

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036413**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.11.09

(21) Номер заявки
201892723

(22) Дата подачи заявки
2016.08.24

(51) Int. Cl. *A61K 9/70* (2006.01)
A61K 33/08 (2006.01)
A61K 33/24 (2006.01)
A61P 31/04 (2006.01)
B82Y 5/00 (2011.01)

**(54) ТРЕХМЕРНЫЙ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ, СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ
(ВАРИАНТЫ), УСТАНОВКА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СПОСОБА**

(43) **2019.04.30**

(86) **PCT/RU2016/000567**

(87) **WO 2018/038627 2018.03.01**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**КАМЛЕР АННА ВЛАДИМИРОВНА;
БАРИНОВ АНДРЕЙ
КОНСТАНТИНОВИЧ (RU)**

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) CN-A-101333788
CN-A-1807750
CN-A-102182056
US-A-3991236
RU-C2-2412292

Dytnerky J.U.I. Protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnology: Uchebnik dlya vuzov. V 2-kh kn.: Chast 1. Teoreticheskie osnovy protsessov khimicheskoi tekhnologii. Gidromekhanicheskie i teplovye protsessy i apparaty. M.: Khimiya, 1995 - 400 s, ss. 155, 156
RU-C2-2517121

(57) Изобретение относится к новому антибактериальному материалу, способу его получения, представленному в вариантах, а также к установке для реализации вышеназванного способа. Трехмерный антибактериальный материал представляет собой микроволокнистую матрицу с химически или физически закрепленными на ее волокнах наноразмерными композициями, в котором в качестве наноразмерных композиций он содержит наночастицы оксида титана (TiO₂) либо композиции, содержащие наночастицы оксида титана и наночастицы оксидов других металлов или их соединений. Изобретение направлено на разработку процессов нанесения стойких нанопокровов с антибактериальными свойствами на текстиль, который может быть использован для профилактики внутрибольничных инфекций.

B1

036413

036413

B1

Изобретение относится к новому антибактериальному материалу, способу его получения, представленному в вариантах, а также к установке для реализации вышеназванного способа. Изобретение направлено на разработку процессов нанесения стойких нанопокровов с антибактериальными свойствами на текстиль, который может быть использован для профилактики внутрибольничных инфекций.

Внутрибольничные инфекции - это инфекции, приобретенные в ходе прохождения лечения или работы в медицинском учреждении. Согласно международной классификации внутрибольничные инфекции делятся на 13 классов и 50 типов на основе клинических и биологических критериев. Микроорганизмы, которые обычно ассоциируют с внутрибольничными инфекциями, включают стрептококки, *Acinetobacter SPP*, энтерококки, синегнойную палочку, коагулазо стафилококки, золотистый стафилококк, *Bacillus Cereus*, *Legionella* и *Enterobacteriaceae*, а именно *Proteus mirabilis*, клебсиеллу пневмонии, кишечную палочку, *Serratia marcescens*. Возбудители внутрибольничных инфекций могут передаваться от человека к человеку, через окружающую среду или загрязненную воду и пищу, через кожу или загрязненные предметы медицинского персонала или через общие предметы и поверхности, главным образом, текстиль. Чрезмерное и неправильное использование антибиотиков широкого спектра действия, особенно в медицинских учреждениях, усугубляет проблему внутрибольничных инфекций, которые помимо вреда здоровью наносят большой экономический ущерб. Неправильное использование антибиотиков часто приводит к эволюции микроорганизмов, которые становятся устойчивыми к лекарствам. Такие организмы включают внутрибольничные метициллиноустойчивый золотистый стафилококк, ванкомициноустойчивые энтерококки, синегнойную палочку и *Klebsiella* пневмонии [Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, Volume 5, Issue 7, July 2015, pp. 509-514].

Современный рынок бактерицидных текстильных материалов в Европе ограничен вследствие их дороговизны. Это частично связано с тем, что при производстве коммерчески доступных в настоящее время антибактериальных текстильных материалов в качестве антибактериального агента используется, главным образом, серебро.

