовий матеріал (не-

ткане полотно) із синтетичних полімерних волокон діаметром 1,0-3,0мкм, нетоксичний, водостійкий, гідрофільний або з можливістю додання йому гідрофільних властивостей, з температурою розм'якшення не нижче 110°C.

Перевагою матеріалів з полімерних волокон є їх хімічна й біологічна інертність, здатність зберігати механічну міцність навіть після тривалого перебування у воді. Ці матеріали стійкі до мікробіологічного розкладання, що є дуже важливим у виробництві фільтрів для очищення води. Існуючий рівень техніки дозволяє одержувати з полімерних волокон високопористі полотна з низьким аеродинамічним і гідродинамічним опором, придатні для очищення газів і рідин [Высокоэффективная очистка газов от аэрозолей фильтрами Петрянова /П.И. Басманов, В.И. Кириченко, Ю.Н. Филатов, Ю.Л. Юров; отв. ред. В.И. Кириченко. - М.: Наука, 2003. - 271 с].

Як сорбент для модифікування волокон пропонується використовувати частинки гідрату алюміній оксиду, які одержують гідролізом субмікронних порошків на основі алюмінію. Нанопорошки алюмінію, отримані газозфазним або механохімічним методом, можна використовувати як матеріал на основі алюмінію. Найкраще застосовувати нанопорошки алюмінію, отримані методом електричного вибуху дроту. Ці порошки мають високу хімічну активність, через що вони легко реагують із водою при температурах 40-60°C. Продуктом гідролізу є гідрат алюміній оксиду з питомою поверхнею 100-250м²/г і високими сорбційними властивостями [RU 2075345 C1, 1997, RU 2168357 C2, 2001].

М'які умови - температура 40-60°C, за яких відбувається гідроліз нанопорошків алюмінію, дозволяють вести його безпосередньо на поверхні волокон полімерного матеріалу, отриманого методом електроформування (фільтра Петрянова), в цьому разі не відбувається деструкція полімеру й порушення структури волокон і самого матеріалу.

Із широкого асортименту фільтрів Петрянова для виготовлення пропонованого фільтрувального матеріалу вибирали фільтри з полімерів з найбільш високою термостійкістю й гідрофільністю.

Кращими для застосування виявилися два матеріали:

а) неткане полотно з ацетату целюлози (ФПА 15-2,0), середній діаметр волокон 1,7мкм; поверхнева щільність 32г/м² (щільність пакування 3,0%), стандартний гідродинамічний опір 2,0мм в.с. (водяного стовпа), призначення - фільтрування газів;

б) неткане полотно з полісульфону YUDEL-1700 (ФПСФ-6С), поверхнева щільність 28м²/г, матеріал складається з трьох шарів, середній діаметр волокон внутрішнього шару складає 1-1,2мкм, зовнішніх шарів 2-2,5мкм, щільність зовні-

шніх шарів 9г/м², внутрішнього 9г/м², призначення - фільтрування газів, рідин, бактеріальне очищення газів.

Винахід ілюстровано мікрофотографією волокон основи (ФПА - 15-2,0), модифікованих пористими частинками гідрату алюміній оксиду.

На мікрофотографії видно, що волокно основи покрите пористими частинками, які закріпилися на ньому і мають вигляд окремих або згрупованих агломератів, розміром 0,2-5,0мкм, нановолокон гідрату алюміній оксиду.

Приклад 1

Готують суспензію з 180мл дистильованої води, 20мл етилового спирту й 2г порошку, що складається з Al/AIN, отриманого методом електричного вибуху дроту, з питомою поверхнею 21м²/г. З нетканого полотна з полісульфону з поверхневою щільністю 28г/м² вирізають заготовку розміром 50х50см, поміщають її в резервуар з підготовленою суспензією й залишають на 10 хвилин для просочування при кімнатній температурі. При цьому відбувається адсорбція порошку на волокнах нетканого полотна й заготовка набуває чорного кольору. Потім заготовку виймають із резервуара, віджимають і промивають для видалення надлишку суспензії. При нагріванні заготовки до температури 57°C починається реакція гідролізу, що супроводжується виділенням невеликих кількостей аміаку й водню та зміною кольору заготовки з чорного на білий у результаті перетворення Al/AIN у гідрат алюміній оксиду білого кольору. Після закінчення гідролізу заготовку залишають у шафі ще на 4 години для сушіння. Одержують матеріал, що містить 27% масової частки гідрату алюміній оксиду із середнім розміром частинок 0,8мкм, питомою поверхнею 180м²/г і пористістю 80%. З отриманого фільтрувального матеріалу формують фільтри необхідної товщини складанням 6, 8, 10 чи іншої кількості шарів фільтрувального матеріалу. Отримані фільтри випробовують на ефективність поглинання вірусів. Результати наведено в таблиці 1. Для порівняння в таблиці 1 наведено результати випробувань в аналогічних умовах фільтра із 6 шарів немодифікованого нетканого полотна з полісульфону.

