



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B32B 5/00 (2021.02); A41D 13/00 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020140938, 11.12.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.12.2020

Дата регистрации:
19.04.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.12.2020

(45) Опубликовано: 19.04.2021 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

119991, Москва, Ленинский просп., 65, корп. 1,
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина,
отдел защиты интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Новиков Андрей Александрович (RU),
Сайфутдинова Аделия Ринатовна (RU),
Горбачевский Максим Викторович (RU),
Филатова Софья Валерьевна (RU),
Филимонова Алла Вячеславовна (RU),
Семенов Антон Павлович (RU),
Гущин Павел Александрович (RU),
Иванов Евгений Владимирович (RU),
Винокуров Владимир Арнольдович (RU),
Щукин Дмитрий Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Российский государственный
университет нефти и газа (национальный
исследовательский университет) имени И.М.
Губкина" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20090205116 A1, 20.08.2009. US
20080229929 A1, 11.02.2020. US 20150289573 A1,
15.10.2015. US 20060144403 A1, 06.07.2006. RU
2529829 C1, 27.09.2014.

(54) МНОГОСЛОЙНЫЙ ЗАЩИТНЫЙ МАТЕРИАЛ

(57) Реферат:

Многослойный защитный материал содержит по меньшей мере два слоя, один из которых, являющийся внешним по отношению к защищаемой поверхности, выполнен из гидрофильного пористого материала, содержащего серебросодержащий компонент и кислотный агент, инкапсулированный в поры материала и обеспечивающий увеличение концентрации ионов серебра в воде при смачивании ею материала. Пористость гидрофильного материала выбирают в диапазоне

микропор или мезопор с обеспечением пролонгированного высвобождения кислотного агента, инкапсулированного в порах. Внутренний слой выполнен из волокнистого гидрофобного материала. Технический результат заключается в обеспечении отвода жидкости от защищаемой поверхности и предотвращении роста микроорганизмов при многократном увлажнении и высыхании защитного материала за счет низкой скорости высвобождения кислотного агента. 2 ил.

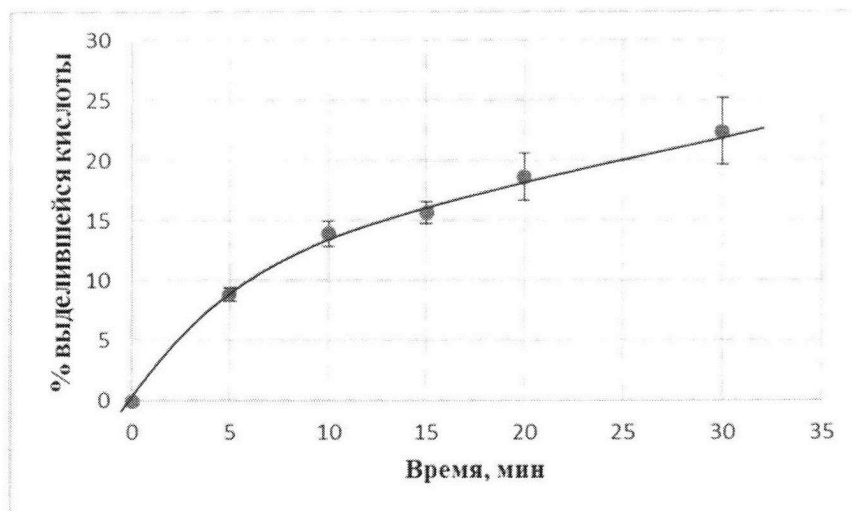


График зависимости степени высвобождения кислоты от времени контакта с водой.

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B32B 5/00 (2021.02); A41D 13/00 (2021.02)(21)(22) Application: **2020140938, 11.12.2020**(24) Effective date for property rights:
11.12.2020Registration date:
19.04.2021

Priority:

(22) Date of filing: **11.12.2020**(45) Date of publication: **19.04.2021** Bull. № 11

Mail address:

**119991, Moskva, Leninskij prosp., 65, korp. 1, RGU
nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina, otdel
zashchity intellektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Novikov Andrej Aleksandrovich (RU),
Sajfutdinova Adeliya Rinatovna (RU),
Gorbachevskij Maksim Viktorovich (RU),
Filatova Sofya Valerevna (RU),
Filimonova Alla Vyacheslavovna (RU),
Semenov Anton Pavlovich (RU),
Gushchin Pavel Aleksandrovich (RU),
Ivanov Evgenij Vladimirovich (RU),
Vinokurov Vladimir Arnoldovich (RU),
Shchukin Dmitrij Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Rossijskij gosudarstvennyj
universitet nefti i gaza (natsionalnyj
issledovatel'skij universitet) imeni I.M. Gubkina"
(RU)****(54) MULTI-LAYER PROTECTIVE MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: protective materials.

