

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036072**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- | | |
|--|--|
| (45) Дата публикации и выдачи патента
2020.09.23 | (51) Int. Cl. <i>B65G 15/08</i> (2006.01)
<i>C08F 2/10</i> (2006.01)
<i>C08L 33/08</i> (2006.01)
<i>B65G 15/30</i> (2006.01)
<i>B65G 15/28</i> (2006.01)
<i>A61L 15/22</i> (2006.01)
<i>A61L 15/60</i> (2006.01) |
| (21) Номер заявки
201691517 | |
| (22) Дата подачи заявки
2014.04.25 | |

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ПОЛУЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО СШИТЫХ ВОДОАБСОРБИРУЮЩИХ ПОЛИМЕРНЫХ ЧАСТИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРИЗАЦИОННОЙ ЛЕНТЫ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ФОРМЫ

- | | |
|--|--|
| (43) 2017.02.28 | (72) Изобретатель:
Пак Чон Бом (KR) |
| (86) PCT/KR2014/003679 | |
| (87) WO 2015/163521 2015.10.29 | (74) Представитель:
Нилова М.И. (RU) |
| (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СОНВОН ИНДАСТРИАЛ КО., ЛТД.
(KR) | (56) US-A1-20130260988 |

- (57) Изобретение, в целом, относится к способу получения водоабсорбирующих полимерных частиц, включающему технологические стадии (i) получения водного раствора мономера, содержащего по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленненасыщенный мономер, содержащий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), и по меньшей мере один сшивающий агент ($\alpha 3$); (ii) добавления инициатора полимеризации или по меньшей мере одного компонента системы инициатора полимеризации, которая содержит два или более компонентов, к водному раствору мономера; (iii) загрузки водного раствора мономера на ленту ленточного реактора полимеризации; (iv) полимеризации мономеров в водном растворе мономера на ленте с получением полимерного геля; (v) выгрузки полимерного геля из ленточного реактора полимеризации; (vi) высушивания полимерного геля; (vii) измельчения высушенного полимерного геля с получением водоабсорбирующих полимерных частиц; (viii) сортировки по размеру измельченных водоабсорбирующих полимерных частиц и (ix) обработки поверхности измельченных и отсортированных по размеру водоабсорбирующих полимерных частиц, где обработка включает поверхностное сшивание; где лента имеет форму желоба, простирающегося продольно по меньшей мере на 30% относительно продольной протяженности ленты; где желоб содержит первую часть и дополнительную часть, где по меньшей мере часть первой части облучают электромагнитными волнами, способными активировать инициатор полимеризации и/или систему инициатора полимеризации; где глубина первой части желоба больше, чем глубина дополнительной части желоба; где глубина первой части относится к максимальной глубине в поперечном направлении ленты в каждом продольном положении первой части желоба; где глубина дополнительной части относится к максимальной глубине в поперечном направлении ленты в каждом продольном положении дополнительной части желоба; где в первом поперечном сечении желоба лента (401) имеет форму первой вогнутой кривой, в которой соотношение ширины к высоте R составляет от 2 до 30. Изобретение также относится к водоабсорбирующей полимерной частице, которая может быть получена указанным способом; к композиционному материалу, содержащему указанную водоабсорбирующую полимерную частицу; к способу получения композиционного материала; к композиционному материалу, который может быть получен указанным способом; к применению водоабсорбирующей полимерной частицы; к устройству для получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц и к способу получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц с применением указанного устройства.

B1**036072****036072****B1**

Область техники

Изобретение относится к способу получения водоабсорбирующих полимерных частиц; к водоабсорбирующей полимерной частице, которая может быть получена указанным способом; к композиционному материалу, содержащему указанную водоабсорбирующую полимерную частицу; к способу получения композиционного материала, к композиционному материалу, который может быть получен указанным способом; к применению водоабсорбирующей полимерной частицы; к устройству для получения водоабсорбирующих полимерных частиц и к способу получения водоабсорбирующих полимерных частиц с применением указанного устройства.

Уровень техники

Суперабсорбенты представляют собой нерастворимые в воде поперечно-сшитые полимеры, которые могут абсорбировать большое количество водных жидкостей, особенно физиологических жидкостей, более конкретно мочи или крови, с набуханием и образованием гидрогелей, а также удерживать указанные жидкости при определенном давлении. Благодаря указанным характерным свойствам такие полимеры используют, главным образом, в гигиенических изделиях, таких как, например, детские памперсы/подгузники, продукция для больных с недержанием или гигиенические прокладки.

Получение суперабсорбентов, в целом, проводят свободнорадикальной полимеризацией мономеров, содержащих кислотную группу, в присутствии сшивающих агентов; могут быть получены полимеры с различными абсорбирующими свойствами посредством выбора композиции мономера, сшивающих агентов и условий полимеризации, а также условий обработки гидрогеля, полученного после полимеризации (подробности представлены, например, в Modern Superabsorbent Polymer Technology, FL Buchholz, GT Graham, Wiley-VCH, 1998).

Полимерный гель, также называемый гидрогелем, полученный после полимеризации, обычно дробят, высушивают и сортируют для получения суперабсорбента в виде частиц с четко определенным распределением частиц по размеру. На следующей технологической стадии указанные частицы суперабсорбента зачастую подвергают поверхностному сшиванию для улучшения характеристик абсорбции. Для этого частицы смешивают с водным раствором, содержащим поверхностный сшивающий агент и необязательно дополнительные добавки, и полученную смесь термически обрабатывают для ускорения реакции сшивания.

Мономеры, содержащие кислотную группу, могут быть полимеризованы в присутствии сшивателей периодическим способом или непрерывным способом. В непрерывной и периодической полимеризации в качестве мономера обычно используют частично нейтрализованную акриловую кислоту. Подходящие способы полимеризации описаны, например, в EP 0372706 A2, EP 0574260 A1, WO 2003/051415 A1, EP 1470905 A1, WO 2007/028751 A1, WO 2007/028746 A1 и WO 2007/028747 A1.

Главным образом, непрерывные процессы полимеризации обычно проводят в реакторе полимеризации, который представляет собой ленточный реактор полимеризации. Обычный ленточный реактор полимеризации содержит конвейерную ленту, выполненную с возможностью переноса во время полимеризации водного раствора мономера, который содержит мономеры, содержащие кислотную группу.

Конвейерная лента реактора полимеризации, известная в данной области техники, содержит желоб для предотвращения вытекания водного раствора мономера из конвейерной ленты. Форма указанного желоба, известная в данной области техники, является такой, что в той области ленты, в которой находятся жидкие компоненты, желоб имеет постоянную в продольном направлении глубину для предотвращения вытекания жидких компонентов.

В уровне техники WO 2003/040191 A1 относится к способу получения гидрофильного полимера на основе винила на ленте.

Описание

Техническая проблема.

Однако было обнаружено, что наличие слишком глубокого желоба в области полимеризации ленты является неблагоприятным. Кроме того, в известном уровне техники поперечная форма указанного желоба является такой, что способность желоба к предотвращению вытекания раствора мономера является высокой.

Техническое решение.

В целом, задача настоящего изобретения заключается по меньшей мере в частичном преодолении недостатка, присущего известному уровню техники, в контексте получения водоабсорбирующих полимерных частиц.

Дополнительная задача заключается в обеспечении способа получения водоабсорбирующих полимерных частиц с применением ленточного реактора полимеризации, характеризующегося благоприятным балансом критериев: подходящее содержание водорастворимых полимеров в полимерном геле, или водорастворимых полимерах, или в обоих; форма ленты, предотвращающая вытекание из ленты подходящего количества водного раствора мономера; продолжительный срок эксплуатации дробильного оборудования для дробления полимерного геля. Дополнительная задача заключается в обеспечении способа получения водоабсорбирующих полимерных частиц с применением ленточного реактора полимеризации, характеризующегося благоприятным балансом критериев: низкое содержание остаточных мономеров.

ров в водоабсорбирующих полимерных частицах, низкое содержание водорастворимого полимера в водоабсорбирующих полимерных частицах, высокая емкость ленточного реактора полимеризации для раствора мономера.

Дополнительная задача настоящего изобретения заключается в обеспечении водоабсорбирующей полимерной частицы, полученной способом, имеющим по меньшей мере одно из указанных выше преимуществ, где водоабсорбирующая полимерная частица демонстрирует отсутствие ухудшения качества. Дополнительная задача настоящего изобретения заключается в обеспечении композиционного материала, содержащего водоабсорбирующую полимерную частицу, полученную способом, имеющим по меньшей мере одно из указанных выше преимуществ, где композиционный материал демонстрирует отсутствие ухудшения качества. Дополнительная задача заключается в обеспечении суперабсорбирующих полимерных частиц, полученных менее дорогим способом. Дополнительная задача настоящего изобретения заключается в обеспечении композиционного материала, содержащего водоабсорбирующую полимерную частицу, полученную способом, имеющим по меньшей мере одно из указанных выше преимуществ, где композиционный материал демонстрирует отсутствие ухудшения качества. Дополнительная задача настоящего изобретения заключается в обеспечении устройства для получения водоабсорбирующих полимерных частиц способом, имеющим по меньшей мере одно из указанных выше преимуществ.

Вклад в решение по меньшей мере одной из представленных выше задач представлен независимыми пунктами формулы изобретения. Зависимые пункты представляют предпочтительные варианты реализации настоящего изобретения, которые также служат для решения по меньшей мере одной из указанных выше задач.

Полезные эффекты.

При осуществлении настоящего изобретения было неожиданно обнаружено, что выбор определенной продольной и/или поперечной формы желоба приводит к улучшению качества водоабсорбирующих полимерных частиц, полученных в результате всего процесса, при сохранении достаточной емкости желоба.

Описание чертежей

Фиг. 1 - технологическая схема, иллюстрирующая стадии процесса согласно настоящему изобретению;

фиг. 2 - технологическая схема, иллюстрирующая стадии другого процесса согласно настоящему изобретению;

фиг. 3 - технологическая схема, иллюстрирующая стадии другого процесса согласно настоящему изобретению;

фиг. 4 - схема формы ленты в поперечном сечении в продольном направлении согласно настоящему изобретению;

фиг. 5 - схема формы ленты в поперечном сечении в первом поперечном направлении согласно настоящему изобретению;

фиг. 6 - схема другой формы ленты в поперечном сечении в первом поперечном направлении согласно настоящему изобретению;

фиг. 7 - схема формы ленты в поперечном сечении в поперечном направлении, не соответствующей настоящему изобретению;

фиг. 8 - схема другой формы ленты в поперечном сечении в поперечном направлении, не соответствующей настоящему изобретению;

фиг. 9 - схема базовых настроек ленточного реактора полимеризации согласно настоящему изобретению;

фиг. 10 - блок-схема устройства для получения водоабсорбирующих полимерных частиц согласно настоящему изобретению;

фиг. 11 - схема дробильного устройства согласно настоящему изобретению;

фиг. 12a - схема другого дробильного устройства согласно настоящему изобретению, вид снаружи;

фиг. 12b - схема внутренних деталей дробильного устройства, изображенного на фиг. 12a, в разобранном виде.

Список условных обозначений.

100 - Способ согласно настоящему изобретению,

101 - стадия (i),

102 - стадия (ii),

103 - стадия (iii),

104 - стадия (iv),

105 - стадия (v),

106 - стадия (vi),

107 - стадия (vii),

108 - стадия (viii),

109 - стадия (ix),

110 - стадия (x),

- 111 - стадия (x_i),
- 400 - ленточный реактор полимеризации,
- 401 - лента,
- 402 - желоб,
- 403 - продольная протяженность желоба,
- 404 - продольная протяженность ленты,
- 405 - первая часть желоба,
- 406 - дополнительная часть желоба,
- 407 - первая глубина,
- 408 - электромагнитные волны, способные активировать инициатор полимеризации, систему инициатора полимеризации или оба варианта,
- 409 - ртутные лампы,
- 410 - направляющий ролик,
- 411 - верхняя ветвь ленты,
- 412 - нисходящее направление/продольное направление,
- 413 - восходящее направление/продольное направление,
- 500 - первое поперечное сечение,
- 501 - первая вогнутая кривая,
- 502 - горизонтальная ширина первой вогнутой кривой,
- 503 - вертикальная высота первой вогнутой кривой,
- 504 - горизонтально расположенная часть,
- 505 - касательная,
- 506 - горизонтальная линия в поперечном сечении,
- 507 - угол первой кривой,
- 508 - площадь поперечного сечения желоба,
- 700 - поперечное сечение,
- 701 - вогнутая кривая,
- 702 - горизонтальная ширина,
- 703 - вертикальная высота,
- 704 - касательная,
- 705 - горизонтальная линия,
- 706 - максимальный угол,
- 901 - направление движения полимерного геля на ленте,
- 902 - направление, противоположное направлению движения полимерного геля на ленте,
- 903 - продольные направления,
- 904 - поперечные направления,
- 404 - продольная протяженность ленты,
- 1000 - устройство для получения частиц водоабсорбирующего полимера,
- 1001 - первый контейнер,
- 1002 - дополнительный контейнер,
- 1003 - смесительное устройство,
- 1004 - измельчающее устройство,
- 1005 - ленточная сушилка,
- 1006 - измельчающее устройство,
- 1007 - сортировочное устройство,
- 1008 - технологический поток,
- 1100 - дробилка,
- 1101 - ось вращения,
- 1102 - зубчатое колесо,
- 1103 - частицы полимерного геля,
- 1200 - куттер,
- 1201 - неподвижная пластина с отверстиями,
- 1202 - шнек,
- 1203 - устройство подачи,
- 1204 - вращающаяся пластина с отверстиями,
- 1205 - циркулярная режущая кромка.

Наилучший способ осуществления

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных задач сделан посредством способа получения водоабсорбирующих полимерных частиц, включающего технологические стадии:

(i) получение водного раствора мономера, содержащего по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленненасыщенный мономер, содержащий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), и по

меньшей мере один сшивающий агент ($\alpha 3$);

(ii) необязательное добавление мелких частиц водоабсорбирующего полимера к водному раствору мономера;

(iii) добавление инициатора полимеризации или по меньшей мере одного компонента системы инициатора полимеризации, которая содержит два или более компонентов, к водному раствору мономера;

(iv) необязательное уменьшение содержания кислорода в водном растворе мономера;

(v) загрузка водного раствора мономера на ленту ленточного реактора полимеризации;

(vi) полимеризация мономеров в водном растворе мономера на ленте с получением полимерного геля;

(vii) выгрузка полимерного геля из ленточного реактора полимеризации и необязательное дробление полимерного геля;

(viii) высушивание необязательно дробленного полимерного геля;

(ix) измельчение высушенного полимерного геля с получением водоабсорбирующих полимерных частиц;

(x) сортировка по размеру измельченных водоабсорбирующих полимерных частиц и

(xi) обработка поверхности измельченных и отсортированных по размеру водоабсорбирующих полимерных частиц, где обработка включает поверхностное сшивание;

где указанная лента имеет форму желоба, простирающегося в продольном направлении по меньшей мере на 30%, предпочтительно по меньшей мере 35%, более предпочтительно по меньшей мере 40% относительно продольной протяженности ленты; где указанный желоб содержит первую часть желоба и дополнительную часть желоба; при этом по меньшей мере часть первого желоба облучают электромагнитными волнами (408), способными активировать инициатор полимеризации, или систему инициатора полимеризации, или оба; при этом первая глубина первой части желоба больше, чем дополнительная глубина дополнительной части желоба; где первая глубина относится к максимальной глубине в поперечном направлении ленты в каждом продольном положении первой части желоба; где дополнительная глубина относится к максимальной глубине в поперечном направлении ленты в каждом продольном положении дополнительной части желоба; где в первом поперечном сечении желоба лента имеет форму первой вогнутой кривой, в которой соотношение ширины к высоте R составляет от 2 до 30.

