

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **036860**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.12.29**

(21) Номер заявки  
**201990396**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.06.09**

(51) Int. Cl. **D21C 5/02** (2006.01)  
**B09B 3/00** (2006.01)  
**B09B 5/00** (2006.01)  
**B29B 17/02** (2006.01)  
**C08J 11/06** (2006.01)  
**C08J 11/16** (2006.01)

---

---

(54) **СПОСОБ РЕГЕНЕРАЦИИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН ИЗ ИСПОЛЬЗОВАННОГО  
ВПИТЫВАЮЩЕГО ИЗДЕЛИЯ**

---

(31) **2016-154974**

(32) **2016.08.05**

(33) **JP**

(43) **2019.07.31**

(86) **PCT/JP2017/021541**

(87) **WO 2018/025501 2018.02.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЮНИЧАРМ КОРПОРЕЙШН (JP)**

(72) Изобретатель:  
**Кониси Такаеси, Хираока Тосио,  
Ямаки Коити, Камеда Норитомо (JP)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

(56) JP-A-2016123973  
JP-A-2012066156  
JP-A-04-317785  
JP-A-2003039023  
JP-A-2014217835  
JP-A-2003225645  
WO-A1-2015190140

(57) В изобретении представлен способ регенерации целлюлозных волокон, имеющих небольшое повреждение, из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер. Использованное впитывающее изделие обрабатывают при температуре, большей или равной 80°C, раствором органической кислоты, имеющим не выше pH 2,5, и супервпитывающий полимер инактивируется. Предпочтительно, если целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер отделяются от использованного впитывающего изделия после обработки водным раствором органической кислоты, и затем смесь, включающую отделенные целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, обрабатывают окислительным реагентом, инактивированный супервпитывающий полимер разлагается, уменьшается его молекулярная масса и он солюбилизирован.

**B1****036860****036860****B1**

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящее изобретение относится к способу регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия. В частности, оно относится к способу регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер, с минимальным повреждением.

### **Уровень техники**

Предпринимали попытки регенерации использованных впитывающих изделий, таких как одноразовые бумажные подгузники. Для регенерации использованных впитывающих изделий обычно использованные впитывающие изделия разлагают в воде, разделяют их на составные части впитывающих изделий, которые затем регенерируют. Однако супервпитывающие полимеры, которые включены во впитывающие изделия, поглощают влагу и их масса увеличивается, когда они также образуют гель и теряют сыпучесть, что приводит к снижению производительности аппарата для обработки.

В связи с этим в публикации нерассмотренной патентной заявки Японии № 2010-84031 предложен способ обработки использованных бумажных подгузников, в котором известь, гипохлорит и использованные бумажные подгузники загружают в бак для обработки и перемешивают в течение заданного времени при подаче воды в минимальном количестве, необходимом для перемешивания в баке для обработки, жидкость, находящуюся в баке для обработки, для обезвоживания выводят из бака для обработки и выведенные сточные воды регенерируют, обрабатывают для улучшения качества воды и отбрасывают.

Список документов.

Патентные документы.

PTL 1. Публикация нерассмотренной патентной заявки Японии № 2010-84031.

### **Сущность изобретения**

Техническая задача.

Однако в публикации нерассмотренной патентной заявки Японии № 2010-84031, поскольку известь вводят в количестве, достаточном для инактивации супервпитывающего полимера, и гипохлорит вводят в качестве дезинфицирующего вещества (микробиоцида), известь создает в баке для обработки сильнощелочную среду, которая не только приводит к разложению целлюлозных волокон, но и вследствие наличия большого количества супервпитывающего полимера, который был сшит и обезвожен ионами кальция извести, а также нерастворившейся извести, содержание золы в целлюлозных волокнах, регенерированных путем обработки, весьма велико, что приводит к ухудшенным рабочим характеристикам и качеству. Кроме того, использование гипохлорита вызывает озабоченность в связи с воздействием на окружающую среду.

### **Решение задачи**

Авторы настоящего изобретения рассмотрели указанные выше затруднения предшествующего уровня техники и завершили настоящее изобретение после установления того, что можно регенерировать целлюлозные волокна с минимальным повреждением путем использования органической кислоты, которая приводит к минимальному повреждению целлюлозных волокон, как промывочная вода, при pH, которое обеспечивает резкое усиление стерилизующего эффекта, и с нагреванием при 80°C или более высокой температуре.

Другими словами, настоящее изобретение относится к способу регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер, при этом способ включает стадию обработки использованного впитывающего изделия при температуре, равной 80°C или более высокой, водным раствором органической кислоты, имеющим pH не выше 2,5, для инактивации супервпитывающего полимера.

Настоящее изобретение включает следующие объекты:

1. Способ регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер, при этом способ включает стадию обработки использованного впитывающего изделия при температуре, равной 80°C или более высокой, водным раствором органической кислоты, имеющим pH не выше 2,5, для инактивации супервпитывающего полимера.

2. Способ по п.1, который дополнительно включает стадию отделения целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, которое обрабатывали водным раствором органической кислоты.

3. Способ по п.2, который дополнительно включает стадию обработки смеси, включающей отделенные целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, окислительным реагентом для разложения, уменьшения молекулярной массы и солюбилизации инактивированного супервпитывающего полимера.