SUBSTANCE: multilayer protective material contains at least two layers, one of which, which is external to the protected surface, is made of a hydrophilic porous material containing a silver-containing component and an acidic agent, encapsulated in the pores of the material and providing an increase in the concentration of silver ions in water when wetting the material with it. The porosity of the hydrophilic material is selected in the range of micropores or

mesopores to ensure the prolonged release of the acidic agent encapsulated in the pores. The inner layer is made of a fibrous hydrophobic material.

EFFECT: invention is aimed at ensuring the removal of liquid from the protected surface and preventing the growth of microorganisms during repeated moistening and drying of the protective material due to the low rate of release of the acidic agent.

1 cl, 2 dwg

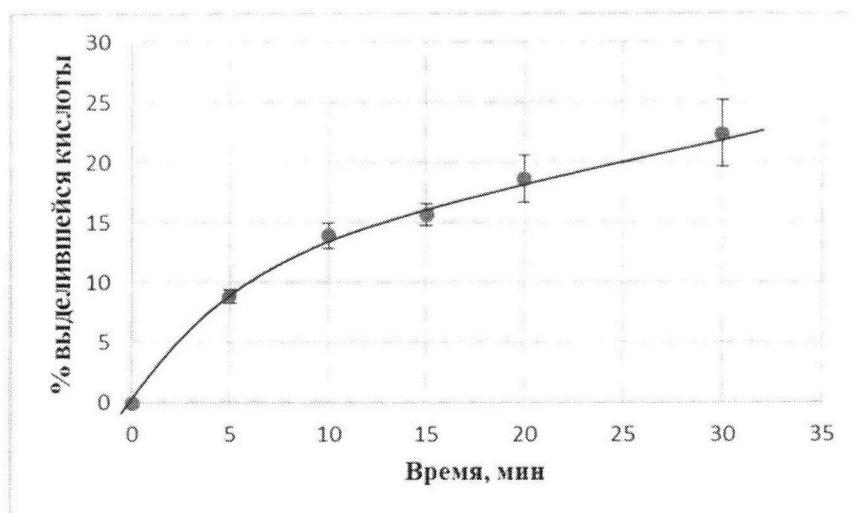


График зависимости степени высвобождения кислоты от времени контакта с водой.

Фиг. 1

Изобретение относится к защитным материалам, используемым для подавления роста микроорганизмов; в частности, к материалам, применяемым в средствах индивидуальной защиты от вирусных и бактериальных инфекций и может найти применение в быту, в медицине, фармацевтической промышленности, а также в других отраслях промышленности, где требуется длительное ношение средств индивидуальной защиты, в частности, лицевых масок, респираторов, противогазов.

Известен защитный материал, способный инактивировать попадающие на него вирусы даже в присутствии липидов и белков и независимо от наличия у вируса оболочки (RU 2549065, 2015). Материал состоит из основы (вискозное нетканое полотно) и тонкодисперсных частиц, обладающих антивирусными свойствами. Тонкодисперсные частицы состоят из, по меньшей мере, одного неорганического соединения из следующей группы: йодида платины (II), йодида палладия (II), йодида серебра (I), йодида меди (I) и тиоцианата меди (I). Закрепление тонкодисперсных частиц осуществляется при помощи связующего вещества, например, мономера или олигомера силана.

Недостатком данного материала является невозможность отвода жидкости с внутренней поверхности изделия, что приводит к прямому контакту тонкодисперсных частиц и кожи человека в результате механического уноса жидкости вместе с тонкодисперсными частицами размером менее 100 нм.

Известен защитный материал (RU 2632636, 2017), представляющий собой спанбонд, обработанный раствором, содержащим действующие вещества: хлорид, натрия бикарбонат, 5%-ный раствор йода спиртовой, 3%-ный раствор калия бромид, коллоидное серебро и дистиллированную воду. Действующие вещества раствора наносятся на спанбонд ультразвуком. Материал обладает выраженным бактерицидным эффектом по отношению к исследованным бактериям *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa*.

Недостатком известного материала является низкое содержания действующих веществ. К тому же действующие вещества являются спирто- или водорастворимыми, что при контакте со слюной человека или конденсации выдыхаемой жидкости приводит к вымыванию действующих веществ. Кроме того, при вымывании действующих веществ возможна их концентрация в отдельных участках материала с образованием крупных частиц, которые могут попадать на кожу и в дыхательные пути.

Известен многослойный защитный материал, состоящий из нескольких слоев, имеющих функции: фильтрация крупных частиц, фильтрация мелких частиц, бактерицидная функция (US 2015289573, 2015). Бактерицидный эффект достигается путем использования цеолитов, содержащих ионы серебра и меди. Цеолиты могут быть закреплены на основе из хлопка, бумаги, полиэтилена, нейлона, района и подобных материалов.

К недостаткам описанного многослойного защитного материала следует отнести отсутствие внутреннего слоя, способствующего отводу жидкости от защищаемой поверхности (т.е. кожи человека). В этом случае со временем происходит накопление биологического материала вблизи защищаемой поверхности, что ведет к снижению эффективности материала при длительной эксплуатации.