В этом отношении последовательные стадии процесса согласно настоящему изобретению могут быть осуществлены одновременно, или могут перекрываться по времени, или могут иметь место оба варианта. Это относится, в частности, к стадиям (i)-(iv), особенно к стадиям (iii) и (iv).

Если лента представляет собой бесконечный конвейер, то первая продольная часть предпочтительно представляет собой продольную часть верхней ветви бесконечной конвейерной ленты. Если лента представляет собой бесконечный конвейер, то дополнительная продольная часть предпочтительно представляет собой продольную часть верхней ветви бесконечной конвейерной ленты. Предпочтительные электромагнитные волны, способные активировать инициатор полимеризации, или систему инициатора полимеризации, или оба варианта, представляют собой электромагнитные волны в ультрафиолетовом диапазоне. Предпочтительный ультрафиолетовый диапазон составляет от 10 до 400 нм, предпочтительно от 100 до 400 нм, более предпочтительно от 100 до 350 нм. Предпочтительно, первую продольную часть облучают электромагнитными волнами с интенсивностью, достаточно высокой для активации инициатора полимеризации, или системы инициатора полимеризации, или обоих, на первой продольной части ленты. Предпочтительно, дополнительную продольную часть облучают электромагнитными волнами с интенсивностью, достаточно высокой для активации инициатора полимеризации, или системы инициатора полимеризации, или обоих, на дополнительной продольной части ленты. Если лента представляет собой бесконечный конвейер, то каждая максимальная вертикальная протяженность ленты предпочтительно представляет собой максимальную вертикальную протяженность верхней ветви бесконечной конвейерной ленты. Предпочтительная дополнительная продольная часть следует за первой продольной частью непосредственно в нисходящем направлении ленты.

Способ согласно настоящему изобретению предпочтительно представляет собой непрерывный процесс, в котором водный раствор мономера обеспечивают непрерывно и непрерывно подают в ленточный реактор полимеризации, предпочтительно на ленту ленточного ремня полимеризации. Полученный полимерный гель непрерывно выгружают из ленточного реактора полимеризации и необязательно непрерывно дробят, высушивают, измельчают и сортируют на последующих технологических стадиях. Однако указанный непрерывный процесс может быть прерван, например, для замены некоторых элементов технологического оборудования, таких как ленточный материал ленточного реактора полимеризации, очистки некоторых элементов технологического оборудования, особенно для удаления полимерных отложений в резервуарах или трубах, или начала нового процесса, если необходимо получить водоабсорбирующие полимерные частицы с другими характеристиками абсорбции.

Водоабсорбирующие полимерные частицы, предпочтительные согласно настоящему изобретению, представляют собой частицы, которые имеют средний размер частиц в соответствии с WSP 220.2 (метод испытания "Word Strategic Partners" EDANA и INDA) в диапазоне от 10 до 3000 мкм, предпочтительно от 20 до 2000 мкм и особенно предпочтительно от 150 до 850 мкм. В данном контексте особенно предпоч-

тительно, что содержание частиц водоабсорбирующих полимеров, имеющих размер частиц в диапазоне от 300 до 600 мкм, составляет по меньшей мере 30 мас.%, особенно предпочтительно по меньшей мере 40 мас.% и наиболее предпочтительно по меньшей мере 50 мас.% относительно общей массы водоабсорбирующих полимерных частиц.

На технологической стадии (i) процесса согласно настоящему изобретению получают водный раствор мономера, содержащий по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленненасыщенный мономер, имеющий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), и по меньшей мере один сшивающий агент ($\alpha 3$).

Предпочтительные моноэтиленненасыщенные мономеры, имеющие группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), представляют собой мономеры, указанные в DE 10223060 A1 в качестве предпочтительных мономеров ($\alpha 1$), таким образом, особенно предпочтительна акриловая кислота.

Согласно настоящему изобретению предпочтительно, что водоабсорбирующий полимер, полученный способом согласно настоящему изобретению, содержит мономеры, имеющие группы карбоновой кислоты, в количестве по меньшей мере до 50 мас.%, предпочтительно по меньшей мере до 70 мас.% и еще более предпочтительно по меньшей мере до 90 мас.% относительно сухой массы. Согласно настоящему изобретению особенно предпочтительно, что водоабсорбирующий полимер, полученный способом согласно настоящему изобретению, получают по меньшей мере из 50 мас.%, предпочтительно по меньшей мере 70 мас.% акриловой кислоты, которая предпочтительно нейтрализована по меньшей мере до 20 мол.%, особенно предпочтительно по меньшей мере до 50 мол.%. Концентрация частично нейтрализованных, моноэтиленненасыщенных мономеров, имеющих группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), в водном растворе мономера, который обеспечивают на технологической стадии (i), предпочтительно составляет от 10 до 60 мас.%, предпочтительно от 30 до 55 мас.% и наиболее предпочтительно от 40 до 50 мас.% от общей массы водного раствора мономера.

Водный раствор мономера также может содержать моноэтиленненасыщенные мономеры ($\alpha 2$), которые могут быть сополимеризованы с ($\alpha 1$). Предпочтительные мономеры ($\alpha 2$) представляют собой мономеры, указанные в DE 10223060 A1 как предпочтительные мономеры ($\alpha 2$), таким образом, особенно предпочтителен акриламид.

Предпочтительные сшивающие агенты ($\alpha 3$) согласно настоящему изобретению представляют собой соединения, которые имеют по меньшей мере две этиленненасыщенные группы в одной молекуле (сшивающий агент класса I), соединения, которые имеют по меньшей мере две функциональные группы, которые могут взаимодействовать с функциональными группами мономеров ($\alpha 1$) или ($\alpha 2$) в реакции конденсации (=сшивающие агенты конденсации), в реакции присоединения или в реакции раскрытия кольца (сшивающий агент класса II), соединения, которые имеют по меньшей мере одну этиленненасыщенную группу и по меньшей мере одну функциональную группу, которые могут взаимодействовать с функциональными группами мономеров ($\alpha 1$) или ($\alpha 2$) в реакции конденсации, в реакции присоединения или в реакции раскрытия кольца (сшивающий агент класса III), или катионы поливалентных металлов (сшивающий агент класса IV). Таким образом, с соединениями-сшивающими агентами класса I сшивания полимера достигают радикальной полимеризацией этиленненасыщенных групп молекул сшивающего агента с моноэтиленненасыщенными мономерами ($\alpha 1$) или ($\alpha 2$), а с соединениями-сшивающими агентами класса II и катионами поливалентных металлов класса сшивающих агентов IV сшивания полимера достигают, соответственно, реакцией конденсации функциональных групп (сшивающий агент класса II) или посредством электростатического взаимодействия катиона поливалентного металла (сшивающий агент класса IV) с функциональными группами мономера ($\alpha 1$) или ($\alpha 2$). С соединениями класса сшивающих агентов III поперечного сшивания полимеров достигают, соответственно, радикальной полимеризацией этиленненасыщенных групп, а также реакцией конденсации между функциональными группами сшивающих агентов и функциональными группами мономеров ($\alpha 1$) или ($\alpha 2$).

Предпочтительные сшивающие агенты ($\alpha 3$) представляют собой все те соединения, которые указаны в DE 10223060 A1 как сшивающие агенты ($\alpha 3$) классов сшивателей I, II, III и IV, таким образом, в качестве соединений класса сшивающих агентов I особенно предпочтительны N,N'-метиленабисакриламид, полиэтиленгликольди(мет)акрилаты, хлорид триаллилметиламмония, хлорид тетрааллиламмония и аллилноэтиленгликольакрилат, полученный из 9 моль этиленоксида на 1 моль акриловой кислоты, где еще более предпочтителен N,N'-метиленабисакриламид, и в качестве соединений класса сшивающих агентов IV особенно предпочтителен $Al_2(SO_4)_3$ и его гидраты.

Предпочтительные водоабсорбирующие полимеры, полученные способом согласно настоящему изобретению, представляют собой полимеры, сшитые сшивающими агентами следующих классов сшивающих агентов, или сшивающими агентами следующих комбинаций классов сшивающих агентов, соответственно, I, II, III, IV, I II, I III, I IV, I II III, I II IV, I III IV, II III IV, II IV или III IV.

Дополнительно предпочтительные водоабсорбирующие полимеры, полученные способом согласно настоящему изобретению, представляют собой полимеры, сшитые любыми сшивающими агентами, описанными в DE 10223060 A1 в качестве сшивающего агента класса сшивающих агентов I, таким образом, особенно предпочтительны в качестве сшивающих агентов класса сшивающих агентов I N,N'-

метиленбисакриламид, полиэтиленгликольди(мет)акрилаты, хлорид триаллилметиламмония, хлорид тетрааллиламмония и аллилноаэтиленгликольакрилат, полученный из 9 моль этиленоксида на 1 моль акриловой кислоты, где еще более предпочтителен N,N'-метиленбисакриламид.

Водный раствор мономера может дополнительно содержать водорастворимые полимеры ($\alpha 4$). Предпочтительные водорастворимые полимеры ($\alpha 4$) включают частично или полностью омыленный поливиниловый спирт, поливинилпирролидон, крахмал или производные крахмала, полигликоли или полиакриловую кислоту. Молекулярная масса указанных полимеров не критична, при условии, что они являются водорастворимыми. Предпочтительные водорастворимые полимеры ($\alpha 4$) представляют собой крахмал, или производные крахмала, или поливиниловый спирт. Водорастворимые полимеры ($\alpha 4$), предпочтительно синтетические, такие как поливиниловый спирт, могут не только служить в качестве основы для прививки полимеризуемых мономеров. Понятно, что указанные водорастворимые полимеры также могут быть смешаны с полимерным гелем или с уже высушенным водоабсорбирующим полимером.

Водный раствор мономера может дополнительно содержать вспомогательные вещества ($\alpha 5$), и указанные вспомогательные вещества включают, в частности, комплексообразующие агенты, такие как, например, ЭДТК.

Относительное количество мономеров ($\alpha 1$) и ($\alpha 2$), и сшивающих агентов ($\alpha 3$), и водорастворимых полимеров ($\alpha 4$), и вспомогательных веществ ($\alpha 5$) в водном растворе мономера предпочтительно выбрано так, что структура водоабсорбирующего полимера, полученного после высушивания необязательно дробленого полимерного геля основана

на 20-99,999 мас.%, предпочтительно на 55-98,99 мас.% и особенно предпочтительно на 70-98,79 мас.% на мономерах ($\alpha 1$),

на 0-80 мас.%, предпочтительно на 0-44,99 мас.% и особенно предпочтительно на 0,1-44,89 мас.% на мономерах ($\alpha 2$),

на 0-5 мас.%, предпочтительно на 0,001-3 мас.% и особенно предпочтительно на 0,01-2,5 мас.% на сшивающих агентах ($\alpha 3$),

на 0-30 мас.%, предпочтительно на 0-5 мас.% и особенно предпочтительно на 0,1-5 мас.% на водорастворимых полимерах ($\alpha 4$),

на 0-20 мас.%, предпочтительно на 0-10 мас.% и особенно предпочтительно на 0,1-8 мас.% на вспомогательных веществах ($\alpha 5$), и

на 0,5-25 мас.%, предпочтительно на 1-10 мас.% и особенно предпочтительно на 3-7 мас.% на воде ($\alpha 6$),

сумма количеств по массе ($\alpha 1$)-($\alpha 6$) составляет 100 мас.%.

Оптимальные значения концентрации, в частности, мономеров, сшивающих агентов и водорастворимых полимеров в растворе мономера могут быть определены простыми предварительными экспериментами или на основании известного уровня техники, в частности, из публикаций US 4286082, DE 2706135 A1, US 4076663, DE 3503458 A1, DE 4020780 C1, DE 4244548 A1, DE 4333056 A1 и DE 4418818 A1.

На технологической стадии (ii) к водному раствору мономера могут быть необязательно добавлены мелкие частицы водоабсорбирующего полимера. Независимо от необязательной стадии (ii), мелкие частицы водоабсорбирующего полимера могут быть добавлены в водный раствор мономера на любом этапе, выбранном из группы, состоящей из после стадии (iii), после стадии (iv) и до стадии (v) или в комбинации по меньшей мере двух из них.

Водоабсорбирующие мелкие частицы предпочтительно представляют собой частицы водоабсорбирующего полимера, состав которых соответствует составу описанных выше водоабсорбирующих полимерных частиц, при этом предпочтительно, что по меньшей мере 90 мас.% водорастворимых мелких частиц, предпочтительно по меньшей мере 95 мас.% водорастворимых мелких частиц и наиболее предпочтительно по меньшей мере 99 мас.% водоабсорбирующих мелких частиц имеют размер частиц менее 200 мкм, предпочтительно менее 150 мкм и особенно предпочтительно менее 100 мкм.

В предпочтительном варианте реализации способа согласно настоящему изобретению водоабсорбирующие мелкие частицы, которые могут быть необязательно добавлены к водному раствору мономера на технологической стадии (ii), представляют собой водоабсорбирующие мелкие частицы, которые получают на технологической стадии (x) способа согласно настоящему изобретению и которые, таким образом, возвращают в цикл.

Мелкие частицы могут быть добавлены к водному раствору мономера с помощью любого смесительного устройства, известного специалистам в данной области техники как подходящее для указанной цели. В предпочтительном варианте реализации настоящего изобретения, который особенно подходит, если процесс проводят непрерывно, как описано выше, мелкие частицы добавляют в водный раствор мономера в смесительном устройстве, в котором первый поток мелких частиц и второй поток водного раствора мономера направляют непрерывно, но из разных положений, во вращающееся смесительное устройство. Такой тип смесительной установки может быть реализован в так называемом "роторно-

статорном смесителе", который содержит в зоне смешивания предпочтительно цилиндрический, не вращающийся статор, в центре которого вращается также предпочтительно цилиндрический ротор. Стенки ротора, а также стенки статора обычно обеспечены насечками, например насечками в форме прорезей, через которые может всасываться смесь мелких частиц и водного раствора мономера и, следовательно, подвергаться высоким сдвиговым усилиям.