Известно покрытие, в котором на первичный пористый слой из неорганического или неорганически-органического материала наносится слой частиц из не менее одного наноразмерного фотокаталитического материала, при этом частицы среднего размера от 2 до 150 нм располагаются друг от друга на расстоянии от 1 до 50 нм на поверхности первичного слоя. Первичный слой покрытия может быть выполнен из SiO_2 , ZrO , Al_2O_3 , а также из смешанных оксидов этих элементов или модифицированных органических соединений этих элементов. Подобное покрытие может наноситься на синтетические материалы, текстиль, керамику, дерево, металл или лак (DE 10158433 B4, 2006.05.18).

Также известен (DE 102006053326 A1, 2008.05.15) способ производства покрытия для гидрофобной или олеофобной отделки поверхностей, в котором применяются дисперсионная среда, диспергированные в ней активные частицы с гидрофобными или олеофобными поверхностными группами и связующие вещества. При этом частицы с гидро- или олеофобными поверхностными группами для активации помещаются в дисперсионную среду для размельчения, а связующее вещество добавляется до или после активации.

Подобное покрытие приводит к заметному улучшению физических свойств прозрачного слоя при хороших гидро- или олеофобных свойствах. Оно применимо для нанесения на любые поверхности, в особенности на волокна и любой текстиль, на стекло, керамику, металл, дерево и синтетические вещества.

В способе описываются различные виды измельчения частиц в дисперсионной среде (как химические, так и физические). При этом сами частицы могут быть оксидами металлов и комбинациями из них (в том числе TiO_2).

Здесь же запатентовано само покрытие для придания гидрофобных или олеофобных свойств поверхностям, которое содержит дисперсионную среду, диспергированные в ней гидрофобные или олеофобные частицы и связующее вещество.

Из уровня техники известно устройство для пропитки движущегося полотна (патент РФ № 2157868). Устройство содержит ванну для пропитывающей жидкости, два или более транспортирующих барабана, расположенных последовательно по ходу движения пропитываемого полотна в ванне, две бесконечные ленты для транспортировки полотна, размещенные на лентоведущих валах и выполненные в виде сеток, а также пластины, погруженные в ванну и установленные как над плоскостью перемещения полотна, так и под ней. Пластины ориентированы под углом к плоскости перемещения полотна и установлены с возможностью изменения упомянутого угла и глубины погружения, что позволяет подбирать оптимальный режим увлажнения полотна за счет регулирования процессов волнообразования в слоях, прилегающих к лентам, и поверхностном слое воды.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является текстильный материал и способ его формирования, описанный в патентной заявке на изобретение КНР № 200610049069.6. Согласно данному изобретению предложен способ получения *in situ* неорганических наноразмерных частиц оксида титана (IV) в текстильном материале: при нормальной температуре, в условиях перемешивания, хлорид титана (IV) добавляют в содержащий триэтилоламин раствор этанола с образованием пастообразного комплексного соединения. В выдержанное при температуре около 30°C комплексное соединение для раство-

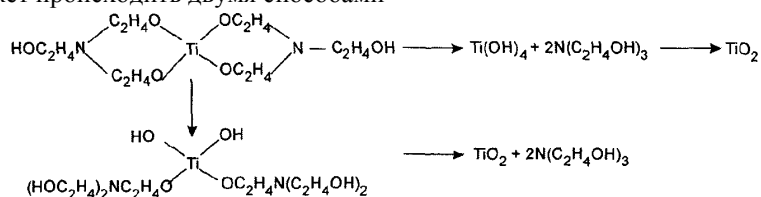
рения добавляют деионизированную воду, при этом получается прозрачный раствор. Готовый раствор при перемешивании или ультразвуковом диспергировании смешивают с 1-5%-ным раствором аминспирта АМП-95 (2-аминометил-1-пропанол) в воде и текстильным материалом, который полностью пропитается раствором, производят регулировку pH. При использовании ультразвукового или гидротермального метода в волокнах ткани текстильного материала *in situ* формируются наноразмерные частицы оксида титана (IV).

Вещество хлорида титана (IV) и триэтилоламина берется в количественном отношении 1:2, этанол используется в качестве растворителя в объеме, в три раза превышающем объем триэтилоламина.

