

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 036317

(13) B1

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.10.26**

(51) Int. Cl. *D21F 11/14* (2006.01)

*D04H 1/425* (2012.01)

*D21F 5/18* (2006.01)

(21) Номер заявки

**201891598**

*D21H 27/38* (2006.01)

*G06T 15/08* (2011.01)

(22) Дата подачи заявки

**2014.11.14**

---

### (54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БУМАЖНОГО ИЗДЕЛИЯ И БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА

---

(31) 61/904,177; 14/541,316; 14/541,380

(56) US-A1-2013206347

(32) 2013.11.14; 2014.11.14; 2014.11.14

CA-A1-2440263

(33) US

US-B2-7611607

(43) 2018.12.28

US-A-3953638

(62) 201690985; 2014.11.14

US-B1-6296736

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

ДжиПиСиПи АйПи ХОЛДИНГЗ

US-A-5520225

ЭлЭлСи (US)

US-A-4892781

(72) Изобретатель:

Чоу Хун Лян, Сзе Дэниел Х., Фань

Сяолинь, Харпер Фрэнк Д., Олсон

Стивен Р. (US)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

---

(57) Согласно изобретению предложен способ изготовления бумажного изделия, согласно которому формируют влажное целлюлозное полотно на структурирующей ткани в бумагоделательной машине, обезвоживают без уплотнения целлюлозное полотно на структурирующей ткани и высушивают целлюлозное полотно для формирования бумажного изделия, при этом часть структурирующей ткани, на которой формируют целлюлозное полотно, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26, а также абсорбирующий целлюлозный лист, полученный таким способом, и бумагоделательная машина для реализации такого способа. Кроме того, предложены варианты способа определения характеристик ткани.

B1

036317

036317  
B1

### Уровень техники

#### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение предлагает бумажные изделия, такие как абсорбирующие полотенца для рук. Изобретение также предлагает способы изготовления бумажных изделий, таких как абсорбирующие полотенца для рук.

#### Описание предшествующего уровня техники

Для многих типов бумажных изделий оказывается желательным наличие разнообразных свойств. Например, абсорбирующие бумажные изделия должны иметь способность абсорбции жидкостей в больших количествах, прежде чем наступит насыщение. В качестве следующего примера для потребителей весьма предпочтительными оказываются абсорбирующие бумажные изделия, которые являются мягкими при прикосновении. Однако абсорбирующая способность и мягкость представляют собой взаимно противоречащие свойства, когда речь идет об изготовлении бумажные изделия. Большинство технологий для увеличения абсорбирующей способности бумажных изделий также производят эффект уменьшения ощущаемой мягкости изделий. С другой стороны, большинство технологий для увеличения мягкости бумажных изделий производят эффект уменьшения абсорбирующей способности изделий. Например, каландрирование подложек, которые составляют бумажные изделия, может увеличивать мягкость изделий. Однако каландрирование также производит эффект уменьшения толщины подложек. Кроме того, поскольку абсорбирующая способность бумажных изделий, как правило, пропорциональна толщине изделий, каландрирование подложек также производит эффект уменьшения абсорбирующей способности изделий. Использование полимеров, повышающих прочность во влажном и сухом состоянии, представляет собой пример альтернативной технологии, которая улучшает свойства бумажных изделий. Такие полимеры добавляются в композицию, используемую в процессе изготовления бумаги, и эти полимеры производят эффект увеличения запас прочности получаемых в результате бумажных изделий, например, прочности изделий во влажном состоянии при растяжении в поперечном машинному направлении (CD) или в машинное направление (MD). Однако полимеры, повышающие прочность во влажном и сухом состоянии, также производят нежелательный эффект уменьшения ощущаемой мягкости получаемых в результате изделий.

Еще одна проблема в изготовлении бумажных изделий заключается в том, что производство бумаги представляет собой отрасль с относительно низкой рентабельностью, и, таким образом, существует постоянная потребность нахождения более экономичных изделий и способов. Что касается изделий, поверхностная плотность или пухлость бумажных изделий представляют собой свойства, которые часто исследуются в попытке разработки более экономичных изделий. Существует постоянная потребность в бумажных изделиях, которые имеют пониженную поверхностную плотность или повышенную пухлость, но все же проявляют сопоставимые свойства во всех остальных аспектах.

#### Сущность изобретения

Согласно одному аспекту настоящего изобретения предлагается абсорбирующий целлюлозный лист. Данный лист включает первый слой, образующий первую поверхность листа, и второй слой, образующий вторую поверхность листа, причем второй слой непосредственно присоединяется к первому слою. Лист имеет толщину, составляющую по меньшей мере приблизительно 255 мил/8 листов (809,625 мкм/лист), и лист имеет абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 650 г/м<sup>2</sup>.

Согласно еще одному аспекту настоящего изобретения предлагается абсорбирующий целлюлозный лист. Данный лист включает первый слой, образующий первую поверхность листа, и второй слой, образующий вторую поверхность листа. Лист имеет соотношение прочности при растяжении, составляющее менее чем приблизительно 1,0, и лист имеет толщину, составляющую, по меньшей мере, приблизительно 255 мил/8 листов (809,625 мкм/лист).

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается абсорбирующий целлюлозный лист. Данный лист включает первый слой, образующий первую поверхность листа, и второй слой, образующий вторую поверхность листа. Лист имеет соотношение прочности при растяжении, составляющее менее чем приблизительно 1,0, и лист имеет абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 675 г/м<sup>2</sup>.

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается способ изготовления бумажного изделия. Данный способ включает формование влажного целлюлозного полотна на структурирующей ткани в бумагоделательной машине, обезвоживание без уплотнения целлюлозного полотна на структурирующей ткани, высушивание целлюлозного полотна и изготовление бумажного изделия. Часть структурирующей ткани, на которой осуществляется формование целлюлозного полотна, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26.

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается способ изготовления бумажного изделия. Данный способ включает формование влажного целлюлозного полотна на структурирующей ткани в бумагоделательной машине, обезвоживание без уплотнения целлюлозного полотна на структурирующей ткани и высушивание целлюлозного полотна и изготовление бумажного изделия. Часть структурирующей ткани, на которой осуществляется формование целлюлозного полотна, имеет

плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26 (i) в течение начального периода, в котором осуществляется формование целлюлозного полотна на структурирующей ткани бумагоделательной машины, и (ii) после работы структурирующей ткани в течение приблизительно 950000 циклов эксплуатации бумагоделательной машины.

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается бумагоделательная машина для изготовления бумажных изделий с использованием способа сквозного высушивания воздухом. Данная бумагоделательная машина включает напорный бак для подачи композиции. Бумагоделательная машина также включает структурирующую ткань, имеющую поверхность с контактной площадью, причем структурирующая ткань предназначается, чтобы (i) принимать композицию из напорного бака на поверхность и в результате этого формовать целлюлозное полотно из композиции и (ii) обезвоживать без уплотнения целлюлозное полотно. Часть структурирующей ткани, на которой осуществляется формование целлюлозного полотна, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26.

Согласно следующему аспекту настоящего изобретения предлагается абсорбирующий целлюлозный лист. Данный лист изготавливается способом, который включает формование влажного целлюлозного полотна на структурирующей ткани в бумагоделательной машине, обезвоживание без уплотнения целлюлозного полотна на структурирующей ткани, высушивание целлюлозного полотна и формование абсорбирующего целлюлозного листа. Часть структурирующей ткани, на которой осуществляется формование целлюлозного полотна, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26.

#### **Краткое описание чертежей**

Фиг. 1 представляет схематическую диаграмму конфигурации бумагоделательной машины, которая может использоваться в сочетании с настоящим изобретением;

фиг. 2А и 2В - фотографии контактирующих с полотном поверхностей структурирующих сеток;

фиг. 3 - вид сверху структурирующей ткани для изготовления изделий согласно изобретению;

фиг. 4А и 4В - изображения печатающего устройства для контактных поверхностей;

фиг. 5 - подробное изображение прижимной секции печатающего устройства для контактных поверхностей, проиллюстрированного на фиг. 4А и 4В;

фиг. 6А-6Д - примеры отпечатков структурирующих сеток;

фиг. 7А-7Е - стадии построения системы координат на отпечатке структурирующей ткани;

фиг. 8А-8С - применение аналитической технологии согласно настоящему изобретению по отношению к фотографии выступов структурирующей ткани;

фиг. 9А и 9В - альтернативную аналитическую технологию, применяемую к фотографии и отпечатку выступов структурирующей ткани;

фиг. 10 - применение аналитической технологии для определения углубления, окруженного выступами, в структурирующей ткани, проиллюстрированной на фиг. 3;

фиг. 11 - применение аналитической технологии для определения глубины углубления, проиллюстрированного на фиг. 10;

фиг. 12А-12Д - плоскостные объемные индексы для структурирующей ткани, которая может использоваться в изготовлении изделий согласно настоящему изобретению, и плоскостные объемные индексы для сравнительных структурирующих сеток;

фиг. 13 - график, иллюстрирующий взаимосвязь толщины и абсорбирующей способности для экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению и для сравнительных изделий;

фиг. 14 - график, иллюстрирующий взаимосвязь соотношения прочности при растяжении и толщины для экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению и для сравнительных изделий;

фиг. 15 - график, иллюстрирующий взаимосвязь соотношения прочности при растяжении и абсорбирующей способности для экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению и для сравнительных изделий;

фиг. 16 - график, иллюстрирующий взаимосвязь соотношения деформации при растяжении и абсорбирующей способности для экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению и для сравнительных изделий;

фиг. 17 - график, иллюстрирующий взаимосвязь соотношения деформации при растяжении и толщины для экспериментальных изделий согласно изобретению и для сравнительных изделий.

#### **Подробное описание изобретения**

Изобретение предлагает абсорбирующие бумажные изделия и способы изготовления абсорбирующих бумажных изделий. Абсорбирующие бумажные изделия согласно настоящему изобретению проявляют замечательные сочетания свойств и превосходят другие бумажные изделия, которые известны в технике. Согласно некоторым конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения бумажные изделия проявляют сочетания свойств, которые являются особенно хорошо пригодными в случае абсорбирующих полотенец для рук.

Термин "бумажное изделие", который используется в настоящем документе, обозначает любое изделие, включающее составляющие бумагу волокна, содержащие целлюлозу в качестве основного компо-

нента. Они могут представлять собой, например, изделия, продаваемые как бумажные полотенца, туалетная бумага, косметические салфетки и т.д. Составляющие бумагу волокна представляют собой волокна из необработанной (первичной) целлюлозы, или волокна из обработанной (вторичной) целлюлозы, или смеси волокон, в которых содержатся целлюлозные волокна. Древесные волокна включают, например, волокна, полученные из лиственных и хвойных деревьев, включая хвойные древесные волокна, такие как волокна из небеленой сульфатной целлюлозы северных и южных хвойных деревьев, а также волокна лиственных деревьев, таких как эвкалипт, клен, береза, осина и т.д. Примеры волокон, подходящих для изготовления изделий согласно настоящему изобретению, представляют собой недревесные волокна, такие как волокна из хлопка или производных хлопка, абака (манильская пенька), кенаф (лубяное волокно), трава сабаи (эвлалиопсис), лен, трава эспарто (ковыль тянувшийся), солома, джут, конопля, багасса, молочай венчиковидный и листья ананаса.

Термин "композиция" и аналогичные термины означают водные композиции, которые содержат составляющие бумагу волокна и, необязательно, полимеры, придающие прочность во влажном состоянии, разрыхлители и другие добавки и применяются для изготовления бумажных изделий. Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения могут использоваться разнообразные композиции. Согласно некоторым вариантам осуществления используются композиции, которые описаны в патенте США № 8080130 (данное описание во всей своей полноте включается в настоящий документ посредством ссылки). Описанные в этом патенте композиции содержат, помимо прочих компонентов, длинные целлюлозные волокна, имеющие линейную плотность, составляющую, по меньшей мере, приблизительно 15,5 мг/100 мм. Примеры композиций также представлены ниже в обсуждении примерных изделий.

При упоминании в настоящем документе исходная смесь, которая содержит волокно и жидкость и высушивается, образуя готовое изделие в бумагоделательном производстве, называется термином "полотно" и/или "свежеизготовленное полотно". Высушенное однослойное изделие, полученное в бумагоделательном производстве, называется термином "подложка". Кроме того, изделие, полученное в бумагоделательном производстве, может называться термином "абсорбирующий лист". В данном отношении абсорбирующий лист может состоять из единственной подложки. В качестве альтернативы абсорбирующий лист может включать множество подложек, имея многослойную структуру. Кроме того, абсорбирующий лист может подвергаться дополнительной обработке после высушивания в процессе формирования исходной подложки в целях получения конечного бумажного изделия из обработанной подложки. Термин "абсорбирующий лист" распространяется на товарные изделия, продаваемые, например, как полотенца для рук.

Термин "непосредственно присоединенный", который используется в отношении первого слоя и второго слоя изделий, означает, что два слоя присоединяются друг к другу без какого-либо промежуточного слоя. В результате этого первый слой образует первую поверхность листа, а второй слой образует вторую поверхность листа. В данном отношении термин "слой" означает листовую структуру, которую образуют составляющие бумагу волокна, содержащие целлюлозу в качестве основного компонента, причем для непосредственного соединения двух слоев друг с другом здесь отсутствует, например, клей. Специалистам в данной области техники известны многочисленные технологии для соединения друг с другом двух или большего числа слоев, образующих бумажное изделие.

При описании настоящего изобретения в данном документе термины "машинное направление" (MD) и "поперечное машинному направление" (CD) используются в соответствии с их хорошо известными значениями в технике. Т.е. машинное направление ткани или другой структуры означает направление, в котором структура перемещается в бумагоделательной машине в процессе изготовления бумаги, в то время как поперечное направление означает направление, перпендикулярное машинному направлению структуры. Аналогичным образом, при описании бумажных изделий машинное направление бумажного изделия означает направление в изделии, в котором изделие перемещается в бумагоделательной машине в процессе изготовления бумаги, а поперечное направление изделия означает направление, перпендикулярное машинному направлению изделия.

Фиг. 1 представляет пример бумагоделательной машины 10, которая может использоваться для изготовления бумажных изделий согласно настоящему изобретению. Бумагоделательная машина 10 предназначается для способа изготовления бумаги,ключающего сквозное высушивание воздухом (СВВ), в котором структурирующая ткань 48 используется для формования бумажного изделия, имеющего трехмерную структуру. В начале этого процесса композиция, поступающая через напорный бак 20, направляется в виде струи в узкое пространство, образованное между формовочной тканью 24 и транспортировочной тканью 28. Формовочная ткань 24 и транспортировочная ткань 28 проходят между формовочным валком 32 и боковым валком 36, а затем расходятся после прохождения между формовочным валком 32 и боковым валком 36. При этом происходит формование композиции и образуется свежеизготовленное полотно на транспортировочной ткани 28. Транспортировочная ткань 28 затем проходит через зону обезвоживания 40, в которой отсасывающие ящики 44 удаляют влагу из полотна и транспортировочной ткани 28, и в результате этого увеличение плотности полотна составляет, например, от приблизительно 10% до приблизительно 25% перед перемещением полотна на структурирующую ткань 48. В некоторых случаях оказывается полезным применение вакуума посредством вакуумных ящиков 52 в переходной зоне

56, в частности, когда полотно в значительной степени подвергается крепированию тканью в переходной зоне 56 посредством быстрого перемещения, в котором транспортировочная ткань 28 движется быстрее, чем структурирующая ткань 48.

Поскольку полотно по-прежнему имеет высокое влагосодержание, когда оно переносится на структурирующую ткань 48, полотно может деформироваться таким образом, что части полотна могут втягиваться в углубления, которые образуются между нитями, составляющими структурирующую ткань 48. (Углубления в структурирующих тканях будут подробно описаны ниже.) Когда структурирующая ткань 48 проходит вокруг сушилок 60 и 64, увеличение плотности полотна составляет, например, от приблизительно 60% до приблизительно 90%. В результате этого полотно в большей или меньшей степени подвергается формированию структурирующей тканью 48, которая включает вогнутости, образующиеся в тех местах, где полотно втягивается в углубления структурирующей ткани 48. Таким образом, структурирующая ткань 48 придает полотну трехмерную форму, и в результате этого получается бумажное изделие, имеющее куполообразные структуры.

В конце процесса изготовления бумаги полотно переносится со структурирующей ткани 48 на американский сушильный барабан 68. Этот перенос может осуществляться без значительного ухудшения свойств полотна посредством контакта полотна со связующим веществом, которое распыляется на американский сушильный барабан 68. После того как консистенция полотна составляет приблизительно 96% или более, осуществляется дополнительное крепирование в целях снятия полотна с американского сушильного барабана 68, а затем полотно поступает на катушку 70. Скорость катушки 70 можно регулировать по отношению к скорости американского сушильного барабана 68, чтобы изменять крепирование, которое воздействует на полотно, когда оно удаляется с американского сушильного барабана 68.

Подложки на катушке 70 могут затем подвергаться дополнительной обработке, которая является известной в технике, в целях превращения подложек в конкретные изделия. Например, подложки могут подвергаться тиснению, и две подложки могут соединяться, образуя многослойные изделия. Особенности такого превращения обсуждаются ниже вместе с конкретными примерными экспериментальными изделиями согласно настоящему изобретению.