В данном контексте особенно предпочтительно, что первый поток мелких частиц и второй поток водного раствора мономера образуют угол δ в диапазоне от 60 до 120°, более предпочтительно в диапазоне от 75 до 105°, еще более предпочтительно в диапазоне от 85 до 95° и наиболее предпочтительно образуют угол примерно 90°. Предпочтительно также, что поток смеси мелких частиц и водного раствора мономера, выходящий из смесителя, и первый поток мелких частиц, входящий в смеситель, образуют угол ϵ в диапазоне от 60 до 120°, предпочтительно в диапазоне от 75 до 105°, еще более предпочтительно в диапазоне от 85 до 95° и наиболее предпочтительно образуют угол примерно 90°.

Такой тип смесительной установки может быть, например, реализован с помощью смесительных устройств, описанных в DE-A-2520788 и DE-A-2617612, содержание которых включено в настоящий документ посредством ссылки. Конкретные примеры смесительных устройств, которые могут быть использованы для добавления мелких частиц в водный раствор мономера на технологической стадии (ii) согласно настоящему изобретению, представляют собой смесительные устройства, которые могут быть приобретены у компании IKA® Werke GmbH & Co. KG, Штауфен, Германия, под торговыми обозначениями MHD 2000/4, MHD 2000/05, MHD 2000/10, MDH 2000/20, MHD 2000/30 и MHD 2000/50, где смесительное устройство MHD 2000/20 является особенно предпочтительным. Дополнительные смесительные устройства, которые могут быть использованы, представляют собой устройства, выпускаемые компанией Ystral GmbH, Бальрехтен-Доттинген, Германия, например, под торговым обозначением "Conti TDS", или компанией Kinematika AG, Литтау, Швейцария, например, под торговой маркой Megatron®.

Количество мелких частиц, которое может быть добавлено к водному раствору мономера на технологической стадии (ii), предпочтительно составляет от 0,1 до 15 мас.%, еще более предпочтительно от 0,5 до 10 мас.% и наиболее предпочтительно от 3 до 8 мас.% относительно массы водного раствора мономера.

На технологической стадии (iii) способа согласно настоящему изобретению к водному раствору мономера добавляют инициатор полимеризации или по меньшей мере один компонент системы инициатора полимеризации, которая содержит два или более компонентов.

В качестве инициаторов полимеризации для инициации полимеризации могут быть использованы все инициаторы, образующие радикалы в условиях полимеризации, которые обычно используют при получении суперабсорбентов. К ним относятся термические катализаторы, редокс-катализаторы и фотоинициаторы, активация которых происходит при облучении энергетическими электромагнитными волнами, предпочтительно УФ-излучением. Инициаторы полимеризации могут быть растворены или диспергированы в водном растворе мономера. Предпочтительно применение водорастворимых катализаторов.

В качестве термических инициаторов могут быть использованы все соединения, известные специалистам в данной области техники, которые разлагаются под действием повышенной температуры с образованием радикалов. Особенно предпочтительны термические инициаторы полимеризации с периодом полураспада менее 10 с, более предпочтительно менее 5 с при температуре менее 180°C, более предпочтительно менее 140°C. Особенно предпочтительные термические инициаторы полимеризации представляют собой пероксиды, гидропероксиды, пероксид водорода, персульфаты и азосоединения. В некоторых случаях преимущественно использовать смеси различных термических инициаторов полимеризации. Среди таких смесей предпочтительны смеси, содержащие пероксид водорода и пероксидсульфат натрия или калия, которые могут быть использованы в любом требуемом количественном соотношении. Подходящие органические пероксиды предпочтительно представляют собой пероксид ацетилацетона, пероксид метилэтилкетона, бензоилпероксид, лауроилпероксид, ацетилпероксид, каприлпероксид, изопропилпероксидкарбонат, 2-этилгексилпероксидкарбонат, трет-бутилгидропероксид, гидропероксид кумола и пероксиды трет-амилперивалата, трет-бутилперивалата, трет-бутилпернеогексоната, трет-бутилизообутирата, трет-бутилпер-2-этилгексеноата, трет-бутилперизононаноата, трет-бутилпермалеата, трет-бутилпербензоата, трет-бутил-3,5,5-триметилгексаноата и амилпернеодеканоата. Кроме того, предпочтительны следующие термические инициаторы полимеризации: азосоединения, такие как азобисизобутиронитрил, азобис-диметилвалеронитрил, азобис-амидинопропана дигидрохлорид, 2,2'-азобис-(N,N-диметил)изобутирамидина дигидрохлорид, 2-(карбамоилазо)изобутиронитрил и 4,4'-азобис-(4-циановалериановая кислота). Вышеуказанные соединения используют в обычных количествах, предпочтительно в диапазоне от 0,01 до 5 мол.%, предпочтительно от 0,1 до 2 мол.%, соответственно, относительно количества полимеризуемых мономеров.

Редокс-катализаторы содержат два или более компонентов, обычно одно или более из пероксо-соединений, перечисленных выше, и по меньшей мере один восстановительный компонент, предпочтительно аскорбиновую кислоту, глюкозу, сорбозу, маннозу, гидросульфит, сульфат, тиосульфат, гипосульфит или сульфид аммония или щелочного металла, соли металлов, такие как ионы железа(II) или

ионы серебра, или гидроксиметилсульфоксилат натрия. Предпочтительно в качестве восстановительного компонента редокс-катализатора используют аскорбиновую кислоту или пиросульфит натрия. Используют от 1×10^{-5} до 1 мол.% восстановительного компонента редокс-катализатора и от 1×10^{-5} до 5 мол.% окислительного компонента редокс-катализатора, в каждом случае относительно количества мономеров, используемых в полимеризации. Вместо окислительного компонента редокс-катализатора или в качестве его дополнения может быть использовано одно или более предпочтительно водорастворимых азосоединений.

Полимеризацию предпочтительно инициируют действием энергетического излучения, в качестве инициатора обычно используют так называемые фотоинициаторы. Они могут включать, например, так называемые α -расщепители, Н-отнимающие системы или также азиды. Примеры таких инициаторов представляют собой производные бензофенона, такие как кетон Михлера, производные фенантрена, производные фтора, производные антрахинона, производные тиоксанта, производные кумарина, бензоиновый эфир и его производные, азосоединения, такие как вышеупомянутые радикалообразующие соединения, замещенные гексаарилбисимидазолы или ацилфосфиноксиды. Примеры азидов представляют собой 2-(N,N-диметиламино)этил-4-азидоциннамат, 2-(N,N-диметиламино)этил-4-азидонафтилкетон, 2-(N,N-диметиламино)этил-4-азидобензоат, 5-азидо-1-нафтил-2'-(N,N-диметиламино)этилсульфон, N-(4-сульфонилазидофенил)малеинимид, N-ацетил-4-сульфонилазидоанилин, 4-сульфонилазидоанилин, 4-азидоанилин, 4-азидофенацилбромид, п-азидобензойную кислоту, 2,6-бис-(п-азидобензилиден)циклогексанон и 2,6-бис-(п-азидобензилиден)-4-метилциклогексанон. Дополнительную группу фотоинициаторов представляют собой диалкоксикетали, такие как 2,2-диметокси-1,2-дифенилэтан-1-он. Фотоинициаторы, при их использовании, обычно применяют в количестве от 0,0001 до 5 мас.% относительно полимеризуемых мономеров.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации способа согласно настоящему изобретению предпочтительно, что на технологической стадии (iii) инициатор содержит следующие компоненты iiiа) пероксодисульфат и iiiб) молекулу органического инициатора, содержащую по меньшей мере три атома кислорода или по меньшей мере три атома азота; где указанный инициатор содержит пероксодисульфат и молекулу органического инициатора в молярном соотношении от 20:1 до 50:1. В одном аспекте данного варианта реализации предпочтительно, что концентрация компонента инициатора iiiа) составляет от 0,05 до 2 мас.% относительно количества полимеризуемых мономеров. В другом аспекте данного варианта реализации предпочтительно, что молекула органического инициатора выбрана из группы, состоящей из 2,2-диметокси-1,2-дифенилэтан-1-она, 2,2-азобис-(2-амидинопропан)дихлорида, 2,2-азобис-(циановалериановой кислоты) или комбинации по меньшей мере двух из них. В дополнительном аспекте данного варианта реализации предпочтительно, что пероксодисульфат имеет общую формулу $M_2S_2O_8$, где М выбран из группы, состоящей из NH_4 , Li, Na, Ca или по меньшей мере двух из них. Описанные выше компоненты особенно подходят для УФ-инициации полимеризации на стадии (vi) способа согласно настоящему изобретению. Применение указанного состава дополнительно приводит к получению низкого количества остаточного мономера и к снижению пожелтения водоабсорбирующей полимерной частицы, которая может быть получена способом согласно настоящему изобретению.

В данном контексте также следует отметить, что стадия (iii), добавление инициатора полимеризации, может быть реализована до стадии (iv), одновременно со стадией (iv) или перекрываться по времени со стадией (iv), т.е. при снижении содержания кислорода в водном растворе мономера. При использовании системы инициатора полимеризации, которая содержит два или более компонентов, один или более компонентов такой системы инициатора полимеризации может быть, например, добавлен до технологической стадии (iv), тогда как остальной компонент или остальные компоненты, которые необходимы для завершения активности указанной системы инициатора полимеризации, добавляют после технологической стадии (iv), возможно даже после технологической стадии (v). Независимо от необязательной стадии (iv), снижение содержания кислорода в водном растворе мономера также может быть проведено до технологической стадии (iii) в соответствии с настоящим изобретением.

На технологической стадии (iv) способа согласно настоящему изобретению в водном растворе мономера необязательно снижают содержание кислорода. Независимо от необязательной стадии (iv) снижение содержания кислорода в водном растворе мономера также может быть проведено до, во время или после технологической стадии (ii) в соответствии с настоящим изобретением. Предпочтительно, содержание кислорода в водном растворе мономера снижают после добавления мелких частиц на технологической стадии (ii).

Когда бы ни происходило снижение содержания кислорода в водном растворе мономера, оно может быть реализовано приведением в контакт водного раствора мономера с инертным газом, таким как азот. Фаза инертного газа, приведенная в контакт с водным раствором мономера, не содержит кислорода и, следовательно, характеризуется очень низким парциальным давлением кислорода. Следовательно, кислород переходит из водного раствора мономера в фазу инертного газа до выравнивания парциального давления кислорода в фазе инертного газа и в водном растворе мономера. Приведение в контакт фазы

водного раствора мономера с фазой инертного газа может быть осуществлено, например, пропусканием пузырьков инертного газа через раствор мономера в виде прямого потока, противотока или под промежуточным углом подачи. Хорошее перемешивание может быть достигнуто, например, с использованием форсунок, статических или динамических смесителей или барботажных колонн. Содержание кислорода в растворе мономера до полимеризации предпочтительно снижают до значения менее 1 ppm по массе, более предпочтительно до менее 0,5 ppm по массе относительно массы раствора мономера.

На технологической стадии (v) процесса согласно настоящему изобретению водный раствор мономера загружают на ленту ленточного реактора полимеризации. Предпочтительно, водный раствор мономера загружают на ленту в переднем по ходу положении ленты. Предпочтительная лента представляет собой конвейерную ленту. В качестве конвейерной ленты, подходящей для способа согласно настоящему изобретению, может быть использована любая конвейерная лента, которую специалисты в данной области техники считают подходящей в качестве поддерживающего материала, на который может быть загружен описанный выше водный раствор мономера, а затем полимеризован с получением гидрогеля.

Ленточный реактор полимеризации обычно содержит бесконечно движущуюся конвейерную ленту, проходящую над опорными элементами, и по меньшей мере два направляющих ролика, из которых по меньшей мере один имеет привод и выполнен с возможностью регулирования. Необязательно представлена система размотки и подачи антиадгезионного листа, который может быть использован в секциях на верхней поверхности конвейерной ленты. Указанная система содержит систему подачи и дозирования компонентов реакции, а также средства излучения, расположенные в направлении движения конвейерной ленты после системы подачи и дозирования, вместе с охлаждающими и нагревающими устройствами, а также система удаления полимерного геля, расположенная вблизи направляющего ролика обратной ветви конвейерной ленты. Предпочтительные средства излучения обеспечивают излучение УФ-света, предпочтительно, содержат УФ-лампу.

Для обеспечения полной полимеризации с максимально возможным выходом продукта за один проход в единицу времени, в соответствии с настоящим изобретением, вблизи верхней ветви конвейерной ленты с обеих сторон горизонтальных опорных элементов, начиная в зоне подачи и систем дозирования, могут быть расположены направленные вверх опорные элементы, продольные оси которых пересекаются в точке, находящейся под верхней ветвью, и которые придают конвейерной ленте, поддерживаемой ими, форму подходящего желоба. Таким образом, в соответствии с настоящим изобретением, конвейерную ленту вблизи системы подачи компонентов реакции поддерживают множество опорных и несущих элементов в форме желоба, которые обеспечивают конфигурацию подаваемых реакционных компонентов в форме глубокого желоба или тарелки. Требуемую форму желоба определяют формой и расположением опорных элементов вдоль всей длины пути верхней ветви. В области введения реакционных компонентов опорные элементы должны быть расположены относительно близко друг к другу, а в следующей области, после инициации полимеризации, опорные элементы могут быть расположены на несколько большем расстоянии друг от друга. Угол наклона опорных элементов и форма поперечного сечения опорных элементов могут быть переменными для выравнивания изначально глубокого желоба по мере движения к концу полимеризационной части и повторного приведения его в растянутое состояние. В дополнительном варианте реализации настоящего изобретения каждый опорный элемент предпочтительно образован цилиндрическим или сферическим роликом, способным вращаться относительно его продольной оси. Изменяя поперечное сечение ролика, а также конфигурацию ролика, можно легко добиться требуемой формы поперечного сечения желоба. Для обеспечения надлежащего формования желоба из конвейерной ленты, при ее переходе из плоского состояния в форму желоба и при ее возврате обратно в плоское состояние, предпочтительно использовать конвейерную ленту, гибкую в продольном и поперечном направлениях.

Лента может быть изготовлена из различных материалов, хотя они предпочтительно должны соответствовать требованиям хорошей прочности при растяжении и гибкости, хорошей усталостной прочности при многократном напряжении изгиба, хорошей деформируемости и химической стойкости к отдельным компонентам реакции в условиях полимеризации. Один материал обычно не удовлетворяет указанным требованиям. Поэтому в качестве ленты согласно настоящему изобретению обычно используют многослойный материал. Механические требования могут быть удовлетворены с помощью каркаса, например тканых вставок из природных и/или синтетических волокон, или стеклянных волокон, или стального корда. Химическая стойкость может быть достигнута с помощью покрытия, например, из полиэтилена, полипропилена, полиизобутилена, галогенированных полиолефинов, таких как поливинилхлорид или политетрафторэтилен, полиамидов, природных или синтетических каучуков, сложных полиэфирных смол или эпоксидных смол. Предпочтительный материал покрытия представляет собой силиконовый каучук.