Из известных технических решений наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому является многослойный защитный нетканый материал с полиамидными нановолокнами (RU 2529829, 2014). Нетканый материал состоит из нескольких слоев и включает скрепленные между собой путем точечного склеивания подложку с полиамидными нановолокнами, содержащими, по меньшей мере, одно антимикробное вещество, и защитный слой. При этом полиамидные нановолокна содержат, по меньшей мере, одно антимикробное вещество из

полигуанидинового ряда в количестве от 6 до 35 мас. %, а термоскрепление слоя с нановолокнами и защитного слоя является точечным с поверхностной плотностью нанесения клея от 0,5 до 10 г/м².

Известный защитный материал включает полимерную подложку и гидрофобные полиамидные нановолокна с противомикробным веществом полигуанидинового ряда. При этом известный материал не обеспечивает эффективный отвод жидкости от защищаемой поверхности (т.е., кожи человека) и не предотвращает прямой контакт противомикробных веществ с защищаемой поверхностью. По этой причине известный материал не обеспечивает высокую эффективность при длительной непрерывной эксплуатации.

Кроме того, известный защитный материал не является безопасным для использования ввиду того, что он содержит антимикробное вещество из полигуанидинового ряда. Известно, что вещества полигуанидинового ряда вызывают раздражение кожи при прямом контакте, а также могут вызывать тяжелые поражения легких при ингаляционном попадании в дыхательные пути (Cummings, K.J.; Kreiss, K. (2015) DOI:10.1055/s-0035-1549452; Lachenmeier (2015) DOI: 10.1016/bs.seda.2015.06.005).

Технической проблемой, на решение которой направлено настоящее изобретение, является повышение противомикробной эффективности защитного материала при длительной эксплуатации, в том числе, при многократном увлажнении и высыхании защитного материала, а также повышение гигиеничности и безопасности средств индивидуальной защиты.

Указанная проблема решается созданием многослойного защитного материала, характеризующегося тем, что он содержит, по меньшей мере, два слоя, один из которых, являющийся внешним по отношению к защищаемой поверхности, выполнен из гидрофильного пористого материала, содержащего серебросодержащий компонент и кислотный агент, выбранный из ряда нелетучие кислоты, смеси нелетучих кислот малорастворимыми средними солями, нелетучие кислые соли, смеси нелетучих кислых солей с малорастворимыми средними солями, инкапсулированный в поры материала и обеспечивающий увеличение концентрации ионов серебра в воде при смачивании ею материала, а внутренний слой выполнен из волокнистого гидрофобного материала, при этом пористость гидрофильного материала выбирают в диапазоне микропор или мезопор с обеспечением пролонгированного высвобождения кислотного агента, инкапсулированного в порах.

Достижимый технический результат заключается в обеспечении отвода жидкости от защищаемой поверхности и предотвращении роста микроорганизмов при многократном увлажнении и высыхании защитного материала за счет низкой скорости высвобождения кислотного агента.

Описываемый многослойный защитный материал способствует отводу жидкости от защищаемой поверхности (т.е. кожи человека) и, вместе с тем, обеспечивает достижение высокой концентрации ионов серебра и низкого водородного показателя в отведенной жидкости, что препятствует росту микроорганизмов, обеспечивает безопасность при длительном использовании материала и предотвращает появление неприятного запаха при смачивании материала водой (здесь и далее под термином «вода» понимают конденсат, выдыхаемый аэрозоль, пот, слюну и другие водные среды). Использование кислотного агента с низкой скоростью высвобождения позволяет эффективно подавлять рост микроорганизмов, в том числе, при многократном увлажнении и высыхании защитного материала.

Многослойный защитный материал, содержит, по меньшей мере, два слоя, один из

которых, являющийся внешним по отношению к защищаемой поверхности, выполнен из гидрофильного пористого материала, содержащего серебросодержащий компонент и кислотный агент, выбранный из ряда: нелетучие кислоты, смеси нелетучих кислот со средними солями, нелетучие кислые соли, смеси нелетучих кислых солей со средними солями, инкапсулированный в поры материала и обеспечивающий увеличение концентрации ионов серебра в воде при смачивании ею материала, а внутренний слой выполнен из волокнистого гидрофобного материала, при этом пористость гидрофильного материала выбирают в диапазоне микропор или мезопор с обеспечением пролонгированного высвобождения кислотного агента, инкапсулированного в порах.

Описываемый защитный материал может быть применен при изготовлении различных средств индивидуальной защиты. При этом внутренний слой, выполненный из волокнистого гидрофобного материала, располагают таким образом, чтобы он контактировал с кожей, а внешний слой, выполненный из гидрофильного пористого материала, располагают таким образом, чтобы он не контактировал с кожей.

При этом внутренний слой может быть выполнен тканым или нетканым, может состоять из гидрофобных полимерных волокон, маслonaполненных волокон или же супергидрофобных волокон.