Хотя фиг. 1 демонстрирует один тип способа, в котором используется структурирующая ткань, придающая трехмерную форму бумажному изделию, существуют многочисленные альтернативные способы изготовления бумаги, в которых используется структурирующая ткань. Например, структурирующая ткань может использоваться в способе изготовления бумаги, в котором не применяется сквозное высушивание воздухом (СВВ). Пример такого способа, не включающего СВВ, описан в патенте США № 7494563, причем данное описание во всей своей полноте включается в настоящий документ посредством ссылки. Как должны понимать специалисты в данной области техники, настоящее изобретение, которое описывается в данном документе, не обязательно должно ограничиваться каким-либо конкретным способом изготовления бумаги.

Фиг. 2А и 2В представляют увеличенные фотографии структурирующих сеток такого типа, который может использоваться в качестве структурирующей ткани 48 в бумагоделательной машине 10, проиллюстрированной на фиг. 1. Эти чертежи представляют поверхности сеток, которые находятся в контакте с полотном в процессе изготовления бумаги. Фиг. 2А и 2В представляют традиционные структурирующие ткани, которые являются хорошо известными в технике. Основные и уточные нити, которые составляют корпус структурирующих сеток, можно наблюдать на фиг. 2А и 2В.

Фиг. 3 представляет подробный чертеж части контактирующей с полотном стороны структурирующей ткани, которая предназначается для формования изделий согласно настоящему изобретению. Ткань включает основные нити 202, которые проходят в машинном направлении (MD), когда ткань используется в способе изготовления бумаги, и уточные нити 204, которые проходят в поперечном машинном направлении (CD), когда ткань используется в способе изготовления бумаги. Основные и уточные нити 202 и 204 переплетаются друг с другом таким образом, что они образуют корпус ткани. Фактическая контактная поверхность ткани образуется выступами 206, которые формируются на основных нитях 202, но не формируются на уточных нитях 204. Таким образом, выступы 206 находятся в плоскости, которая составляет контактную поверхность ткани. Углубления 210 (проиллюстрированные как обведенные области на фиг. 3) определяются в областях между выступами 206. В течение процесса изготовления бумаги части полотна могут втягиваться в углубления 210, и именно эти части полотна, которые втягиваются в углубления 210, образуют куполообразные структуры, которые присутствуют в получаемом в результате бумажном изделии, как описано выше.

Кроме того, как описано выше, мягкость, абсорбирующую способность и толщина представляют собой три важных свойства для абсорбирующих бумажных изделий многочисленных типов. Авторы обнаружили, что на все три из этих свойств может воздействовать конфигурация структурирующей ткани, используемой в процессе формования данных изделий. В частности, авторы обнаружили, что на мягкость, абсорбирующую способность и толщину абсорбирующих бумажных изделий может влиять величина контактной площади структурирующей ткани, т.е. области, которую образуют выступы на поверхностях структурирующей ткани и которая находится в контакте с полотном в процессе изготовления бумаги. На мягкость, абсорбирующую способность и толщину получаемых в результате бумажных изделий

может также влиять размер углублений между выступами в структурирующей ткани. Принимая во внимание эти факты, авторы обнаружили, что весьма эффективный параметр, характеризующий структурирующую ткань, такую как ткани, проиллюстрированные на фиг. 2А, 2В и 3, представляет собой "плоскостной объемный индекс". Плоскостной объемный индекс составляют два параметра: относительная контактная площадь (ОКП) и эффективный объем углубления (ЭОУ). Относительная контактная площадь определяется как соотношение контактной площади, образованной выступами, и открытой площади на контактирующей с полотном стороне структурирующей ткани. Эффективный объем углубления определяется как средний объем углублений в структурирующей ткани, в которые могут перемещаться целлюлозные волокна полотна в течение процесса изготовления бумаги. Плоскостной объемный индекс определяется как относительная контактная площадь (ОКП), умноженная на эффективный объем углубления (ЭОУ) и умноженная на сто, т.е. ОКП × ЭОУ × 100. Как будет более подробно обсуждаться ниже, структурирующие ткани, используемые для формования изобретенных изделий и применяемые для практического осуществления изобретенных способов, которые описываются в настоящем документе, имеют значительно больший плоскостной объемный индекс, чем другие ткани, известные в технике.

Для вычисления плоскостного объемного индекса структурирующей ткани должны быть измерены относительная контактная площадь и эффективный объем углубления. Специалисты в данной области техники понимают, что могут использоваться различные технологии для измерения параметров, которые составляют плоскостной объемный индекс структурирующей ткани. Далее будут описаны примеры конкретных технологий, которые были использованы авторами для вычисления относительной контактной площади и эффективного объема углубления структурирующих сеток.

Контактная площадь ткани может быть измерена согласно технологии, описанной ниже. Далее будут представлены дополнительные подробности технологии, которую также описывают публикации патентных заявок США № 2014/0133734, 2014/0130996 и 2014/0254885, описания которых во всей своей полноте включаются в настоящий документ посредством ссылки.

Измерение относительной контактной площади начинается с формирования представления выступов и углублений контактирующей с полотном стороны структурирующей ткани. Одним типом такого представления является отпечаток структурирующей ткани. В данном отношении устройство и технология для формирования отпечатка контактной поверхности, которую образуют выступы ткани, проиллюстрированы на фиг. 4А и 4В. Фиг. 4А представляет вид сбоку печатающего устройства 300 для контактных поверхностей и фиг. 4В представляет вид спереди печатающего устройства 300 для контактных поверхностей. Данное печатающее устройство 300 включает С-образную раму 302, имеющую первый и второй кронштейны 303 и 305. Первая плита 304 подвижно поддерживается первым кронштейном 303, а неподвижная вторая плита 306 поддерживается вторым кронштейном 305. Отпечаток выступов ткани формируется между первой и второй плитами 304 и 306, как будет подробно описано ниже.

Первая плита 304 находится в технологическом соединении с ручным гидравлическим насосом 308, который приводит в движение первую плиту 304 по направлению ко второй плите 306. Насос 308 имеет выпускной клапан, который позволяет отводить первую плиту 304 от второй плиты 306. Однако насос 308 может присутствовать в другой из множества форм таким образом, чтобы осуществлялось движение первой плиты 304. К насосу 308 могут присоединяться преобразователь и индикатор 310 преобразователя для измерения давления, которое прилагает насос 308 к первой плите 304, когда первая плита 304 прижимается ко второй плите 306. В качестве конкретного примера можно использовать гидравлический ручной насос ENERPAC® модели CST-18381 от компании Auctuant Corp. (Милуоки, штат Висконсин, США). В качестве конкретного примера преобразователя давления можно использовать динамометрический преобразователь модели DSM-5K с соответствующим индикатором, изготовленный компанией Transducer Technologies, Inc. (Темекула, штат Калифорния, США). Разумеется, согласно другим вариантам осуществления насос 308, преобразователь давления и индикатор 310 преобразователя могут объединяться, образуя единый блок.

Рама 302 печатающего устройства 300 для контактных поверхностей включает колеса 311 вблизи переднего края рамы 302, а также крепление 313, которое может использоваться для удерживания насоса 308 и/или индикатора 310 преобразователя. Одно или несколько колес 311, установленных на раме 302, упрощают движение рамы 302. Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения полезный отличительный признак печатающего устройства 300 для контактных поверхностей представляет собой его портативность. Например, в такой конфигурации, которая проиллюстрирована на фиг. 4А и 4В, печатающее устройство 300 может легко перемещаться относительно секций ткани, которые установлены на бумагоделательной машине. Как становится легко понятным для специалистов в данной области техники, способность формирования отпечатков контактной поверхности ткани, когда ткань установлена на бумагоделательной машине, и, таким образом, исследование ткани согласно технологиям, которые описываются ниже, предоставляют многочисленные выгоды. В качестве лишь одного примера износ ткани на бумагоделательной машине можно легко наблюдать посредством использования печатающего устройства 300 для контактных поверхностей, которое снимает отпечатки выступов ткани после различных периодов эксплуатации бумагоделательной машины.

Хотя печатающее устройство 300 для контактных поверхностей, которое проиллюстрировано на фиг. 4А и 4В, включает рамочную конструкцию 302, которая соединяет первую и вторую плиты 304 и 306, согласно другим вариантам осуществления, печатающее устройство 300 для контактных поверхностей не обязательно должно включать такую единую рамочную конструкцию 302. В качестве альтернативы, первая и вторая плиты 304 и 306 могут представлять собой раздельные конструкции, которые индивидуально ориентируются, образуя отпечаток ткани. Согласно следующим вариантам осуществления плиты 304 и 306 могут принимать формы, которые в значительной степени отличаются от форм, проиллюстрированных на фиг. 4А и 4В. Например, одна из плит 304 и 306 может иметь форму с ребристой поверхностью, в то время как другая плита имеет форму круглой конструкции, которая сворачивается по ребристой поверхности. Термин "плита", который используется в настоящем документе, имеет широкий смысл и распространяется на любую конструкцию, достаточную в целях контакта и/или опоры компонентов для изготовления отпечатка ткани. Кроме того, как четко показывает представленное выше описание выше, относительное движение первой и второй плит 304 и 306 согласно любому варианту осуществления может быть обратимым, таким образом, что вторая плита 306 становится подвижной, в то время как первая плита 304 оказывается неподвижной.

Фиг. 5 представляет подробное изображение секции печатающего устройства 300 для контактных поверхностей, которое проиллюстрировано на фиг. 4А, причем данное печатающее устройство 300 установлено для изготовления отпечатка секции структурирующей ткани 312. Структурирующая ткань 312 располагается между плитами 304 и 306, и полоска самоприклеивающейся пленки 314 располагается напротив структурирующей ткани 312. Между самоприклеивающейся пленкой 314 и первой плитой 304 помещают один или несколько листов бумаги 316. Между структурирующей тканью 312 и второй плитой 306 находится каучуковая полоска 318.

Самоприклеивающаяся пленка представляет собой материал, который имеет такую структуру, что приложение усилия к пленке вызывает разрушение микрокапсул в пленке, производя моментальное и постоянное изображение высокого разрешения в контактной области пленки. Пример такой самоприклеивающейся пленки представляет собой пленка Prescale, которую продает компания FujiFilm Holdings Corporation (Токио, Япония). Еще один пример самоприклеивающейся пленки представляет собой пленку Pressure-nicro® от компании Sensor Products, Inc. (Мэдисон, штат Нью-Джерси, США). Специалисты в данной области техники понимают, что самоприклеивающиеся пленки других типов могут также использоваться в печатных технологиях, описанных в настоящем документе. В данном отношении следует отметить, что для аналитических технологий, которые описаны ниже, самоприклеивающаяся пленка не обязательно должна обеспечивать показания фактического давления, прилагаемого тканью к пленке. Вместо этого самоприклеивающаяся пленка должна только обеспечивать печатное изображение, представляющее контактную поверхность, которую образуют выступы ткани.

Давление, прилагаемое к первой плите 304 при формировании отпечатка ткани 312 на самоприклеивающейся пленке 314, может выбираться таким образом, чтобы моделировать давление, которое прилагается к полотну со стороны ткани 312 в фактическом процессе изготовления бумаги. Т.е. может использоваться насос 308, чтобы создавать на первой плите 304 давление (измеряемое преобразователем), которое моделирует давление, которое прилагается к полотну со стороны ткани 312 в процессе изготовления бумаги. В процессе изготовления бумаги, который описывается выше со ссылкой на фиг. 1, моделируемое давление представляет собой давление, которое прилагается к полотну со стороны ткани 48 в американском сушильном барабане 68. В некоторых способах изготовления бумаги, таких как способы, описанные в вышеупомянутом патенте США № 7494563, давление, прилагаемое к полотну со стороны ткани 48, как правило, составляет приблизительно 600 фунтов на квадратный дюйм (4,137 МПа). Соответственно, чтобы моделировать этот способ изготовления бумаги, давление, составляющее 600 фунтов на квадратный дюйм (4,137 МПа), прилагается гидравлическим насосом 308 к первой плите 304, когда формируется изображение выступов ткани 312 в самоприклеивающейся пленке 314. Было обнаружено, что для такой операции среднее давление, составляющее от 10 до 50 МПа, измеренное пленкой Prescale от компании FujiFilm, может обеспечивать хорошее изображение выступов структурирующей ткани.

Снова рассмотрим фиг. 5, где бумага 316 действует в качестве амортизатора, чтобы улучшить отпечаток ткани 312, формирующийся на самоприклеивающейся пленке 314. Т.е. бумага 316 обеспечивает сжимаемость и гладкую поверхность таким образом, что выступы ткани 312 могут "погружаться" в самоприклеивающуюся пленку 314, которая, в свою очередь, формирует имеющее высокое разрешение изображение выступов на самоприклеивающейся пленке 314. Строительный картон и крафт-бумага представляют собой примеры типов бумаги, которая может использоваться для пленки 314, чтобы обеспечивались эти свойства.

Каучуковая полоска 318 создает ровную контактную поверхность для опоры ткани 312. Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения плиты 304 и 306 изготовлены из металлического материала, такого как сталь. Наиболее вероятно, что стальная плита содержит неровности, которые ухудшают качество отпечатка выступов ткани 312, сформированного посредством самоприклеивающейся бумаги 316. Однако бумага 316 и каучук 318, которые используются между плитами 304 и 306, а также

самоприклеивающаяся пленка 314 и ткань 312 обеспечивают более ровную контактную поверхность, чем поверхности металлических плит 304 и 306, и в результате этого улучшенные изображения формируются на самоприклеивающейся пленке 314. Специалисты в данной области техники понимают, что в качестве альтернативы могут использоваться другие конструкционные материалы вместо бумаги 316 и каучука 318, чтобы обеспечивать ровные поверхности между плитами 304 и 306 печатающего устройства 300.

Согласно другим вариантам осуществления отпечаток выступов ткани получается на материалах, которые не представляют собой самоприклеивающуюся пленку. Еще один примерный материал, который может использоваться для формирования отпечатков ткани, представляет собой вощеная бумага. Отпечаток контактной поверхности ткани может быть изготовлен на вощенной поверхности посредством прижатия контактной поверхности ткани к вощенной бумаге. Отпечаток на вощенной бумаге может быть изготовлен с использованием плит 304 и 306 в печатающем устройстве 300, которое описано выше, или с использованием плит в других конфигурациях. Отпечаток на вощенной бумаге можно затем анализировать таким же способом, как отпечаток на самоприклеивающейся пленке, как будет описано ниже.

Фиг. 6А-6Д представляют примеры отпечатков выступов, сформированных на самоприклеивающейся пленке с использованием печатающего устройства 300 для контактных поверхностей. На этих отпечатках можно наблюдать отличительные формы и рисунки выступов ткани. Как обсуждается выше, выступы образуют контактную поверхность для ткани. Следовательно, имеющие высокое разрешение отпечатки выступов на самоприклеивающейся пленке, такие как отпечатки, проиллюстрированные на фиг. 6А-6Д, обеспечивают превосходное представление контактной поверхности ткани.

Далее будет описана система для анализа отпечатков выступов, таких как отпечатки, проиллюстрированные на фиг. 6А-6Д. В данных условиях графический анализ осуществляется на традиционной компьютерной системе. Такая компьютерная система включает хорошо известные компоненты, такие как по меньшей мере один компьютерный процессор (например, блок центрального процессора или множество блоков процессора), к которому присоединяется коммуникационная инфраструктура (например, коммуникационная шина, перекрестное линейное устройство или сеть). Следующий компонент компьютерной системы представляет собой дисплейный интерфейс (или другой выходной интерфейс), который направляет видеографические, текстовые и другие данные для демонстрации на дисплейный экран. Компьютерная система может дополнительно включать такие обычные компоненты, как клавиатура, компьютерная мышь, оперативное запоминающее устройство, жесткий диск, сменное запоминающее устройство, сетевой интерфейс и т.д.

На первой стадии анализа отпечаток контактной площи выступов ткани преобразуется в машиночитаемое изображение с использованием фотосканера. Фотосканер любого типа может использоваться для создания машиночитаемого изображения; однако было обнаружено, что фотосканер, у которого разрешение составляет по меньшей мере 2400 точек на дюйм (94 точки на 1 мм), обеспечивает хорошее изображение для анализа. Для данного разрешения при сканировании изображения программа анализа изображений может применять точный масштаб к изображению, и будет использоваться точное сканирование для вычисления поверхностных характеристик структурирующей ткани (как будет описано ниже).

Сканированное изображение может сохраняться на постоянном машиночитаемом носителе в целях упрощения анализа, описанного ниже. Термин "постоянный машиночитаемый носитель", который используется в настоящем документе, включает все машиночитаемые носители, за исключением переходного распространяющегося сигнала. Примерные постоянные машиночитаемые носители представляют собой жесткий диск и/или сменное запоминающее устройство, в качестве которого используется магнитный диск, магнитная лента, оптический диск и т.д.

Сканированное изображение, а также характеристики сканированного изображения контактной поверхности, которые определяются с использованием технологий, описанных ниже, могут быть связаны с базой данных. Термин "база данных", который используется в настоящем документе, означает собранные данные, организованные таким образом, что компьютерная программа может быстро выбирать желательные информационные элементы, которые составляют базу данных. Пример представляет собой систему формирования файлов. Согласно некоторым вариантам осуществления термин "база данных" может использоваться в качестве сокращения термина "система управления базой данных".