На технологической стадии (vii) способа согласно настоящему изобретению полимерный гель, полученный на ленте, выгружают с ленты. Предпочтительно, полимерный гель удаляют с ленты в виде непрерывного стренга, имеющего мягкую, полутвердую консистенцию, который затем направляют на дополнительную обработку, необязательно включающую дробление. При дроблении полимерного геля получают частицы полимерного геля.

Дробление полимерного геля предпочтительно проводят по меньшей мере в три стадии:

на первой стадии используют режущую установку, предпочтительно нож, например, нож, описанный в WO-A-96/36464, для нарезания полимерного геля на плоские полоски геля, предпочтительно длиной от 5 до 500 мм, предпочтительно от 10 до 300 мм и особенно предпочтительно от 100 до 200 мм, высотой от 1 до 30 мм, предпочтительно от 5 до 25 мм и особенно предпочтительно от 10 до 20 мм, а также шириной от 1 до 500 мм, предпочтительно от 5 до 250 мм и особенно предпочтительно от 10 до 200 мм;

на второй стадии используют измельчающее устройство, предпочтительно дробилку, для измельчения полосок геля на кусочки геля, предпочтительно длиной от 3 до 100 мм, предпочтительно от 5 до 50 мм, высотой до 1 до 25 мм, предпочтительно от 3 до 20 мм, а также шириной от 1 до 100 мм, предпочтительно от 3 до 20 мм, и

на третьей стадии используют (измельчительную) установку "волчок", предпочтительно типа куттера, предпочтительно имеющего шнек и пластину с отверстиями, где шнек продавливает продукт через пластину с отверстиями, для измельчения и размалывания кусочков геля на частицы полимерного геля, которые предпочтительно меньше кусочков геля.

Тем самым достигают оптимального соотношения площади поверхности к объему, которое оказывает благоприятный эффект на характеристики высушивания на технологической стадии (viii). Гель, дробленный таким способом, особенно подходит для высушивания на ленте. Трехстадийное дробление обеспечивает более качественный "доступ воздуха" благодаря воздушным каналам, расположенным между частицами гранулята.

На технологической стадии (viii) способа согласно настоящему изобретению полимерный гель высушивают.

Высушивание полимерного геля может быть осуществлено в любой сушилке или печи, которые специалисты в данной области техники считают подходящими для высушивания полимерного геля или описанных выше частиц геля. В качестве примера могут быть упомянуты вращающиеся трубчатые печи, сушилки с псевдоожиженным слоем, тарельчатые сушилки, лопастные сушилки и инфракрасные сушилки.

Особенно предпочтительны ленточные сушилки. Ленточная сушилка представляет собой конвекционную систему сушки для особенно щадящей обработки продуктов со свободным доступом воздуха. Продукт, подлежащий высушиванию, помещают на бесконечную конвейерную ленту, которая пропускает газ, и обрабатывают потоком нагретого газа, предпочтительно воздуха. Сушильный газ рециркулируют, чтобы он мог стать очень высоконасыщенным в процессе многократных пропусков через слой продукта. Определенную часть сушильного газа, предпочтительно не менее 10%, более предпочтительно не менее 15% и наиболее предпочтительно не менее 20% и предпочтительно до 50%, более предпочтительно до 40% и наиболее предпочтительно до 30% количества газа за проход выпускают из сушилки в виде высоконасыщенного пара, уносящего определенное количество воды, испаренной из продукта. Температура нагретого газового потока предпочтительно составляет не менее 50°C, более предпочтительно не менее 100°C и наиболее предпочтительно не менее 150°C и предпочтительно до 250°C, более предпочтительно до 220°C и наиболее предпочтительно до 200°C.

Размер и конструкция сушилок зависят от перерабатываемого продукта, производственной мощности и загрузки при сушке. Ленточная сушилка может быть реализована в виде системы с одной лентой, несколькими лентами, многостадийной или многоярусной системы. Настоящее изобретение предпочтительно осуществляют с применением ленточной сушилки, имеющей по меньшей мере одну ленту. Особенно предпочтительны сушилки из одной ленты. Для обеспечения оптимальных характеристик высушивания на ленте отдельно определяют свойства высушивания водоабсорбирующих полимеров как функции от выбранных технологических параметров. Для конкретного продукта подбирают размер отверстий и размер ячеек ленты. Возможны также некоторые варианты поверхностной оптимизации, такие как электролитическая полировка или покрытие тефлоном.

Полимерный гель, подлежащий высушиванию, предпочтительно наносят на ленту ленточной сушилки с помощью поворотной ленты. Высота подачи, т.е. вертикальное расстояние между поворотной лентой и лентой ленточной сушилки, предпочтительно составляет не менее 10 см, более предпочтительно не менее 20 см и наиболее предпочтительно не менее 30 см и предпочтительно до 200 см, более предпочтительно до 120 см и наиболее предпочтительно до 40 см. Толщина полимерного геля, подлежащего высушиванию, на ленточной сушилке предпочтительно составляет не менее 2 см, более предпочтительно не менее 5 см и наиболее предпочтительно не менее 8 см и предпочтительно не более 20 см, более предпочтительно не более 15 см и наиболее предпочтительно не более 12 см. Скорость ленты ленточной сушилки предпочтительно составляет не менее 0,005 м/с, более предпочтительно не менее 0,01 м/с и наиболее предпочтительно не менее 0,015 м/с и предпочтительно до 0,05 м/с, более предпочтительно до 0,03 м/с и наиболее предпочтительно до 0,025 м/с.

Кроме того, в соответствии с настоящим изобретением гель предпочтительно высушивают до содержания воды в диапазоне от 0,5 до 25 мас.%, предпочтительно от 1 до 10 мас.% и особенно предпочтительно от 3 до 7 мас.% относительно высушенного полимерного геля.

На технологической стадии (ix) способа согласно настоящему изобретению высушенный полимерный гель измельчают с получением водоабсорбирующих полимерных частиц.

Для измельчения высушенного полимерного геля может быть использовано любое устройство, которое специалисты в данной области техники считают подходящим для измельчения высушенного полимерного геля или описанного выше высушенного полимерного геля. В качестве примера подходящего измельчающего устройства может быть упомянута одностадийная или многостадийная роликовая мельница, предпочтительно двух- или трехстадийная роликовая мельница, штифтовая мельница, молотковая мельница или вибрационная мельница.

На технологической стадии (x) способа согласно настоящему изобретению измельченные частицы водоабсорбирующего полимера сортируют преимущественно с применением подходящих сит. В данном контексте особенно предпочтительно, что после сортировки частиц водоабсорбирующего полимера содержание полимерных частиц, имеющих размер частиц менее 150 мкм, составляет менее 10 мас.%, предпочтительно менее 8 мас.% и, в частности, менее 6 мас.%, и что содержание полимерных частиц, имеющих размер частиц более 850 мкм, также составляет менее 10 мас.%, предпочтительно менее 8 мас.% и особенно предпочтительно менее 6 мас.%, каждое значение выражено относительно общей массы частиц водоабсорбирующего полимера. Предпочтительно также, что после сортировки частиц водоабсорбирующего полимера по меньшей мере 30 мас.%, более предпочтительно по меньшей мере 40 мас.% и наиболее предпочтительно по меньшей мере 50 мас.% от общей массы частиц водоабсорбирующего полимера, частиц водоабсорбирующего полимера имеют размер частиц в диапазоне от 300 до 600 мкм.

На технологической стадии (xi) способа согласно настоящему изобретению поверхность измельченных и отсортированных частиц водоабсорбирующего полимера обрабатывают, где обработка включает поверхностное сшивание. В качестве дополнительного средства для обработки поверхности частиц водоабсорбирующего полимера может быть использовано любое средство, которое специалисты в данной области техники считают подходящими для указанной цели. Примеры дополнительной поверхностной обработки включают, например, обработку поверхности водорастворимыми солями, такими как сульфат алюминия или лактат алюминия, обработку поверхности неорганическими частицами, такими как диоксид кремния и т.п. Предпочтительно, компоненты, используемые для обработки поверхности полимерных частиц (сшивающие агенты, водорастворимые соли), добавляют к частицам водоабсорбирующего полимера в форме водных растворов. После смешивания частиц с указанными водными растворами их нагревают до температуры от 150 до 230°C, предпочтительно от 160 до 200°C для ускорения реакции поверхностного сшивания.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения первая глубина составляет от 100 до 500 мм, предпочтительно от 100 до 480 мм, более предпочтительно от 140 до 460 мм, более предпочтительно от 100 до 440 мм, более предпочтительно от 100 до 420 мм, более предпочтительно от 100 до 400 мм, более предпочтительно от 100 до 380 мм, более предпочтительно от 100 до 360 мм, более предпочтительно от 120 до 340 мм, более предпочтительно от 140 до 320 мм, более предпочтительно от 160 до 300 мм, более предпочтительно от 180 до 280 мм, более предпочтительно от 200 до 260 мм, более предпочтительно от 220 до 260 мм, более предпочтительно от 240 до 260 мм, наиболее предпочтительно от 245 до 255 мм.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения дополнительная глубина составляет от 5 до 100 мм, предпочтительно от 5 до 90 мм, более предпочтительно от 5 до 80 мм, более предпочтительно от 5 до 70 мм, более предпочтительно от 5 до 60 мм, более предпочтительно от 5 до 50 мм, более предпочтительно от 5 до 40 мм, более предпочтительно от 5 до 30 мм, более предпочтительно от 5 до 20 мм, наиболее предпочтительно от 5 до 10 мм.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения первая часть желоба продольно простирается по длине на 25-45%, предпочтительно 25-40%, более предпочтительно 25-35%, наиболее предпочтительно 28-33% относительно продольной протяженности ленты.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения дополнительная часть желоба продольно простирается по длине на 3-70%, предпочтительно 3-60%, более предпочтительно 3-50%, более предпочтительно 3-40%, более предпочтительно 5-30%, более предпочтительно 5-20%, наиболее предпочтительно 10-20% относительно продольной протяженности ленты.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения дополнительная часть желоба непосредственно следует за первой частью желоба в нисходящем продольном направлении ленты.

Согласно настоящему изобретению в первом поперечном сечении ленты в поперечном направлении лента имеет форму первой вогнутой кривой; где R составляет от 2 до 30, предпочтительно от 2,5 до 25, более предпочтительно от 3 до 25, более предпочтительно от 3,5 до 25, более предпочтительно от 4 до 25, более предпочтительно от 4,5 до 25, более предпочтительно от 5 до 25, более предпочтительно от 5,5 до 25, более предпочтительно от 6 до 20, наиболее предпочтительно от 6,5 до 20; где R представляет собой соотношение горизонтальной ширины первой вогнутой кривой к вертикальной высоте первой вогнутой кривой.

Для применения в контексте настоящего документа вогнутая кривая представляет собой изогнутую линию, содержащую точку, движение от которой вдоль указанной линии включает монотонное движение вверх. Монотонное движение вверх означает движение вверх или сохранение постоянного значения высоты. Монотонное движение вверх исключает любое нисходящее движение. Это означает, что вогну-

тая кривая изогнута относительно ленты ленточного реактора полимеризации. Предпочтительное первое поперечное сечение ленты в поперечном направлении представляет собой поперечное сечение верхней ветви ленты в поперечном направлении.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения полимеризацию на стадии (vi) инициируют облучением предпочтительно водного раствора мономера, УФ-излучением. В контексте настоящего документа УФ-излучение представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны от 100 до 380 нм.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения продольное положение первого поперечного сечения в поперечном направлении может представлять собой каждое продольное положение в пределах первой продольно простирающейся части ленты; где первая продольно простирающаяся часть ленты простирается в продольном направлении на 25-40%, предпочтительно 25-38%, более предпочтительно 25-36%, более предпочтительно 25-34%, более предпочтительно 25-32%, более предпочтительно 25-30%, наиболее предпочтительно 25-28% относительно продольной протяженности ленты. Предпочтительно, продольно простирающаяся часть представляет собой продольно соединенную часть.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения первая вогнутая кривая содержит горизонтально расположенную часть; где горизонтально расположенная часть простирается по меньшей мере на 70%, предпочтительно по меньшей мере 75%, более предпочтительно по меньшей мере 80%, более предпочтительно по меньшей мере 85%, наиболее предпочтительно по меньшей мере 90% относительно горизонтальной ширины первой вогнутой кривой.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения касательная в любом положении первой вогнутой кривой образует угол между первой кривой и горизонтальной линией в первом поперечном сечении в поперечном направлении; где максимум угла первой кривой (407) составляет от 45 до 80°, предпочтительно от 50 до 75°, более предпочтительно от 55 до 75°, более предпочтительно от 60 до 75°, более предпочтительно от 65 до 75°, наиболее предпочтительно от 68 до 72°. Предпочтительно, касательная представляет собой касательную в конце первой вогнутой кривой. Предпочтительный угол первой кривой представляет собой внешний угол относительно первой вогнутой кривой.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения после первой продольно простирающейся части ленты указанная лента содержит дополнительную продольно простирающуюся часть; где в дополнительном поперечном сечении ленты в поперечном направлении указанная лента имеет форму дополнительной вогнутой кривой; где продольное положение дополнительного поперечного сечения в поперечном направлении может представлять собой каждое продольное положение в пределах дополнительной продольно простирающейся части ленты; где касательная в любом положении дополнительной вогнутой кривой образует угол между дополнительной кривой и горизонтальной линией в дополнительном поперечном сечении в поперечном направлении; где максимум угла дополнительной кривой составляет от 0 до 45°, предпочтительно от 0 до 40°, более предпочтительно от 0 до 35°, более предпочтительно от 0 до 30°, более предпочтительно от 0 до 25°, более предпочтительно от 0 до 20°, более предпочтительно от 0 до 15°, наиболее предпочтительно от 0 до 10°. Предпочтительная дополнительная продольно простирающаяся часть расположена непосредственно после первой продольно простирающейся части в нисходящем направлении. Предпочтительный угол дополнительной кривой представляет собой внешний угол относительно дополнительной вогнутой кривой. Предпочтительное дополнительное поперечное сечение ленты в поперечном направлении представляет собой поперечное сечение верхней ветви ленты в поперечном направлении.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения дополнительная продольно простирающаяся часть ленты продольно простирается на 30% или менее, предпочтительно 25% или менее, более предпочтительно 20% или менее, наиболее предпочтительно 15% или менее относительно продольной протяженности ленты.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения первая вогнутая кривая образует поперечное сечение желоба; где поперечное сечение желоба имеет площадь поперечного сечения; где площадь поперечного сечения имеет форму трапеции. Таким образом, поперечное сечение желоба предпочтительно образовано указанной лентой, предпочтительно горизонтально расположенной частью ленты и боковыми стенками. Предпочтительная форма трапеции содержит скругленные углы. Предпочтительно, поперечное сечение желоба представляет собой сегмент желоба. Таким образом, желоб представляет собой желоб, который содержит первую часть и дополнительную часть желоба. Предпочтительно, поперечное сечение желоба представляет собой поперечное сечение первой части желоба. Таким образом, поперечное сечение желоба представляет собой продольно ограниченную часть желоба.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения первая вогнутая кривая образует поперечное сечение желоба; где поперечное сечение желоба имеет площадь поперечного сечения; где площадь поперечного сечения имеет значение в диапазоне от 1000 до 3000 см², предпочтительно от 1200 до 2800 см², более предпочтительно от 1500 до 2500 см².