Гибридную систему загружают в гидротермальный автоклав для обработки с применением гидротермального метода, при температуре реакции 145-200°C в волокнах *in situ* создаются наноразмерные частицы оксида титана (IV) в кристаллической форме анатаза.

Из-за достаточно сильного положительного электрического заряда иона титана (IV) Ti^{4+} при нормальной температуре происходит быстрый гидролиз с образование гидроксида титана, из которого после обжига получают оксид титана (IV). При образовании триэтилоламино и ионами титана Ti^{4+} стабильного комплексного соединения происходит нейтрализация положительного электрического заряда Ti^{4+} , что снижает скорость гидролиза.

Гидролиз может происходить двумя способами



Первый возможный способ гидролиза предполагает разрушение в ходе гидролиза всех четырех связей Ti-O с образованием гидроксида титана. Другой возможный способ предполагает разрушение в ходе гидролиза только части связей Ti-O с образованием в последующем непосредственно TiO_2 при отделении от молекулы триэтилоламина.

Способ формирования *in situ* в текстильном материале неорганических наноразмерных частиц TiO_2 или SiO_2 повышает характеристики дисперсности и адгезию наночастиц в ткани с целью улучшения характеристик текстильных изделий с точки зрения защиты от ультрафиолетового излучения и бактерий.

Однако способ позволяет получать антибактериальный материал только с покрытием наночастицами двуокиси титана либо оксида кремния. Это ограничивает возможности использования различных композиций оксида титана и других оксидов металла (таких как MgO, ZnO, CuO, SeO_2) и, как следствие, ограничивает расширение сегментов рынка.

Задачей предлагаемого изобретения является получение более эффективного антибактериального материала на основе доступных оксидов металла и их композиций и разработка технологии обработки текстиля.

Поставленная задача решается новым трехмерным антибактериальным материалом, предназначенным для производства повязок для лечения ран либо текстильных изделий с антибактериальными свойствами, представляющим собой микроволокнистую матрицу с химически или физически закрепленными на ее волокнах наноразмерными композициями, в качестве наноразмерных композиций содержащий наночастицы оксида титана (TiO_2) либо композиции, содержащие наночастицы оксида титана и наночастицы оксидов других металлов или их соединений, при этом содержание наночастиц в структуре материала подчиняется следующему неравенству:

$$1,1 \leq \frac{\sum X_i}{\sum Y_i} \leq 100$$

где

X_i - суммарная концентрация наночастиц оксида титана TiO_2 ;

Y_j - суммарная концентрация наночастиц оксидов других металлов или их соединений,

а количество наноразмерных частиц в нем составляет от 0,1 до 30 мас.%. Размер наночастиц в материале составляет от 1 до 500 нм.

В качестве наночастиц оксидов других металлов или их соединений трехмерный антибактериальный материал содержит ZnO, CuO, MgO, SeO_2 .

$$1,1 \leq \frac{\sum X_i}{\sum Y_i} \leq 100$$

Нижняя граница 1,1 в неравенстве обеспечивает содержание наночастиц оксида титана TiO_2 больше, чем суммарная концентрация других металлов или их соединений. Верхняя граница в неравенстве 100 ограничивает минимальное содержание других металлов по сравнению с наночастицами оксида титана TiO_2 в интервале 1%.

С целью удешевления разрабатываемого продукта по сравнению с прототипом, а также увеличения антибактериальной активности материала нами были рассмотрены альтернативные материалы, обладающие антибактериальными свойствами. Тем не менее, в ходе анализа акцент был сделан на материале

лы, обладающие хорошей биологической совместимостью с кожей человека.

Также задача решается способом получения трехмерного антибактериального текстильного материала, предлагаемого в вариантах исполнения.

Кроме того задача решается устройством для реализации вышеописанного способа.