4. Способ по п.3, который дополнительно включает стадию отделения целлюлозных волокон от смеси, которую обрабатывали окислительным реагентом.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором органической кислотой является лимонная кислота.

6. Способ по п.5, в котором концентрация лимонной кислоты в водном растворе органической ки-

слоты равна 2 мас.% или более.

7. Способ по любому из пп.2-4, в котором использованное впитывающее изделие включает материал, состоящий из термопластичной смолы, и способ дополнительно включает стадию сушки остатка, полученного при отделении целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, и отделение материала, состоящего из термопластичной смолы, от высушенного остатка.

8. Способ по любому из пп.2-4, в котором использованное впитывающее изделие включает пленку из термопластичной смолы, и способ дополнительно включает стадию сушки остатка, полученного при отделении целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, и отделение пленки из термопластичной смолы от высушенного остатка.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором впитывающее изделие представляет собой по меньшей мере один тип, выбранный из группы, включающей бумажные подгузники, впитывающие мочу прокладки, простыни, гигиенические прокладки и впитывающие пеленки для домашних животных.

Полезные эффекты изобретения.

В соответствии со способом, предлагаемым в настоящем изобретении, можно отделить целлюлозные волокна от использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер, с минимальным повреждением.

#### **Описание вариантов осуществления**

Настоящее изобретение относится к способу регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер.

На впитывающее изделие не налагаются особые ограничения при условии, что оно содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер, и примеры включают бумажные подгузники, впитывающие мочу прокладки, простыни, гигиенические прокладки и впитывающие пеленки для домашних животных. Такие впитывающие изделия обычно состоят из материалов-компонентов, таких как целлюлозные волокна, супервпитывающий полимер, нетканый материал, пленка из термопластичной смолы и термопластичный клей.

На целлюлозные волокна не налагаются особые ограничения, и примеры включают рыхлые целлюлозные волокна и химические целлюлозные волокна.

Супервпитывающий полимер, также обозначаемый как СВП, имеет трехмерную сетчатую структуру из надлежащим образом сшитого растворимого в воде полимера и поэтому он поглощает количество воды, которое больше его массы в несколько сотен -несколько тысяч раз, но практически нерастворим в воде и предупреждает отделение впитанной воды даже при приложении некоторого давления, и его примеры включают измельченные или волокнистые полимеры на основе крахмала, на основе акриловой кислоты и на основе аминокислоты.

Способ, предлагаемый в настоящем изобретении, включает стадию обработки использованного впитывающего изделия при температуре, равной 80°C или более высокой, раствором органической кислоты, имеющим pH не выше 2,5, для инактивации супервпитывающего полимера (ниже это также называется просто "стадией обработки водным раствором органической кислоты"). Путем обработки водным раствором органической кислоты, имеющим pH не выше 2,5, ионы Na супервпитывающего полимера в использованном впитывающем изделии заменяются на ионы H, что значительно уменьшает способность супервпитывающего полимера впитывать воду и исключает вызванное впитыванием воды расширение при набухании супервпитывающего полимера во время обработки, что приводило бы к уменьшенной эффективности обработки. Кроме того, при температуре, равной 80°C или более высокой, термопластичный клей, который связывает материалы-компоненты впитывающего изделия, размягчается и сила адгезии уменьшается, что обеспечивает более легкое отделение клея под действие перемешивания и промывки, в результате чего впитывающее изделие разрушается на материалы-компоненты. Кроме того, поскольку используют водный раствор органической кислоты, имеющий pH не выше 2,5 и нагретый до температуры 80°C или более высокой, уничтожаются практически все микробы. Поскольку способ, предлагаемый в настоящем изобретении, включает обработку при температуре, равной 80°C или более высокой, при которой впитывающее изделие разрушается на материалы-компоненты, не требуется разрушение использованного впитывающего изделия или удаления целлюлозных волокон до стадии обработки водным раствором органической кислоты. Таким образом, стадию обработки водным раствором органической кислоты можно провести для использованного впитывающего изделия в исходном состоянии. Соответственно способом, предлагаемым в настоящем изобретении, можно целлюлозные волокна, супервпитывающий полимер и другие материалы-компоненты перевести в водный раствор органической кислоты без повреждения механической силой и эффективно ввести во взаимодействие с раствором органической кислоты. Кроме того, поскольку материалы-компоненты, такие как нетканый материал и пленку, можно регенерировать с сохранением их формы, не требуется сложная стадия разделения и эффективность регенерации высока.

Органические кислоты включают лимонную кислоту, винную кислоту, гликолевую кислоту, яблочную кислоту, янтарную кислоту, уксусную кислоту и аскорбиновую кислоту, причем лимонная кислота

является особенно предпочтительной. Хелатный эффект лимонной кислоты приводит к захвату ионов металлов и т.п., содержащихся в выделениях организма, обеспечивая их удаление, и промывающая способность лимонной кислоты может обеспечить эффективное удаление загрязняющих компонентов.