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения первая вогнутая кривая имеет вертикальную высоту 500 мм или менее, предпочтительно 450 мм или менее, более предпочтительно 400 мм или менее, более предпочтительно 350 мм или менее, более предпочтительно 300 мм или менее, более

предпочтительно 250 мм или менее, более предпочтительно 200 мм или менее, наиболее предпочтительно 150 мм или менее.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения полимерный гель, выгружаемый на технологической стадии (vii), содержит воду в количестве 40-60 мас.%, предпочтительно 50-60 мас.%, более предпочтительно 53-56 мас.% относительно полимерного геля.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения полимерный гель, выгружаемый на технологической стадии (vii), представляет собой лист полимерного геля; где указанный лист полимерного геля характеризуется толщиной в диапазоне от 10 до 200 мм, предпочтительно от 10 до 100 мм, более предпочтительно от 15 до 75 мм, наиболее предпочтительно от 15 до 50 мм.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения полимерный гель, выгружаемый на технологической стадии (vii), представляет собой лист полимерного геля; где указанный лист полимерного геля характеризуется шириной в диапазоне от 30 до 300 см, предпочтительно от 50 до 250 см, более предпочтительно от 60 до 200 см, наиболее предпочтительно от 80 до 100 см.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения полимеризацию на стадии (vi) проводят в присутствии вспенивающего агента. Вспенивающий агент может быть добавлен к водному раствору мономера на одной из стадий, выбранных из группы, состоящей из стадии (i), стадии (ii), стадии (iii), стадии (iv), стадии (v) и стадии (iv), или в комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительно, вспенивающий агент добавляют к раствору мономера на стадии (i). Вспенивающий агент должен быть добавлен до или непосредственно после инициации полимеризации на стадии (vi). Особенно предпочтительно, вспенивающий агент добавляют к раствору мономера после или одновременно с добавлением инициатора или компонента системы инициатора. Предпочтительно, вспенивающий агент добавляют к раствору мономера в количестве от 500 до 4000 ppm по массе, предпочтительно от 1000 до 3500 ppm по массе, более предпочтительно от 1500 до 3200 ppm по массе, наиболее предпочтительно от 2000 до 3000 ppm по массе от общей массы раствора мономера.

Вспенивающий агент представляет собой вещество, способное образовывать ячеистую структуру или поры, или оба варианта, посредством пенообразования во время полимеризации мономеров. Процесс пенообразования предпочтительно является эндотермическим. Предпочтительный эндотермический процесс пенообразования инициируют теплом, образующимся в экзотермической реакции полимеризации или поперечного сшивания, или в обеих реакциях. Предпочтительный вспенивающий агент представляет собой физический вспенивающий агент, или химический вспенивающий агент, или оба агента. Предпочтительный физический вспенивающий агент представляет собой агент, выбранный из группы, состоящей из CFC, HCFC, углеводорода и CO₂ или комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительный CO₂ представляет собой жидкий CO₂. Предпочтительный углеводород представляет собой углеводород, выбранный из группы, состоящей из пентана, изопентана и циклопентана или комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительный химический вспенивающий агент представляет собой агент, выбранный из группы, состоящей из карбонатного вспенивающего агента, нитрита, пероксида, кальцинированной соды, производного щавелевой кислоты, ароматического азосоединения, гидразина, азиды, N,N'-динитрозоамида и органического вспенивающего агента, или комбинации по меньшей мере двух из них.

Особенно предпочтительный вспенивающий агент представляет собой карбонатный вспенивающий агент. Карбонатные вспенивающие агенты, которые могут быть использованы в соответствии с настоящим изобретением, описаны в US 5118719 A, включенном в настоящий документ посредством ссылки. Предпочтительный карбонатный вспенивающий агент представляет собой карбонатсодержащую соль, или бикарбонатсодержащую соль, или оба варианта. Другой предпочтительный карбонатный вспенивающий агент содержит агент, выбранный из группы, состоящей из CO₂ в виде газа, CO₂ в виде твердого вещества, этиленкарбоната, карбоната натрия, карбоната калия, карбоната аммония, карбоната магния или гидроксикарбоната магния, карбоната кальция, карбоната бария, бикарбоната, их гидратов, других катионов и природных карбонатов или комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительный природный карбонат представляет собой доломит. Вышеуказанные карбонатные вспенивающие агенты, растворенные или диспергированные в растворе мономера, высвобождают CO₂ при нагревании. Особенно предпочтительный карбонатный вспенивающий агент представляет собой MgCO₃, который также может быть представлен формулой (MgCO₃)₄·Mg(OH)₂·5H₂O. Другой предпочтительный карбонатный вспенивающий агент представляет собой (NH₄)₂CO₃. Также могут быть использованы MgCO₃ и (NH₄)₂CO₃ в смесях. Предпочтительные карбонатные вспенивающие агенты представляют собой карбонатные соли поливалентных катионов, таких как Mg, Ca, Zn и т.п. Примеры таких карбонатных вспенивающих агентов представляют собой Na₂CO₃, K₂CO₃, (NH₄)₂CO₃, MgCO₃, CaCO₃, NaHCO₃, KHCO₃, NH₄HCO₃, Mg(HCO₃)₂, Ca(HCO₃)₂, ZnCO₃ и BaCO₃. Несмотря на то, что могут быть использованы некоторые катионы поливалентных переходных металлов, некоторые из них, такие как катион железа(III), могут вызывать окрашивание и могут подвергаться реакциям окисления-восстановления или гидролитическому равновесию в воде. Это может приводить к затруднению контролирования качества готового полимерного продукта. Кроме того, другие поливалентные катионы, такие как Ni, Ba, Cd, Hg, могут быть неприемлемыми вследствие потенциально токсического или кожно-сенсibiliзирующего действия.

Предпочтительный нитрит представляет собой нитрит аммония. Предпочтительный пероксид представляет собой пероксид водорода. Предпочтительное ароматическое азосоединение представляет собой соединение, выбранное из группы, состоящей из триазена, ариласосульфонон, арилазотриарилметанов, гидразосоединения, простого диазоэфира и диазоаминобензола или комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительный гидразин представляет собой фенилгидразин. Предпочтительный азид представляет собой карбонилазид, или сульфонилазид, или оба варианта. Предпочтительный N,N'-динитрозоамид представляет собой N,N'-диметил-N,N'-динитрозотерефаламид.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают с помощью устройства для получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц в технологическом потоке способом по изобретению в соответствии с любым из его вариантов осуществления, где устройство содержит:

a) первый контейнер, выполненный с возможностью приема водного раствора мономера, содержащего по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленнасыщенный мономер, содержащий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$);

b) дополнительный контейнер, выполненный с возможностью приема по меньшей мере одного сшивающего агента ($\alpha 3$);

c) смешительное устройство, которое

i) расположено после первого контейнера и дополнительного контейнера,

ii) выполнено с возможностью смешивания раствора мономера и по меньшей мере одного сшивающего агента ($\alpha 3$);

d) ленточный реактор полимеризации, который

i) расположен после смешительного устройства,

ii) выполнен с возможностью вмещения водного раствора мономера и по меньшей мере одного сшивающего агента ($\alpha 3$) во время полимеризации мономеров в водном растворе мономера, с образованием полимерного геля,

iii) содержит ленту;

e) дробильное устройство, которое

i) расположено после ленточного реактора полимеризации,

ii) выполнено с возможностью дробления полимерного геля с образованием частиц полимерного геля,

f) ленточную сушилку, которая

i) расположена после дробильного устройства,

ii) выполнена с возможностью высушивания частиц полимерного геля,

g) измельчающее устройство, которое

i) расположено после ленточной сушилки,

ii) выполнено с возможностью измельчения частиц высушенного полимерного геля с получением водоабсорбирующих полимерных частиц;

h) сортировочное устройство, которое

i) расположено после измельчающего устройства,

ii) выполнено с возможностью сортировки измельченных частиц водоабсорбирующего полимера;

где указанная лента имеет форму желоба, простирающегося в продольном направлении на по меньшей мере 30%, предпочтительно по меньшей мере 35%, более предпочтительно по меньшей мере 40% относительно продольной протяженности ленты; где указанный желоб содержит первую часть желоба и дополнительную часть желоба; при этом по меньшей мере часть первого желоба облучают электромагнитными волнами (408), способными активировать инициатор полимеризации, или систему инициатора полимеризации, или оба; при этом первая глубина первой части желоба больше, чем дополнительная глубина дополнительной части желоба; где первая глубина относится к максимальной глубине в поперечном направлении ленты в каждом продольном положении первой части желоба; где дополнительная глубина относится к максимальной глубине в поперечном направлении ленты в каждом продольном положении дополнительной части желоба; где в первом поперечном сечении желоба лента имеет форму первой вогнутой кривой, в которой соотношение ширины к высоте R составляет от 2 до 30. Таким образом, предпочтительные компоненты или устройства или оба варианта указанного оборудования для получения частиц водоабсорбирующего полимера согласно настоящему изобретению выполнены в соответствии со способом согласно настоящему изобретению. Предпочтительные электромагнитные волны, способные активировать инициатор полимеризации, или систему инициатора полимеризации, или оба, представляют собой УФ-излучение. Предпочтительно, первую продольную часть облучают электромагнитными волнами с интенсивностью, достаточно высокой для активации инициатора полимеризации, или системы инициатора полимеризации, или обоих, на первой продольной части ленты. Предпочтительно, дополнительную продольную часть облучают электромагнитными волнами с интенсивностью, достаточно высокой для активации инициатора полимеризации, или системы инициатора полимеризации, или обоих, на дополнительной продольной части ленты.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают с помощью способа получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц в устройстве согласно настоящему изобретению. Предпочтительно указанный процесс включает технологические стадии (i)-(xi) согласно настоящему изобретению.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают с помощью частицы водоабсорбирующего полимера, которая может быть получена способом согласно настоящему изобретению. Дополнительный аспект настоящего изобретения относится к множеству поверхностно сшитых частиц водоабсорбирующего полимера, содержащих

а) хелатирующий агент, в частности ЭДТК, в количестве от 500 до 3000 ppm по массе, предпочтительно от 1000 до 2000 ppm по массе;

б) полиалкиленгликоль, в частности полиэтиленгликоль, в количестве от 500 до 3000 ppm по массе, предпочтительно от 1000 до 2000 ppm по массе; и

с) SiO_2 в количестве от 500 до 3000 ppm по массе, предпочтительно от 1000 до 2000 ppm по массе;

каждое значение выражено относительно массы множества поверхностно сшитых частиц водоабсорбирующего полимера. В соответствии с дополнительным аспектом настоящего изобретения множество поверхностно сшитых частиц водоабсорбирующего полимера дополнительно содержат Ag-цеолит, предпочтительно в количестве от 0,0001 до 1 мас.ч., более предпочтительно от 0,001 до 0,5 мас.ч. и наиболее предпочтительно от 0,002 до 0,01 мас.ч., каждое значение выражено относительно общей массы множества поверхностно сшитых частиц водоабсорбирующего полимера.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают с помощью композиционного материала, содержащего частицу водоабсорбирующего полимера, которая может быть получена способом согласно настоящему изобретению.

В одном из вариантов реализации настоящего изобретения композиционный материал согласно настоящему изобретению содержит материал, выбранный из группы, состоящей из пены, профилированного изделия, волокна, фольги, пленки, кабеля, уплотнительного материала, влагопоглощающего гигиенического изделия, носителя для агентов регулирования роста растений и грибов, упаковочного материала, добавки для почвы, строительного материала или комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительный кабель представляет собой синий подводный кабель. Предпочтительное влагопоглощающее гигиеническое изделие представляет собой изделие, выбранное из группы, состоящей из подгузника, тампона и гигиенической прокладки или комбинации по меньшей мере двух из них. Предпочтительный подгузник представляет собой детский подгузник или подгузник для взрослых, страдающих недержанием, или оба варианта.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают с помощью способа получения композиционного материала, где частицу водоабсорбирующего полимера согласно настоящему изобретению и подложку, а также необязательное вспомогательное вещество приводят в контакт друг с другом.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают с помощью композиционного материала, который может быть получен способом согласно настоящему изобретению.

Вклад в решение по меньшей мере одной из указанных выше задач обеспечивают посредством применения частицы водоабсорбирующего полимера согласно настоящему изобретению во влагопоглощающем гигиеническом изделии. Дополнительные аспекты изобретения относятся к применению в пене, профилированном изделии, волокне, фольге, пленке, кабеле, уплотнительном материале, носителе для агентов регулирования роста растений и грибов, упаковочном материале, добавке для почвы, для контролируемого высвобождения активного соединения или в строительном материале.

Методы испытаний

В настоящем изобретении использовали следующие методы испытаний.

В отсутствие метода испытаний использовали метод испытания ISO для измерения характеристики, наиболее близкий к ранней дате подачи настоящей заявки. При отсутствии метода испытания ISO использовали метод испытания EDANA, наиболее близкий к ранней дате подачи настоящей заявки. В отсутствие определенных условий измерения использовали температуру и давление окружающей среды (SATP), т.е. температуру 298,15 K (25°C, 77°F) и абсолютное давление 100 кПа (14,504 psi, 0,986 атм).

Содержание воды.

Содержание воды в частицах водоабсорбирующего полимера после высушивания определяли по методу Карла-Фишера.

Содержание водорастворимого полимера.

Содержание водорастворимого полимера в частицах водоабсорбирующего полимера измеряли в соответствии со стандартным методом испытания суперабсорбирующих материалов, определенным EDANA. Указанный метод испытания описан в EDANA, Harmonized Test Methods Nonwovens and Related Industries, 2012 издание, в разделе "Extractables" с номером метода WSP 270.2.R3 (12). В данном контексте измерение проводили после состаривания частиц водоабсорбирующего полимера.