В первом варианте способа получения трехмерного антибактериального материала предварительно подготавливают титансодержащий раствор или раствор, содержащий помимо титансодержащих соединений соединения других металлов (Zn, Cu, Mg, Se и др.), служащие исходными для формирования наночастиц оксидов этих металлов. Затем пропитывают текстильный материал приготовленным раствором в присутствии ультразвуковых колебаний при частоте от 10 до 100 кГц до полного смачивания и пропитки волокон приготовленным раствором. Проводят последующее формирование золя из исходного раствора. Для этого могут быть использованы нагрев, предварительная сушка, обработка водяным паром, добавление вещества регулирующего/изменяющего pH либо других реагентов. Формируют гель. После промывки материала водой проводят термостатирование при температуре от 80 до 200°C.

Второй вариант способа получения трехмерного антибактериального текстильного материала включает предварительную пропитку текстильного материала реагентом, имеющим pH, отличный от нейтрального, подготовку титансодержащего раствора (раствор помимо титансодержащих соединений может содержать соединения других металлов (Zn, Cu, Mg, Se и др.), служащие исходными для формирования наночастиц оксидов этих металлов); пропитку текстильного материала приготовленным раствором в присутствии ультразвуковых колебаний на частоте от 10 до 100 кГц, обеспечивающих полное смачивание и полную пропитку волокон приготовленным раствором, при этом за счет отличного pH (обеспеченного предварительной пропиткой) происходит образование нано-золя и геля на волокнах, промывку материала водой и окончательную сушку материала при температуре от 80 до 200°C.

Согласно заявляемому изобретению формирование наночастиц идет непосредственно в волокнах текстильных материалов. Основным компонентом трехмерной антибактериальной структуры является оксид металла. В текстильном материале наноразмерные частицы химически связаны с волокнами текстиля. В качестве текстиля использован хлопок либо материал с содержанием хлопка, химическая связь образована между молекулами целлюлозы, входящей в состав хлопка, и наночастицами оксида титана или других металлов. Размеры наночастиц составляют от 1 до 1000 нм. Пространственное расположение наночастиц друг относительно друга определяется геометрией волокон текстиля, так как образуется связь с молекулами целлюлозы. Таким образом, достигается равномерность расположения наночастиц по всему материалу. Также равномерность распределения наночастиц на волокнах достигается ультразвуковым воздействием с частотой 10-100 кГц на стадии пропитки волокон ткани жидким титансодержащим раствором. Именно ультразвук способствует проникновению веществ в волокна и приводит к возможности образования трехмерной структуры вместо поверхностного покрытия.

Таким образом, обеспечивается создание трехмерной структуры текстильного материала, содержащей наночастицы на поверхности и внутри волокон.

Первая стадия способа получения трехмерного антибактериального текстильного материала включает подготовку исходного раствора и пропитку текстильного материала этим раствором в присутствии ультразвуковых колебаний. При этом возможно использование докавитационного режима, что является несомненным преимуществом метода по сравнению с технологией, описанной в [Materials Letters 96 (2013) 121-124], поскольку позволит снизить энергопотребление установки и воздействие на текстиль (т.е. позволит сохранить прочность материала). В результате химического связывания получаемой композиции с молекулами целлюлозы достигается химическая и механическая прочность нанесения. Далее происходит вторичная обработка текстильного материала, в частности, термическая, в частности, паром, в ходе которой происходит гидролиз и формирование золя. Контроль над процессом можно осуществлять, регулируя температуру пара. Далее золь переводят в гель при удалении из него части воды нагреванием или экстракцией соответствующим растворителем. Для этого может быть применен нагретый воздух. Твердые частицы геля образуют рыхлую пространственную сетку, которая содержит в своих ячейках жидкую дисперсионную среду, лишая текучести систему в целом.

После пропитки и вторичной обработки происходят мойка текстиля в воде и последующая сушка при температуре до 200°C. В ходе финальной сушки происходит окончательное затверждение геля, и процесс формирования химически пришитой к волокну пористой структуры с антибактериальными свойствами завершается.

Возможно формирование золя без использования пара, а просто за счет нагрева до пороговой температуры. Нагрев может быть осуществлен также за счет ультразвуковых колебаний, при этом до достижения пороговой температуры ультразвук используется для пропитки материала. При достижении пороговой температуры в окрестности волокон начинается формирование золя, далее геля. При этом ультразвуковые колебания в зоне формирования золя и геля препятствуют агрегации наночастиц, что способствует более равномерному распределению наночастиц. Окончательно трехмерная структура закрепляется на стадии сушки.