Значение pH водного раствора органической кислоты не превышает 2,5, предпочтительно равен от 1,3 до 2,4 и более предпочтительно от 1,5 до 2,1. Если значение pH слишком велико, может оказаться невозможным уменьшение способности супервпитывающего полимера впитывать воду. Также может уменьшиться стерилизующая способность и могут в недостаточной степени стерилизоваться *Bacillus subtilis* и другие микробы, которые образуют споры. Если значение pH слишком мало, увеличивается опасность коррозии оборудования, что уменьшает срок его службы, и при обработке сточных вод могут потребоваться большие количества щелочных химикатов для нейтрализации средств обработки.

Значение pH зависит от температуры воды, но значение pH для настоящего изобретения является значением pH, измеренным при температуре водного раствора, равной 20°C.

На концентрацию органической кислоты в водном растворе органической кислоты не налагаются ограничения, при условии, что pH водного раствора органической кислоты не превышает 2,5, но, если органической кислотой является лимонная кислота, концентрация лимонной кислоты предпочтительно равна 2 мас.% или более, более предпочтительно от 2,0 до 4,0 мас.% и еще более предпочтительно от 2,0 до 3,0 мас.%. Если концентрация лимонной кислоты равна 2% или более при 80°C или более высокой, будет возможно уничтожение *Bacillus subtilis*, которые резистентны к уничтожению путем промывки в течение 5 мин или более.

Водный раствор органической кислоты также может содержать моющее средство и т.п.

Температура при обработке, т.е. температура водного раствора органической кислоты, равна 80°C или выше, предпочтительно 85°C или выше и ниже 100°C и более предпочтительно, если она равна от 85 до 95°C. Если температура является слишком высокой, будет невозможно в достаточной степени размягчить термопластичный клей и использованное впитывающее изделие не сможет разложиться на материалы-компоненты. Также может уменьшиться стерилизующая способность и могут в недостаточной степени стерилизоваться *Bacillus subtilis* и другие микробы, которые образуют споры. Если температура является слишком высокой, то обрабатываемая вода может закипеть, что повысит давление в баке для обработки, потребуется стойкий к давлению бак, или запахи выделений организма могут диффундировать, что приведет к ухудшенной производственной среде.

На время обработки не налагаются ограничения при условии, что супервпитывающий полимер можно инактивировать и использованное впитывающее изделие можно разложить на материалы-компоненты, но предпочтительно оно равно от 5 до 60 мин и более предпочтительно от 10 до 30 мин.

На количество водного раствора органической кислоты не налагаются ограничения при условии, что супервпитывающий полимер можно инактивировать и использованное впитывающее изделие можно разложить на материалы-компоненты, но предпочтительно оно равно от 300 до 3000 мас.ч., более предпочтительно от 500 до 2500 мас.ч. и еще более предпочтительно от 1000 до 2000 мас.ч. в пересчете на 100 мас.ч. использованного впитывающего изделия.

На способ обработки использованного впитывающего изделия при температуре, равной 80°C или более высокой, раствором органической кислоты, имеющий pH не выше 2,5, не налагаются особые ограничения и, например, заданное количество использованных впитывающих изделий загружают в оборудование для промывки и затем при необходимости при перемешивании загружают водный раствор органической кислоты, имеющий pH не выше 2,5, который нагрели до 80°C или более высокой температуре. К водному раствору органической кислоты при необходимости также можно добавить моющее средство и т.п.

Способ, предлагаемый в настоящем изобретении, может дополнительно включать стадию отделения целлюлозных волокон и инаktivированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, которое обрабатывали водным раствором органической кислоты (ниже это также называется просто "стадией отделения"). На способ отделения целлюлозных волокон и инаktivированного супервпитывающего полимера не налагаются ограничения и, например, смесь, полученную на стадии обработки водным раствором органической кислоты, можно выгрузить с пропусканием через сито, предпочтительно имеющее отверстия размером от 5 до 100 мм и более предпочтительно отверстия размером от 10 до 80 мм, для направления целлюлозных волокон и инаktivированного супервпитывающего полимера в слив при задержке на сите остального крупнозернистого материала, такого как нетканый материал и пленка из термопластичной смолы.

Способ, предлагаемый в настоящем изобретении, может дополнительно включать стадию обработки смеси, включающей отделенные целлюлозные волокна и инаktivированный супервпитывающий полимер, окислительным реагентом для разложения, уменьшения молекулярной массы и солюбилизации инаktivированного супервпитывающего полимера (ниже это также называется просто "стадией обработки окислительным реагентом"). Путем обработки смеси целлюлозных волокон и инаktivированного супервпитывающего полимера окислительным реагентом можно провести окислительное разложение, уменьшить молекулярную массу и солюбилизовать инаktivированный супервпитывающий полимер с

проведением вторичной стерилизации, отбеливания и дезодорирования целлюлозных волокон. Подвергнутое разложению, имеющее уменьшенную молекулярную массу и солюбилизированное состояние супервпитывающего полимера представляет собой состояние, в котором он проходит через сито с отверстиями размером 2 мм. Другими словами, на этой стадии супервпитывающий полимер разлагается, пока он не начинает проходить через сито с отверстиями размером 2 мм.

На окислительный реагент не налагаются ограничения при условии, что он способен разлагать, уменьшить молекулярную массу и солюбилизировать инактивированный супервпитывающий полимер, и примеры включают диоксид хлора, озон и гипохлорит натрия. Озон является предпочтительным из них с точки зрения эффективности разложения и влияния на окружающую среду.