Толщину слоя, выполненного из гидрофобного материала, выбирают таким образом, чтобы капли жидкости с защищаемой поверхности (т.е., кожи человека) проникали через гидрофобный материал и контактировали с гидрофильным материалом, вследствие чего впитывались волокнами гидрофильного материала. Предпочтительно выбирают толщину слоя, выполненного из гидрофобного материала, в диапазоне от 0,2 до 3,0 мм, наиболее предпочтительно от 0,5 до 1,0 мм, например, 0,75 мм.

При этом в качестве гидрофобных полимерных волокон могут быть использованы волокна полиолефинов (например, полиэтилена, полипропилена), полимерных сложных эфиров (например, полиэтилентерефталата), волокна продуктов полимеризации галогензамещенных олефинов (например, поливинилхлорида, политетрафторэтилена).

В качестве маслonaполненных волокон могут быть использованы целлюлозные волокна (например, хлопковые, льняные, конопляные, или же волокна из древесной целлюлозы), пропитанные нелетучей гидрофобной жидкостью (например, рафинированным растительным маслом, вазелиновым маслом, перфторированными жидкими углеводородами, замещенным полисилоксаном, в частности, полидиметилсилоксаном).

В качестве супергидрофобных волокон могут быть использованы как гидрофобные полимерные волокна, так и маслonaполненные волокна, поверхность которых имеет шероховатость в диапазоне размеров от 0,1 до 100 мкм, что обеспечивает краевой угол смачивания водой на воздухе свыше 150°. Указанная шероховатость может обеспечиваться нанесением на поверхность волокон покрытия, включающего наноразмерные и микроразмерные гидрофобные частицы. В частности, нанесение таких частиц может осуществляться путем их синтеза на поверхности волокон, например, в ходе алкоголиза или гидролиза в присутствии аммиака (процесс Штобера) смеси силанов, включающей тетраалкоксисилан и алкилалкоксисилан, причем тетраалкоксисилан включает короткоцепочечные алкокси-заместители (например, метокси- или этокси-), а алкилтриалкоксисилан включает от одного до трех короткоцепочечных алкокси-заместителя (например, метокси- или этокси-) и от одного до трех длинноцепочечных алкил-заместителя (в частности, с количеством атомов углерода от шести до тридцати; например, додецил-, тетрадецил-, гексадецил- или октадецил-).

Гидрофильный пористый материал может быть выполнен тканым или нетканым, и

может состоять из гидрофильных пористых волокон или же из гидрофильных волокон с нанесенным пористым носителем. При этом пористые волокна или пористый носитель содержат кислотный агент, заполняющий поры и высвобождающийся при смачивании гидрофильных волокон водными средами, в частности, конденсатом, выдыхаемым аэрозолем, потом, слюной (водой). Кроме того, пористые волокна или пористый носитель содержат серебросодержащий компонент, который при смачивании гидрофильного материала водой с пониженным водородным показателем вследствие взаимодействия с кислотным агентом обеспечивает увеличение концентрации ионов серебра в воде.

При этом в качестве гидрофильных пористых волокон могут использоваться целлюлозные волокна, включающие наноразмерные частицы целлюлозы, или полимерные пористые волокна, специально обработанные для повышения их гидрофильности. В частности, в качестве гидрофильных пористых волокон могут использоваться нанофибриллярная целлюлоза, нанокристаллическая целлюлоза или их смеси, формованные в виде волокон. Также в качестве гидрофильных пористых волокон могут использоваться волокна из пористых полимеров, таких как поли(дивинилбензол), поли(стиролсульфонат натрия), специально обработанных для повышения гидрофильности их поверхности, например, в кислородной плазме.

При этом в качестве гидрофильных волокон с нанесенным пористым носителем могут использоваться целлюлозные волокна с нанесенным пористым носителем, выбранным из ряда: силикагель, оксид алюминия, алюмосиликатные пористые материалы (например, галлуазит, монтмориллонит, каолин), магнийсиликатные пористые материалы (например, сепиолит, палыгорскит), цеолиты различной структуры (например, цеолиты NaX, цеолиты CaA).

При этом в качестве серебросодержащего компонента могут использоваться как соединения серебра, так и металлическое серебро в таком виде, что при смачивании водой гидрофильного материала и понижении водородного показателя воды (pH) происходит увеличение концентрации ионов серебра в воде. В частности, в качестве источника серебра могут использоваться малорастворимые соли серебра (например, хлорид серебра, бромид серебра, иодид серебра, молибдат серебра, фосфомолибдат серебра, вольфрамат серебра, фосфовольфрамат серебра, сульфат серебра), а также наноразмерные или микроразмерные частицы металлического серебра (например, наночастицы, получаемые кипячением нитрата серебра в присутствии восстанавливающего агента, выбранного из ряда: лимонная кислота и ее соли, яблочная кислота и ее соли, танниновая кислота и ее соли, аскорбиновая кислота и ее соли, гидроксилламин и его соли).