В целях осуществления количественного анализа сканированного печатного изображения используется программа для анализа изображений в отношении сканированных изображений выступов ткани. Такая программа для анализа изображений разработана, например, с компьютерным программным обеспечением, которое обрабатывает графические изображения. Один пример такой разработки компьютерного программного обеспечения представляет собой MATHEMATICA® от компании Wolfram Research, Inc. (Шампейн, штат Иллинойс, США). Как будет описано ниже, программа для анализа изображений используется для определенной идентификации выступов в ткани на печатном изображении структурирующей ткани, и при известном масштабировании печатного изображения ткани с помощью программы для анализа изображений можно вычислять размеры выступов и оценивать размеры углублений.

При анализе сканированного изображения область любого размера, которая включает множество выступов и углублений, может использоваться в целях анализа, описанного ниже. Согласно конкретным

вариантам осуществления было обнаружено, что имеющая размеры 1,25 дюйма × 1,25 дюйма (31,75 мм × 31,75 мм) область изображения ткани обеспечивает хорошую оценку свойств, таких как размеры углублений, с использованием технологий, описанных в настоящем документе. В частности, было обнаружено, что, когда формируется изображение, имеющее разрешение 2400 точек на дюйм (94 точки на 1 мм), которое обсуждается выше, и для анализа используется имеющая размеры 1,25 дюйма × 1,25 дюйма (31,75 мм × 31,75 мм) область изображения, может быть осуществлено хорошее описание контактной поверхности. Разумеется, другой выбор разрешения и/или области может также обеспечивать хорошие результаты.

Фиг. 7А-7Е иллюстрируют стадии идентификации выступов в увеличенной части сканированного изображения отпечатка с использованием программы для анализа изображений. Сначала, как проиллюстрировано на фиг. 7А, увеличенная часть изображения 600 рассматривается на дисплейном экране компьютерной системы, в которой работает аналитическая программа. Изображение 600, которое может формироваться с использованием печатной технологии, описанной выше, представляет выступы 602. Наряду с использованием изображения 600 в аналитической программе в аналитическую программу можно вводить масштабирование изображения 600. Можно вводить такое масштабирование, составляющее, например, как 2400 точек на дюйм (94 точки на 1 мм), по которому аналитическая программа может применять масштаб (SC) к изображению 600. Аналитическая программа затем использует этот масштаб для вычисления размеров и положений выступов, как описано ниже.

Фиг. 7В и 7С представляют стадии идентификации конкретного выступа 602А с использованием аналитической программы. Выступ 602А первоначально выбирается на основе своего положения в центре области увеличенного изображения 600. На этой стадии применяется приближенный контур выступа 602А. Прямоугольный контур 604, который может сохранять форму в аналитической программе, первоначально строится вокруг выступа 602А, чтобы начать процесс идентификации выступа. Исходная форма прямоугольного контура 604 может затем постепенно уточняться, чтобы соответствовать форме выступа 602А, как проиллюстрировано на фиг. 7С. В этом случае концы 606 и 608 изменяют форму, становясь округлыми, и, таким образом, они точнее соответствуют концам выступа 602А. Хотя это не проиллюстрировано на чертеже, можно производить дальнейшие уточнения контура выступа 602А до тех пор, пока не будет получено достаточное соответствие. Такие уточнения можно осуществлять посредством дальнейшего увеличения изображения 600.

Как проиллюстрировано на фиг. 7Д, после того как выступ 602А определяется контуром, строятся направляющие линии 610 и 612. Каждая из направляющих линий 610 и 612 строится таким образом, что она проходит через центр выступа 602А и далее прямолинейно проходит через центры других выступов. Следует отметить, что направляющие линии 610 и 612 также проводятся таким образом, что они не пересекают области, где в ткани образуются углубления, которые, как известно, соответствуют областям между группами выступов. Когда строятся прямые направляющие линии 610 и 612 между центрами выступов, эти направляющие линии 610 и 612 не пересекают область углублений, которые образуются между выступами.

После построения направляющих линий 610 и 612, как проиллюстрировано на фиг. 7Е, строятся следующие направляющие линии. Эти направляющие линии строятся таким же образом, как направляющие линии 610 и 612, т.е. они проходят через центры выступов и не проходят через области, в которых образуются углубления. Чтобы содействовать процессу построения направляющих линий, можно использовать меньшее увеличение. Посредством направляющих линий, по существу, устанавливается система координат для положений выступов. Таким образом, аналитическая программа может теперь определять размер и форму выступов на основе контура и может определять положения выступов как заданных точками, где пересекаются направляющие линии. Кроме того, в аналитическую программу вводится масштаб SC изображения 600. Следовательно, аналитическая программа может применять масштаб к контуру выступа 602А и к положению выступа, чтобы вычислять фактические размеры выступов и расстояния между ними. Кроме того, следует отметить, что аналитическая программа может вычислять частоту направляющих линий как число пересечений направляющей линии 610 направляющими линиями 612 на единицу длины. Частота каждого множества направляющих линий 610 и 612 будет использоваться в вычислениях свойств ткани и в других аспектах настоящего изобретения, как будет описано ниже.

Следует отметить, что, как проиллюстрировано на фиг. 7Д и 7Е, все выступы имеют приблизительно одинаковый размер, и все они имеют приблизительно одинаковую форму, причем выступы разделяются регулярными интервалами вдоль направляющих линий. Это не является неожиданным, поскольку большинство сеток для бумагоделательных машин изготавливаются с высокорегулярными рисунками нитей, и в результате этого получается очень высокое согласование размеров и положений выступов. Согласование размеров, формы и положения выступов обеспечивает точные оценки размеров и форм всех выступов на контактной поверхности ткани на основе единственного выбранного выступа или на основе ограниченного числа определенных выступов, и точная оценка размеров и положений выступов может быть достигнута без определения каждого выступа. Разумеется, для достижения более высокой

точности можно идентифицировать более чем один выступ, и контуры и направляющие линии можно строить в различных частях изображения.

Как проиллюстрировано на фиг. 7Е, направляющие линии 610 и 612 определяют множество элементарных ячеек. Конкретная элементарная ячейка 613 проиллюстрирована между отрезками направляющих линий 610А, 610В, 612А, и 612В. По существу, элементарная ячейка 613, демонстрирует минимальный повторяющийся рисунок ткани и максимальный допустимый размер углубления. Следует отметить, что, хотя ткань, проиллюстрированная на фиг. 7А-7Е, имеет приблизительно один основной выступ на элементарную ячейку, другие ткани могут иметь более чем один основной выступ и/или более чем один уточный выступ на элементарную ячейку. Другими словами, элементарные ячейки, определенные рисунками выступов, будут различаться для различных рисунков ткани.

Как могут легко понимать специалисты в данной области техники, некоторые или все из стадий, которые проиллюстрированы на фиг. 7А-7Е, могут осуществляться пользователем на дисплейном экране, или, в качестве альтернативы, они могут быть автоматизированы таким образом, что они осуществляются при выполнении аналитической программы. Т.е. аналитическая программа может предназначаться, чтобы автоматически идентифицировать выступы, как затемненные области изображений, строить контуры выступов, а затем строить направляющие линии на основе идентифицированных выступов таким образом, как описано выше.

После того как идентифицируется выбранный выступ и после того, как направляющие линии проводятся через выступы, можно вычислять разнообразные свойства ткани с использованием размеров и положений выступов, определенных аналитической программой. Для выполнения таких вычислений данные о размерах и положениях выступов можно переносить из аналитической программы в традиционную программу табличных вычислений, чтобы вычислять свойства ткани. Примерные определения, выполненные аналитической программой, и вычисления, которые следуют из таких определений, проиллюстрированы в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика ткани	Определение/вычисление
Длина выступа (ДВ)	определяется на основе контура идентифицированного основного выступа или идентифицированного уточного выступа
Ширина выступа (ШВ)	определяется на основе контур идентифицированного основного выступа или идентифицированного уточного выступа
Частота направляющих линий (f)	определяется на основе направляющих линий, проведенных через выступы частота 1=частота одного множества параллельных линий (на дюйм или сантиметр) частота 2=частота другого множества параллельных линий (на дюйм или сантиметр)
Радиус закругления (r)	определяется на основе контур идентифицированного основного выступа и/или идентифицированного уточного выступа; радиус закругления представляет собой меру закругления, которая применяется к углам прямоугольных предметов
Плотность выступов на элементарную ячейку (ПВЭЯ) (число выступов на элементарную ячейку)	определяется на основе числа основных или уточных выступов, идентифицированных в пределах ячейки
Площадь выступов в элементарной ячейке (ПВЭЯ)	ПВЭЯ основных нитей=ШВ основных нитей × ДВ основных нитей - $((2 \times r \text{ основных нитей})^2 - \pi(r \text{ основных нитей})^2)$ ПВЭЯ уточных нитей=ШВ уточных нитей × ДВ уточных нитей - $((2 \times r \text{ уточных нитей})^2 - \pi(r \text{ уточных нитей})^2)$
Плотность выступов (ПВ)	F=частота 1 × частота 2 ПВ основных нитей=F × ПВЭЯ основных нитей ПВ уточных нитей=F × ПВЭЯ уточных нитей
Полная контактная площадь выступов основных или уточных нитей (%)	площадь выступов основных нитей % = ПВ основных нитей × ПВЭЯ основных нитей площадь выступов уточных нитей % = ПВ уточных нитей × ПВЭЯ уточных нитей
Относительная контактная площадь (контактная площадь	ОКП=площадь выступов основных нитей % + площадь выступов уточных нитей %

выступов в плоскости по отношению к полней площади %)	
Процентная доля площади (ДП)	ДП основных нитей %=[ПВЭЯ основных нитей / (ПВЭЯ основных нитей+ПВЭЯ уточных нитей)] × 100 ДП уточных нитей %=[ПВЭЯ уточных нитей / (ПВЭЯ основных нитей+ПВЭЯ уточных нитей)] × 100
Оценка площади углубления (ОПУ)	ОПУ=(1/(частота 1 × частота 2)) - (ПВЭЯ основных нитей × ПВЭЯ основных нитей) - (ПВЭЯ уточных нитей × ПВЭЯ уточных нитей)
Плотность углублений (ПУ) (число углублений на квадратный дюйм или сантиметр)	ПУ=частота 1 × частота 2

Ткань, для которой было получено изображение 600, включала только выступы 602 на основных нитях. Однако другие ткани могут включать выступы на уточных нитях, такие как ткани, для которых были получены отпечатки на фиг. 6В и 6Д. Для таких сеток выступы на уточных нитях можно идентифицировать с использованием контурной технологии, описанной выше, и направляющие линии можно проводить через уточные выступы, используя технологию, описанную выше.

Хотя контактная поверхность ткани может быть описана с использованием отпечатка выступов ткани, который производится, например, печатающим устройством 300 для контактных поверхностей, согласно другим вариантам осуществления изображение контактной поверхности ткани может быть получено другим способом. Альтернативу изготовлению отпечатка выступов ткани представляет собой фотографирование выступов ткани и последующее использование описанных выше процедур и технологий для анализа изображения, полученного на фотографии. В данном отношении было обнаружено, что разрешение фотографии, составляющее 2400 точек на дюйм (94 точки на 1 мм), является достаточно высоким, чтобы его можно было анализировать с использованием технологий, описанных в настоящем документе.

Примерная фотография 700 части бумагоделательной ткани с выступами проиллюстрирована на фиг. 8А, а результаты применения описанной выше аналитической технологии к изображению, полученному на фотографии 700, проиллюстрированы на фиг. 8В и 8С. Фотография 700 на фиг. 8А представляет ткань 701 рядом с линейкой R. Когда фотография 700 превращается в изображение для использования в аналитической программе, масштаб для изображения 700А можно вводить на основе сфотографированной линейки R. Т.е. линейка R на фотография 700 обеспечивает исходную информацию, на основании которой аналитическая программа может применять масштаб к изображению. Выведенное изображение 700А вместе с масштабом SC проиллюстрировано на фиг. 8В.

Чтобы определить размеры и положения выступов на изображении, полученном из фотографии ткани, такие же технологии, которые описаны выше с использованием изображения отпечатка ткани, могут использоваться и в случае фотографии. Например, обведенный контуром выступ 702А и направляющие линии 710 и 712 проиллюстрированы на изображении 700А на фиг. 8С. Имея данные о размерах и положениях выступов из аналитической программы, можно осуществлять все из описанных выше вычислений, чтобы описать контактную поверхность ткани, которая была сфотографирована.

Описанные выше технологии обеспечивают хорошую оценку свойств ткани, в частности, когда формы элементарных ячеек, образованных отрезками направляющих линий, являются практически прямоугольными. Однако в тех случаях, когда формы элементарных ячеек, образованных направляющими линиями, представляют собой непрямоугольные параллелограммы, может использоваться альтернативная технология, которая обеспечивает более точные оценки свойств сеток. Пример такой альтернативной технологии проиллюстрирован на фиг. 8А, который представляет изображение, полученное из фотографии поверхности ткани с использованием описанной выше программы для анализа изображений. На данном чертеже элементарная ячейка 813 определяется отрезками направляющих линий 810А, 810В, 812А и 812В. Элементарная ячейка 813, которую образуют отрезки направляющих линий 810А, 810В, 812А и 812В, имеет форму практически непрямоугольного параллелограмма. В этом параллелограмме угол  $\theta$  определяется у угла A, где пересекаются отрезки направляющих линий 810А и 812В, и такой же угол  $\theta$  определяется у угла B, где пересекаются отрезки направляющих линий 810В и 812А. Этот угол  $\theta$  можно легко определять, используя программу для анализа изображений, на основе различных углов ориентации направляющих линий. Кроме того, программа для анализа изображений может также определять расстояние между отрезками направляющих линий 810А и 810В ("расстояние 1") и расстояние

между отрезками направляющих линий 812А и 812В ("расстояние 2") на основе масштаба изображения, как правило, таким образом, как описано выше. Зная определенный угол пересечения  $\theta$ , расстояние 1 и расстояние 2, площадь элементарной ячейки (ПЭЯ) можно вычислить с использованием любой из формулы (1) и формулы (2):

$$\text{ПЭЯ} = (\text{расстояние } 1 / \sin \theta) \times \text{расстояние } 2 \quad (1)$$

$$\text{ПЭЯ} = (\text{расстояние } 2 / \sin \theta) \times \text{расстояние } 1 \quad (2)$$

Формулы (1) и (2) выведены из стандартной формулы для вычисления площади параллелограмма, а именно:

$$\text{площадь} = \text{длина основания} \times \text{высота},$$

где расстояние 1 или расстояние 2 используются как высота параллелограмма, и тогда длина основания вычисляется по синусу угла  $\theta$  и другому из расстояния 1 или расстояния 2.

Табл. 2 представляет примеры определений, выполненных аналитической программой, и вычислений, которые следуют из таких определений, когда используется альтернативная технология на основе вычисления площади элементарной ячейки, имеющей форму непрямоугольного параллелограмма.

Таблица 2

Характеристика ткани	Определение/вычисление
Длина выступа (ДВ)	определяется на основе контур идентифицированного основного выступа или идентифицированного уточного выступа
Ширина выступа (ШВ)	определяется на основе контур идентифицированного основного выступа или идентифицированного уточного выступа
Частота направляющих линий (f)	определяется на основе направляющих линий, проведенных через выступы частота 1=частота первого множества параллельных линий (на дюйм или сантиметр) частота 2=частота второго множества параллельных линий (на дюйм или сантиметр)
Угол пересечения направляющих линий ( $\theta$ )	определяется на основе направляющих линий, проведенных через выступы $\theta_1$ =угол ориентации первого множества параллельных линий (градусов) $\theta_2$ =угол ориентации второго множества параллельных линий (градусов) $\theta = \text{Abs}(\theta_1 - \theta_2)$ : угол пересечения между двумя множествами направляющих линий
Радиус закругления (r)	определяется на основе контур идентифицированного основного выступа и/или идентифицированного уточного выступа; радиус закругления представляет собой меру закругления, которая применяется к углам прямоугольных предметов
Плотность выступов на элементарную ячейку (ПВЭЯ) (число выступов на элементарную ячейку)	определяется на основе числа основных или уточных выступов, идентифицированных в пределах ячейки
Площадь выступов в элементарной ячейке (ПВЭЯ)	ПВЭЯ основных нитей=ШВ основных нитей $\times$ основной ДВ $- ((2 \times r \text{ основных нитей})^2 - \pi(r \text{ основных нитей})^2)$ ПВЭЯ уточных нитей=ШВ уточных нитей $\times$ ШВ уточных нитей $- ((2 \times r \text{ уточных нитей})^2 - \pi(r \text{ уточных нитей})^2)$
Плотность выступов (ПВ)	ПВ основных нитей=ПУ $\times$ ПВЭЯ основных нитей ПВ уточных нитей =ПУ $\times$ ПВЭЯ уточных нитей
Полная контактная площадь выступов основных или уточных нитей (%)	площадь выступов основных нитей %=ПВ основных нитей $\times$ ПВЭЯ основных нитей площадь выступов уточных нитей %=ПВ уточных нитей $\times$ ПВЭЯ уточных нитей
Контактная площадь выступов в плоскости по отношению к полной площади %	ОКП=площадь выступов основных нитей % + площадь выступов уточных нитей %

Процентная доля площади (ДП)	ДП основных нитей %=[ПВЭЯ основных нитей / (ПВЭЯ основных нитей+ПВЭЯ уточных нитей)] × 100 ДП уточных нитей %=[ПВЭЯ уточных нитей / (ПВЭЯ основных нитей+ПВЭЯ уточных нитей)] × 100
Оценка площади углубления (ОПУ)	ОПУ=(1/(ПУ) - (ПВЭЯ основных нитей × ПВЭЯ основных нитей) - (ПВЭЯ уточных нитей × ПВЭЯ уточных нитей))
Плотность углублений (ПУ) (число углублений на квадратный дюйм или сантиметр)	ПУ=частота 1 × [частота 2 × sin θ]

Следует отметить, что, хотя некоторые из характеристик в табл. 2 определяются или вычисляются таким же способом, как характеристики, описанные выше в табл. 1, характеристики плотности выступов, полной контактной площади выступов основных и уточных нитей, относительной контактной площади, процентной доли площади, оценки площади углубления (ПУ) и плотности углублений вычисляются в табл. 2 иным образом, чем в табл. 1. С учетом формы элементарных ячеек, представляющей собой не-прямоугольный параллелограмм, эти иные вычисления обеспечивают более точные оценки характеристик ткани, которая имеет элементарные ячейки в форме непрямоугольного параллелограмма.