Примеры

Далее настоящее изобретение объяснено более подробно с помощью примеров и чертежей, приве-

денных в качестве примера, которые не ограничивают его.

А) Получение раствора мономера частично нейтрализованной акриловой кислоты.

0,4299 мас.ч. воды смешивали в подходящей емкости с 0,27 мас.ч. акриловой кислоты и 0,0001 мас.ч. монометилового эфира гидрохинона (МЕНО). К смеси добавляли 0,2 мас.ч. 48 мас.% раствора гидроксида натрия. Получали раствор натрий-акрилатного мономера со степенью нейтрализации 70 мол.%.

Раствор натрий-акрилатного мономера необязательно дегазировали азотом.

В) Полимеризация раствора мономера.

В контейнере смешивали 1 мас.ч. раствора мономера, полученного на стадии А), с 0,001 мас.ч. триметилпропантриакрилата в качестве сшивающего агента, 0,001 мас.ч. пероксодисульфата натрия в качестве первого компонента инициатора, 0,000034 мас.ч. 2,2-диметокси-1,2-дифенилэтан-1-она (Ciba® Irgacure® 651 производства Ciba Specialty Chemicals Inc., Базель, Швейцария) в качестве второго компонента инициатора, до 0,1 мас.ч. частиц акриловой кислоты (с размером частиц менее 150 мкм) с получением перемешанного раствора. К перемешанному раствору добавляли карбонат натрия в качестве вспенивающего агента в количестве 0,1 мас.ч. от общего количества перемешанного раствора.

Достаточное количество перемешанного раствора подвергали дополнительной обработке для получения полимерного геля и затем последующих частиц водоабсорбирующего полимера, и затем поверхностно сшитых частиц водоабсорбирующего полимера, и затем дополнительно обработанного водоабсорбирующего продукта. Подробности дополнительной обработки представлены ниже.

Затем перемешанный раствор помещали на ленту конвейерного ленточного реактора и инициировали полимеризацию УФ-излучением. УФ-излучение обеспечивали с помощью ртутных ламп, которые были расположены над конвейерной лентой и излучали с мощностью 1,5 мВт. Длина конвейерной ленты составляла 20 м, а ширина 2 м. Конвейерной ленте придавали форму желоба для удерживания раствора на ленте во время полимеризации. Длина желоба составляла 12 м. По меньшей мере самую глубокую часть желоба облучали УФ-излучением. Подробная информация о желобе представлена ниже в табл. 1 и 2 для примеров и сравнительных примеров. Размеры конвейерной ленты и скорости транспортировки конвейерной ленты выбирали так, чтобы получать гель полиакриловой кислоты на дальнем конце ленты. По окончании указанной стадии получали гель водоабсорбирующего полимера. Полимерный гель имел содержание воды примерно 52 мас.% от общей массы полимерного геля.

С) Дробление и высушивание полимерного геля.

Полимерный гель образовывал стренг полимерного геля, который выгружали с конвейерной ленты и дробили на следующих стадиях. Полимерный гель разрезали на полубесконечные полоски геля типа спагетти с помощью дробилки, как показано на фиг. 11. Затем использовали куттер в соответствии с фиг. 12а и 12б для нарезания полосок на кусочки геля размером от 5 до 10 мм, при этом в указанных примерах использовали описанное выше дробильное оборудование согласно настоящему изобретению. В сравнительных примерах использовали другие дробильные устройства.

Дробленный гель высушивали на ленточной сушилке при температуре 180°C до содержания воды 5 мас.% относительно высушенного полимерного геля. Лента ленточной сушилки содержала отверстия, через которые в полимерный гель через форсунки подавали горячий воздух под давлением. Гель на ленте обдували также горячим воздухом сверху.

Д) Измельчение и сортировка по размеру.

Высушенный полимерный гель измельчали в три стадии. Сначала высушенный полимерный гель пропускали через гранулятор Herbold HGM 60/145 (HERBOLD Meckesheim GmbH) и полученные частицы высушенного полимерного геля, которые имели размер менее 7 мм, помещали на 2,5 ч в контейнер для уравнивания содержания влаги в частицах полимерного геля. Частицы высушенного полимерного геля затем измельчали в роликовой мельнице типа Bauermeister, 350,1×1800 (3-стадийная дробилка) (Bauermeister Zerkleinerungstechnik GmbH) с получением водоабсорбирующих полимерных частиц, имеющих размер частиц менее 1 мм.

Водоабсорбирующие полимерные частицы просеивали через барабанные сита, имеющие несколько решеток. Использовали следующие размеры ячеек решеток: от 20, 30, 40, 50, 60 до 100 меш США. По меньшей мере 50 мас.% полученных водоабсорбирующих полимерных частиц имели размер частиц в диапазоне от 300 до 600 мкм. Менее 5 мас.% водоабсорбирующих полимерных частиц в примерах согласно настоящему изобретению имели размер менее 150 мкм, менее 5 мас.% водоабсорбирующих полимерных частиц в примерах согласно настоящему изобретению имели размер частиц более 850 мкм. Полученные водоабсорбирующие полимерные частицы назвали "предшественником I".

Е) Обработка диоксидом кремния.

На стадии обработки предшественник I смешивали в дисковом смесителе с примерно 0,01 мас.ч. ($\pm 10\%$) диоксида кремния (SiO_2) относительно общей массы предшественника I и SiO_2 . Диоксид кремния использовали в форме Sipernat® 22 производства компании Evonik Industries AG, Эссен, Германия. При смешивании предшественника I с SiO_2 температура предшественника все еще была более 80-100°C, предпочтительно 100°C. Получали предшественник II.

F) Поверхностное шивание.

На следующей стадии 1 мас.ч. предшественника II смешивали с 0,003 мас.ч. ($\pm 10\%$) поверхностного сшивающего агента относительно общей массы смеси предшественника II и сшивающего агента. Поверхностный сшивающий агент состоял из 19 мас.% воды, 40 мас.% диглицидилового эфира этиленгликоля, 1 мас.% Na_2SO_3 , 40 мас.% полиэтиленгликоля с молекулярной массой 400 г/моль, все значения относительно общего количества сшивающего агента. Ингредиенты сшивающего агента смешивали в линейном статическом смесителе. Сшивающий агент смешивали в смесителе кольцевого слоя CoriMix® CM 350 (Gebrüder Lödige Mascheninenbau GmbH, Падерборн, Германия) с предшественником II. Смесь нагревали до температуры от 130 до 160°C. Затем смесь высушивали в лопастной сушилке Andritz Gouda Paddle Dryer, предпочтительно типа GPWD12W120 производства компании Andritz AG, Грац, Австрия, в течение 45 мин при температуре от 130 до 160°C. Получали поверхностно сшитые частицы абсорбирующего полимера.

В охлаждающем устройстве в форме псевдооживленного слоя температуру поверхностно сшитых частиц абсорбирующего полимера понижали до менее 60°C с получением охлажденных поверхностно сшитых частиц абсорбирующего полимера, названного предшественником III.

G) Дополнительная обработка.

Затем 1 мас.ч. предшественника III подвергали смешиванию с 0,005 мас.ч. Ag-цеолита. Затем смесь просеивали. Сито выбирали для отделения агломератов охлажденных поверхностно сшитых частиц абсорбирующего полимера, имеющих размер частиц более 850 мкм. По меньшей мере 50 мас.% поверхностно сшитых частиц абсорбирующего полимера имели размер частиц в диапазоне от 300 до 600 мкм. Менее 5 мас.% поверхностно сшитых абсорбирующих полимерных частиц в примерах согласно настоящему изобретению имели размер менее 150 мкм, менее 5 мас.% поверхностно сшитых абсорбирующих полимерных частиц в примерах согласно настоящему изобретению имели размер частиц более 850 мкм. Получали дополнительно обработанные поверхностно сшитые частицы водоабсорбирующего полимера.

Использовали следующую шкалу для сравнения результатов измерения параметров, представленных в табл. 1 и 2, для примеров и сравнительного примера. В порядке, представленном ниже, результаты измерений улучшаются слева направо: --, -, +, ++, +++.

Таблица 1

Емкость ленты и содержание водорастворимого полимера в частицах поверхностно сшитого водоабсорбирующего полимера в зависимости от продольной формы желоба ленты

Примеры	Форма желоба ленты	Длина первой части желоба [м]	Емкость ленты по раствору мономера	Содержание водорастворимого полимера
Сравнительный пример 1	Только первая часть	/	++	--
Сравнительный пример 2	Только дополнительная часть	/	--	++
Пример 1	Первая и дополнительная части	10	+	-
Пример 2	Первая и дополнительная части	1	-	+
Пример 3	Первая и дополнительная части	6	+	+

В табл. 1 термин "первая часть" относится к продольно простирающейся части ленты, которая характеризуется глубиной 250 мм по всей первой части. Также в табл. 1 термин "дополнительная часть" относится к продольно простирающейся части ленты, которая расположена после первой части в нисходящем направлении и которая характеризуется глубиной 75 мм по всей дополнительной части. Общая длина желоба составляла 12 м. Вместе или, при наличии только первой или дополнительной части в соответствующем сравнительном примере, указанная часть(и) имела длину 11 м.

В сравнительном примере 1 желоб ленты содержал только первую часть, которая, следовательно, имела длину 11 м. Это обеспечивало высокую емкость ленты для приема водного раствора мономера. Однако содержание водорастворимого полимера в поверхностно сшитых частицах водоабсорбирующего полимера, полученного в указанном способе с применением такой ленты, было слишком высоким. В сравнительном примере 2 желоб ленты содержал только дополнительную часть, которая, следовательно, имела длину 11 м. Это обеспечивало низкую емкость ленты для приема водного раствора мономера. Однако содержание водорастворимого полимера в поверхностно сшитых частицах водоабсорбирующего полимера, полученного в указанном способе с применением такой ленты, было слишком низким. Ни один из указанных сравнительных примеров не обеспечивал требуемую сбалансированную комбинацию параметров емкости и содержания водорастворимого полимера.

В примерах 1-3 желоб содержал первую и дополнительную части, при этом длина первой части (и, следовательно, также дополнительной части) была различной для 3 примеров. В табл. 1 показано, что длина первой части 6 м в примере 3 обеспечивала сбалансированную комбинацию исследуемых параметров. В примере 1 первая часть имела длину 10 м, а содержание водорастворимого полимера было выше, чем в примере 3. В примере 2 первая часть имела длину лишь 1 м, и, следовательно, емкость ленты была ниже, чем в примере 3.

Таблица 2

Характеристики иллюстративных процессов для различной продольной формы ленты в отношении глубины ленты

Примеры	Первая глубина [мм]	Дополнительная глубина [мм]	Емкость ленты по раствору мономера	Содержание водорастворимого полимера	Изменение энергии, потребляемой дробилкой
Сравнительный пример 3	300	300	+++	--	-
Сравнительный пример 4	50	0	--	++	+
Пример 4	100	50	+	+++	+
Пример 5	250	50	++	++	+
Пример 6	250	75	++	+	+

В примерах и сравнительных примерах, представленных в табл. 2, использовали следующий желоб. Общая длина желоба составляла 12 м. Желоб содержал первую и дополнительную продольно простирающиеся части. Дополнительная продольно простирающаяся часть была расположена после первой части в нисходящем направлении ленты. Первая часть имела длину 6 м, а дополнительная часть имела длину 5 м. На всей продольной протяженности первая часть имела первую глубину, представленную в табл. 2, и на всей продольной протяженности дополнительная часть имела дополнительную глубину, также представленную в табл. 2.

В сравнительном примере 3 первая глубина и дополнительная глубина составляли 300 мм. По всей длине первой и дополнительной секций желоб имел постоянную глубину. Это обеспечивало хорошую емкость ленты для приема водного раствора мономера. Однако содержание водорастворимого полимера в поверхностно сшитых частицах водоабсорбирующего полимера, полученного в указанном способе с применением такой ленты, было слишком высоким. Неожиданно было обнаружено, что при измельчении полимерного геля, полученного на ленте в сравнительном примере 3, в дробилке, представленной на фиг. 11, расход энергии дробилки продемонстрировал весьма высокое изменение во времени. В сравнительном примере 4 первая глубина составляла 50 мм. Дополнительная глубина составляла 0 мм. Следовательно, в дополнительной части желоб отсутствовал. Соответственно, емкость ленты была значительно ниже, чем в сравнительном примере 3. Однако содержание водорастворимого полимера в полученных поверхностно сшитых частицах водоабсорбирующего полимера было ниже, и изменение расхода энергии дробилки также было ниже. В примере 4 согласно настоящему изобретению первая глубина составляла 100 мм. Дополнительная глубина составляла 50 мм. Емкость ленты была лучше, чем в сравнительном примере 4, и хуже, чем в сравнительном примере 3. Содержание водорастворимого полимера было ниже, чем в обоих сравнительных примерах, представленных в табл. 2. Изменение расхода энергии дробилки было таким же, как в сравнительном примере 4, что относится также к примерам 5 и 6. В данном эксперименте использовали различные значения первой и дополнительной глубины. Было показано, что пример 5, имеющий первую глубину 250 мм и дополнительную глубину 50 мм, обеспечивает наиболее сбалансированную комбинацию изучаемых параметров.

На фиг. 1 представлена технологическая схема, иллюстрирующая стадии 101-111 процесса 100 по-

лучения водоабсорбирующих полимерных частиц согласно настоящему изобретению. На первой стадии 101 обеспечивают водный раствор мономера, содержащий по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленненасыщенный мономер, содержащий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), и по меньшей мере один сшивающий агент ($\alpha 3$). Предпочтительно, водный раствор мономера представляет собой водный раствор частично нейтрализованной акриловой кислоты, дополнительно содержащий сшивающие агенты. На второй стадии 102 к водному раствору мономера могут быть добавлены мелкие частицы водоабсорбирующего полимера. На третьей стадии 103 к водному раствору мономера добавляют инициатор полимеризации или по меньшей мере один компонент системы инициатора полимеризации, которая содержит два или более компонентов. На четвертой стадии 104 снижают содержание кислорода в водном растворе мономера посредством пропускания азота через водный раствор мономера. На пятой стадии 105 раствор мономера загружают на ленту 401 ленточного реактора 400 полимеризации. Лента 401 представляет собой бесконечную конвейерную ленту. На шестой стадии 106 водный раствор мономера полимеризуют в полимерный гель. На седьмой стадии 107 полимерный гель выгружают с ленты 401. Затем полимерный гель дробят с получением частиц полимерного геля. На восьмой стадии 108 частицы полимерного геля загружают на ленту ленточной сушилки, а затем высушивают при температуре примерно 120-150°C. Высушенные частицы полимерного геля выгружают с ленточной сушилки, а затем на девятой стадии 109 измельчают с получением водоабсорбирующих полимерных частиц. На десятой стадии 110 водоабсорбирующие полимерные частицы сортируют по размеру с получением водоабсорбирующих полимерных частиц, имеющих четко определенное распределение частиц по размеру. На одиннадцатой стадии 111 поверхность водоабсорбирующих полимерных частиц обрабатывают на предмет поверхностного сшивания.