Содержание серебросодержащего компонента в гидрофильном материале составляет от 0,1% мас. до 20% мас., предпочтительно от 0,2% мас. до 5,0% мас., например, 0,5% мас.

При этом пористость гидрофильных волокон выбирают так, чтобы обеспечить высвобождение кислотного агента, инкапсулированного в порах волокон, в течение длительного времени. Предпочтительно выбирают пористость волокон в диапазоне микропор (диаметр пор менее 2 нм) или в диапазоне мезопор (диаметр пор 2-50 нм).

При этом в качестве кислотного агента могут использоваться нелетучие кислоты, в частности, нелетучие органические кислоты, нелетучие неорганические кислоты, нелетучие кислые соли, а также смеси любых указанных соединений с малорастворимыми в воде средними солями. Предпочтительно используют малорастворимые в воде средние соли, имеющие в составе тот же самый анион, что и указанные соединения.

В качестве кислотного агента могут использоваться нелетучие кислоты или нелетучие кислые соли, характеризующиеся степенью высвобождения из пор гидрофильного материала не более 25% от их общего содержания в гидрофильном материале в течение 30-35 минут. В частности, в качестве кислотного агента могут использоваться

5 гетерополикислоты (например, фосфорномолибденовая кислота, фосфорновольфрамовая кислота), ароматические кислоты (например, салициловая кислота, ацетилсалициловая кислота, фталевая кислота, изофталевая кислота, терефталевая кислота), многоосновные органические кислоты (например, щавелевая кислота, лимонная кислота), а также кислые соли указанных кислот (например, 10 однозамещенный фосфомолибдат калия, однозамещенный цитрат натрия и другие). Также в составе кислотного агента могут использоваться малорастворимые в воде средние соли. При этом скорость растворения кислотного агента в воде дополнительно снижается за счет частичного замещения соответствующей кислоты или кислой соли на среднюю соль, имеющую растворимость в воде ниже, чем растворимость в воде 15 самой кислоты или кислой соли. Так, например, в случае применения в составе кислотного агента фосфорномолибденовой или фосфорновольфрамовой кислоты их скорость растворения в воде может быть дополнительно снижена за счет частичного замещения на соль кальция путем контактирования инкапсулированного в пористых волокнах или в пористом носителе кислотного агента с концентрированным водным 20 раствором солей кальция. В случае применения в составе кислотного агента салициловой кислоты ее скорость растворения в воде может быть дополнительно снижена за счет частичного замещения на соль цинка путем контактирования инкапсулированного в пористых волокнах или в пористом носителе кислотного агента с концентрированным водным раствором солей цинка. Таким образом, в качестве кислотного агента могут 25 применяться смеси нелетучих кислот и малорастворимых в воде средних солей для обеспечения низкой скорости растворения кислотного агента и продолжительной эффективности защитного материала.

Содержание кислотного агента в гидрофильном материале составляет от 0,1% мас. до 20% мас., предпочтительно от 0,5% мас. до 5,0% мас., например, 2,0% мас.

30 Многослойный защитный материал получают следующим образом. Волокна, образующие гидрофильный материал, используют с пористостью, приданной волокнам в ходе получения (например, при полимеризации), либо обрабатывают волокна для придания им необходимой пористости, например, используют волокна, полученные сополимеризацией и проводят их травление с целью удаления одного из сополимеров, 35 либо наносят на волокна пористый носитель. Серебросодержащий компонент наносят на пористые волокна или на используемый пористый носитель. В случае использования в качестве серебросодержащего компонента наночастиц серебра нанесение проводят следующим образом. Нанесение наночастиц серебра проводят либо синтезом наночастиц серебра и последующим взаимодействием водной дисперсии наночастиц серебра с 40 пористыми волокнами или пористым носителем, или же синтезом наночастиц серебра непосредственно на пористых волокнах или на пористом носителе. В случае использования в качестве серебросодержащего компонента малорастворимой соли серебра нанесение проводят путем пропитки пористого гидрофильного слоя раствором соли серебра (например, раствором нитрата серебра) с последующим образованием 45 малорастворимой соли серебра путем контактирования пропитанного гидрофильного материала с раствором, содержащим ионы, образующие малорастворимую соль с ионами серебра (например, хлорид-ионы, бромид-ионы, иодид-ионы, сульфат-ионы). После получения гидрофильного слоя со свойством пористости и с нанесенным

серебросодержащим компонентом проводят инкапсуляцию кислотного агента в порах гидрофильного материала. Для этого проводят контактирование гидрофильного слоя (с ранее нанесенным серебросодержащим компонентом) с раствором кислотного агента с последующим высушиванием. При этом для ускорения инкапсуляции кислотного агента в поры возможно проводить контактирование при перемешивании раствора либо при обработке раствора ультразвуком, либо при многократном вакуумировании раствора. При этом после высушивания возможно проводить частичное замещение используемой кислоты или кислой соли на малорастворимую среднюю соль путем обработки гидрофильного материала с инкапсулированным кислотным агентом раствором, содержащим ионы, образующие малорастворимую соль при взаимодействии с кислотным агентом. Затем скрепляют гидрофильный слой с гидрофобным слоем любым известным способом (сшиванием, склеиванием, свариванием).