Во втором варианте способа также не используется пар. Добавляется еще одна стадия предвари-

тельной пропитки. Формирование золя начинается за счет создания определенного рН в окрестности волокон за счет предварительной пропитки текстиля реагентом с рН, отличным от нейтрального.

Второй вариант способа получения трехмерного антибактериального текстильного материала включает пропитку текстильного материала титансодержащим реагентом, в котором предварительно проводят пропитку текстильного материала реагентом, имеющим рН, отличный от нейтрального, далее обрабатывают текстильный материал титансодержащим реагентом в присутствии ультразвуковых колебаний на частоте от 10 до 100 кГц до полного смачивания и пропитки волокон, формируют нано-золь и гель на волокнах, промывают материал преимущественно водой и сушат при температуре от 80 до 200°C.

Заявляемый способ обладает следующими преимуществами по сравнению с прототипом:

Способ позволяет использовать любые металлы и их композиции; композиции на основе диоксида титана, оксидов меди, цинка и марганца. Эти соединения являются альтернативой серебра, что значительно удешевляет технологию. В качестве антибактериального агента использованы оксиды металлов, обладающие низкой стоимостью по сравнению с применяемым серебром.

Обеспечивается равномерность распределения наночастиц в материале за счет ультразвуковой пропитки.

Достигается развитая поверхность пористой структуры полученного материала, что позволит увеличить антибактериальную активность заявляемого материала по сравнению с материалом, полученным по способу-прототипу.

Способ позволяет обеспечить стойкость покрытия химической пришивкой наночастиц. Получается покрытие, устойчивое к истиранию.

Антибактериальное покрытие получается стойким и выдерживает как минимум 100 стирок, в ходе эксплуатации не происходит отделение покрытия на кожу или в воду при стирке.

Антибактериальная активность материала, содержащего диоксид титана или его композиции, после стирки может быть увеличена путем обработки солнечным светом перед использованием.

Обеспечивается высокая скорость процесса за счет высокой скорости реакции. Докавитационный режим позволяет снизить энергопотребление и воздействие на прочность материала.

Прочность нового текстильного материала не ниже прочности материала без антибактериальных свойств.

Следует отметить, что антибактериальные свойства материала составляют не ниже $A=4$ для наиболее распространенных бактерий (антибактериальная активность в данном случае описывается показателем A , который вводится следующим образом: $A=1$ при уменьшении количества бактерий на 90%; $A=2$ при уменьшении количества бактерий на 99%; $A=3$ при уменьшении количества бактерий на 99,9% и т.д.).

Устройство для получения трехмерного антибактериального материала содержит блок подготовки реагентов, блок пропитки,

при этом блок подготовки реагентов содержит емкость, снабженную кранами для добавления жидких компонентов, а также дозаторами для добавления порошкообразных компонентов, узел перемешивания, а также сенсоры для измерения температуры, узел термостатирования для контроля и поддержания температуры ниже температуры начала формирования наночастиц,

блок пропитки содержит емкость для пропитки, узел подогрева реагента, датчик контроля температуры, ультразвуковые излучатели цилиндрической либо плоской формы, обеспечивающие равномерное облучение протягиваемого текстиля с обеих сторон механическими колебаниями частотой 10-100 кГц, питаемые ультразвуковыми генераторами, лентопротяжный механизм для протяжки текстильного материала, при этом блок пропитки содержит четное количество ультразвуковых излучателей, сдвинутых друг относительно друга таким образом, чтобы максимум поперечного излучения излучателя номер n совпадал с минимумом поперечного излучения излучателя номер $n+1$, где $n=1, 2, 3$. Устройство дополнительно содержит блок мойки и блок сушки, блок мойки текстиля содержит механизм, образующий барботаж жидкости.

В заявляемом устройстве блок подготовки реагентов снабжен емкостью для хранения исходных жидких реагентов.

Кроме того, устройство дополнительно содержит блок вторичной обработки, содержащий модуль обработки паром, либо модуль пропитки жидким реагентом либо мойки в специализированной среде, содержащий емкость и лентопротяжный механизм, либо модуль предварительной сушки при более низкой температуре.