Далее будет описана технология вычисления эффективного объема углублений структурирующей ткани. Эффективный объем углубления представляет собой произведение площади поперечного сечения углубления на поверхности структурирующей ткани (т.е. между поверхностями выступов) и глубины углубления, в которое целлюлозные волокна в полотне могут перемещаться в течение процесса изготовления бумаги. Площадь поперечного сечения углубления представляет собой то же самое, как оценка площади углубления, как описано выше в табл. 1 и 2. Глубина углублений структурирующей ткани может определяться следующим образом.

Фиг. 10 представляет увеличенную фотографию структурирующей ткани. С помощью этой фотографии и с использованием программы для анализа изображений, которая описана выше, определяются четыре выступа К1-К4. Параллелограмм строится таким образом, что он соединяет выступы К1-К4, причем стороны параллелограмма проведены так, что они не проходят через область углубления, которая образуется между выступами К1-К4. В построенном параллелограмме может быть проведена профильная направляющая линия PL, которая проходит от выступа К1 через центр углубления до выступа К3. Профильная направляющая линия PL будет использоваться для определения глубины углубления с использованием цифрового микроскопа, как описано ниже. Следует отметить, что профильная направляющая линия PL от выступа К1 до выступа К3 проходит через центр углубления. Как будет описано ниже, глубина углубления структурирующей ткани определяется как глубина в углублении, до которой целлюлозные волокна могут проникать в процессе изготовления бумаги. В случае ткани, проиллюстрированной на фиг. 10, максимальная глубина проникновения волокон наблюдается в центре углубления. Следовательно, профильная направляющая линия может, в качестве альтернативы, проводиться от выступа К2 до выступа К4, проходя через центр углубления, и альтернативная профильная направляющая линия может использоваться для определения глубины углубления, как описано ниже. Специалисты в данной области техники также понимают, что различные структурирующие ткани будут иметь различные конфигурации выступов и углублений, но профильная направляющая линия может быть легко определена для различных структурирующих сеток таким же способом, как профильная направляющая линия определяется на фиг. 10.

Фиг. 11 представляет собой изображение экрана программы, используемой для определения профиля углубления структурирующей ткани, проиллюстрированной на фиг. 10. Изображение экрана было получено с использованием цифрового микроскопа VHX-1000, изготовленного компанией Keyence Corporation (Осака, Япония). На микроскопе было установлено прикладное программное обеспечение VHX-N3M, также поставляемое компанией Keyence Corporation. Микроскопическое изображение углубления проиллюстрировано в верхней части фиг. 11. На этом изображении можно легко видеть выступы К'1 и К'3 и углубление между выступами. Определяющая глубину линия DL проведена от точки D до точки C, причем определяющая глубину линия DL проходит через выступы К'1 и К'3 и через центр углубления. Определяющая глубину линия DL проведена так, что она тесно приближается к определяющей профиль линии PL, которая проиллюстрирована на фиг. 10. Т.е. на основе наблюдения определяющей глубину линии DL, полученной с использованием изображения выступов и углублений, которое проиллюстрировано на фиг. 10, пользователь может провести определяющую глубину линию DL на микроскопическом изображении, проиллюстрированном на фиг. 11, причем определяющая глубину линия DL проходит через области, которым соответствуют выступы К'3 и К'1 и центральная часть углубления.

Используя проведенную определяющую глубину линию DL, можно запрограммировать цифровой микроскоп в целях вычисления профиль глубины углубления вдоль определяющей глубину линии DL, как проиллюстрировано в нижней части фиг. 11. Профиль углубления имеет наибольшую высоту в областях, которым соответствуют выступы K'3 и K'1, и профиль опускается до своей минимальной высоты в центре углубления. Глубина углубления определяется из данного профиля и измеряется от уровня выступов K'3 и K'1, который отмечен линией на профиле глубины. Как и в случае любых двух выступов структурирующей ткани, измеренных с такой степенью точности, выступы K'3 и K'1 не имеют точно одинаковую высоту. Соответственно, высота A определяется как среднее значение между высотами двух выступов K'3 и K'1. Наконец, глубина углубления определяется в точке непосредственно над наиболее низким уровнем профиля глубины, который отмечает линия B на профиле глубины. Как должны понимать специалисты в данной области техники, глубина углубления от линии A до линии B приблизительно соответствует уровню углубления, до которого целлюлозные волокна в полотне могут проникать в процессе изготовления бумаги. Следует отметить, что обсуждаемое выше программное обеспечение VHX-N3M формирует полный профиль глубины из множества срезов в направлении толщины ткани. Кроме того, следует отметить, что для формирования профиля глубины программное обеспечение VHX-N3M использует функцию фильтрации, чтобы сглаживать профиль глубины, образующийся из срезов в направлении толщины.

Следует отметить, что измеренная глубина углубления будет незначительно изменяться при переходе от одного углубления ткани к другому. Однако авторы обнаружили, что среднее значение результатов пяти измерений глубины углубления для структурирующей ткани обеспечивает хорошее описание глубины углубления. Соответственно, измерения глубины углубления в настоящем документе и измерения, которые получаются на основе измерений глубины углубления, такие как плоскостной объемный индекс, представляют собой средние значения результатов для пяти измеренных углублений структурирующей ткани.

С использованием вышеупомянутых технологий плоскостной объемный индекс для структурирующих сеток может легко вычисляться как относительная контактная площадь (ОКП), умноженная на эффективный объем углубления (ЭОУ) и умноженная на сто, где ЭОУ представляет собой произведение оценки площади углубления (ОПУ) в приведенной выше табл. 1 и измеренной глубины углубления. Кроме того, плоскостной объемный индекс непрямоугольного параллелограмма может вычисляться как относительная контактная площадь (ОКП), умноженная на эффективный объем углубления (ЭОУ) и умноженная на сто, где значения ОКП и ЭОУ вычисляются с использованием технологии вычисления площади элементарной ячейки, представляющей собой непрямоугольный параллелограмм, причем ЭОУ вычисляется как произведение оценки площади углубления (ОПУ) в табл. 2 выше и измеренной глубины углубления. Ниже будут описаны плоскостной объемный индекс и плоскостной объемный индекс непрямоугольного параллелограмма для структурирующих сеток, используемых в формировании абсорбирующих бумажных изделий согласно настоящему изобретению. Кроме того, ниже будут описаны плоскостной объемный индекс и плоскостной объемный индекс непрямоугольного параллелограмма для сравнительных структурирующих сеток.

Долговечность представляет собой еще один важный аспект, который характеризует структурирующую ткань, используемую в процессе изготовления бумаги. В частности, контактирующая с полотном поверхность, которую образуют выступы в структурирующей ткани, подвергается износу, когда структурирующая ткань используется в бумагоделательной машине. Износ производит эффект увеличения размера выступов, которое, в свою очередь, производит эффект увеличения контактной площади структурирующей ткани. В то же самое время износ также производит эффект уменьшения объема углубления посредством уменьшения глубина углубления. Следовательно, когда контактная площадь увеличивается, а глубина углубления уменьшается, изменяются плоскостной объемный индекс и исправленный плоскостной объемный индекс для структурирующей ткани. Эти изменения плоскостного объемного индекса и исправленного плоскостного объемного индекса будут воздействовать на свойства получаемых в результате бумажных изделий, например, посредством изменения размера куполообразных структур, которые образуются в получаемых бумажных изделиях.

Обработка наждачной бумагой контактной поверхности структурирующей ткани представляет собой эффективный способ моделирования износа, который происходит на поверхности структурирующей ткани в течение процесса изготовления бумаги. Определенные площади контактной поверхности можно обрабатывать наждачной бумагой в целях моделирования износа на поверхности структурирующей ткани после различной продолжительности эксплуатации на бумагоделательной машине. Эксперимент по обработке наждачной бумагой проводили, используя ткань, которая проиллюстрирована на фиг. 3, чтобы моделировать износ ткани. Табл. 3 представляет результаты эксперимента по обработке наждачной бумагой, демонстрируя свойства структурирующей ткани, причем данные свойства были определены согласно описанным выше технологиям, в частности технологиям, описанным в табл. 1. Более конкретно, табл. 3 представляет свойства исходной ткани, не обработанной наждачной бумагой и проиллюстрированной на фиг. 3, которая представляет собой образец ткани А. В образце ткани В 0,109 мм контактной поверхности удаляли посредством обработки наждачной бумагой; в образце ткани С 0,139 мм контакт-

ной поверхности удаляли посредством обработки бумагой; в образце ткани D 0,178 мм контактной поверхности удаляли посредством обработки наждачной бумагой.

Таблица 3

Свойство		Единицы	Образец ткани А	Образец ткани В	Образец ткани С	Образец ткани D
Глубина удаления контактной поверхности		Мм	нет	0,109	0,139	0,178
Основные нити в плоскости	Длина контакта	Мм	1,68	1,88	2,03	2,18
	Ширина контакта	Мм	0,48	0,48	0,52	0,51
	Площадь выступов основных нитей	%	22,7	25,5	29,8	31,6
Уточные нити в плоскости	Длина контакта	Мм	0,03	0,03	0,03	0,03
	Ширина контакта	Мм	0,03	0,03	0,03	0,03
	Площадь выступов основных нитей	%	0,0	0,0	0,0	0,0
Относительная контактная площадь		%	22,7	25,0	29,8	31,7
Соотношение основных и уточных нитей	Площадь выступов основных нитей	%	1,0	1,0	1,0	1,0
	Площадь выступов уточных нитей	%	0,0	0,0	0,0	0,0
Плотность углублений		1/см <sup>2</sup>	29,9	29,8	29,8	30,0
Определение ячейки ткани	Частота R	1/см	6,4	6,4	6,4	6,4
	Угол	Градус	163,5	164,5	164,5	165
	Частота	1/см	4,7	4,7	4,7	4,7
Глубина углубления	В					
	Угол	Градус	228	230	229	230
Глубина углубления		Мкм	494,2	477,9	425,3	363,8

Как можно видеть на основании данных в табл. 3, контактная площадь не увеличивалась в значительной степени, когда структурирующая ткань подвергалась обработке наждачной бумагой. Не ограничиваясь теорией, авторы считают, что относительно постоянная контактная площадь может возникать в результате того, что основные нити структурирующей ткани имеют практически плоскую форму, что имеет место в случае конкретной исследованной ткани, представленной в табл. 3. Данные, проиллюстрированные в табл. 2, также демонстрируют, что глубина углубления не уменьшалась в значительной степени, когда контактная поверхность ткани подвергалась обработке наждачной бумагой. Поскольку контактная площадь и глубина углубления оставались относительно постоянными, следовательно, плоскостной объемный индекс также оставался относительно постоянным по мере того, как ткань подвергалась дальнейшей обработке наждачной бумагой. Постоянный плоскостной объемный индекс показывает, что из ткани можно будет изготавливать бумажные изделия с постоянными свойствами в течение срока службы ткани бумагоделательной машине. Кроме того, было обнаружено, что глубина удаления 0,109 мм поверхностного слоя в эксперименте по обработке наждачной бумагой для образца ткани В соответ-

ствует эксплуатации в течение приблизительно 950000 циклов в процессе СВВ на бумагоделательной машине, имеющей конфигурацию, которая проиллюстрирована на фиг. 1 и описана выше. Относительно небольшие изменения контактной площади и глубины углубления в структурирующей ткани после эксплуатации в течение такого числа циклов имеют большое значение.

Следует отметить, что хотя не обработанная наядачной бумагой ткань, проиллюстрированная на фиг. 3 и обозначенная как образец ткани А в табл.3, имеет превосходные свойства, такие как плоскостной объемный индекс, зачастую все же оказывается желательной обработка наядачной бумагой контактирующая с полотном поверхность ткани перед использованием ткани в процессе изготовления бумаги. Например, обработка наядачной бумагой можно использовать, чтобы сделать контактную поверхность ткани более плоской перед началом ее использования в процессе изготовления бумаги. Кроме того, следует отметить, что термин "обработка наядачной бумагой", который используется в настоящем документе, представляет собой общий термин, используемый для обозначения удаления небольшого количества материала с поверхности ткани. Термин "обработка наядачной бумагой" не подразумевает ограничения какой-либо конкретной технологией для удаления материала. Например, обработка наядачной бумагой включает операции, которые могут также называться терминами "полирование", "шлифование" или подобными терминами.

Вычисленный плоскостной объемный индекс и плоскостной объемный индекс непрямоугольного параллограмма для структурирующей ткани в образцах ткани А-Д проиллюстрированы на фиг. 12А. Плоскостной объемный индекс и плоскостной объемный индекс непрямоугольного параллограмма для сравнительных сеток также проиллюстрированы на фиг. 12А, а также на фиг. 12В-12Д. Сравнительные ткани представляют собой структурирующие ткани, которые являются известными в технике. Отпечатки ткани, представляющие структуру выступов и углублений, также проиллюстрированы на фиг. 12А-12Д.

Данные на фиг. 12А-12Д показывают существенные различия между плоскостными объемными индексами в структуре образцов сеток А-Д и сравнительных сеток 1-10. Плоскостные объемные индексы в образцах ткани А-Д составляли от приблизительно 26 до приблизительно 30, в то время как плоскостные объемные индексы в сравнительных тканях 1-10 были значительно меньше. Аналогичным образом, плоскостные объемные индексы непрямоугольных параллелограммов в образцах ткани А-Д составляли от приблизительно 27 до приблизительно 31,5, в то время как плоскостные объемные индексы непрямоугольных параллелограммов в сравнительных тканях 1-10 были значительно меньше. Специалисты в данной области техники должны понимать многочисленные преимущества сочетания относительной контактной площади и объема углублений, которые количественно выражаются плоскостным объемным индексом и плоскостным объемным индексом непрямоугольных параллелограммов структурирующей ткани в образцах ткани А-Д. Например, увеличение контактной площади обеспечивает увеличение опорной поверхности для полотна в течение процесса изготовления бумаги, по существу, создавая почти лентообразную формовочную поверхность. В качестве еще одного примера увеличение глубины углубления обеспечивает эксплуатацию ткани в течение более продолжительного периода времени перед тем, как она становится чрезмерно изношенной для эффективного применения. Т.е. исходно глубокие углубления все же будут иметь эффективную глубину даже после того, как контактная поверхность становится в существенной степени изношенной в течение процесса изготовления бумаги. Кроме того, глубокие углубления могут обеспечивать формование изделий увеличенной толщины. Более конкретно, толщина получаемого в результате изделия частично обусловлена куполообразными структурами изделия, которые формируются частями полотна, которые перемещаются в углубления в течение процесса изготовления бумаги. За счет создания более глубоких углублений структурирующая ткань в образцах ткани А-Д обеспечивает более крупные куполообразные структуры, которые, в свою очередь, обеспечивают увеличение толщины конечного бумажного изделия. Не ограничиваясь теорией, авторы считают, что эти аспекты, которые обуславливают плоскостные объемные индексы и плоскостные объемные индексы непрямоугольных параллелограммов структурирующей ткани образцов ткани А-Д, представляют собой, по меньшей мере, частично, причину превосходных свойств изделий согласно настоящему изобретению, которые подробно описываются ниже.

Следует отметить, что плоскостные объемные индексы и плоскостные объемные индексы непрямоугольных параллелограммов для ткани в образцах ткани А-Д находятся в узких интервалах, которые описываются выше. Как обсуждается выше, образцы ткани А-Д моделируют износ ткани в течение ее эксплуатации на бумагоделательной машине, как проиллюстрировано на фиг. 1, и было обнаружено, что образец ткани В соответствует эксплуатация в течение приблизительно 950000 циклов на бумагоделательной машине. Таким образом, когда ткань образцов ткани А-Д используется в процессе изготовления бумаги, как описано выше, включая обезвоживание без уплотнения и высушивания целлюлозного полотна на структурирующей ткани, эта ткань будет иметь плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26, и непрямоугольный параллелограмм плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 27, после эксплуатации в течение приблизительно 950000 циклов на бумагоделательной машине.