На способ обработки окислительным реагентом не налагаются ограничения при условии, что он способен разлагать, уменьшить молекулярную массу и солюбилизировать инактивированный супервпитывающий полимер, и, например, окислительный реагент можно добавить к сливу, содержащему целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, который получают после разделения на сите на стадии отделения. Альтернативно, слив можно дополнительно пропустить через мелкое сито, которое не пропускает целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, и тем самым отделить целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер от слива, и отделенные целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер можно добавить к водному раствору окислительного реагента.

Если озон используют в качестве окислительного реагента, обработку окислительным реагентом можно провести путем взаимодействия смеси, содержащей целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, с озоном, или более предпочтительно озон можно продуть через слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер. Озон можно регенерировать с использованием, например, генератора озона в воде (такого как ED-OWX-2 тестер содержания озона в воде фирмы EcoDesign, Inc. или генератор озона OS-25V фирмы Mitsubishi Electric Corp.).

Если озон продувают через слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, то на концентрацию озона в сливе не налагаются особые ограничения, при условии, что он находится в концентрации, обеспечивающей разложение супервпитывающего полимера, и она предпочтительно равна от 1 до 50 мас.ч./млн, более предпочтительно от 2 до 40 мас.ч./млн и еще более предпочтительно от 3 до 30 мас.ч./млн. Если концентрация является слишком низкой, может оказаться невозможным полностью солюбилизировать супервпитывающий полимер, что может привести к остатку супервпитывающего полимера в регенерированных целлюлозных волокнах. Если концентрация является слишком высокой, напротив, окисляющая способность увеличится, что может привести к повреждению целлюлозного волокна и, возможно, к затруднениям в обеспечении безопасности.

На время обработки озоном не налагаются особые ограничения, при условии, что оно представляет собой время, обеспечивающее разложение супервпитывающего полимера. Время обработки может быть небольшим, если концентрация озона высокая, но время должно быть более длительным, если концентрация озона низкая.

Произведение концентрации озона (ч./млн) на время обработки (мин) (далее обозначаемое как "значение СТ") предпочтительно равно от 100 до 6000 ч./млн-мин, более предпочтительно от 200 до 4800 ч./млн-мин и еще более предпочтительно от 300 до 3600 ч./млн-мин. Если значение СТ является слишком малым, может оказаться невозможным полностью солюбилизировать супервпитывающий полимер, что может привести к остатку супервпитывающего полимера в регенерированных целлюлозных волокнах. Напротив, слишком большое значение СТ может привести к повреждению целлюлозных волокон, уменьшению безопасности и увеличению стоимости производства.

Время обработки зависит от концентрации озона, как показано выше, но предпочтительно оно равно от 20 до 120 мин, более предпочтительно от 30 до 100 мин и еще более предпочтительно от 40 до 80 мин.

На температуру во время обработки озоном не налагаются особые ограничения при условии, что она является температурой, обеспечивающей разложение супервпитывающего полимера. Если озон необходимо продуть через слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, слив можно нагреть или обрабатывать при комнатной температуре.

На стадии обработки окислительным реагентом супервпитывающий полимер подвергается окислительному разложению окислительным реагентом, и трехмерная сетчатая структура супервпитывающего полимера сжимается, уменьшается удерживание воды и уменьшается его молекулярная масса и он солюбилизируется.

Если озон необходимо продуть через слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, предпочтительно, если слив является кислым. Более предпочтительно, если pH слива не выше 2,5 и еще более предпочтительно, если он равен от 1,5 до 2,4. Обработка в кислом состоянии может улучшить разложение супервпитывающего полимера и устранить влияние озона, обеспечивая разложение супервпитывающего полимера за более короткое время.

Если в качестве окислительного реагента используют диоксид хлора, обработку окислительным реагентом можно провести путем взаимодействия смеси, содержащей целлюлозные волокна и инактивиро-

ванный супервпитывающий полимер, с диоксидом хлора, или более предпочтительно диоксид хлора можно продуть через слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер. Используемый диоксид хлора может быть имеющимся в продаже продуктом.

Если диоксид хлора необходимо продуть через слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, на концентрацию диоксида хлора в сливе не налагаются особые ограничения, при условии, что он находится в концентрации, обеспечивающей разложение супервпитывающего полимера, и она предпочтительно равна от 150 до 1100 мас.ч./млн, более предпочтительно от 200 до 1000 мас.ч./млн и еще более предпочтительно от 300 до 900 мас.ч./млн. Если концентрация является слишком низкой, может оказаться невозможным полностью солюбилизовать супервпитывающий полимер, что может привести к остатку супервпитывающего полимера в регенерированных целлюлозных волокнах. Если концентрация является слишком высокой, напротив, окисляющая способность увеличится, что может привести к повреждению целлюлозных волокон и, возможно, к затруднениям в обеспечении безопасности.

Время обработки является таким же, как для обработки озоном.

Если гипохлорит натрия используют в качестве окислительного реагента, обработку окислительным реагентом можно провести путем взаимодействия смеси, содержащей целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, с гипохлоритом натрия, или более предпочтительно гипохлорит натрия можно добавить в слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, или целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, отделенный от слива с помощью сита, можно погрузить в водный раствор гипохлорита натрия. Используемый гипохлорит натрия может быть имеющимся в продаже продуктом.