Также устройство дополнительно содержит блок предварительной пропитки, расположенный перед блоком пропитки, при этом блок предварительной пропитки содержит емкость для пропитки и лентопротяжный механизм для протяжки текстильного материала.

Устройство представляет собой автоматизированную технологическую линию для создания в текстильном материале, содержащем 30-100% хлопка, композиции наночастиц на базе оксида металла, содержащую систему блоков, включающую блок подготовки исходного раствора (содержащего помимо титансодержащих соединений соединения других металлов (Zn, Cu, Mg и др.), служащие исходными для

формирования наночастиц оксидов этих металлов), блок пропитки текстильного материала, содержащий конструкцию для протяжки текстильного материала шириной 50-500 см, ультразвуковые излучатели цилиндрической либо плоской формы, блок вторичной обработки текстильного материала, содержащий бак для вторичной обработки (нагрева, обработки паром либо добавления дополнительного реагента, способствующего выпадению наночастиц), блок мойки текстильного материала водой и блок сушки при температуре 80-200°C, ультразвуковые излучатели для обеспечения равномерности пропитки текстильного материала исходным раствором, которые расположены с возможностью обеспечения прохождения каждого участка текстиля в зоне механических колебаний на частоте 10-100 кГц и питаемые ультразвуковыми генераторами.

В случае реализации способа по второму варианту вместо бака вторичной обработки устройство содержит бак предварительной пропитки текстиля реагентом с отличным pH.

Устройство работает следующим образом. На фиг. 1 приведена схема прохождения материала по следующим блокам:

- 1 - блок подготовки реагента,
- 2 - блок термостатирования,
- 3 - блок пропитки,
- 4 - блок вторичной обработки,
- 5 - блок мойки и сушки,
- 6 - блок предварительной пропитки.

Блоки 4 и 6 могут быть использованы дополнительно.

На первом этапе происходит подготовка реагента в блоке подготовки реагента 1. Для этого может быть использован бак смешивания реагентов из нержавеющей стали объемом 20-40 л. Данный бак может содержать краны для добавления жидких реагентов, а также дозатор для добавления порошкообразных реагентов. Кроме того, блок подготовки реагента 1 содержит устройство перемешивания, а также может содержать сенсоры для измерения температуры, pH и других величин. Блок 2 содержит устройство термостатирования для контроля и поддержания температуры ниже температуры начала формирования наночастиц. Помимо этого блок может содержать баки для хранения исходных жидких реагентов (до смешивания). Бак смешивания реагентов закрытый, препятствующий возникновению паров и их выбросу в окружающую среду.

Блок пропитки 3 помимо бака пропитки может содержать устройство термостатирования для поддержания необходимой температуры процесса. Реагент, подготовленный в блоке подготовки реагента 1, может проходить через устройство нагрева, чтобы приблизить температуру реагента к пороговой температуре формирования наночастиц оксидов металлов. При этом температура до пропитки сохраняется ниже пороговой. Ультразвуковые излучатели могут быть использованы для окончательного увеличения температуры реагента уже после пропитки ткани.

Блок пропитки 3 содержит ультразвуковые излучатели, питаемые ультразвуковыми генераторами (несколькими либо одним многоканальным). Текстиль (возможно после предварительной пропитки) подается в бак пропитки и проходит между ультразвуковыми излучателями таким образом, чтобы обеспечить равномерное облучение текстиля с обеих сторон. В связи с этим используется четное количество ультразвуковых излучателей, сдвинутых друг относительно друга таким образом, чтобы максимум поперечного излучения излучателя n совпадал с минимумом поперечного излучения излучателя $n+1$ ($n=1, 2, 3, \dots$). Для этого используется лентопротяжный механизм. Бак пропитки закрыт во избежание попадания каких-либо паров в окружающую среду. Бак пропитки может быть изготовлен из нержавеющей стали. Ширина бака пропитки 500-3000 мм. В баке пропитки установлен датчик контроля температуры.