Зразки було випробовувано на титрування бактеріофага MS2. Бактеріофаг MS2 є нешкідливим для людини мікроорганізмом, що імітує патогенні віруси. Кожний зразок поміщали між двома мембранами Millipore (0,45мкм) і затискали в експериментальній комірці. Потім через комірку зі зразком фільтрувального матеріалу пропускали 2мл суспензії бактеріофага MS2. Контролювали концентрації бактеріофага на вході в комірку і на виході.

За результат приймали середнє арифметичне трьох аналізів.

Таблиця 1

Концентрація MS2 у початковій суспензії, БУО/мл	Утримано MS2, %			
	Неткане полотно з полісульфону, 6 шарів	Модифіковане неткане полотно з полісульфону		
		6 шарів сорбенту, 60мг/см ²	8 шарів сорбенту, 80мг/см ²	12 шарів сорбенту, 120мг/см ²
1,4x10 ⁴	38,6	99,3	100	100
1,3x10 ⁵	15,4	99,6	99,8	100
1,0x10 ⁶	0	99,1	99,8	100

Таким чином, змінюючи товщину фільтра, можна домогтися необхідної ефективності очищення за різного ступеню забруднення рідини, що підлягає очищенню, та швидкості фільтрування.

Фільтр можна сформувати додаванням фільтрувального матеріалу в декілька шарів без склеювання або склеюванням будь-яким способом, що виключає появу наскрізних отворів у матеріалі.

Приклад 2

Готують суспензію з 200мл дистильованої води й 2г порошку, що складається з Al/AIN, отриманого методом електричного вибуху дроту, з питомою поверхнею 21м²/м. З нетканого полотна з ацетату целюлози з поверхневою щільністю 32г/м² вирізують заготовку розміром 50х50см, поміщають у резервуар з підготовленою суспензією й залишають на 10 хвилин для просочування при кімнатній температурі. Потім заготовку виймають із резервуара, промивають дистильованою водою для видалення частинок гідрату алюміній оксиду, що не закріпилися. Гідроліз і сушіння здійснюють аналогічно прикладу 1. Одержують матеріал, що містить 35% масової частки гідрату алюміній оксиду із середнім розміром частинок 0,9мкм, питомою поверхнею 185м²/г і пористістю 85%. Складанням 14 шарів фільтрувального матеріалу формують фільтр аналогічно прикладу 1 і тестують на поглинання вірусів. Результати наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Концентрація MS2 у початковій суспензії, БУО/мл	Утримано MS2, %
1,55x10 ⁴	100
2,50x10 ⁵	100
3,75x10 ⁶	100
2,0x10 ⁷	99,9998

Запропонований фільтрувальний матеріал має середній розмір пор приблизно 1мкм і, відповідно, має низький гідродинамічний опір і високу швидкість фільтрування.

Швидкість фільтрування на дистильованій воді з різними величинами тиску наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Тиск на фільтрі, атм	Об'ємна швидкість фільтрування, см ³ /см ² хв
0,5	33,5
0,75	47,7
1,0	63,6
1,5	86,8
2,0	103,2