Средства индивидуальной защиты с применением многослойного защитного материала могут включать такие, как защитные маски (в том числе, одноразовые защитные маски из нетканых материалов, многоразовые защитные маски тканевые), респираторы, фильтрующие противогазы, изолирующие противогазы или костюмы общевойсковой химической и биологической защиты.

Маска одноразовая может быть целиком изготовлена из многослойного защитного материала или же многослойный защитный материал может составлять отдельный слой в составе маски.

Маска тканевая может быть модифицирована многослойным защитным материалом. Маска тканевая может быть однослойной или многослойной. В случае если маска тканевая однослойная, многослойный защитный материал может быть нанесен либо распылен на волокна ткани, либо волокна пропитываются суспензией, состоящей из многослойного защитного материала. В случае если маска многослойная, многослойный защитный материал может выступать в качестве отдельного слоя.

Респиратор может быть модифицирован многослойным защитным материалом. Возможно нанесение многослойного защитного материала на волокна фильтра либо нанесение многослойного защитного материала в качестве отдельного слоя. Клапан выдоха может быть модифицирован слоем многослойного защитного материала для дезактивации выделяемых человеком биоаэрозолей в окружающую среду.

Многослойный защитный материал может быть внедрен в фильтрующе-поглощающую коробку гражданского фильтрующего противогаза. Возможна модификация противоаэрозольного фильтра или поглощающего слоя (шихты) многослойным защитным материалом. Волокна фильтра могут быть использованы как гидрофильные волокна в составе многослойного защитного материала, либо многослойный защитный материал может составлять отдельный слой.

Модифицированный фильтр помимо задерживания грубодисперсных аэрозолей будет дезактивировать высокодисперсные бактериальные аэрозоли за счет наличия многослойного защитного материала. Многослойный защитный материал может составлять дополнительный слой в фильтрующей коробке противогаза. Многослойный защитный материал, внедренный в поглощающий слой, может быть регенерирован и повторно использован. Для предотвращения контакта многослойного защитного материала в составе поглощающего слоя с кожей человека рекомендуется устанавливать дополнительный защитный слой. Клапан выдоха может быть модифицирован тканым слоем, не препятствующим отводу выдыхаемого воздуха, с нанесенным противомикробным агентом для дезактивации выделяемых человеком биоаэрозолей в окружающую среду. По аналогии с фильтрующим противогазом изолирующий

противогаз может быть модифицирован противомикробным компонентом.

Костюм общевоинской химической и биологической защиты может быть модифицирован многослойным защитным материалом. Многослойный защитный материал может быть нанесен на волокна ткани, либо на изделие целиком. Волокна ткани в составе изделия могут быть использованы в качестве гидрофильных волокон, на которые наносят пористый носитель с серебросодержащим компонентом и инкапсулированным кислотным агентом.

Заявляемый способ иллюстрируется следующими примерами, которые не ограничивают область его применения.

Пример 1.

Многослойный защитный материал содержит два слоя, один из которых, являющийся внешним по отношению к защищаемой поверхности, выполнен из сотканых вместе волокон целлюлозы (хлопковые волокна) с нанесенным на волокна пористым носителем, содержащим наночастицы серебра, и инкапсулированной в порах кислотный агент фосфорномолибденовую кислоту ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$), а внутренний слой выполнен из нетканого слоя гидрофобных волокон полиэтилена, полученных формованием из фильера на каландре.

При этом в качестве пористого носителя используют нанотрубки галлуазита с иммобилизованными наночастицами серебра, которые выдерживают при интенсивном перемешивании в спиртовом растворе фосфорномолибденовой кислоты. Суспензию пористого носителя центрифугируют при 3000 g, осадок высушивают в сушильном шкафу при температуре плюс 70°C и растирают до состояния порошка. Полученный порошок наносят на гидрофильные волокна целлюлозы, которые предварительно обрабатывают клеящим веществом. Избыток порошка удаляют продувкой сжатым воздухом. Толщина полученного гидрофильного пористого материала составляет 2,5 мм. В полученном гидрофильном пористом материале по результатам элементного анализа методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии содержание молибдена составляет 2% мас., содержание серебра составляет 0,5% мас. Гидрофобные волокна полиэтилена наносят на полученный слой гидрофильных волокон и соединяют с ним методом точечного сваривания таким образом, чтобы гидрофобные волокна образовывали слой толщиной 1,0-1,5 мм.