На фиг. 2 представлена технологическая схема, иллюстрирующая стадии 101-111 процесса 100 получения водоабсорбирующих полимерных частиц согласно настоящему изобретению. Процесс 100, представленный на фиг. 2, является таким же, как процесс 100 на фиг. 1, при этом третья технологическая стадия 103 и четвертая технологическая стадия 104 перекрываются по времени. При добавлении инициатора полимеризации к водному раствору мономера через водный раствор мономера пропускают азот для снижения содержания в нем кислорода.

На фиг. 3 представлена технологическая схема, иллюстрирующая стадии 101, 103, 105-110 процесса 100 получения водоабсорбирующих полимерных частиц согласно настоящему изобретению. Процесс 100, изображенный на фиг. 3, является таким же, как процесс 100 на фиг. 1, при этом вторая стадия 102, четвертая стадия 104 и одиннадцатая стадия 111 отсутствуют в процессе 100 в соответствии с фиг. 3.

На фиг. 4 представлена схема формы ленты 401 ленточного реактора 400 полимеризации в поперечном сечении в продольном направлении согласно настоящему изобретению.

Ленточный реактор 400 полимеризации содержит ленту 401, по меньшей мере два направляющих ролика 410 и ртутные лампы 409. Один из направляющих роликов 410 обеспечивает движение ленты 401, которая представляет собой бесконечную конвейерную ленту, так что верхняя ветвь 411 ленты 401 движется в нисходящем направлении 412. Затем нижняя ветвь 411 ленты 401 движется в восходящем направлении 413. Нисходящее направление 412 и восходящее направление 413 представляют собой продольные направления ленты 401. Верхняя ветвь 411 ленты 401 содержит желоб 402; где желоб 402 продольно простирается в продольной протяженности 403 желоба 402 на примерно 60% относительно продольной протяженности 404 ленты 401. Желоб 402 содержит первую часть 405 и дополнительную часть 406. Ртутные лампы 409 обеспечивают облучение сегмента первой части 405 желоба 402 электромагнитными волнами 408, способными активировать инициатор полимеризации, или систему инициатора полимеризации, или оба варианта, при этом электромагнитные волны 408 содержат УФ-излучение. Первая часть 405 характеризуется первой глубиной 407, где первая глубина 407 относится к максимальной глубине в поперечном направлении 904 ленты 401 в каждом продольном положении первой части 405 желоба 402. Это означает, что любая глубина желоба 402 в пределах продольной протяженности первой части 405 соответствует критерию первой глубины 407. Следовательно, указанные глубины должны быть выбраны как максимальная глубина в поперечном направлении 904 в соответствующем продольном положении ленты 401. Дополнительная часть 406 характеризуется дополнительной глубиной, где дополнительная глубина относится к максимальной глубине в поперечном направлении 904 ленты 401 в каждом продольном положении дополнительной части 406 желоба 402. Первая глубина 407 больше дополнительной глубины. Это означает, что в каждом продольном положении первой части 405 желоб 402 глубже, чем дополнительная часть 406 желоба 402. В данном случае первая глубина 407 составляет 250 мм по всей длине первой части 405. Дополнительная глубина варьируется от более 0 до менее 250 мм. Первая часть 405 продольно простирается на 25%, которые составляют первую продольно простирающуюся часть ленты 401 в соответствии с настоящим изобретением, относительно продольной протяженности 404 ленты 401. Дополнительная часть 406 продольно простирается на 30%, которые составляют дополнительную продольно простирающуюся часть ленты 401 в соответствии с настоящим изобретением, относительно продольной протяженности 404 ленты 401. Дополнительная часть 406 следует непосредственно за первой частью 405 в нисходящем продольном направлении 412 ленты 401. В каждом по-

перечном сечении в поперечном направлении первой части 405 лента 401 имеет форму первой вогнутой кривой 501. Каждое поперечное сечение в поперечном направлении первой части 405 представляет собой первое поперечное сечение 500 в поперечном направлении согласно настоящему изобретению. Первая вогнутая кривая 501 имеет горизонтальную ширину 502 и вертикальную высоту 503, которые определяют R , равный 80. Кроме того, первая вогнутая кривая 501 содержит горизонтально выровненную часть 504, которая занимает более 90% горизонтальной ширины 502 первой вогнутой кривой 501. Касательная 505 в любом положении первой вогнутой кривой 501 образует угол 507 между первой кривой и горизонтальной линией 506 в первом поперечном сечении 500 в поперечном направлении. Максимальный угол 507 первой кривой составляет 45° . Кроме того, первая вогнутая кривая 501 образует поперечное сечение желоба, имеющее площадь 508 поперечного сечения желоба. Площадь 508 поперечного сечения желоба имеет форму трапеции. Первая вогнутая кривая 501 имеет вертикальную высоту 503, равную 250 мм. Дополнительная часть 406 представляет собой дополнительную продольно простирающуюся часть ленты 401 согласно настоящему изобретению. По всей дополнительной части 406, т.е. в каждом поперечном сечении дополнительной части 406 в поперечном направлении, лента 401 имеет форму дополнительной вогнутой кривой. Указанные поперечные сечения в поперечном направлении представляют собой дополнительные поперечные сечения в поперечном направлении согласно настоящему изобретению. Касательная в любом положении дополнительной вогнутой кривой образует угол 507 между дополнительной кривой и горизонтальной линией в дополнительном поперечном сечении в поперечном направлении. Максимальный угол дополнительной кривой составляет от более 0 до менее 45° . Ленточный реактор 400 полимеризации может содержать дополнительные компоненты, не показанные на фигуре, такие как опорные элементы, система подачи и дозирования, устройства для охлаждения и нагревания, а также разгрузочную систему.

На фиг. 5 представлена схема формы ленты 401 ленточного реактора 400 полимеризации в первом поперечном сечении 500 в поперечном направлении согласно настоящему изобретению. Первое поперечное сечение 500 в поперечном направлении представляет собой поперечное сечение в поперечном направлении верхней ветви 411 ленты 401, которая представляет собой бесконечную конвейерную ленту. Изображенная лента 401 имеет форму первой вогнутой кривой 501. Первая вогнутая кривая 501 имеет горизонтальную ширину 502 и вертикальную высоту 503, которые определяют R , равный 4. Кроме того, первая вогнутая кривая 501 содержит горизонтально выровненную часть 504, которая простирается на 70% горизонтальной ширины 502 первой вогнутой кривой 501. Касательная 505 в любом положении первой вогнутой кривой 501 образует угол 507 между первой кривой и горизонтальной линией 506 в первом поперечном сечении 500 в поперечном направлении. Максимальный угол 507 первой кривой составляет 50° . Кроме того, первая вогнутая кривая 501 образует поперечное сечение желоба, имеющее площадь 508 поперечного сечения желоба. Площадь 508 поперечного сечения желоба имеет форму трапеции.

На фиг. 6 представлена схема другой формы ленты 401 ленточного реактора 400 полимеризации в первом поперечном сечении 500 в поперечном направлении согласно настоящему изобретению. Первое поперечное сечение 500 в поперечном направлении представляет собой поперечное сечение в поперечном направлении верхней ветви 411 ленты 401, которая представляет собой бесконечную конвейерную ленту. Изображенная лента 401 имеет форму первой вогнутой кривой 501. Первая вогнутая кривая 501 имеет горизонтальную ширину 502 и вертикальную высоту 503, которые определяют R , равный 20. Кроме того, первая вогнутая кривая 501 содержит горизонтально выровненную часть 504, которая простирается на 90% горизонтальной ширины 502 первой вогнутой кривой 501. Касательная 505 в любом положении первой вогнутой кривой 501 образует угол 507 между первой кривой и горизонтальной линией 506 в первом поперечном сечении 500 в поперечном направлении. Максимальный угол 507 первой кривой составляет 70° .

На фиг. 7 представлена схема формы ленты ленточного реактора полимеризации в поперечном сечении 700 в поперечном направлении, не соответствующей настоящему изобретению. Поперечное сечение 700 в поперечном направлении представляет собой поперечное сечение в поперечном направлении верхней ветви ленты, которая представляет собой бесконечную конвейерную ленту. Изображенная лента имеет форму вогнутой кривой 701. Вогнутая кривая 701 имеет горизонтальную ширину 702 и вертикальную высоту 703, которые определяют R , равный 1,5. Касательная 704 в любом положении вогнутой кривой 701 образует максимальный угол 706 с горизонтальной линией 705 в поперечном сечении 700 в поперечном направлении. Максимальный угол 706 равен 87° .

На фиг. 8 представлена схема другой формы ленты ленточного реактора полимеризации в поперечном сечении 700 в поперечном направлении, не соответствующей настоящему изобретению. Поперечное сечение 700 в поперечном направлении представляет собой поперечное сечение в поперечном направлении верхней ветви ленты, которая представляет собой бесконечную конвейерную ленту. Представленная лента имеет форму вогнутой кривой 701. Вогнутая кривая 701 имеет горизонтальную ширину 702 и вертикальную высоту 703, которые определяют R , равный 40. Касательная 604 в любом положении вогнутой кривой 701 образует максимальный угол 706 с горизонтальной линией 705 в поперечном сечении 700 в поперечном направлении. Максимальный угол 706 равен 87° .

На фиг. 9 представлена схема базовых настроек ленточного реактора 400 полимеризации согласно настоящему изобретению. Ленточный реактор 400 полимеризации содержит ленту 401. Лента 401 представляет собой бесконечную конвейерную ленту. Лента 401 проходит вокруг двух направляющих роликов 410, так что верхняя ветвь 411 ленты 401 движется в нисходящем направлении. Нисходящее движение верхней ветви 411 ленты 401 определяет направление движения 901 полимерного геля на ленте 401, обозначенное стрелкой. Другая стрелка указывает направление 902, противоположное направлению движения 901 полимерного геля на ленте 401. Другая стрелка указывает оба продольных направления 903 ленты 401, и еще одна стрелка указывает поперечные направления 904 ленты 401. Лента 401 простирается в продольных направлениях 903 по длине, которая представляет собой продольную протяженность 404 ленты 401. Ленточный реактор 400 полимеризации может содержать дополнительные компоненты, не показанные на фигуре, такие как опорные элементы, система подачи и дозирования, устройства для охлаждения и нагревания, а также разгрузочную систему.

На фиг. 10 представлена блок-схема устройства 1000 для получения водоабсорбирующих полимерных частиц согласно настоящему изобретению. Стрелки показывают направление технологического потока 1008 получения водоабсорбирующих полимерных частиц. Устройство 1000 содержит первый контейнер 1001, дополнительный контейнер 1002, нисходящее смесительное устройство 1003, нисходящий ленточный реактор 400 полимеризации, нисходящее дробильное устройство 1004, нисходящую ленточную сушилку 1005, нисходящее измельчающее устройство 1006 и нисходящее сортировочное устройство 1007, каждое из которых соответствует настоящему изобретению.

На фиг. 11 представлена схема дробильного устройства согласно настоящему изобретению. Дробильное устройство, дробилка 1100, содержит множество зубчатых колес 1101. Первая часть зубчатых колес 1102 вращается вокруг первой оси вращения 1101, а дополнительная часть зубчатых колес 1102 вращается вокруг дополнительной оси вращения 1101. Зубчатые колеса 1102 первой части вращаются в противоположном направлении и навстречу зубчатым колесам 1102 дополнительной части. Полимерный гель, подаваемый между вращающимися зубчатыми колесами 1102, дробят дробилкой 1100 и получают частицы 1103 полимерного геля.

На фиг. 12а представлена схема другого дробильного устройства согласно настоящему изобретению, вид снаружи. Дробильное устройство представляет собой 1200 ("мясорубку"), содержащую неподвижную пластину 1201 с отверстиями, вращающийся шнек 1202 и установку 1203 подачи частиц полимерного геля, предпочтительно стренг полимерного геля, в куттер 1200. Стренги полимерного геля, полученные в дробилке 1100 на фиг. 11, могут быть дополнительно раздроблены куттером 1200.

На фиг. 12b представлена схема внутренних деталей дополнительного дробильного устройства, куттера 1200, изображенного на фиг. 12а, в разобранном виде. Куттер 1200 содержит шнек 1202, который вращается вместе с вращающейся пластиной 1204 с отверстиями. Таким образом, шнек 1202 обеспечивает перемещение частиц полимерного геля, предпочтительно стренг полимерного геля, к неподвижной пластине 1201 с отверстиями и через отверстия неподвижной пластины 1201 с отверстиями. По мере вращения вращающейся пластины 1204 с отверстиями относительно неподвижной пластины 1201 с отверстиями циркулярные режущие кромки 1205 отверстий вращающейся пластины 1204 с отверстиями обеспечивают дробление полимерного геля с получением частиц полимерного геля (не показано). Циркулярные режущие кромки 1205 представляют собой плоские режущие кромки. Дополнительное дробильное устройство 1200 не содержит неплоских режущих кромок.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (100) получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц, включающий технологические стадии

(i) получение водного раствора мономера, содержащего по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленненасыщенный мономер, содержащий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$), и по меньшей мере один сшивающий агент ($\alpha 3$);

(ii) добавление инициатора полимеризации или по меньшей мере одного компонента системы инициатора полимеризации, которая содержит два или более компонентов, к водному раствору мономера;

(iii) загрузка водного раствора мономера на ленту (401) ленточного реактора (400) полимеризации;

(iv) полимеризация мономеров в водном растворе мономера на ленте (401) с получением полимерного геля;

(v) выгрузка полимерного геля из ленточного реактора (400) полимеризации;

(vi) высушивание полимерного геля;

(vii) измельчение высушенного полимерного геля с получением водоабсорбирующих полимерных частиц;

(viii) сортировка по размеру измельченных водоабсорбирующих полимерных частиц и

(ix) обработка поверхности измельченных и отсортированных по размеру водоабсорбирующих полимерных частиц,

где обработка включает поверхностное сшивание;

где лента (401) имеет форму желоба (402), простирающегося продольно по меньшей мере на 30% относительно продольной протяженности (404) ленты (401);

где желоб (402) содержит первую часть (405) и дополнительную часть (406);

где по меньшей мере часть первой части (405) желоба (402) облучают электромагнитными волнами (408), способными активировать инициатор полимеризации и/или систему инициатора полимеризации;

где глубина (407) первой части (405) больше глубины дополнительной части (406);

где глубина (407) первой части относится к максимальной глубине в поперечном направлении (904) ленты (401) в каждом продольном положении первой части (405) желоба (402);

где глубина дополнительной части относится к максимальной глубине в поперечном направлении (904) ленты (401) в каждом продольном положении дополнительной части (406) желоба (402);

где в первом поперечном сечении (500) желоба (402) в поперечном направлении лента (401) имеет форму первой вогнутой кривой (501), в которой соотношение ширины (502) к высоте (503) R составляет от 2 до 30.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что полимеризацию на стадии (iv) иницируют облучением УФ-излучением.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что продольное положение первого поперечного сечения (500) в поперечном направлении представляет собой любое продольное положение в пределах первой продольно простирающейся части ленты, которая простирается на 25-40% продольной протяженности ленты.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что первая вогнутая кривая (501) содержит горизонтально выровненную часть (504), которая простирается по меньшей мере на 70% от ширины (502) первой вогнутой кривой (501).