Ткань, которая проиллюстрирована и описана на фиг. 3 и 12А и в табл. 3, может использоваться для формования бумажных изделий, таких как абсорбирующие листы в форме полотенец для рук. Авторы

обнаружили, что такие бумажные изделия, изготовленные с помощью структурирующей ткани, имеют превосходное сочетание свойств. Далее будет приведено описание этих свойств, за которым следуют конкретные примеры изделий, изготовленных с помощью структурирующей ткани.

Как в целом обсуждается выше, один значительный аспект любого бумажного изделия представляет собой толщина изделия. Вообще говоря, чем больше толщина, тем лучше изделие. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения двухслойные бумажные изделия, такие как абсорбирующие листы, имеют толщину, составляющую по меньшей мере приблизительно 255 мил/8 листов (809,625 мкм/лист). Согласно следующим вариантам осуществления настоящего изобретения двухслойные бумажные изделия имеют толщину, составляющую по меньшей мере приблизительно 260 мил/8 листов (825,5 мкм/лист), и, кроме того, двухслойные изделия имеют толщину, составляющую по меньшей мере приблизительно 265 мил/8 листов (841,375 мкм/лист). Следует отметить, что два слоя этих изделий непосредственно присоединяются друг к другу без промежуточного слоя, как обсуждается выше. Специалисты в данной области техники понимают, что двухслойные изделия, имеющие такую толщину, сами по себе являются превосходными.

Кроме того, выше обсуждается важность абсорбирующей способности бумажных изделий, в частности таких изделий, как абсорбирующие полотенца для рук. Бумажные изделия согласно настоящему изобретению имеют исключительную абсорбирующую способность, которая количественно определяется как способность абсорбции до насыщения. Абсорбирующая способность измеряется простым прибором для измерения абсорбирующей способности. Для данного измерения исследуемый образец, у которого диаметр составляет 2,0 дюйма (5,08 см), устанавливается между верхней плоской пластмассовой крышкой и нижней рифленой плитой для образца. Образец удерживается на месте за окружную фланцевую область шириной 1/8 дюйма (3,175 мм). Образец не сжимается держателем. Деионизированная вода при температуре 73°F (22,8°C) вводится в образец в центре нижней плиты для образца через канал диаметром 3 мм. Эта вода находится при гидростатическом давлении минус 5 мм. Поток начинает импульс, вводимы в начале измерения механизмом прибора. Таким образом, вода впитывается образцом из этой центральной точки ввода наружу под действием капиллярных сил. Когда скорость впитывания воды уменьшается ниже уровня 0,005 г воды за 5 с, исследование завершается. Количество воды, выведенной из резервуара и абсорбированной образцом, взвешивается и пересчитывается в число граммов воды на грамм образца или на квадратный метр образца. Измеренное как потеря массы абсорбированное количество ( $\text{г}/\text{м}^2$ ) используется для целей вычисления абсорбирующей способности. Когда исследуется подложка для многослойного полотенца, исследуются слои, которые составляют полотенце. Например, два слоя подложки укладываются друг на друга и исследуются, а затем сравниваются с двухслойным готовым изделием, изготовленным из подложки для целей определения абсорбирующей способности путем пересчета потери массы. На практике используется гравиметрическая система для исследования абсорбирующей способности, изготовленная компанией M/K Systems Inc. (Денвере, штат Массачусетс, США).

Водоабсорбирующая способность (SAT) фактически определяется самим прибором. Абсорбирующая способность определяется как точка, в которой график зависимости массы от времени имеет "нулевой" наклон, т.е. абсорбция образцом прекращается. Критерий прекращения исследования выражается как максимальное изменение массы абсорбированной воды в течение фиксированного периода времени. В основном, используется оценка по нулевому наклону графика зависимости массы от времени. В программе используется изменение, составляющее 0,005 г в течение пятисекундного интервала, как критерий прекращения исследования, если не определяется "медленная абсорбция", и в таком случае критерий прекращения исследования составляет 1 мг в течение 25 с.

Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения двухслойные бумажные изделия имеют абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 650  $\text{г}/\text{м}^2$ . Согласно следующим вариантам осуществления настоящего изобретения двухслойные бумажные изделия имеют абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 675  $\text{г}/\text{м}^2$ . При такой толщине двухслойных изделий, которая описана выше, эти значения абсорбирующей способности для двухслойных бумажных изделий сами по себе являются превосходными. По существу, как будет продемонстрировано с помощью конкретных примеров, которые описаны ниже, такое сочетание толщины и абсорбирующей способности для двухслойных бумажных изделий согласно настоящему изобретению не обнаруживаются у традиционных бумажных изделий.

Еще один значительный аспект бумажных изделий согласно настоящему изобретению представляет собой соотношение прочности и деформации при растяжении изделий. Прочность в сухом состоянии при растяжении в машинном направлении и поперечном направлении, а также растяжение при разрыве изменяются с использованием стандартного измерительного устройства Instron® или другого подходящего устройства для исследования деформации при растяжении, которое может иметь различные конфигурации, как правило, с использованием полосок бумаги или полотенец шириной 3 дюйма (76,2 мм) или 1 дюйм (25,4 мм), выдерживаемых в атмосфере в условиях температуры  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $73,4 \pm 1^\circ\text{F}$ ) и относительной влажности 50% в течение двух часов. Исследование при растяжении осуществляется при скорости траверсы составляющей 2 дюйма в минуту (50,8 мм/мин). Соотношение прочности при растяжении бу-

мажного изделия представляет собой соотношение прочности при растяжении изделия в машинном направлении изделия и прочности при растяжении изделия в поперечном направлении. Аналогичным образом, соотношение деформации при растяжении бумажного изделия представляет собой соотношение растяжения при разрыве изделия при его растяжении в машинном направлении и в поперечном направлении.

Согласно вариантам осуществления настоящего изобретения предлагаются бумажные изделия, которые имеют соотношение прочности при растяжении, составляющее менее чем приблизительно 1,1, и согласно следующим вариантам осуществления предлагаются бумажные изделия, которые имеют соотношение прочности при растяжении, составляющее менее чем приблизительно 1,0. Как должны понимать специалисты в данной области техники, эти соотношение прочности при растяжении составляют менее чем соотношения прочности при растяжении для других изделий, которые известны в технике. Следовательно, бумажные изделия согласно настоящему изобретению проявляют более высокую прочность при растяжении в поперечном направлении, чем другие бумажные изделия, известные в технике. Результат заключается в том, что бумажные изделия согласно настоящему изобретению имеют более постоянную прочность при растяжении во всех направлениях, т.е. прочность при растяжении является приблизительно одинаковой в машинном направлении и в поперечном направлении изделий.

Помимо толщины, абсорбирующей способности и свойств при растяжении, существуют и другие свойства, которые имеют большое значение для бумажных изделий. Например, как обсуждается выше, в высокой степени является желательной ощущаемая мягкость бумажных изделий, таких как абсорбирующие полотенца для рук. Но в то же самое время мягкость обычно обратно пропорциональна абсорбирующей способности и толщине бумажных изделий. Хотя бумажные изделия согласно настоящему изобретению имеют более высокую абсорбирующую способность и толщину, чем сравнительные бумажные изделия, эти бумажные изделия не демонстрируют значительное уменьшение мягкости по сравнению с другими бумажными изделиями. Это можно наблюдать при проведении исследований ощущаемой мягкости бумажных изделий. Ощущаемая мягкость бумажных изделий может определяться с участием группы подготовленных испытателей при исследовании в условиях, предусмотренных стандартами Технической ассоциации целлюлозно-бумажной промышленности (ТАРР), включающих температуру от 71,2 до 74,8°F (от 21,8 до 23,8°C) и относительную влажность от 48 до 52%. Оценка мягкости осуществляется на основании сравнения с рядом имеющих заданные значения мягкости эталонных материалов, которые всегда являются доступными для каждого из подготовленных испытателей во время проведения исследования. Эти подготовленные испытатели непосредственно сравнивают исследуемые образцы с эталонными материалами, чтобы определять уровни мягкости исследуемых образцов. Подготовленные испытатели затем определяют численные оценки конкретных бумажных изделий, причем чем больше эта численная оценка ощущаемой мягкости, тем выше ощущаемая мягкость. Как будет продемонстрировано в конкретных примерах бумажных изделий согласно настоящему изобретению, которые описаны ниже, ощущаемая мягкость бумажных изделий согласно настоящему изобретению является очень хорошей, даже несмотря на то что изделия согласно настоящему изобретению имеют более высокие значения толщины и абсорбирующей способности, чем другие известные бумажные изделия.

Специалисты в данной области техники понимают, что существуют и другие разнообразные важные свойства бумажных изделий, такие как поверхностная плотность или пухлость, прочность при растяжении, модуль упругости при растяжении, абсорбирующая способность, средние геометрические значения растяжения при разрыве и модуля упругости при растяжении и т.д. В частности, экономическое значение поверхностной плотности или пухлости для производства бумаги обсуждается выше. Другие свойства бумажных изделий согласно настоящему изобретению представлены в конкретных примерах, которые описаны ниже.

Чтобы продемонстрировать превосходные свойства бумажных изделий согласно настоящему изобретению, были проведены эксперименты, в которых были изготовлены изделия с использованием процесса СВВ на бумагоделательной машине, имеющей общую конфигурацию, которая проиллюстрирована на фиг. 1 и описана выше. В этих экспериментах в бумагоделательной машине была использована структурирующая ткань, проиллюстрированная на фиг. 3 и имеющая свойства, представленные на фиг. 12А и в табл. 3. Конкретные экспериментальные условия этих исследований проиллюстрированы в табл. 4.

Таблица 4

	Эксперименты А	Эксперименты В	Эксперименты С	Эксперименты D	Эксперименты Е
Состав	60% B16, 40% B10, Бумажный брак при наличии; Слой американского сушильного барабана 100% B16				
Лабораторная поверхность плотность в сухом состоянии (фунтов/500 листов)	≥ 14,8	14,7	14,8	13,9	14,8
Лабораторная поверхность плотность при влагосодержании 3% (фунтов/500 листов)	≥ 15,3	15,1	15,3	14,3	15,3
Соотношение скоростей полотна и ткани	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Поток из напорного бака (галлон в минуту/дюйм)	163	163	163	163	163
Крепление ткани	< 22%	12%	23%	12%	23%
Крепление катушки	0%	1%	1%	1%	1%
Шлам при флотации растворенным воздухом	Канализационный	Канализационный	Канализационный	Канализационный	Канализационный
Два рафинера ламинарного потока, лошадиная сила-секунда/тонна	Регулируется по мере необходимости				
Рафинирующая коническая мельница, лошадиная сила-секунда/тонна	Регулируется по мере необходимости				
Рафинирующая коническая мельница, направление слоя	Воздух	Воздух	Воздух	Воздух	Воздух
Скорость американского сушильного барабана (футов в минуту)	3850	4000	4000	4000	4000
Выпуск СВВ (мг/м <sup>2</sup> )	65	65	65	65	65
Прочность полимера во влажном состоянии по прибору Amrez 100 HP от компании Georgia Pacific (фунт/тонна)	16,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости	13,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости	16,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости	15,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости	19,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости
Карбоксиметилцеллюлоза (фунт/тонна)	5,5 фунт/т и регулируется по мере необходимости	3,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости	5,5 фунт/т и регулируется по мере необходимости	5,0 фунт/т и регулируется по мере необходимости	8,5 фунт/т и регулируется по мере необходимости
Полная плотность покрытия на американском сушильном барабане (мг/м <sup>2</sup> )	30 мг/м <sup>2</sup> и регулируется по мере необходимости	30 мг/м <sup>2</sup> и регулируется по мере необходимости	30 мг/м <sup>2</sup> и регулируется по мере необходимости	30 мг/м <sup>2</sup> и регулируется по мере необходимости	30 мг/м <sup>2</sup> и регулируется по мере необходимости
Разрывитель (фунт/тонна)	0	0	0	0	0
Соотношение поливинилового спирта и полиамид-эпихлоргидрина	56%/44%	56%/44%	56%/44%	56%/44%	56%/44%
Модификатор (мг/м <sup>2</sup> )	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Угол скоса крепирующего лезвия (градусов)	20	20	20	20	20
Влагосодержание после СВВ2	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%
Давление в зазоре СВВ1 (дюймов водяного столба)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Загрузка напорного бака (мл/10 мил образца)	от 0 до -0,5				
Влагосодержание в катушке	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Разделение карбоксиметилцеллюлозы/прочный во влажном состоянии полимер (Y/M/A)	35/30/35	35/30/35	35/30/35	35/30/35	35/30/35
Физические свойства подложки Поверхностная плотность после высушивания (фунтов/500 листов)	15,3(2)	15,1	15,3	14,3	15,3

## 036317

Толщина (мил/8 листов)	16,3 (2A)	128	155	129	150
Прочность при растяжении в машинном направлении (г/3 дюйма)	~140	1430	1430	1430	1430
Прочность при растяжении в поперечном направлении (г/3 дюйма)	1350	1430	1430	1430	1430
Деформация при растяжении в машинном направлении (%)	1350 21	15 390	22 400	15 400	22 400
Прочность во влажном состоянии при растяжении в поперечном направлении (г/3 дюйма)	405	27,0	28,0	28,0	28,0
Соотношение прочности при растяжении в поперечном направлении во влажном и сухом состояниях (%)	30,0 >1,0/1,0	Регулируется по мере необходимости			
Два рафинера ламинарного потока, лошадиная сила-сутки/тонна					

Подложки, изготовленные в экспериментах А-Е, превращали в двухслойные абсорбирующие листы, используя стандартное оборудование для обработки. Процесс обработки включал тиснение с использованием рисунка, описанного в патенте на промышленный образец США № 648137 (данное описание во всей своей полноте включается в настоящий документ посредством ссылки). Глубина проникновения при тиснении составляла 0,075 дюйма (1,905 мм) для некоторых экспериментов, 0,120 дюйма (3,038 мм) для других экспериментов. Конкретные технологические параметры обработки проиллюстрированы в табл. 5.

Таблица 5

Параметр	Значение
Рисунок тиснения	Патент на промышленный образец США № 648137 0,075 дюйма (1,905 мм) и 0,120 дюйма (3,038 мм)
Диаметр валка для тиснения	20 дюймов (508 мм)
Твердость каучукового опорного валка	Дюрометр 55 по шкале Шора (Shore) A
Диаметр каучукового опорного валка	20 дюймов (508 мм)
Толщина каучукового покрытия валка	0,625 дюйма (15,875 мм)
Диаметр сопряженного валка	14 дюймов (355,6 мм)
Твердость сопряженного валка	Дюрометр 93 по шкале Шора A
Зазор подающего валка	0,030 дюйма (0,762 мм)
Скорость линии (перемотки)	850 футов в минуту (4,318 м/с)

Обработанные двухслойные абсорбирующие листы из некоторых экспериментов затем исследовали, чтобы определить характеристики этих листов, такие как абсорбирующая способность, толщина, соотношение прочности при растяжении, соотношение деформации при растяжении и ощущаемая мягкость. Измеренные характеристики проиллюстрированы в табл. 6 и 7. Следует отметить, что обозначение "Н/О" в табл. 6 и 7 показывает, что соответствующий параметр не был определен для конкретного эксперимента.