Защитное действие материала иллюстрируют динамикой высвобождения кислотного агента из гидрофильного пористого материала. Эксплуатация средств индивидуальной защиты зачастую ограничена из-за увлажнения фильтрующего слоя или поверхностей, контактирующих с кожей человека. Такое увлажнение происходит, например, при улавливании фильтрующим материалом выдыхаемого водного аэрозоля и капель слюны, при конденсации влаги из выдыхаемого воздуха. Длительный контакт жидкости с кожей человека провоцирует раздражение кожи, а также бактериальную или грибковую инфекцию. При увлажнении полученного защитного материала наблюдается высвобождение фосфорномолибденовой кислоты из пористого носителя, как показано на Фиг. 1, где представлен график зависимости степени высвобождения кислоты от времени контакта с водой. При этом процесс высвобождения кислоты определяют методом спектрофотометрии: материал с инкапсулированной фосфорномолибденовой кислотой помещают в измеренный объем воды при перемешивании. Через равные промежутки времени (каждые 5 минут) отбирают пробы раствора и определяют концентрацию фосфорномолибденовой кислоты в пробах по показаниям спектрофотометра в диапазоне длин волн 300-330 нм. После этого рассчитывают количество высвободившейся кислоты умножением значения мольной концентрации

кислоты на величину объема раствора, контактирующего с материалом, и вычисляют степень высвобождения как отношение количества высвободившейся кислоты к количеству инкапсулированной в материал кислоты в процентах.

Как видно из Фиг. 1, через 5 минут после контактирования материала с водой высвобождается около 10% инкапсулированной в материал кислоты, а через 30 минут - около 22%. Таким образом, инкапсуляция фосфорномолибденовой кислоты в порах галлуазита обеспечивает пролонгированное высвобождение кислоты при увлажнении защитного материала и обеспечивает защитное действие материала даже при многократном увлажнении и высушивании.

Защитное действие материала иллюстрируют также распределением воды между слоями защитного материала, как показано на схеме распределения капель жидкости между слоями защитного материала - Фиг. 2. При контактировании капли жидкости 1 (например, конденсата выдыхаемых паров воды, пота, слюны) с защитным материалом со стороны внутреннего слоя 2 происходит продавливание капли сквозь гидрофобные волокна внутреннего слоя и ее контакт с внешним слоем 3, который выполнен из гидрофильного пористого материала и впитывает каплю жидкости. При этом происходит высвобождение кислотного агента из пор гидрофильного слоя, что вызывает понижение водородного показателя (рН) пленки жидкости 4 в гидрофильном слое и, следовательно, увеличение концентрации ионов серебра в пленке жидкости за счет контакта закисленной пленки жидкости с серебросодержащим компонентом в составе гидрофильного слоя.

Увеличение концентрации ионов серебра препятствует жизнедеятельности бактериальных клеток и их дальнейшему размножению. Антибактериальное действие обнаружено в отношении *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*. Исследования проводили согласно ГОСТ Р ИСО 20776-1-2010.

Средство индивидуальной защиты с использованием многослойного защитного материала изготавливают из двух или трех слоев тканого или нетканого материала. Внешний слой изделия представляет собой фильтр из нетканого слоя полиэтилена, задерживающий грубо дисперсные частицы. Промежуточный слой состоит из гидрофильных волокон с нанесенным пористым носителем и располагается таким образом, чтобы не контактировать с кожей человека. Пористый носитель содержит кислотный агент (фосфорномолибденовую кислоту) и серебросодержащий компонент (наночастицы серебра на галлуазите) и отвечает за противомикробное защитное действие изделия. Внутренний слой материала, контактирующий с кожей, состоит из гидрофобных волокон полиэтилена и препятствует контакту кожи с кислотным агентом.

Таким образом, средство индивидуальной защиты благодаря действию многослойного защитного материала возможно эксплуатировать в течение длительного времени, в том числе в условиях повышенной влажности.

Пример 2.

Многослойный защитный материал аналогичен по составу материалу по примеру 1 за исключением того, что внешний слой изготовлен из гидрофильного пористого материала, представляющего собой сплетенные вместе вязкие волокна (т.е., регенерированную целлюлозу) с нанесенным на нее пористым носителем - галлуазитом. При этом на галлуазите иммобилизован серебросодержащий компонент: наночастицы серебра, в поры галлуазита инкапсулирован кислотный агент: смесь фосфорномолибденовой кислоты (95% мольн.) и малорастворимой средней соли - фосфомолибдата кальция (5% мольн.), а внутренний слой выполнен из гидрофобных волокон политетрафторэтилена, полученных методом электропрядения.

В полученном гидрофильном пористом материале по результатам элементного анализа методом рентгеновской флуоресцентной спектроскопии содержание молибдена составляет 3,2% мас, содержание серебра составляет 0,7% мас.

Антибактериальное действие обнаружено в отношении *Staphylococcus aureus*,
 5 *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*.

Пример 3.

