Данное изобретение относится к способу и устройству для вакуумного изолированного обезвоживания, которые применяются при формовании и обезвоживании бумажного полотна и наслойки волокнистой массы в бумажном производстве.

В бумажном производстве хорошо известно, что удаление жидкости из бумажной массы на сетке является важным этапом, гарантирующим качество продукта. Этот процесс выполняется с помощью обезвоживающих шаберов или гидропланок, обычно располагаемых в мокрой части длинносеточной бумагоделательной машины. Следует заметить, что термин обезвоживающий шабер в данном тексте включает ножи или гидропланки, которые оказывают обезвоживающее воздействие на массу, или то и другое. Имеется широкое разнообразие различных конструкций шаберов. Обычные шаберы, устанавливаемые около несущей поверхности сетки, имеют скользящую часть для обезвоживания, которая располагается под углом от сетки. Это создает зазор между поверхностью шабера и сеткой, который вызывает разрежение, между шабером и сеткой, вследствие чего не только удаляется вода, но также может произойти опускание сетки. Когда разрежение исчезает, сетка возвращается в исходное положение, в результате чего в волокнистой массе возникает импульс для распределения массы. Активность (вызываемая прогибанием сетки) и количество воды, удаляемой из полотна, находятся в прямом соотношении с разрежением, создаваемым шабером, и, следовательно, друг с другом. Обезвоживание и активность, вызываемые такими шаберами, могут быть увеличены путем расположения шабера или шаберов на вакуумной камере. Прямое соотношение между обезвоживанием и активностью нежелательно по той причине, что, в то время как активность желательна всегда, преждевременное слишком сильное обезвоживание в процессе формование бумажного полотна может оказать вредное влияние на удерживаемость волокна и наполнителя. Быстрое преждевременное обезвоживание может также вызвать уплотнение полотна, затрудняя тем самым последующее удаление воды. Существующая технология заставляет изготовителей бумаги с целью замедления преждевременного обезвоживания жертвовать желаемым уровнем активности.

Обезвоживание может выполняться путем переноса "жидкость в жидкость", как описано, например, в патенте США № 3.823.062. В этом патенте предлагается устранение внезапных скачков уплотнения в волокнистой массе. Регулируемое удаление воды из суспензии по принципу "жидкость в жидкость" уменьшает резкость скачков по сравнению с обычным обезвоживанием.

Обезвоживание подобного типа описано также в патенте США № 5.242.547. В этом патенте предлагается предотвращение образования мениска, поверхность раздела воздух-вода, на поверхности формовочной сетки напротив бумажного полотна, подлежащего обезвоживанию. В указанном патенте это достигается путем затопления отсасывающего ящика, содержащего шабер и регулирования отвода жидкости с помощью специального механизма. Это рассматривается как "погружное обезвоживание". Указывается, что улучшение обезвоживания достигается путем создания в отсасывающем ящике давления ниже атмосферного.

В добавление к функции обезвоживания шаберы конструируются с целью преднамеренного создания активности в суспензии, чтобы обеспечить желаемое распределение волокон. Такой шабер описывается, например, в патенте США № 4.789.433. В этом патенте для создания микротурбулентности волоконно-водной суспензии предлагается применение шабера волнообразной формы (предпочтительно имеющего неровную обезвоживающую поверхность).

Шаберы другого типа, например, описанные в патенте США № 4.687.549, позволяют избежать турбулентности, несмотря на эффективное обезвоживание. В этом патенте описывается затопление зазора между шабером и полотном. Утверждается, что отсутствие воздуха предотвращает расширение и кавитацию воды в зазоре и устранение, по существу, любых пульсаций давления.

Современные быстроходные и тихоходные бумагоделательные машины производят различные сорта бумаги с широким диапазоном плотности. Формование бумаги является гидромеханическим процессом и движение волокон, следующих за движением жидкости, вследствие силы инерции отдельного волокна мало по сравнению с вязкостным сопротивлением жидкости. При формовании и обезвоживании происходят три основных гидродинамических процесса: обезвоживание, активирование волокнистой массы и ориентированный сдвиг. Жидкость является веществом, которое реагирует на сдвигающее усилие, действующее в ней или на нее. Обезвоживание представляет собой поток через сетку и характеризуется скоростью потока, которая обычно зависит от времени.