### 036317

Таблица 6

Эксперимент		Поверхностная плотность (фунтов/500 листов)									
		Толщина (мил/8 листов)									
Изделие 1	31,52	270,8	2448	2502	2475	24,7	10,7	619	24,7	27,3	28,5
Изделие 2	31,95	259,6	2802	3049	2922	23,2	10,2	831	27,0	27,5	28,8
Изделие 3	32,27	260,2	2823	3065	2941	23,4	10,1	829	27,4	27,4	28,5
Изделие 4	31,94	266,6	2623	2694	2658	23,0	10,6	741	27,4	27,4	28,8
Изделие 5	32,19	259,6	2775	3118	2941	24,0	10,2	889	27,1	27,1	28,5
Изделие 6	31,94	263,1	2673	2945	2805	23,2	10,3	847	27,0	27,0	28,8
Изделие 7	31,54	262,8	2547	2742	2642	23,1	10,3	817	27,4	27,4	28,8
Изделие 8	31,93	263,7	2406	2725	2560	23,7	10,1	777	27,0	27,0	28,5
Изделие 9	32,00	262,9	2492	2967	2719	23,5	10,0	814	27,4	27,4	28,5
Изделие 10	27,73	229,6	2103	2176	2139	21,5	10,3	597	27,1	27,1	28,8
Изделие 11	29,25	223,9	2794	2669	2730	15,2	8,6	723	27,4	27,4	28,8
Изделие 12	30,92	235,3	3219	3097	3157	15,2	8,5	850	27,4	27,4	28,5
Изделие 13	31,33	216,2	3054	2863	2957	14,4	7,5	774	27,0	27,0	28,5
Изделие 14	31,41	221,1	2901	3006	2953	14,3	7,6	789	26,3	26,3	28,8
Изделие 15	30,28	221,0	2764	2810	2787	14,2	7,3	781	27,8	27,8	28,8
Изделие 16	31,22	218,6	3143	3132	3138	14,8	8,0	804	25,7	25,7	28,8
Изделие 17	30,95	216,3	2727	2627	2676	15,2	8,0	659	25,1	25,1	28,8
Изделие 18	31,30	217,4	3033	2837	2933	16,5	8,1	767	27,0	27,0	28,8
Изделие 19	31,15	219,9	3099	2921	3008	15,4	7,9	708	24,2	24,2	28,8
Изделие 20	31,68	216,7	3111	3120	3115	15,9	8,1	781	25,0	25,0	28,8
Изделие 21	31,56	222,5	2803	2619	2709	16,7	8,2	687	26,2	26,2	28,8
Изделие 22	31,44	215,4	3031	2975	3003	15,6	7,0	779	26,2	26,2	28,8
Изделие 23	31,54	222,5	3514	3168	3336	15,4	7,8	884	27,9	27,9	28,8
Изделие 24	31,48	219,6	3403	3519	3460	15,3	7,8	948	26,9	26,9	28,8

Таблица 7

Эксперимент		Соотношение прочности при деформации в сухом состоянии и в машинном состоянии при измерении по методу Финча (%)									
		Соотношение прочности во влажном состоянии при измерении по методу Финча (%)									
Изделие 1	582	679	13,2	0,27	152,7	41,7	4,96	11,9	5,8	2,31	0,98
Изделие 2	752	708	13,6	0,34	189,8	59,6	4,94	11,6	5,5	2,27	0,92
Изделие 3	784	705	13,4	0,39	189,3	60,3	4,94	12,0	5,3	2,30	0,92
Изделие 4	698	706	13,6	0,37	169,8	50,0	4,98	10,8	5,9	2,17	0,97
Изделие 5	727	729	13,9	0,40	188,4	61,0	5,03	12,8	5,3	2,36	0,89
Изделие 6	768	716	13,8	0,40	180,6	55,8	5,01	11,4	5,3	2,24	0,91
Изделие 7	664	730	14,2	0,40	171,3	50,8	5,02	11,4	5,7	2,24	0,93
Изделие 8	698	716	13,8	0,39	165,5	52,9	5,03	10,6	5,8	2,35	0,88
Изделие 9	680	726	13,9	0,40	177,0	52,3	5,06	11,3	5,65	2,34	0,84
Изделие 10	669	674	14,9	0,38	144,5	44,0	5,95	5,9	H/O	2,09	0,97
Изделие 11	674	629	13,2	0,27	238,1	63,2	4,79	12,9	H/O	1,77	1,05
Изделие 12	834	598	11,9	0,30	277,5	63,9	5,35	12,4	5,2	834	H/O
Изделие 13	674	566	11,1	0,26	281,1	H/O	H/O	H/O	6,1	674	H/O
Изделие 14	735	569	11,1	0,24	284,0	H/O	H/O	H/O	5,9	735	H/O
Изделие 15	H/O	577	11,7	0,27	273,8	H/O	H/O	H/O	5,9	H/O	H/O
Изделие 16	H/O	554	10,9	0,24	289,1	H/O	H/O	H/O	5,8	H/O	H/O
Изделие 17	H/O	571	11,3	0,26	243,1	H/O	H/O	H/O	6,6	H/O	H/O
Изделие 18	H/O	553	10,9	0,25	255,8	H/O	H/O	H/O	6,2	H/O	H/O
Изделие 19	H/O	581	11,5	0,26	273,9	H/O	H/O	H/O	6,0	H/O	H/O
Изделие 20	H/O	547	10,6	0,26	274,7	H/O	H/O	H/O	5,6	H/O	H/O
Изделие 21	H/O	549	10,7	0,25	231,5	H/O	H/O	H/O	6,0	H/O	H/O
Изделие 22	H/O	562	11,0	0,30	269,3	H/O	H/O	H/O	5,8	H/O	H/O
Изделие 23	H/O	597	11,6	0,31	308,7	H/O	H/O	H/O	5,6	H/O	H/O
Изделие 24	H/O	604	11,8	0,36	316,6	H/O	H/O	H/O	5,3	H/O	H/O

Сочетание высокой толщины и хорошей абсорбирующей способности бумажных изделий согласно настоящему изобретению не обнаруживается в других бумажных изделиях, известных в технике. Свидетельство этого можно наблюдать на фиг. 13, которая представляет абсорбирующую способность в зависимости от толщины изделий, изготовленных согласно технологиям, которые описаны выше. Фиг. 13 также представляет сравнительные двухслойные и сравнительные трехслойные абсорбирующие изделия, изготовленные патентообладателем настоящей заявки, а также другими производителями. Эти сравнительные двухслойные и трехслойные изделия включают изделия, изготовленные в процессе производства бумаги с помощью структурирующих сеток, а также двухслойные изделия, изготовленные с помощью структурирующих лент вместо структурирующих сеток. Как можно видеть из этих данных, все экспериментальные изделия согласно настоящему изобретению демонстрируют превосходное сочетание толщины и абсорбирующей способности. В частности, двухслойные экспериментальные изделия имели толщину, составляющую по меньшей мере приблизительно 255 мил/8 листов (809,625 мкм/лист), и абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 650 г/м<sup>2</sup>. Кроме того, некоторые из экспериментальных изделий имели абсорбирующую способность, составляющую более чем 700 г/м<sup>2</sup>, а четыре экспериментальных изделия имели толщину, составляющую более чем 265 мил/8 листов (841,375 мкм/лист). С другой стороны, ни одно из двухслойных сравнительных изделий не имело сочетания толщины и абсорбирующей способности двухслойных экспериментальных изделий. Единственное изделие, которое имело такое сочетание абсорбирующей способности и толщины, представляло собой трехслойное сравнительное изделие. Разумеется, как должны понимать специалисты в данной области техники, расходы, связанные с изготовлением трехслойных изделий, значительно превышают соответствующие расходы для двухслойных изделий.

Как подробно обсуждается выше, абсорбирующая способность и толщина бумажных изделий, как правило, находятся в обратном соотношении с ощущаемой мягкостью бумажных изделий.

Данные в табл. 6 и 7 в совокупности с данными, проиллюстрированными на фиг. 13, демонстрируют превосходное сочетание абсорбирующей способности, толщины и мягкости в случае изделий согласно настоящему изобретению. Хотя бумажные изделия согласно настоящему изобретению демонстрируют высокие значения абсорбирующей способности и толщины, мягкость бумажных изделий, которую показывают значения ощущаемой мягкости, представленные в табл. 6 и 7, все же оказывалась относительно высокой. В качестве сравнения аналогичные имеющиеся в продаже полотенца для рук могут, как правило, иметь ощущаемую мягкость, составляющую от 5,1 до 6,8.

Фиг. 14 представляет дополнительные свойства экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению, а также дополнительные свойства сравнительных двухслойных и трехслойных изделий. В частности, фиг. 14 представляет в сравнении соотношение прочности при растяжении и толщины для экспериментальных изделий и таких же сравнительных изделий, которые проиллюстрированы на фиг. 13. Все экспериментальные изделия имели соотношение прочности при растяжении, составляющее менее чем приблизительно 1,00, и абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 650 г/м<sup>2</sup>. Более конкретно, экспериментальные изделия имели соотношение прочности при растяжении, составляющее от приблизительно 0,85 до приблизительно 1,0. С другой стороны, в большинстве своем сравнительные изделия имели соотношение прочности при растяжении, составляющее более чем 1,00. Как обсуждается выше, соотношение прочности при растяжении, которое имеют экспериментальные изделия, приводит к тому, что изделия имеют более устойчивую прочность во всех направлениях. Сравнительные изделия, у которых соотношение прочности при растяжении составляет значительно более чем 1,0, не обладают устойчивой прочностью во всех направлениях и вместо этого проявляют значительно более высокую прочность в машинном направлении, чем в поперечном направлении.

Следующие отличительные свойства изделий согласно настоящему изобретению можно наблюдать на фиг. 15-17. Фиг. 15 демонстрирует абсорбирующую способность как функцию соотношения прочности при растяжении для экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению и для сравнительных бумажных изделий. Как обсуждается выше, двухслойные экспериментальные изделия имели абсорбирующую способность, составляющую по меньшей мере приблизительно 650 г/м<sup>2</sup>, и соотношение прочности при растяжении, составляющее от приблизительно 0,85 до приблизительно 1,0. Как очевидно демонстрирует фиг. 15, такое сочетание абсорбирующей способности и соотношения прочности при растяжении позволяет отличать экспериментальные изделия от двухслойных и трехслойных сравнительных изделий. Фиг. 16 и 17 представляют соотношение деформации при растяжении в сопоставлении с абсорбирующей способностью и толщиной, соответственно, для экспериментальных изделий согласно настоящему изобретению и сравнительных изделий. И в этом случае можно видеть, что экспериментальные изделия демонстрируют уникальные сочетания свойств, которые не обнаруживаются ни в одном из сравнительных изделий.

Хотя представленные выше конкретные примеры изделий, как правило, имеют узкие интервалы параметров, таких как поверхностная плотность, абсорбирующую способность, толщина и т.д., которые являются решающими для конкретных товарных изделий, таких как полотенца для рук, для специалистов в данной области техники является очевидным, что технологии и способы, описанные в настоящем документе, могут использоваться для производства разнообразных изделий. Чтобы продемонстрировать

большой объем настоящего изобретения, были изготовлены разнообразные подложки с использованием технологии, которые описаны выше и включают процесс СВВ, на бумагоделательной машине, имеющей конфигурацию, которая проиллюстрирована на фиг. 1, с применением структурирующей ткани, представленной на фиг. 3 и 12А и в табл. 3 и 4. Свойства этих подложек проиллюстрированы в табл. 8.

Таблица 8

Подложка	Поверхностная плотность (фунт/500 листов)	Толщина (мил/8 листов)	Прочность при растяжении в машинном направлении (г/3 дюйма)	Растяжение разрыве машинном направлении (%)	Прочность при растяжении в поперечном направлении (г/3 дюйма)	Соотношение прочности при растяжении	Прочность при растяжении во влажном состоянии в поперечном направлении, измеренная по методу Финча (г/3 дюйма)
1	17,4	158	1752	26,3	1835	0,96	514
2	15,7	158	1284	24,6	1415	0,91	416
3	15,7	164	1617	27,0	1292	1,26	398
4	14,5	143	1431	7,1	1397	1,03	418
5	13,5	138	1403	15,5	1285	1,09	406
6	12,6	134	1429	13,8	1338	1,07	420
7	12,7	117	1466	11,7	1447	1,02	403
8	12,9	114	1525	11,4	1447	1,06	432
9	13,1	133	1397	15,8	1456	0,96	419
10	12,3	122	1470	13,3	1440	1,02	423
11	23,3	159	2654	27,9	2593	1,02	660
12	23,3	162	3309	27,0	3158	1,05	898
13	25,0	160	2738	27,2	2772	0,99	661

Результаты, представленные в табл. 8, демонстрируют широкий диапазон свойств, включая поверхностную плотность, толщину и прочность во влажном состоянии при растяжении в поперечном направлении, которые можно придавать изделиям согласно настоящему изобретению. Не ограничиваясь теорией, авторы считают, что эти свойства становятся, по меньшей мере, частично возможными благодаря уникальной природе структурирующей ткани, используемой для формования изделий. Например, как обсуждается выше, плоскостной объемный индекс структурирующей ткани производит значительное воздействие на свойства изделий, и плоскостной объемный индекс структурирующей ткани значительно отличается от плоскостных объемных индексов других структурирующих сеток, которые известны в технике.

Хотя изобретение было описано согласно некоторым конкретным вариантам осуществления, многочисленные дополнительные модификации и видоизменения становятся очевидными для специалистов в данной области техники в свете настоящего описания. Таким образом, следует понимать, что настоящее изобретение можно практически осуществлять иначе, чем представляет данное конкретное описание. Поэтому примерные варианты осуществления настоящего изобретения следует рассматривать во всех отношениях как иллюстративные и неограничительные, и объем настоящего изобретения должен определяться формулой изобретения, основу которой составляет данная заявка со своими эквивалентами, а не представленное выше описание.

### Промышленная применимость

Изобретение может использоваться для изготовления желательных бумажных изделий, таких как полотенца для рук. Таким образом, изобретение является пригодным для применения в производстве бумажных изделий.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления бумажного изделия, согласно которому:

а) формируют влажное целлюлозное полотно на части структурирующей ткани в бумагоделательной машине;

б) обезвоживают без уплотнения целлюлозное полотно на структурирующей ткани; и

с) высушивают целлюлозное полотно для формирования бумажного изделия,

при этом часть структурирующей ткани, на которой формируют целлюлозное полотно, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26,

причем плоскостной объемный индекс включает в себя два показателя: относительную контактную площадь (CAR) и эффективный объем углубления (EPV),

причем относительную контактную площадь определяют как отношение контактной площади, образованной выступами на структурирующей ткани, к открытой площади на стороне структурирующей ткани, контактирующей с полотном,

причем эффективный объем углубления определяют как среднеарифметический объем углублений

в структурирующей ткани, в которые могут перемещаться целлюлозные волокна полотна при бумагоделании,

причем плоскостной объемный индекс определяют как произведение относительной контактной площади (CAR) и эффективного объема углубления (EPV), умноженное на сто.

2. Способ по п.1, согласно которому плоскостной объемный индекс составляет от приблизительно 26 до приблизительно 30,5.

3. Способ по п.1, согласно которому контактная площадь части структурирующей ткани полностью образована выступами на основных нитях структурирующей ткани.

4. Способ по п.1, согласно которому дополнительно используют композицию для формования целлюлозного полотна, причем композиция включает длинные целлюлозные волокна, имеющие линейную плотность, составляющую по меньшей мере приблизительно 15,5 мг/100 мм.

5. Способ по п.1, согласно которому часть структурирующей ткани, на которой образовано целлюлозное полотно, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26 (i) в начальном периоде, на котором целлюлозное полотно образуется в бумагоделательной машине, и (ii) после того как структурирующая ткань пройдет около 950000 циклов работы бумагоделательной машины.

6. Способ по п.5, согласно которому контактная площадь части структурирующей ткани полностью образована выступами на основных нитях структурирующей ткани.

7. Способ по п.5, согласно которому плоскостной объемный индекс составляет от приблизительно 26 до приблизительно 30,5 (i) в начальном периоде, на котором целлюлозное полотно образуется в бумагоделательной машине, и (ii) после того как структурирующая ткань пройдет около 950000 циклов работы бумагоделательной машины.

8. Способ по п.5, согласно которому дополнительно используют композицию, использованную для формования целлюлозного полотна, причем композиция включает длинные целлюлозные волокна, имеющие линейную плотность, составляющую по меньшей мере приблизительно 15,5 мг/100 мм.

9. Способ по п.1, согласно которому часть структурирующей ткани, на которой образовано целлюлозное полотно, имеет корректированный плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 27.

10. Способ по п.9, согласно которому корректированный плоскостной объемный индекс составляет от приблизительно 27 до приблизительно 31,5.

11. Способ по п.9, согласно которому контактная площадь части структурирующей ткани полностью образована выступами на основных нитях структурирующей ткани.

12. Способ по п.9, согласно которому дополнительно используют композицию для формования целлюлозного полотна, причем композиция включает длинные целлюлозные волокна, имеющие линейную плотность, составляющую по меньшей мере приблизительно 15,5 мг/100 мм.

13. Способ по п.9, согласно которому корректированный плоскостной объемный индекс определяется как произведение относительной контактной площади (CAR) и эффективного объема углубления (EPV), умноженное на сто, при вычислении с использованием способа элементарной ячейки, имеющей форму непрямоугольного параллелограмма.

14. Способ по п.1, согласно которому часть структурирующей ткани, на которой сформировано целлюлозное полотно, имеет корректированный плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 27, (i) в начальном периоде, на котором целлюлозное полотно образуется в бумагоделательной машине, и (ii) после того как структурирующая ткань пройдет около 950000 циклов работы бумагоделательной машины.

15. Способ по п.14, согласно которому контактная площадь части структурирующей ткани полностью образована выступами на основных нитях структурирующей ткани.

16. Способ по п.14, согласно которому плоскостной объемный индекс составляет от приблизительно 27 до приблизительно 30,5 в течение (i) начального периода, на котором формируют целлюлозное полотно на структурирующей ткани, и (ii) после работы структурирующей ткани в течение приблизительно 950000 циклов работы бумагоделательной машины.

17. Способ по п.14, согласно которому дополнительно используют композицию для формования целлюлозного полотна, причем композиция включает длинные целлюлозные волокна, имеющие линейную плотность, составляющую по меньшей мере приблизительно 15,5 мг/100 мм.