Многослойный защитный материал аналогичен по составу материалу по примеру 2 за исключением того, что в качестве кислотного агента используют фосфорновольфрамную кислоту ($H_3PW_{12}O_{40}$), в качестве серебросодержащего
 10 компонента используют хлорид серебра, а внутренний слой выполнен из гидрофобных волокон, полученных пропиткой сотканых вместе хлопковых волокон вазелиновым маслом.

Антибактериальное действие обнаружено в отношении *Staphylococcus aureus*,
 15 *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*.

Пример 4.

Многослойный защитный материал аналогичен по составу материалу по примеру 2 за исключением того, что гидрофильный пористый материал представляет собой сотканые вместе волокна льна с нанесенным пористым носителем (галлуазитом), в
 20 качестве кислотного агента используют кислую калиевую соль щавелевой кислоты ($K^+[HC_2O_4]^- \cdot H_2C_2O_4$), в качестве серебросодержащего компонента используют бромид серебра, а внутренний слой выполнен из гидрофобных волокон, полученных пропиткой сотканых вместе вискозных волокон силиконовым маслом (полидиметилсилоксаном).

Антибактериальное действие обнаружено в отношении *Staphylococcus aureus*,
 25 *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*.

Пример 5.

Многослойный защитный материал аналогичен по составу материалу по примеру 2 за исключением того, что гидрофильный пористый материал представляет собой волокна нанопибриллярной целлюлозы, осажденные из дисперсии, в качестве кислотного
 30 агента используют смесь кислой калиевой соли щавелевой кислоты ($K^+[HC_2O_4]^- \cdot H_2C_2O_4$) и малорастворимой средней кальциевой соли щавелевой кислоты ($Ca_2C_2O_4$), в качестве серебросодержащего компонента используют иодид серебра, а внутренний слой выполнен из гидрофобных волокон полиэтилентерефталата.

Антибактериальное действие обнаружено в отношении *Staphylococcus aureus*,
 35 *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*.

(57) Формула изобретения

Многослойный защитный материал, характеризующийся тем, что он содержит по
 40 меньшей мере два слоя, один из которых, являющийся внешним по отношению к защищаемой поверхности, выполнен из гидрофильного пористого материала, содержащего серебросодержащий компонент и кислотный агент, выбранный из ряда: нелетучие кислоты, смеси нелетучих кислот с малорастворимыми средними солями, нелетучие кислые соли, смеси нелетучих кислых солей с малорастворимыми средними
 45 солями, инкапсулированный в поры материала и обеспечивающий увеличение концентрации ионов серебра в воде при смачивании ею материала, а внутренний слой выполнен из волокнистого гидрофобного материала, при этом пористость гидрофильного материала выбирают в диапазоне микропор или мезопор с обеспечением пролонгированного высвобождения кислотного агента, инкапсулированного в порах.

1

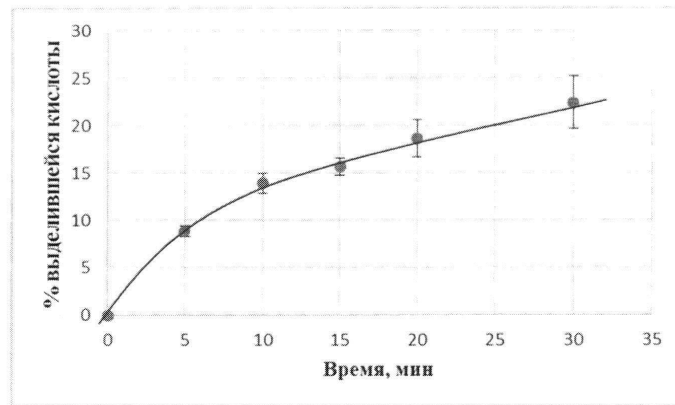


График зависимости степени высвобождения кислоты от времени контакта с водой.

Фиг. 1

2

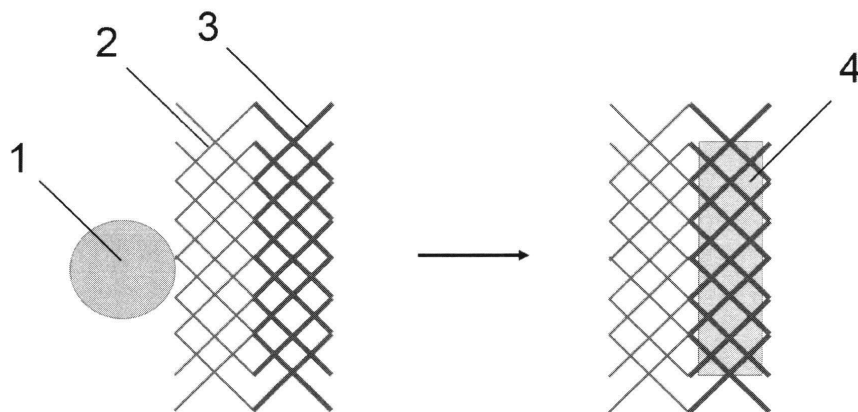


Схема распределения капель жидкости между слоями защитного материала.

Фиг. 2