Активность волокнистой массы в идеализированном смысле представляет собой случайное колебание скорости потока в необезвоженной волоконной суспензии и обычно возникает вследствие изменения количества движения в потоке, вызванного изгибом формовочной сетки в ответ на усилие обезвоживания или в зависимости от конфигурации шабера. Преобладающим результатом активности является разрушение переплетения волокон и придание подвижности волокнам в суспензии. Как ориентированный сдвиг, так и активность являются сдвигообразующими процессами, которые различаются только по степени их ориентации на весь-

ма большой шкале, то есть, шкале, которая велика по сравнению с размерами отдельных волокон.

Ориентированный сдвиг является течением с поперечным градиентом скорости, имеющим отчетливую, легко распознаваемую картину в необезвоженной волоконной суспензии. Ориентированный сдвиг в поперечном направлении ("CD") улучшает как формование полотна, так и показатели испытаний. Основным механизмом поперечного сдвига на бумагоделательных машинах без встряхивания является создание, разрушение и последующее восстановление хорошо определенных гребней продольного направления ("MD") в волокнистой массе на сетке. Источником этих гребней может быть выпрямляющий валик напорного ящика, козырек выпускной щели напорного ящика (см. заявку PCT WO 95/ 30048, 9.11.95) или формовочный спрыск. Гребни разрушаются и восстанавливаются с постоянными интервалами в зависимости от скорости машины и массы на формовочной сетке. Это называется инверсией поперечного сдвига. Количество инверсий и, следовательно, влияние поперечного сдвига становится максимальным, если волоконно-водная суспензия сохраняет максимум своей первоначальной кинетической энергии и подвергается воздействию импульсов обезвоживания (в MD) непосредственно под точками естественной инверсии.

В любой формовочной системе все эти гидрономические процессы могут протекать одновременно. Они обычно неравномерно распределяются во времени или пространстве и не полностью зависимы друг от друга, они находятся во взаимодействии. Фактически, каждый из этих процессов способствует более, чем одному фактору, действующему по всей системе. Таким образом, хотя вышеупомянутое предшествующее техническое решение может способствовать какому-либо аспекту гидродинамических процессов, указанных выше, оно координирует все процессы относительно простым и эффективным способом.

Задачей данного изобретения является создание одиночного устройства, которое обеспечило бы три гидродинамических процесса: регулируемое обезвоживание, генерацию активности и инверсию поперечного сдвига, позволяя каждому из этих процессов оптимизироваться независимо от других, и при этом было бы простым и эффективным.

Дополнительной задачей является создание такого устройства, которое действовало бы без уменьшения удерживаемости.

Еще одной задачей данного изобретения является создание устройства, которое позволяло бы регулируемое обезвоживание.

Следующей задачей данного изобретения является создание такого устройства, которое изолировало бы формовочную сетку от воздуха, обеспечивая регулируемое обезвоживание и регулируемую активность волокнистой массы.

Добавочной задачей данного изобретения является создание такого устройства, которое доводило бы до максимума количество инверсий поперечного сдвига за счет конструкции шабера.

Еще одной задачей данного изобретения является создание такого устройства, которое нуждалось бы в минимальном количестве энергии, кинетической, для обеспечения гидродинамических процессов.

И еще одной задачей данного изобретения является создание такого устройства для совместного использования с устройством генерации активности.