Пример исполнения системы блок подготовки реагента - блок пропитки представлен на фиг. 2:

- 1 - бак пропитки,
- 2 - насос (для подачи реагента в блок пропитки через устройство термостатирования б),
- 3 - кран для залив реагента,
- 4 - кран для слива реагента,
- 5 - блок подготовки реагента (краны не показаны),
- 6 - устройство термостатирования.

После пропитки текстиль проходит между двумя роликами для отжима и далее может подаваться в блок вторичной обработки 4 соответственно на фиг. 1 (если необходимо). Вторичная обработка может включать в себя обработку паром или нагретым воздухом, дополнительный нагрев, мойку в щелочном растворе или растворе отличного pH. Вторичная обработка необходима для завершения формирования золя и геля (т.е. формирования наночастиц) в том случае, если это не происходит в баке пропитки при переходе температуры раствора порогового значения.

Последний этап обработки - мойка водой и сушка. Пример конструкции для мойки и сушки представлен на фиг. 3:

- 1 - бак,
- 2 - рама,
- 3 - ролик,

- 4 - направляющий ролик,
- 5 - термометр,
- 6 - механизм отжима,
- 7 - возможны устройства нагрева воды,
- 8 - нагреватели,
- 9 - ролик,
- 10 - вращающий двигатель,
- 11 - корзина для сбора ткани.

Текстиль проходит бак мойки, где он проходит через воду, при этом может быть организован барботаж. Бак мойки представляет собой открытый бак шириной до 3000 мм. После мойки текстиль проходит между двумя роликами для отжима. После этого текстиль протягивается по металлической поверхности температуры до 200°C. Для протяжки ткани используется лентопротяжный механизм.

Заявляемое устройство позволяет обеспечить нанесение антибактериальных композиций на волокна в непрерывном режиме. Производительность устройства может составлять не менее 1,5 м/мин.

Таким образом, заявляемое изобретение позволяет получить новый более эффективный антибактериальный материал на основе доступных оксидов металла и их композиций. Предложена также технология обработки текстиля.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Трехмерный антибактериальный материал, представляющий собой микроволокнистую матрицу с химически или физически закрепленными на ее волокнах наночастицами оксида титана (TiO_2) или наноразмерными композициями, содержащими наночастицы оксида титана и наночастицы ZnO , CuO , MgO , CeO_2 или их соединений, при этом содержание наночастиц в структуре материала подчиняется следующему неравенству:

$$1,1 \leq \frac{X_i}{\sum Y_j} \leq 100,$$

где

X_i - массовая концентрация наночастиц оксида титана TiO_2 ;

Y_j - суммарная массовая концентрация наночастиц ZnO , CuO , MgO , CeO_2 или их соединений,

а количество наноразмерных частиц в нем составляет от 0,1 до 30 мас.%, размер наночастиц в материале составляет от 1 до 1000 нм.

2. Способ получения трехмерного антибактериального материала по п.1, включающий пропитку текстильного материала реагентом, представляющим собой растворимое соединение, содержащее четырехвалентный титан, отличающийся тем, что предварительно подготавливают раствор указанного реагента, затем пропитывают текстильный материал приготовленным раствором в присутствии ультразвуковых колебаний при частоте от 10 до 100 кГц до полного смачивания и пропитки волокон, проводят последующее формирование золя из исходного раствора, формируют гель, а после промывки материала водой проводят термическую обработку при температуре от 80 до 140°C.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что формирование золя из исходного раствора осуществляют нагревом или предварительной сушкой.

4. Способ по п.2, отличающийся тем, что формирование золя из исходного раствора осуществляют обработкой водяным паром.

5. Способ по п.2, отличающийся тем, что формирование золя из исходного раствора осуществляют добавлением вещества, регулирующего/изменяющего рН.

6. Способ по п.2, отличающийся тем, что формирование золя из исходного раствора осуществляют путем достижения в окрестности волокон пороговой температуры в ходе пропитки материала в присутствии ультразвуковых колебаний, обеспечивающих нагрев области формирования золя.