18. Бумагоделательная машина для изготовления бумажных изделий с использованием способа сквозного высушивания воздухом, содержащая:

а) напорный бак для подачи водной композиции;

б) структурирующую ткань, имеющую поверхность с контактной площадью и выполненную с возможностью (i) размещения композиции из напорного бака на поверхности для формирования целлюлозного полотна из композиции и (ii) обезвоживания без уплотнения целлюлозного полотна; и

с) по меньшей мере одну сквозную воздушную сушилку для высушивания целлюлозного полотна на структурирующей ткани,

причем часть структурирующей ткани, на которой осуществляется формование целлюлозного полотна, имеет плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 26,

причем плоскостной объемный индекс включает в себя два показателя: относительную контактную площадь (CAR) и эффективный объем углубления (EPV),

причем относительная контактная площадь определена как отношение контактной площади, образованной выступами на структурирующей ткани, к открытой площади на стороне структурирующей ткани, контактирующей с полотном,

причем эффективный объем углубления определен как среднеарифметический объем углублений в структурирующей ткани, в которые могут перемещаться целлюлозные волокна полотна при бумагоделании,

причем плоскостной объемный индекс определен как произведение относительной контактной площади (CAR) и эффективного объема углубления (EPV), умноженное на сто.

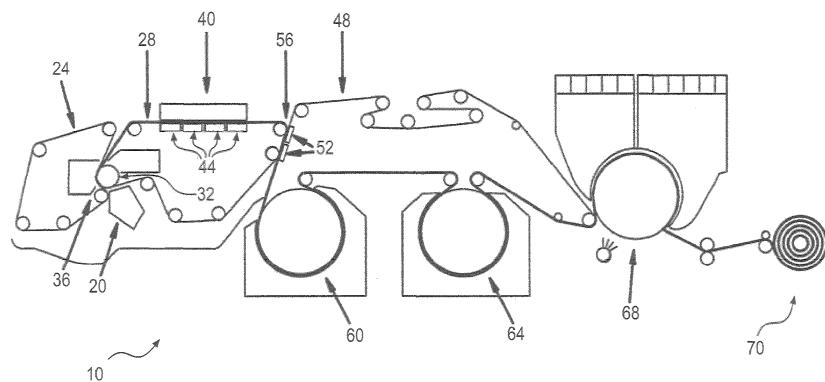
19. Бумагоделательная машина по п.18, в которой плоскостной объемный индекс составляет от приблизительно 26 до приблизительно 30,5.

20. Бумагоделательная машина по п.18, в которой контактная площадь структурирующей ткани полностью образована выступами на основных нитях структурирующей ткани.

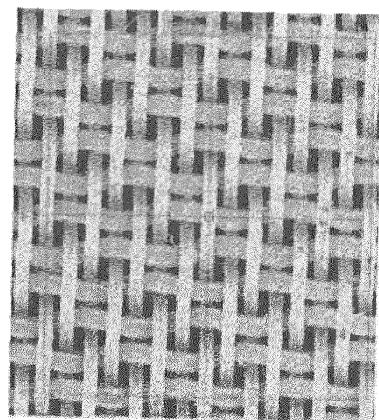
21. Бумагоделательная машина по п.18, в которой часть структурирующей ткани, на которой образовано целлюлозное полотно, имеет корректированный плоскостной объемный индекс, составляющий по меньшей мере приблизительно 27.

22. Бумагоделательная машина по п.21, в которой корректированный плоскостной объемный индекс составляет от приблизительно 27 до приблизительно 31,5.

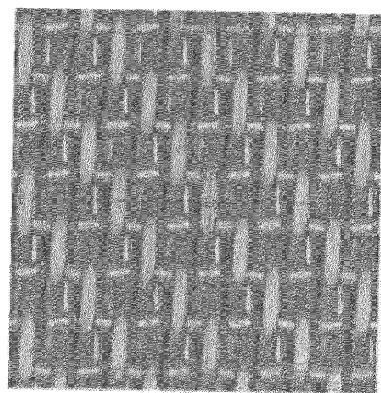
23. Бумагоделательная машина по п.21, в которой контактная площадь части структурирующей ткани полностью образована выступами на основных нитях структурирующей ткани.