В данном изобретении обезвоживание регулируется ограничением потока воды от бумажного полотна путем пропускания воды через зазор, образованный между основным и скользящим обезвоживающими шаберами. Желательно, чтобы промежуток между формовочной сеткой и обезвоживающим шабером, зона обезвоживания, оставался все время затопленным. Размеры зазора выбираются, основываясь на отношении зазора между шаберами, через который должна проходить вся вода к продольной ширине зоны обезвоживания, создаваемой шабером у формовочной сетки. Это отношение должно быть значительно меньше, чем то, которое ранее использовалось для создания перепада давления между зоной обезвоживания и обезвоживающим ящиком. Активность регулируется с помощью формы, угла и длины основного шабера, а обезвоживание независимо регулируется путем изменения ширины или положения скользящего шабера, причем открывается или закрывается зазор между двумя шаберами. Обнаружено, что величина обезвоживания, вызываемого зазором, не зависит ни от формы шабера, ни от разрежения в ящике, тогда как до этого последние были основными средствами регулирования обезвоживания.

Хотя в данном изобретении применение внешнего источника разрежения не обязательно, использование регулируемого разрежения в сочетании с точной геометрией обеспечивает в небольшой степени дополнительное регулирование обезвоживания и может применяться для воздействия на свойства полотна, включая удерживаемость.

Отношение ширины (MD) зазора к ширине (MD) зоны обезвоживания будет зависеть от объема воды, которую необходимо удалить, и будет, следовательно, изменяться со скоростью машины, массой бумажного полотна и плотностью массы. Как указывалось выше, это отношение должно быть значительно меньше, чем использовавшееся для обычного обезвоживающего ящика при подобных условиях работы машины. При известном оборудовании обыч-

ными являются отношения между 0,5 и 1,0, причем отношения менее 0,25 крайне редки.

Имеются альтернативные способы иные, чем размеры зазора, ограничения потока, если желательно поддерживать зону обезвоживания затопленной. Для регулирования потока через зазор и, следовательно, количества удаляемой воды в шабере можно предусмотреть перегородки, задвижки и т.п.

Действие системы может быть усилено путем использования профиля шабера возбуждения активности в положении основного шабера. Применение шабера возбуждения активности улучшает активность волокнистой массы. Активность волокнистой массы также может быть усилена путем использования устройства возбуждения активности, например, описанного в патентной заявке США № 08/518.487, 23.08.95, "Устройство для возбуждения активности в суспензии для изготовления бумаги."

Вдобавок, возбуждение импульсов в бумажном полотне непосредственно под точкой естественной инверсии поперечного сдвига доводит до максимума количество происходящих инверсий. Однако от использования этих концепций изготовителей бумаги удерживали до сих пор две практические проблемы. Во-первых, расположение поперечных инверсий является функцией скорости машины. Нецелесообразно изменять расположение отдельных шаберов, чтобы привести их в соответствие с точками естественной инверсии при различных скоростях машины. Во-вторых, поскольку такие явления инверсии происходят на каждых 3-8 дюймах в продольном направлении машины (в зависимости от скорости машины), установка традиционных гидропланок близко друг к другу для создания необходимых импульсов часто приводит к удалению слишком большого количества воды.

Данное изобретение направлено на обе эти проблемы. Во-первых, в данном изобретении обеспечиваются многочисленные импульсы путем использования одиночного основного шабера, а не изменением местоположения гидропланок. При изменении и скорости оператор должен только заменить основной шабер, чтобы восстановить надлежащее взаимное положение импульса и инверсии. Во-вторых, поскольку обезвоживание регулируется размерами зазора, шаберы можно использовать подобно многоступенчатому ножу без удаления слишком большого количества воды.

Таким образом, с помощью предлагаемого технического решения могут быть реализованы цели и преимущества данного изобретения, описание которого следует рассматривать вместе с чертежами, на которых

фиг. 1А-1Е - виды сбоку в разрезе обезвоженных шаберов, предлагаемых в данном изобретении;

фиг. 2 - вид сбоку в разрезе обезвоживающего шабера, предлагаемого в данном изобретении;

фиг. 3 и 3А - боковой вид в разрезе обезвоживающего шабера, один из периодов которого показан в увеличении с соответствующими параметрами;

фиг. 4 и 4А - боковой вид в разрезе обезвоживающего шабера иной конструкции, имеющего период, показанный в увеличении с соответствующими параметрами;

фиг. 5 - боковой вид в разрезе обезвоживающего шабера со стрелками, показывающими поток жидкости, в соответствии с данным изобретением;