Если гипохлорит натрия необходимо добавить в слив, содержащий целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, или если целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер необходимо погрузить в водный раствор гипохлорита натрия, на концентрацию гипохлорита натрия в сливе или в водном растворе гипохлорита натрия не налагаются особые ограничения при условии, что он находится в концентрации, обеспечивающей разложение супервпитывающего полимера, но предпочтительно она равна от 0,5 до 2 мас.% и более предпочтительно от 0,75 до 1,5 мас.%. Если концентрация является слишком низкой, может оказаться невозможным полностью солюбилизовать супервпитывающий полимер, что может привести к остатку супервпитывающего полимера в регенерированных целлюлозных волокнах. Также может оказаться невозможным полностью уничтожить спорообразующие *Bacillus subtilis*. Если концентрация является слишком высокой, напротив, окисляющая способность увеличится, что может привести к повреждению целлюлозных волокон и, возможно, к затруднениям в обеспечении безопасности.

Время обработки является таким же, как для обработки озоном.

Способ, предлагаемый в настоящем изобретении, может дополнительно включать стадию отделения целлюлозных волокон от смеси, обработанной окислительным реагентом (ниже это также называется просто "стадией отделения целлюлозных волокон"). На способ отделения целлюлозных волокон не налагаются особые ограничения и, например, целлюлозные волокна можно отделить путем пропускания смеси, которая была обработана окислительным реагентом, через сито с отверстиями размером от 0,15 до 2 мм. Если смесь, которая была обработана окислительным реагентом, и более предпочтительно слив, содержащий волокна и разложившийся супервпитывающий полимер, пропускают через сито с отверстиями размером от 0,15 до 2 мм, слив, содержащий волокна и разложившийся супервпитывающий полимер, будет проходить через сито, а целлюлозные волокна останутся на сите.

Отделенные целлюлозные волокна при необходимости можно обезводить, высушить и регенерировать.

Температура сушки предпочтительно равна от 105 до 210°C, более предпочтительно от 110 до 190°C и еще более предпочтительно от 120 до 180°C. Время сушки зависит от температуры сушки, но предпочтительно оно равно от 10 до 120 мин, более предпочтительно от 15 до 100 мин и еще более предпочтительно от 20 до 90 мин.

Если использованное впитывающее изделие включает материал, состоящий из термопластичной смолы, способ, предлагаемый в настоящем изобретении, может дополнительно включать стадию сушки остатка, полученного при отделении целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, и отделение материала, состоящего из термопластичной смолы, от высушенного остатка (ниже это также называется просто "стадией отделения материала термопластичной смолы"). Вторичную стерилизацию остатка можно провести путем сушки остатка. "Материал, состоящий из термопластичной смолы" в настоящем изобретении означает нетканый материал или пленку, состоящую из термопластичной смолы, такой как полиэтилен, полипропилен или сложный полиэфир. Отделенный материал, состоящий из термопластичной смолы, можно превратить в RPF (топливо из отходов пластмасс) (превращение в твердое топливо). Если стадию обработки окислительным реагентом не проводят или если стадию обработки окислительным реагентом проводят, но озон используют в качестве окислительного реагента, на стадии превращения в RPF не содержатся реагенты

на основе хлора и поэтому без повреждения печи можно получить высококачественное RPF.

Если использованное впитывающее изделие включает пленку из термопластичной смолы, способ, предлагаемый в настоящем изобретении, может дополнительно включать стадию сушки остатка, полученного при отделении целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, и отделение пленки из термопластичной смолы от высушенного остатка (ниже это также называется просто "стадией отделения пленки"). Вторичную стерилизацию остатка можно провести путем сушки остатка. Отделенную пленку из термопластичной смолы можно гранулировать для регенерации в виде пластмассового пакета или пленки.

Если для обработки использованных впитывающих изделий используют известь, как это описано в публикации нерассмотренной патентной заявки Японии № 2010-84031, то известь создает среду с высоким pH (12,4) в баке для обработки и целлюлоза набухает, что приводит к щелочному превращению и разрушению целлюлозы целлюлозных волокон, но, поскольку в настоящем изобретении используют водный раствор органической кислоты с pH не выше 2,5 для инактивации супервпитывающего полимера, целлюлозные волокна менее подвержены разрушению, а нагревание до температуры, равной 80°C или более высокой, обеспечивает уничтожение практически всех микробов и уменьшает силу адгезии термоплавкого клея, связывающего впитывающее изделие, что облегчает простое и чистое разделение и увеличивает степень регенерации целлюлозных волокон. Если в качестве органической кислоты используют лимонную кислоту, хелатный эффект и моющая способность лимонной кислоты могут обеспечить эффективное удаление загрязняющих компонентов из выделений организма. Кроме того, если концентрация лимонной кислоты равна 2 мас.% или более, возможно уничтожение *Bacillus subtilis*, которые резистентны к уничтожению. Путем разложения и удаления инактивированного супервпитывающего полимера окислительным реагентом можно предупредить загрязнение регенерированных целлюлозных волокон или резкое уменьшение количества шлама вследствие поглощения воды супервпитывающим полимером. Если стадию обработки окислительным реагентом не проводят или если стадию обработки окислительным реагентом проводят, но озон используют в качестве окислительного реагента, то, поскольку стадии регенерации нетканого материала и пленочных материалов совершенно не используют реагенты на основе хлора, можно получить высококачественное RPF, которое вряд ли повредит печь для сжигания. Если пленочный материал отделяют и регенерируют, его можно повторно использовать в качестве сырья для пакетов или пленки. Поскольку на стадиях обработки не используют соли, в регенерированных волокнах нет никакого остатка и можно регенерировать высококачественную волокнистую массу с низким содержанием золы.