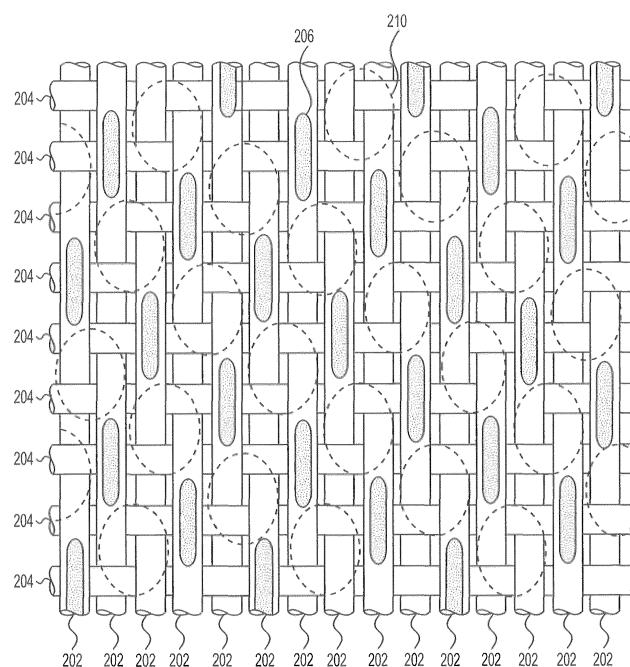
Фиг. 1



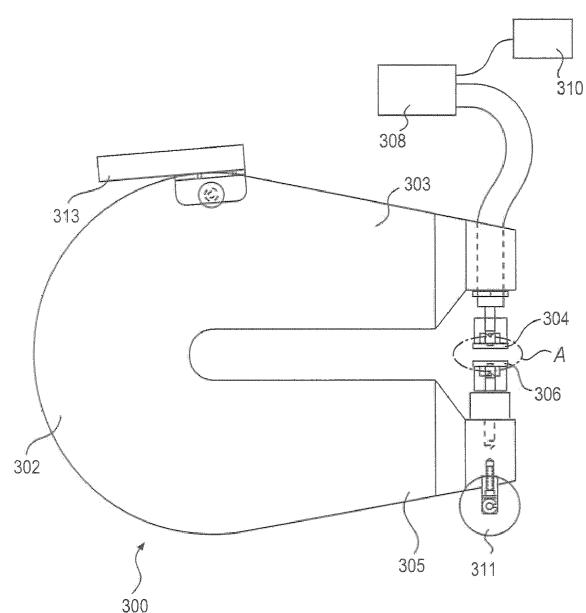
Фиг. 2А



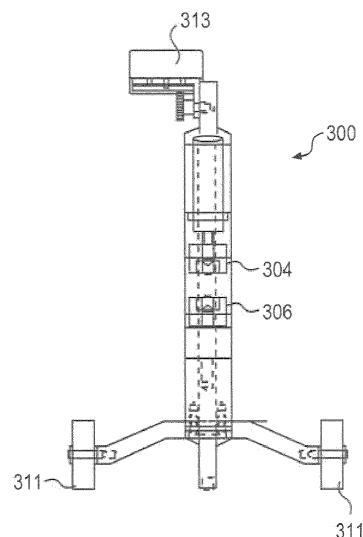
Фиг. 2В



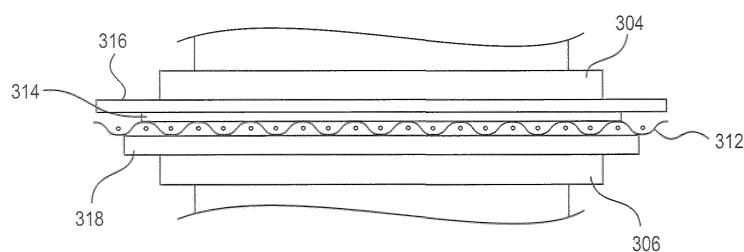
Фиг. 3



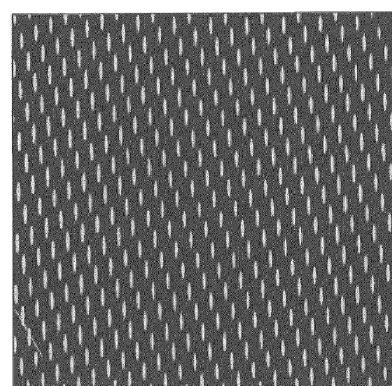
Фиг. 4А



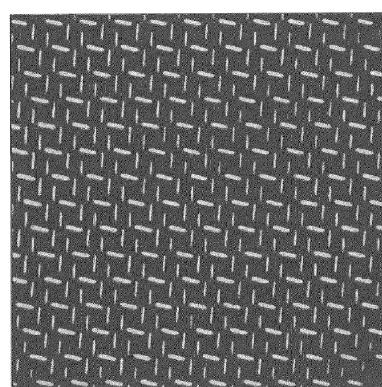
Фиг. 4В



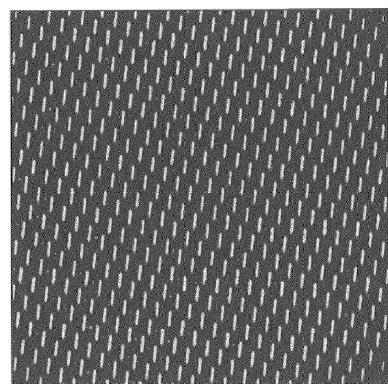
Фиг. 5



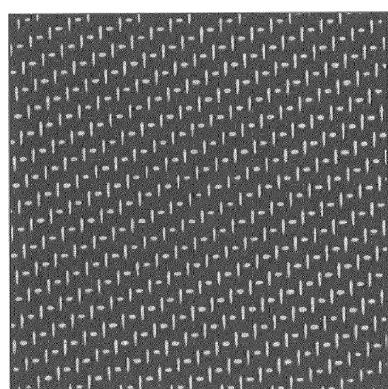
Фиг. 6А



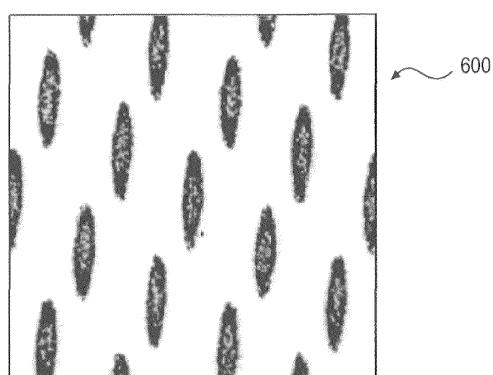
Фиг. 6В



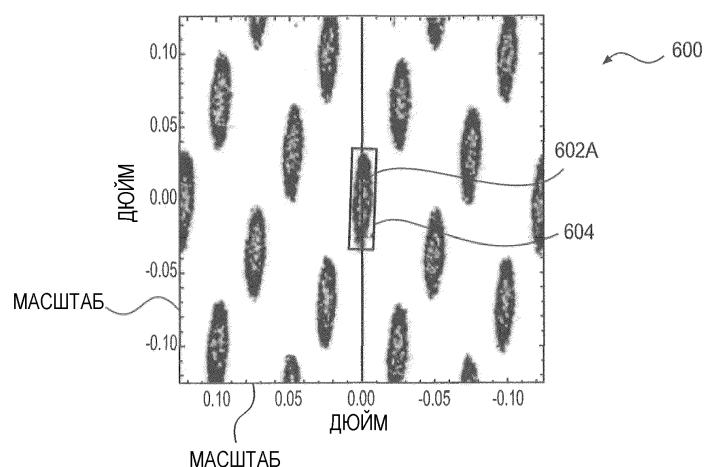
Фиг. 6С



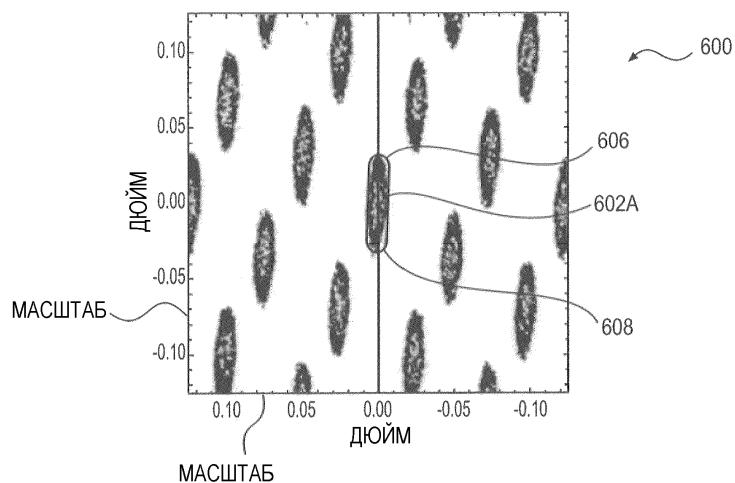
Фиг. 6Д



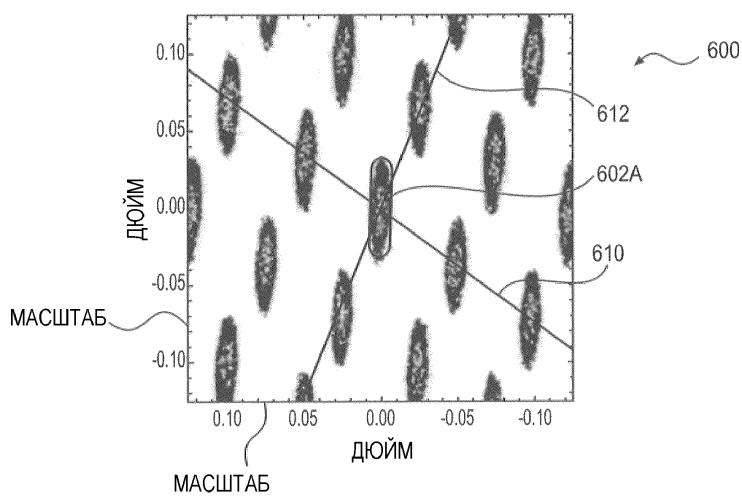
Фиг. 7А



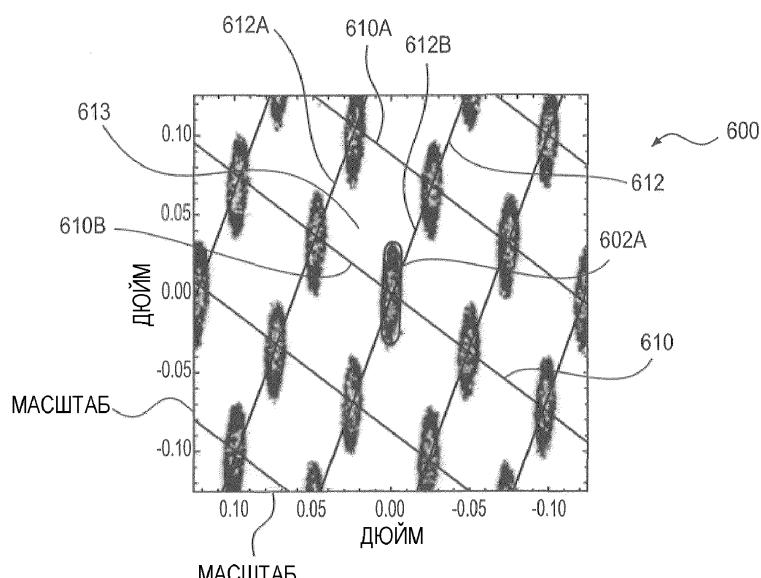
Фиг. 7В



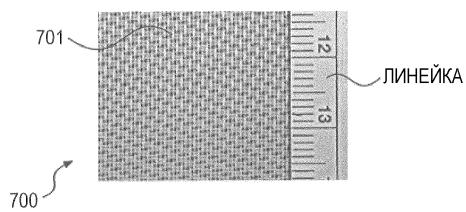
Фиг. 7С



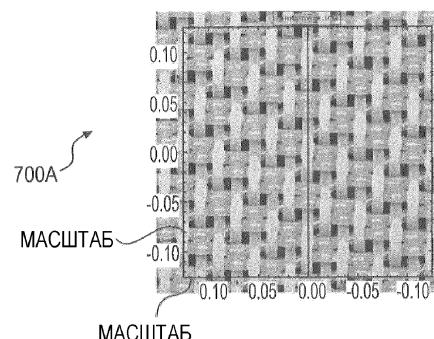
Фиг. 7Д



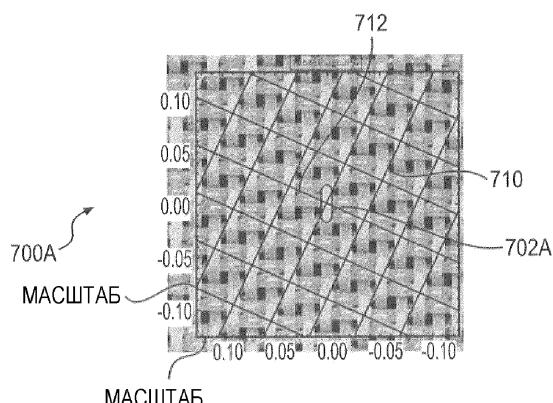
Фиг. 7Е



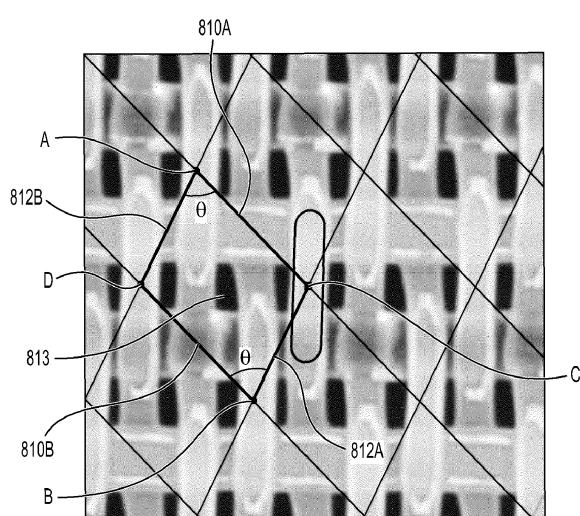
Фиг. 8А



Фиг. 8В

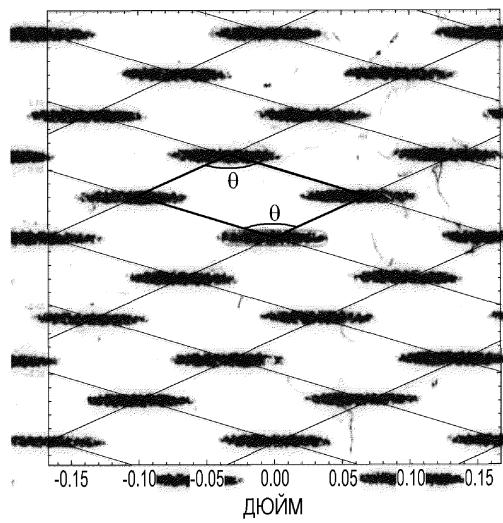


Фиг. 8С

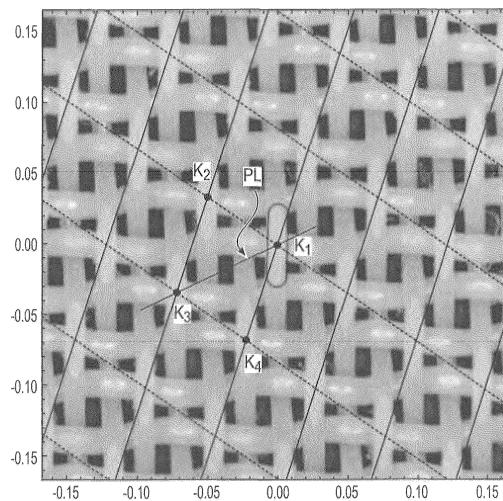


Фиг. 9А

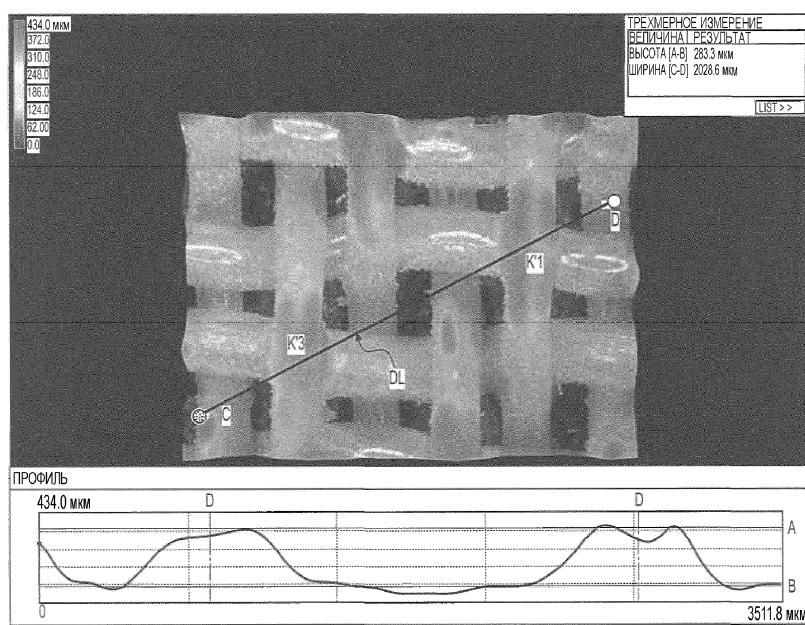
**036317**



**Фиг. 9В**



**Фиг. 10**



**Фиг. 11**

-ПОЛОТНО	ОБРАЗЕЦ А	ОБРАЗЕЦ В	ОБРАЗЕЦ С	ОБРАЗЕЦ Д
Отпечаток под давлением				
Относительная контактная площадь (ОКП) (мм)	0.23	0.26	0.30	0.32
Эффективный объем углубления (мм <sup>3</sup> )	1.28	1.20	1.00	0.83
Плоскостной объемный индекс = ОКП x ЭОУ V x 100	29.00	30.53	29.89	26.23
ОКП (мм) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.21	0.23	0.27	0.29
ЭОУ (мм <sup>3</sup> ) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	1.45	0.96	1.36	1.16
Исправленный плоскостной объемный индекс	29.85	31.48	31.13	27.42

Фиг. 12А

ПОЛОТНО	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 1	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 2	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 3	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 4
Отпечаток под давлением				
Относительная контактная площадь (ОКП) (мм)	0.19	0.24	0.24	0.33
Эффективный объем углубления (мм <sup>3</sup> )	0.43	0.30	0.26	0.18
Плоскостной объемный индекс = ОКП x ЭОУ V x 100	8.02	7.14	6.22	6.14
ОКП (мм) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.19	0.24	0.24	0.31
ЭОУ (мм <sup>3</sup> ) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.43	0.30	0.26	0.20
Исправленный плоскостной объемный индекс	8.06	7.15	6.27	6.34

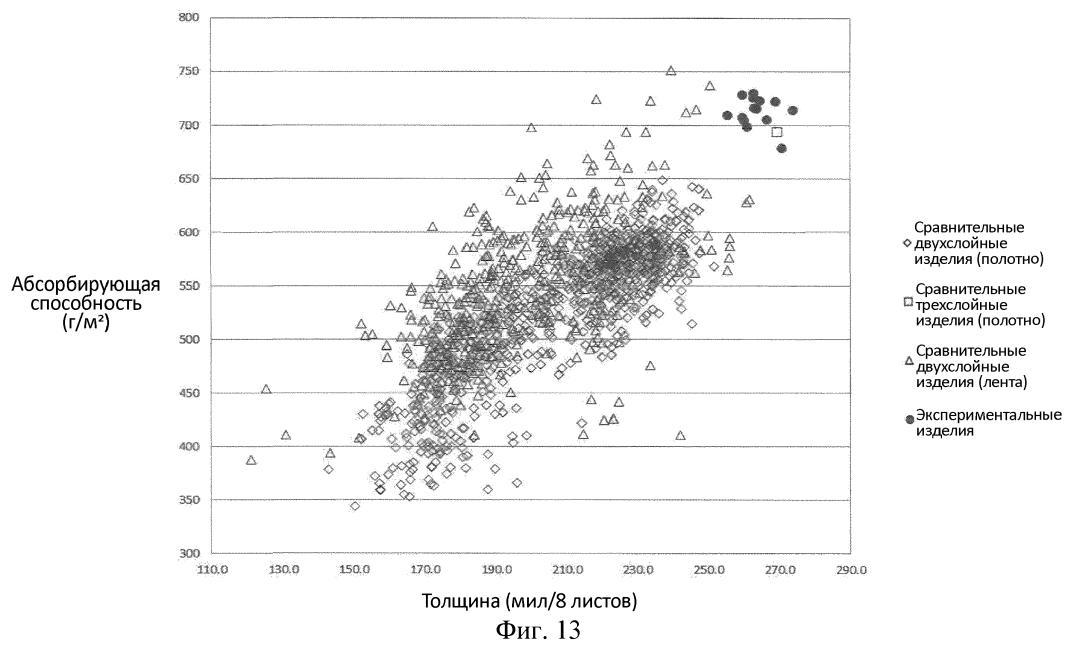
Фиг. 12В

ПОЛОТНО	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 5	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 6	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 7	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 8
Отпечаток под давлением				
Относительная контактная площадь (ОКП) (мм)	0.28	0.23	0.25	0.19
Эффективный объем углубления (мм <sup>3</sup> )	0.30	0.59	0.72	0.46
Плоскостной объемный индекс = ОКП x ЭОУ V x 100	8.39	13.47	18.13	8.78
ОКП (мм) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.28	0.22	0.24	0.17
ЭОУ (мм <sup>3</sup> ) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.31	0.63	0.77	0.52
Исправленный плоскостной объемный индекс	8.49	13.64	18.43	8.99

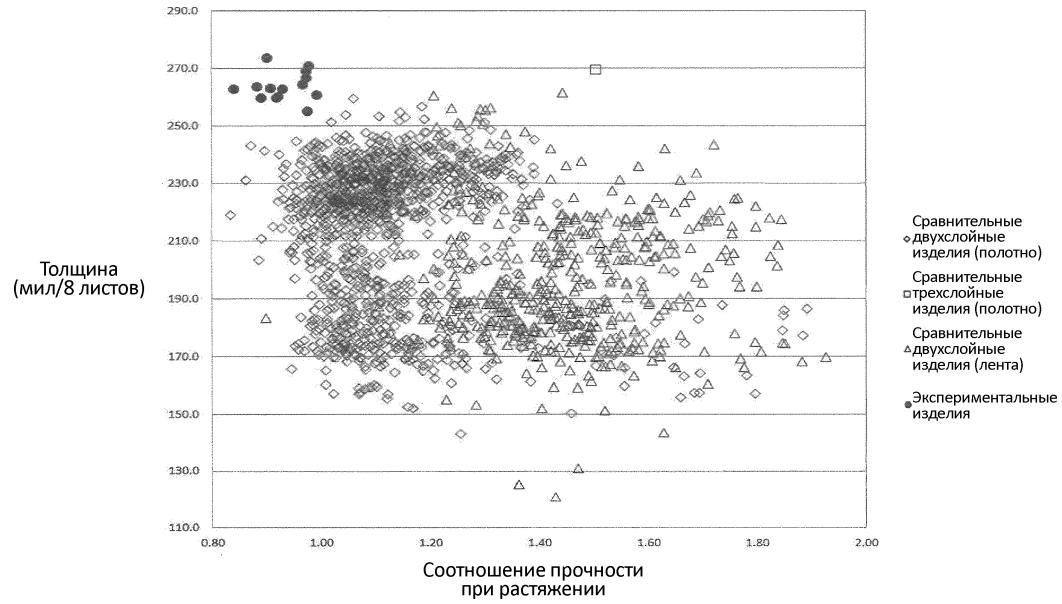
Фиг. 12С

ПОЛОТНО	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 9	СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ 10
Отпечаток под давлением		
Относительная контактная площадь (ОКП) (мм)	0.23	0.37
Эффективный объем углубления (мм <sup>3</sup> )	0.59	0.42
Плоскостной объемный индекс = ОКП x ЭОУ V x 100	13.36	15.54
ОКП (мм) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.23	0.36
ЭОУ (мм <sup>3</sup> ) (элементарная ячейка в форме непрямоугольного параллелограмма)	0.59	0.43
Исправленный плоскостной объемный индекс	13.38	15.48

Фиг. 12Д

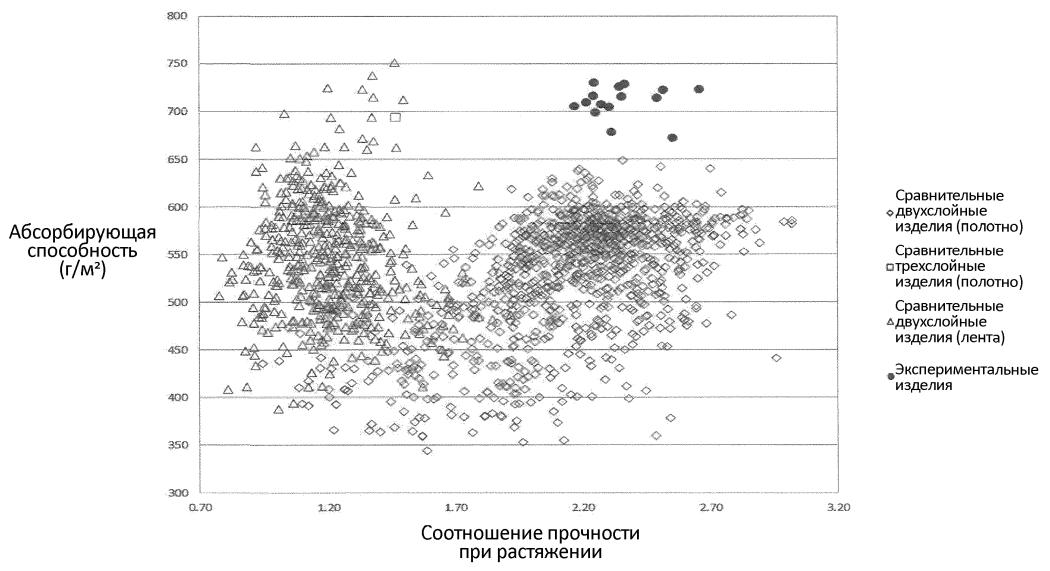
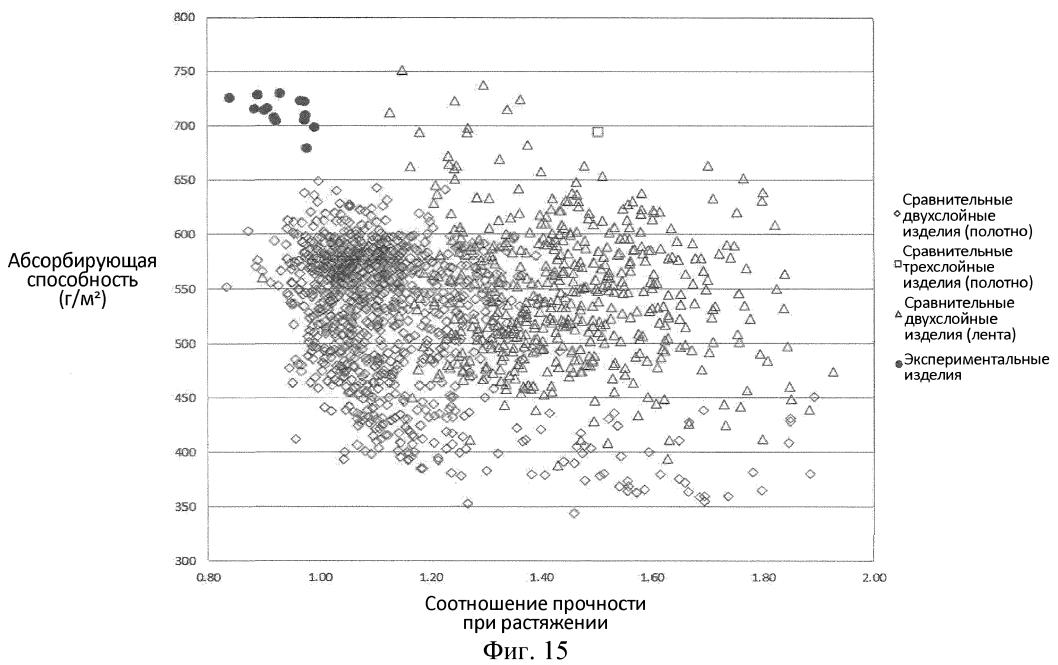


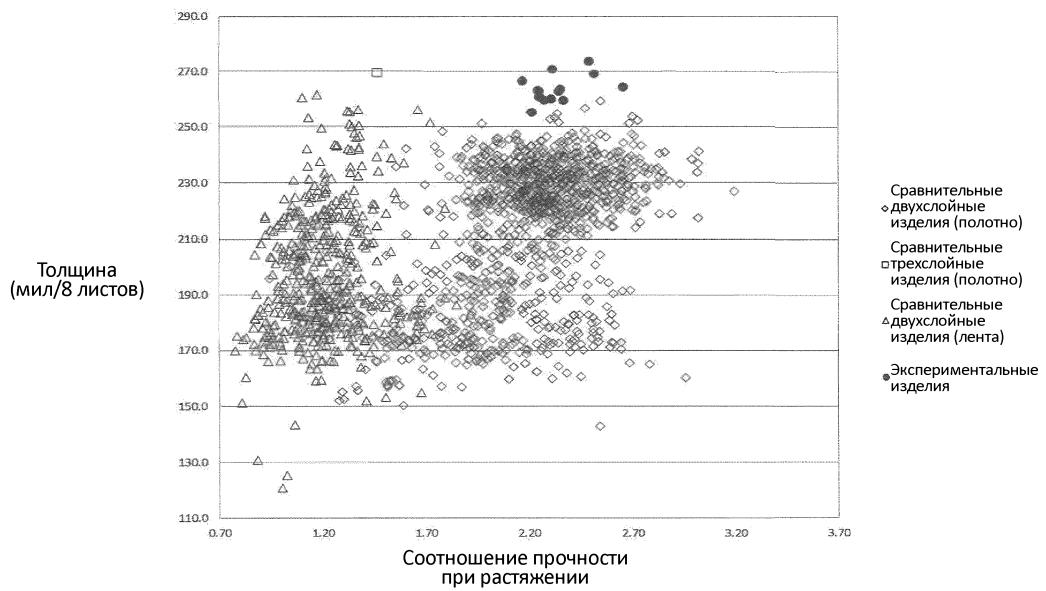
Фиг. 13



Фиг. 14

### 036317





Фиг. 17