фиг. 6 - боковой вид в разрезе пары обезвоживающих шаберов, расположенных на соответствующих отсасывающих ящиках, в соответствии с данным изобретением;

фиг. 7 - боковой вид в разрезе пары обезвоживающих шаберов, расположенных на общем отсасывающем ящике, в соответствии с данным изобретением;

фиг. 8 - боковой схематический вид обезвоживающего шабера, применяемого вместе с устройством возбуждения активности, в соответствии с данным изобретением;

фиг. 9 и 9А - боковой вид в разрезе ступенчатого обезвоживающего шабера и вид сверху волокнистой массы на шабере, иллюстрирующий инверсии поперечного сдвига;

фиг. 10А и 10В - сечения волокнистой массы на сетке в продольном направлении до и после инверсии поперечного сдвига;

фиг. 11А и 11В- боковой вид с торца ступенчатого шабера и вид сверху волокнистой массы и сетки, пересекающей шабер.

На фиг. 1А-1Е показаны различные конфигурации обезвоживающего шабера или гидропланки.

Пространство 12 между сеткой 10 и набором шаберов (14-22) может все время поддерживаться затопленным. Это достигается путем использования зазора 24 в шаберах, с помощью которого вся вода должна отводиться. Наборы шаберов, как показано, содержат основной шабер 26, за которым следует скользящий шабер 28. Пространство между ними образует зазор 24.

Этот зазор 24 ограничивает поток воды от основного шабера 26 (и, следовательно, количество воды, удаляемого из бумажного полотна) независимо и безотносительно к величине разрежения, создаваемой основным шабером 26, и благодаря этому регулирует обезвоживание. Использование размеров зазора для регулирования количества удаляемой воды независимо от прилагаемого усилия обезвоживания (безотносительно к этому, создается ли это усилие формой шабера или разрежением в ящике) дает изготовителю бумаги возможность дополнительного регулирования. Ранее усилие обезвожива-

ния использовалось как для удаления воды, так и для создания активности. Изготовитель бумаги часто должен был жертвовать желаемой активностью, чтобы уменьшить преждевременное обезвоживание стола и тем самым сохранить удерживаемость и предотвратить уплотнение бумажного полотна. Использование малого зазора, размеры которого ограничивают обезвоживание до желаемого уровня, позволяет изготовителю для создания активности применять большие усилия обезвоживания в сочетании с расширенным в продольном направлении пролетами опор сетки.

Кроме того, размеры зазора можно легко изменять путем изменения либо ширины в продольном направлении, либо длины каждого из основных или скользящих шаберов, чтобы создать меньший или больший зазор. Это может выполняться путем простой замены либо основного, либо скользящего шабера с большей или меньшей продольной длиной. Альтернативно замене шаберов последние (каждый или оба) можно установить подвижно, причем они смогут изменять свои положения в продольном направлении, в результате чего будут изменяться размеры зазора.

Как будет разъяснено более подробно при описании фиг. 11А и 11В, верхние поверхности на концах основного шабера являются горизонтальными и располагаются на одном уровне с плоскостью сетки, чтобы предотвратить поперечный поток, а в зазоре 24 предусматривается регулируемый декель.

Пространство 12 между наборами шаберов (14-12) и сеткой 10 образует зону обезвоживания. Отношением зазора 24 к продольной ширине зоны обезвоживания регулируется удаление воды и, соответственно, затопление пространства. Используемое отношение будет зависеть от объема воды, которую необходимо удалить, и величины желаемой активности волокнистой массы (через посредство движения сетки или через посредство жидкости, удерживаемой в волокнистой массе) и, соответственно, будет изменяться вместе со скоростью машины, массой бумажного полотна и плотностью волокнистой массы. При обычном оборудовании это отношение составляет от 0,5 до 1. Данное изобретение предполагает меньшее отношение, чем указанное.