В способе, предлагаемом в настоящем изобретении, разложение целлюлозных волокон можно свести к минимуму, даже если целлюлозные волокна регенерированы из использованного впитывающего изделия, и можно свести к минимуму ухудшение качества даже при повторной регенерации. Также менее вероятно увеличение количества золы и уменьшение впитывающей способности по сравнению с предшествующим уровнем техники.

Также можно стерилизовать образующие споры бактерии (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* и т.п.) и можно регенерировать безопасные целлюлозные волокна с низким содержанием примесей вследствие высокой эффективности промывки и удаления ионов металлов.

Кислотное воздействие органической кислоты ускоряет замену ионов Na в супервпитывающем полимере на ионы H и, если супервпитывающий полимер основан на полиакрилате натрия, полиакрилат натрия превращается в полиакриловую кислоту, что уменьшает способность супервпитывающего полимера впитывать воду и тем самым уменьшает впитывание водного раствора органической кислоты во время промывки, что позволяет провести обработку меньшим количеством раствора. Кроме того, уменьшается объем впитывающего воду геля и в результате объем, задерживающийся на сите после завершения промывки, большая его часть удаляется вместе с целлюлозными волокнами из бака для промывки вместе со сливом и затем большая часть остатка в баке для промывки состоит из невпитывающих воду материалов, таких как нетканый материал и пленка, что увеличивает эффективность сушки.

Поскольку инактивированный супервпитывающий полимер, который был удален из бака для промывки вместе с целлюлозными волокнами, подвергнут окислительному разложению и его молекулярная масса уменьшена, его можно легко обработать по обычной технологии обработки сточных вод. Разложение и удаление инактивированного супервпитывающего полимера может уменьшить количество примесей в целлюлозных волокнах. Кроме того, можно ожидать, что окислительный реагент окажет вторичное стерилизующее, отбеливающее и дезодорирующее воздействие на целлюлозные волокна.

### Примеры

Настоящее изобретение подробнее разъяснено с помощью следующих примеров и следует понимать, что настоящее изобретение никоим образом не ограничивается примерами.

#### Пример 1.

После погружения 100 г стандартного компоста (YK-8, продукт фирмы Yawata Corp.) в 1 л ионообменной воды и перемешивания в течение 5 мин смесь выдерживали в течение 30 мин и отбирали 240 мл надосадочной жидкости для получения искусственных сточных вод. Приготовленные искусственные сточные воды определяли АТР с использованием прибора Lumitester PD-30 фирмы Kikkoman Corp. в ка-

честве измерительного инструмента и получали значение АТР, равное 16126.

Имеющиеся в продаже бумажные подгузники (Moony<sup>®</sup> размера М фирмы Unicharm Corp.) использовали для впитывания 240 мл ранее приготовленных искусственных сточных вод, и затем один бумажный подгузник помещали в бак для промывки состоящей из двух баков небольшой машины для промывки ("HareBare" AST-01 фирмы Alumis Co.), затем в него помещали 10 л водного раствора (pH 2,1), содержащего лимонную кислоту (продукт фирмы Fuso Chemical Co., Ltd.), растворенную в концентрации, равной 2,0 мас.%, и d-лимонен (Special Grade by Nacalai Tesque, Inc.), растворенный в концентрации, равной 0,05 мас.% в воде при температуре, равной 20°C, и проводили промывку в течение 15 мин. После завершения промывки отделяли лицевой лист и изнаночный лист бумажного подгузника, так что впитывающая часть отделялась от бумажного подгузника и целлюлозные волокна диспергировались в жидкости внутри бака для промывки. После использования сита с отверстиями диаметром 10 мм для отделения твердых частиц большого размера от нетканого материала и пленки, которые плавали в жидкости внутри бака для промывки, их сливали и целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, оставшиеся в баке, а также целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, который удаляли из бака вместе со сливом, регенерировали и определяли АТР. Определение АТР давало АТР, равный 0.

Затем целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер помещали в мешок из нейлоновой сетки (нейлоновая сетка 250 меш фирмы NBC Meshtec, Inc.) (250×250 мм) и обезвоживали в течение 5 мин в баке для обезвоживания. Обезвоженные целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер погружали в 1,0 мас.% водный раствор гипохлорита натрия в месте с мешком из нейлоновой сетки и перемешивали и промывали в течение 5 мин, и после повторного обезвоживания в течение 5 мин в баке для обезвоживания их сушили в течение 24 ч в сушилке с обогревом горячим воздухом при 105°C, и затем целлюлозные волокна регенерировали. По данным определения содержания золы, коэффициента поглощения воды и коэффициента удерживания воды в регенерированных целлюлозных волокнах содержание золы равнялось 0,39 мас.%, коэффициент поглощения воды равнялся 16,4 г/г и коэффициент удерживания воды равнялся 7,6 г/г.