7. Способ получения трехмерного антибактериального текстильного материала по п.1, включающий пропитку текстильного материала реагентом, представляющим собой растворимое соединение, содержащее четырехвалентный титан, отличающийся тем, что предварительно проводят пропитку текстильного материала реагентом, имеющим рН меньше 7, далее обрабатывают текстильный материал указанным реагентом в присутствии ультразвуковых колебаний на частоте от 10 до 100 кГц до полного смачивания и пропитки волокон, при этом формируют нано-золь и гель на волокнах, промывают материал водой и сушат при температуре от 80 до 140°C.

8. Способ по любому из пп.2-7, отличающийся тем, что указанный реагент помимо титансодержащих соединений содержит соединения других металлов (Zn , Cu , Mg , Ce и др.), служащих исходными для формирования наночастиц оксидов этих металлов.

9. Устройство для получения трехмерного антибактериального материала по п.1, содержащее блок подготовки реагентов, блок пропитки,

при этом блок подготовки реагентов содержит емкость, снабженную кранами для добавления жидких компонентов, а также дозаторами для добавления порошкообразных компонентов, узел перемешива-

ния, а также сенсоры для измерения температуры, узел термостатирования для контроля и поддержания температуры ниже температуры начала формирования наночастиц,

блок пропитки содержит емкость для пропитки, узел подогрева реагента, датчик контроля температуры, ультразвуковые излучатели цилиндрической либо плоской формы, обеспечивающие равномерное облучение протягиваемого текстиля с обеих сторон механическими колебаниями частотой 10-100 кГц, питаемые ультразвуковыми генераторами, лентопротяжный механизм для протяжки текстильного материала, при этом блок пропитки содержит четное количество ультразвуковых излучателей, сдвинутых друг относительно друга таким образом, чтобы максимум поперечного излучения излучателя номер n совпадал с минимумом поперечного излучения излучателя номер $n+1$, где $n=1, 2, 3$.

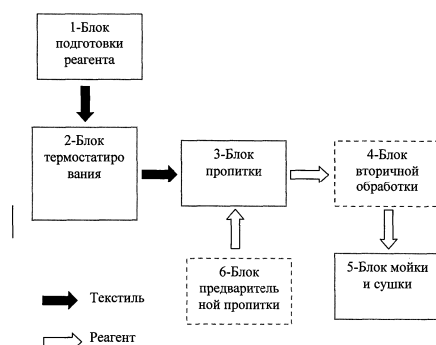
10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит блок мойки и блок сушки.

11. Устройство по п.10, отличающееся тем, что блок мойки текстиля содержит механизм, образующий барботаж жидкости.

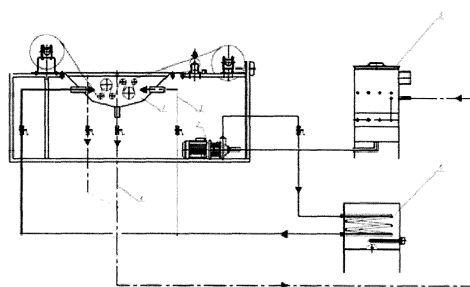
12. Устройство по любому из пп.9, 10 или 11, отличающееся тем, что блок подготовки реагентов снабжен емкостью для хранения исходных жидких реагентов.

13. Устройство по любому из пп.9-12, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит блок вторичной обработки, содержащий модуль обработки паром, либо модуль пропитки жидким реагентом либо мойки в специализированной среде, содержащий емкость и лентопротяжный механизм, либо модуль предварительной сушки при более низкой температуре.

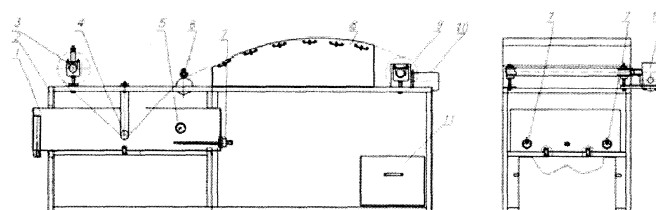
14. Устройство по любому из пп.9-13, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит блок предварительной пропитки, расположенный перед блоком пропитки, при этом блок предварительной пропитки содержит емкость для пропитки и лентопротяжный механизм для протяжки текстильного материала.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