Приклад 3

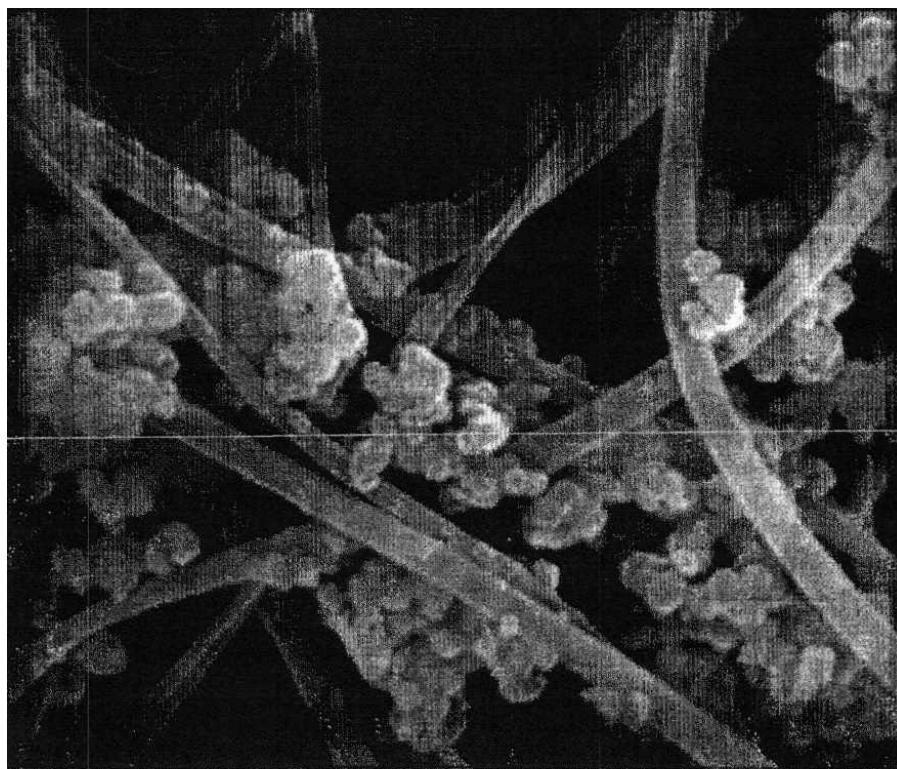
Готують суспензію з 200мл дистильованої води й 2г порошку алюмінію, отриманого методом електричного вибуху дроту, з питомою поверхнею 15м²/г і з середнім розміром частинок 150нм. З нетканого полотна з ацетату целюлози поверхневою щільністю 32г/м² вирізують заготовку розміром 50х50см, поміщають її в резервуар з підготовленою суспензією й залишають на 10 хвилин для просочування при кімнатній температурі. В цей час заготовка набуває чорного кольору внаслідок адсорбції частинок алюмінію на волокнах матеріалу. Потім заготовку виймають із резервуара, віджимають для видалення надлишку суспензії й поміщають у резервуар з водою, нагрітою до 60°C, для гідролізу адсорбованого порошку алюмінію. Про початок гідролізу висновують з виділення на поверхні заготовки бульбашок газу (водню) і зміни кольору заготовки з чорного на білий. Після закінчення гідролізу, приблизно через 20 хвилин заготовку виймають із резервуара, переносять у посудину із чистою водою й промивають для видалення частинок гідрату алюміній оксиду, що не закріпилися. Потім здійснюють гідроліз аналогічно прикладам 1 і 2 і сушать отриманий фільтрувальний матеріал при температурі 120°C протягом 8 годин. Одержують матеріал, який містить 30% масової частки гідрату алюміній оксиду із середнім розміром частинок 0,8мкм, питомою поверхнею 250м²/г і пористістю 95%. З отриманого фільтрувального матеріалу формують фільтр товщиною 1,1мм і визначають сорбцію важких металів, фенолів і водорозчинних нафтопродуктів отриманим фільтром (табл 4).

Таблиця 4

Забруднювачі	Вихідна концентрація, мг/л	Залишкова концентрація, мг/л
Fe	0,5	0,05
As	0,04	0,003
Ni	0,5	0,08
Hg	0,01	0,0008
Фенол	0,005	0,001
Водорозчинні нафтопродукти	0,01	0,001

Пропонований фільтрувальний матеріал має високі адсорбційні й фільтраційні властивості, що дозволяє користуватись ним для тонкого очищення й знезараження води, водних розчинів та інших рідин, а також у медицині й мікробіології для

стерилізаційної фільтрації ін'єкційних та інших розчинів, концентрування біомолекул у фізіологічних рідинах, концентрування й видобування вірусів, готування апірогенної води, у біокаталітичних мембранних реакторах.



Фіг.1