Сравнительный пример 1.

Исследование проводили по методике, описанной в публикации нерассмотренной патентной заявки Японии № 2010-84031. Точнее, после использования имеющихся в продаже бумажных подгузников (Moony<sup>®</sup> размера М фирмы Unicharm Corp.) для впитывания 240 мл ранее приготовленных искусственных сточных вод один бумажный подгузник помещали в бак для промывки состоящей из двух баков небольшой машины для промывки ("HareBare" AST-01 фирмы Alumis Co.), в бак для промывки дополнительно помещали 80 г CaO (продукт фирмы Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) и затем в него помещали 6,5 л водного раствора гипохлорита натрия концентрации 250 мас.ч./млн (получен разбавлением продукта, приобретенного у фирмы Wako Pure Chemical Industries, Ltd.). После промывки в течение 15 мин бумажный подгузник, плавающий в жидкости внутри бака для промывки, извлекали и, поскольку подгузник сохранял свою форму без разделения, материал поверхности механически отрывали вручную для регенерации целлюлозных волокон, включающих инактивированный супервпитывающий полимер внутри подгузника. По данным определения содержания золы, коэффициента поглощения воды и коэффициента удерживания воды для регенерированных целлюлозных волокон содержание золы равнялось 15,9 мас.%, коэффициент поглощения воды равнялся 8,0 г/г и коэффициент удерживания воды равнялся 2,8 г/г.

Пример 2. Проверка корреляции между концентрацией лимонной кислоты и остаточным содержанием Na в супервпитывающем полимере.

После впитывания 200 мл обработанной ионным обменом воды в 5 г супервпитывающего полимера (супервпитывающий полимер "AQUA KEEP" SA60 фирмы Sumitomo Seika Chemicals Co., Ltd., концентрация Na:  $1,7 \times 10^5$  мг/кг, коэффициент поглощения для обработанной ионным обменом воды: 687-кратный) и выдерживания в течение 10 мин его на 10 мин погружали в водный раствор лимонной кислоты при разных концентрациях лимонной кислоты при 80°C, и затем супервпитывающий полимер удаляли и определяли остаточную концентрацию Na и коэффициент поглощения воды для супервпитывающего полимера. Результаты анализов приведены в таблице. При концентрации лимонной кислоты, равной 1 мас.% или более, остаточную концентрацию Na в супервпитывающем полимере можно было уменьшить до равной примерно 1/100 или менее, и коэффициент поглощения воды (водопоглощающая способность) супервпитывающего полимера можно было уменьшить до равного 1/10 или менее.

|                                                      |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Концентрация лимонной кислоты (мас.%)                | 1                 | 3                 | 5                 | 10                |
| pH водного раствора лимонной кислоты (20°C)          | 2,3               | 1,8               | 1,5               | 1,3               |
| Остаточная концентрация Na в СВП (мг/кг)             | $1,0 \times 10^3$ | $3,1 \times 10^3$ | $5,9 \times 10^2$ | $3,8 \times 10^2$ |
| Коэффициент поглощения воды для СВП (количество раз) | 12,2              | 5,4               | 5,6               | 5,6               |

Пример 3. Проверка разложения инактивированного супервпитывающего полимера окислительным реагентом.

После помещения 10 г инактивированного супервпитывающего полимера в мешок (250×250 мм) из нейлоновой сетки (нейлоновая сетка 250 меш фирмы NBC Meshtec, Inc.) и определения суммарной массы инактивированного супервпитывающего полимера и мешка из нейлоновой сетки их на 60 мин погружали в 500 г водного раствора гипохлорита при концентрации гипохлорита натрия, равной 1 мас.%, при 80°C. Когда суммарную массу инактивированного супервпитывающего полимера и мешка из нейлоновой сетки определяли после погружения, найденная масса равнялась массе самой нейлоновой сетки. Другими словами, инактивированный супервпитывающий полимер полностью элюировался из нейлоновой сетки.

Методики определения всех исследуемых параметров являлись следующими.

Методика определения содержания золы в целлюлозных волокнах.

Содержание золы представляет собой количество неорганических веществ или несгоревших частиц, оставшееся после озоления органических веществ. Содержание золы измеряют в соответствии с публикацией Sanitary Product Material Standards, "2. General test methods", "5. Ash content test method". Точнее, содержание золы измеряют следующим образом.

Платиновый, кварцевый или изготовленный из магнезиального огнеупора тигель предварительно сильно нагревали до температуры от 500 до 550°C в течение 1 ч и после выдерживания для охлаждения точно измеряли массу. После отбора от 2 до 4 г образца и помещения в тигель точно измеряли массу, удаляли или при необходимости заменяли крышку тигля и сначала проводили медленное нагревание, затем постепенно повышали температуру до сильного нагрева до температуры от 500 до 550°C в течение 4 ч или дольше, озоляли, пока больше не оставалось карбидов. После охлаждения точно измеряли массу. Остаток повторно озоляли до постоянной массы и после охлаждения точно измеряли массу и регистрировали как содержание золы (мас.%).

Методика определения коэффициента поглощения воды для целлюлозных волокон.