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что касательная (505) в любом положении первой вогнутой кривой (501) образует угол (507) между первой кривой и горизонтальной линией (506) в первом поперечном сечении (500) в поперечном направлении, составляющий от 45 до 80°.

6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что после первой продольно простирающейся части лента (401) содержит дополнительную продольно простирающуюся часть;

где в дополнительном поперечном сечении ленты (401) в поперечном направлении лента (401) имеет форму дополнительной вогнутой кривой;

где продольное положение дополнительного поперечного сечения в поперечном направлении представляет собой любое продольное положение в пределах дополнительной продольно простирающейся части ленты;

где касательная в любом положении дополнительной вогнутой кривой образует угол от 0 до 45° между дополнительной кривой и горизонтальной линией в дополнительном поперечном сечении в поперечном направлении.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что дополнительная продольно простирающаяся часть ленты (401) простирается продольно на 30% или менее продольной протяженности (404) ленты (401).

8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что первая вогнутая кривая (501) образует поперечное сечение желоба, которое представляет собой поперечное сечение первой части (405) желоба (402);

где площадь (508) поперечного сечения желоба имеет форму трапеции.

9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что первая вогнутая кривая (501) имеет высоту (503), равную 500 мм или менее.

10. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что полимерный гель, выгружаемый на технологической стадии (v), содержит воду в количестве от 40 до 60 мас.% относительно полимерного геля.

11. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что полимерный гель, выгружаемый на технологической стадии (v), представляет собой лист полимерного геля толщиной от 10 до 200 мм.

12. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что полимерный гель, выгружаемый на технологической стадии (v), представляет собой лист полимерного геля шириной от 30 до 300 см.

13. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что полимеризацию на стадии (iv) проводят в присутствии вспенивающего агента.

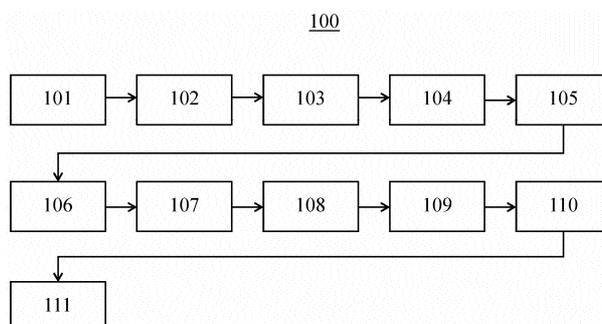
14. Устройство (1000) для получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц в технологическом потоке (1008) способом по любому из пп.1-13, содержащее:

а) первый контейнер (1001), выполненный с возможностью приема водного раствора мономера, содержащего по меньшей мере один частично нейтрализованный, моноэтиленненасыщенный мономер, содержащий группы карбоновой кислоты ($\alpha 1$);

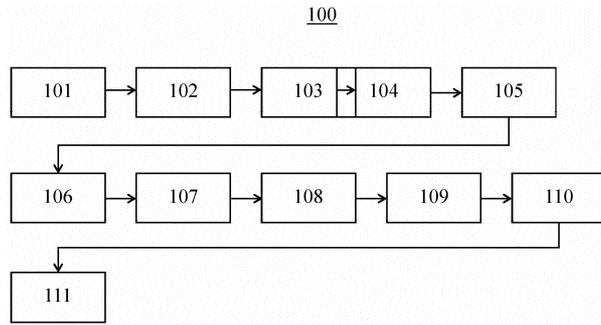
б) дополнительный контейнер (1002), выполненный с возможностью приема по меньшей мере одного сшивающего агента ($\alpha 3$);

с) смесительное устройство (1003), которое

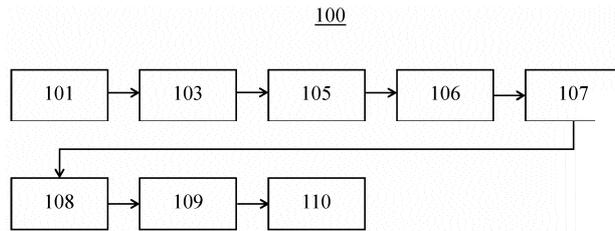
- i) расположено после первого контейнера (1001) и дополнительного контейнера (1002),
 ii) выполнено с возможностью смешивания раствора мономера и по меньшей мере одного сшивающего агента ($\alpha 3$);
 d) ленточный реактор (400) полимеризации, который
 i) расположен после смесительного устройства (1003),
 ii) выполнен с возможностью вмещения водного раствора мономера и по меньшей мере одного сшивающего агента ($\alpha 3$) во время полимеризации мономеров в водном растворе мономера, с образованием полимерного геля,
 iii) содержит ленту (401);
 e) дробильное устройство (1004), которое
 i) расположено после ленточного реактора (400) полимеризации,
 ii) выполнено с возможностью дробления полимерного геля с образованием частиц полимерного геля,
 f) ленточную сушилку (1005), которая
 i) расположена после дробильного устройства (1004),
 ii) выполнена с возможностью высушивания частиц полимерного геля,
 g) измельчающее устройство (1006), которое
 i) расположено после ленточной сушилки (1005),
 ii) выполнено с возможностью измельчения частиц высушенного полимерного геля с получением водоабсорбирующих полимерных частиц;
 h) сортировочное устройство (1007), которое
 i) расположено после дробильного устройства (1006),
 ii) выполнено с возможностью сортировки измельченных частиц водоабсорбирующего полимера; где лента (401) имеет форму желоба (402), простирающегося продольно по меньшей мере на 30% относительно продольной протяженности (404) ленты (401);
 где желоб (402) содержит первую часть (405) и дополнительную часть (406);
 где по меньшей мере часть первой части (405) желоба (402) облучают электромагнитными волнами (408), способными активировать инициатор полимеризации и/или систему инициатора полимеризации;
 где глубина (407) первой части (405) больше глубины дополнительной части (406);
 где глубина (407) первой части относится к максимальной глубине в поперечном направлении (904) ленты (401) в каждом продольном положении первой части (405) желоба (402);
 где глубина дополнительной части относится к максимальной глубине в поперечном направлении (904) ленты (401) в каждом продольном положении дополнительной части (406) желоба (402);
 где в первом поперечном сечении (500) желоба (402) в поперечном направлении лента (401) имеет форму первой вогнутой кривой (501), в которой соотношение ширины (502) к высоте (503) R составляет от 2 до 30.
15. Способ получения поверхностно сшитых водоабсорбирующих полимерных частиц в устройстве (1000) по п.14.
16. Водоабсорбирующая полимерная частица, полученная способом по любому из пп.1-13 или 15.
17. Композиционный материал, содержащий водоабсорбирующую полимерную частицу по п.16.
18. Способ получения композиционного материала, в котором водоабсорбирующую полимерную частицу по п.16 и подложку приводят в контакт друг с другом.
19. Композиционный материал, полученный способом по п.18.
20. Применение водоабсорбирующей полимерной частицы по п.16 во влагопоглощающем гигиеническом изделии.



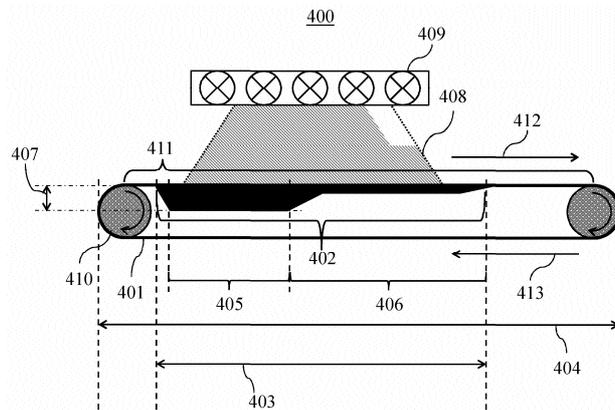
Фиг. 1



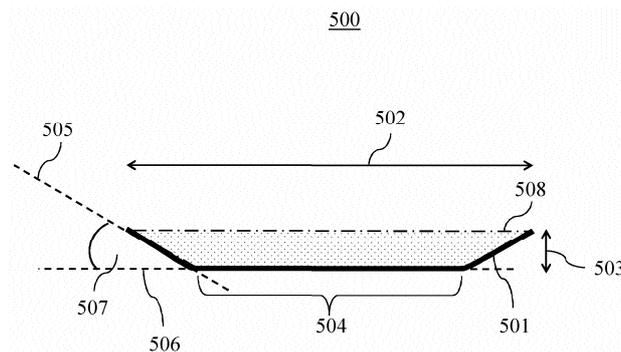
Фиг. 2



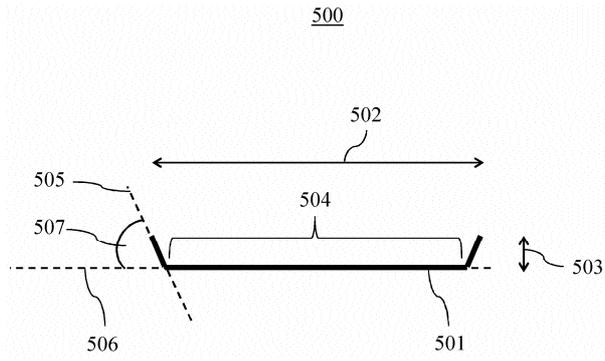
Фиг. 3



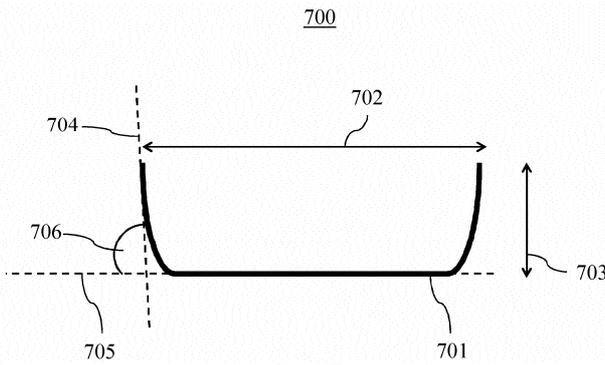
Фиг. 4



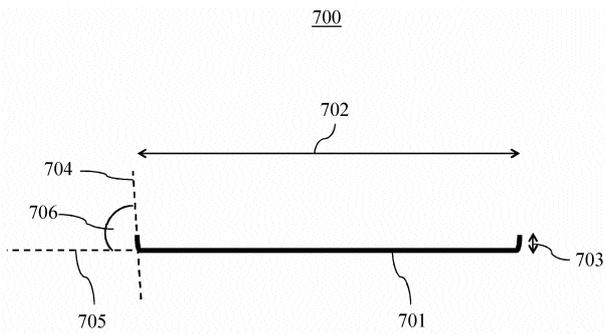
Фиг. 5



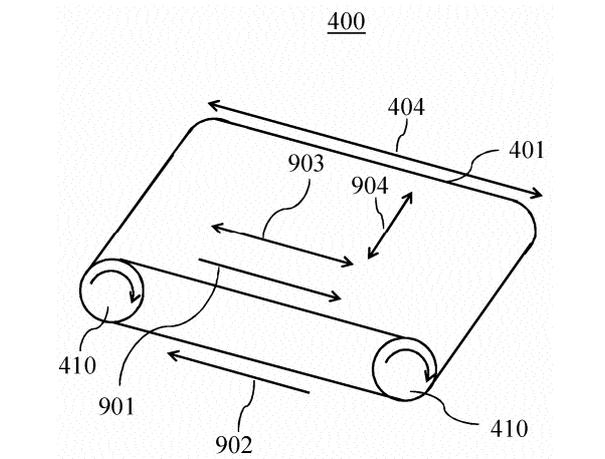
Фиг. 6



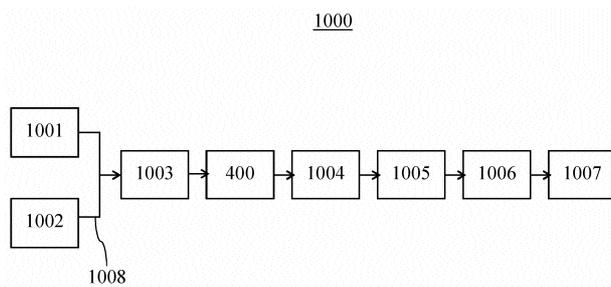
Фиг. 7



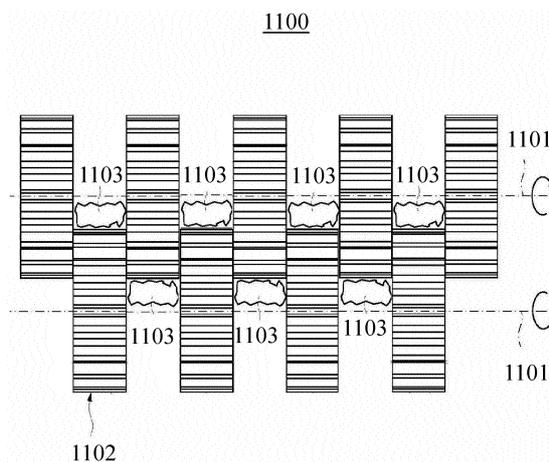
Фиг. 8



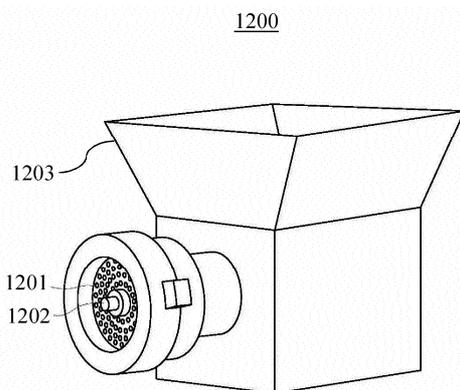
Фиг. 9



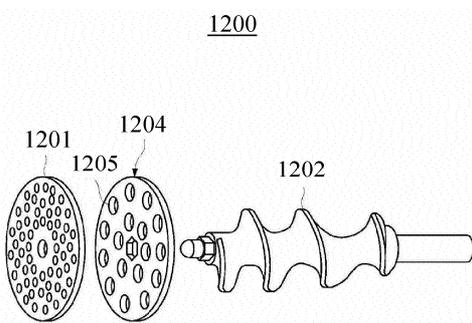
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12а



Фиг. 12б