Коэффициент поглощения воды является массой воды, впитанной целлюлозными волокнами, в пересчете на единицу массы. Коэффициент поглощения воды определяли следующим образом:

(1) Готовили мешок (200×200 мм) из нейлоновой сетки (нейлоновая сетка 250 меш фирмы NBC Meshtec, Inc.) и определяли его массу  $N_0$  (г).

(2) Примерно 5 г исследуемого образца помещали в нейлоновую сетку и определяли массу  $A_0$  (г), включая массу нейлоновой сетки.

(3) После помещения в стакан 1 л 0,9%-го физиологического раствора в него погружали содержащую приготовленный образец нейлоновую сетку и выдерживали в течение 3 мин.

(4) Мешок извлекали и выдерживали в течение 3 мин в сетке для стока для обеспечения стока.

(5) Определяли массу  $A$  (г) после стока из мешка из нейлоновой сетки, содержащего образец.

(6) Готовили другой набор нейлоновых сеток, нарезанных на образцы такого же размера, стадии (3) и (4) проводили таким же образом, но без помещения в них образца, и определяли массу  $N$  (г) самих мешков из нейлоновой сетки после стока.

(7) Коэффициент поглощения воды (количество раз) рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{Коэффициент поглощения воды} = (A - N - (A_0 - N_0)) / (A_0 - N_0).$$

(8) Измерения проводили 10 раз и регистрировали среднее значение 10 измерений.

Методика определения коэффициента удерживания воды для целлюлозных волокон.

(9) После определения на стадии (5) в "Методике определения коэффициента поглощения воды для целлюлозных волокон" их обезвоживали при 150 г в течение 90 с и определяли массу  $D$  (г).

(10) Готовили другой набор нейлоновых сеток, нарезанных на образцы такого же размера, стадии (3), (4) и (9) проводили таким же образом, но без помещения в них образца, и определяли массу  $N'$  (г) самих мешков из нейлоновой сетки после стока.

(11) Коэффициент удерживания воды (количество раз) рассчитывали по следующей формуле:

$$\text{Коэффициент удерживания воды} = (D - N' - (A_0 - N_0)) / (A_0 - N_0).$$

Методика определения остаточной концентрации Na в супервпитывающем полимере.

Для определения остаточной концентрации Na в пересчете на массу супервпитывающего полимера в сухом состоянии использовали рентгенофлуоресцентный анализ.

Методика определения коэффициента поглощения воды для супервпитывающего полимера.

Супервпитывающий полимер, обработанный лимонной кислотой при разных концентрациях в примере 2, помещали в мешок (200×200 мм) из нейлоновой сетки (нейлоновая сетка 250 меш фирмы NBC Meshtec, Inc.) с определенной ранее массой  $N'_0$  и выдерживали в течение 3 мин для стока. Определяли массу  $A'$  (г) после стока из мешка из нейлоновой сетки, содержащего образец. Коэффициент поглощения воды (количество раз) рассчитывали по следующей формуле:

Коэффициент поглощения воды  $= (A'_0 - N'_0 \cdot (5)) / (5)$ .

Измерения проводили 3 раза и регистрировали среднее значение 3 измерений.

Промышленное применение.

Способ, предлагаемый в настоящем изобретении, с успехом можно применять для регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ регенерации целлюлозных волокон из использованного впитывающего изделия, которое содержит целлюлозные волокна и супервпитывающий полимер, при этом способ включает стадию обработки использованного впитывающего изделия при температуре, равной 80°C или более высокой, водным раствором органической кислоты, имеющим pH не выше 2,5, для инактивации супервпитывающего полимера и для размягчения термопластического клея, который связывает материалы-компоненты использованного впитывающего изделия, и разрушения использованного впитывающего изделия на материалы-компоненты.

2. Способ по п.1, который дополнительно включает стадию отделения целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, которое обрабатывали водным раствором органической кислоты.

3. Способ по п.2, который дополнительно включает стадию обработки смеси, включающей отделенные целлюлозные волокна и инактивированный супервпитывающий полимер, окислительным реагентом для разложения, уменьшения молекулярной массы и солюбилизации инактивированного супервпитывающего полимера.

4. Способ по п.3, который дополнительно включает стадию отделения целлюлозных волокон от смеси, которую обрабатывали окислительным реагентом.

5. Способ по любому из пп.1-4, в котором органической кислотой является лимонная кислота.

6. Способ по п.5, в котором концентрация лимонной кислоты в водном растворе органической кислоты равна 2 мас.% или более.

7. Способ по любому из пп.2-4, в котором использованное впитывающее изделие включает материал, состоящий из термопластичной смолы, а способ дополнительно включает стадию сушки остатка, полученного при отделении целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, и отделение материала, состоящего из термопластичной смолы, от высушенного остатка.

8. Способ по любому из пп.2-4, в котором использованное впитывающее изделие включает пленку из термопластичной смолы и способ дополнительно включает стадию сушки остатка, полученного при отделении целлюлозных волокон и инактивированного супервпитывающего полимера от использованного впитывающего изделия, и отделение пленки из термопластичной смолы от высушенного остатка.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором впитывающее изделие представляет собой по меньшей мере один тип, выбранный из группы, включающей бумажные подгузники, впитывающие мочу прокладки, простыни, гигиенические прокладки и впитывающие пеленки для домашних животных.