На фиг. 1А показано, что основной шабер 26 набора 14 имеет угол от 1 до 20° относительно передней кромки 38 и сетки 10. На фиг. 1В основной шабер 26 набора 16 показан с одиночной ступенью, причем зона обезвоживания или утопленная поверхность 40 отстоит от передней кромки 42 приблизительно на 0,030 - 0,100 дюйма. На фиг.1С показан набор многоступенчатых шаберов 18, имеющий ступени 44 и 46, углубленные относительно передней кромки 48. Расстояние этих ступеней 44 и 46 от передней кромки 48 и сетки 10 составляет приблизительно 0,030 - 0,300 дюйма и может возрастать в зависимости от количества ступеней. Резкое увеличение зазора между подвижной сеткой и поверхностью гидропланки на каждой ступени создает гидродинамический импульс величины, достаточной для усиления инверсии поперечного сдвига, как будет разъяснено позже при описании фиг. 9 -10В.

Теперь обратимся к фиг. 1 , на которой показан набор шаберов 20, представляющий характерную геометрию в зоне обезвоживания для усиления возбуждения активности в бумажном полотне. Поверхность 50 снабжена искривлениями 52, роль которых будет объяснена более полно при описании фиг. 3 - 4А. Набор шаберов 20 состоит из основного шабера 26 и скользящего шабера 28, между которыми имеется зазор 24.

Набор шаберов 22, показанный на фиг. 1Е, подобен набору 20 с тем исключением, что он снабжен заслонкой 54, шарнирно закрепленной в точке 56 в зазоре 24. Заслонка 54 свободно поворачивается поперек зазора 24, обеспечивая собой средство сохранения затопления зоны обезвоживания и зазора. Заслонка 54 может быть сделана из пластмассы или другого подходящего материала и может механически навешиваться так, чтобы быть самоуравновешивающейся.

На фиг. 2 более детально показан шабер или планка возбуждения активности 58. Здесь планка 58 содержит основной шабер 60 и скользящий шабер 62. Основной шабер 60 включает в себя на своей передней кромке вставку 63 или плоскую площадку (La) 65, которая может быть выполнена из керамического износостойкого или другого подходящего материала. Передняя кромка 64 создает опорную поверхность для сетки 10 и с этой целью выполняется плоской и горизонтальной. Позади кромки 64 поверхность шабера вдоль линии 66 отклоняется от сетки 10 под углом приблизительно 2°. За передней кромкой 64, начинаясь на некотором расстоянии 71 от нее, следует ряд возвышенных площадок 70 и углублений 72. В шабере 58, как показано, возвышенные площадки располагаются друг от друга на расстоянии приблизительно 1,5 дюйма. Как указывалось выше, в зависимости от скорости машины углубления 72 могут быть больше или меньше, обеспечивая желаемую величину обратного потока и в то же время сохраняя ламинарный характер потока, как будет разъяснено далее.

Скользящий шабер 62 снабжен верхней поверхностью 74, которая отклоняется вниз от сетки 10 под углом приблизительно 2°. Весь шабер 58 имеет в ширину, например, около 16 7/8 дюйма со скользящим шабером 62 3 7/8 дюйма. Основной шабер 60 имеет поверхность, примыкающую к сетке 10, около 13 дюймов. Между основным шабером 60 и скользящим шабером 62 имеется зазор 76, который в своей

средней точке имеет приблизительно 3/16 дюйма ширины.

Для установки шабера 58 с возможностью скольжения на отсасывающем ящике или подобном устройстве предусматривается несколько обычных Т-образных опор 80. Вышеуказанные размеры не являются критическими. Упомянутый зазор 76 предназначен для отвода жидкости от сетки 10 и поддержания затопления во время работы машины в пространстве 78 между основным шабером 60 и сеткой 10. Это позволяет перенос воды от сетки 10 по принципу "жидкость в жидкость".

Более важно то, что для достижения желаемой величины обезвоживания размеры зазора 76 могут регулироваться в зависимости от скорости машины. Использование узкого зазора между шаберами позволяет максимальное обезвоживание, вызывая заданное усилие обезвоживания путем изоляции нижней поверхности ткани от воздуха вследствие затопления пространства между сеткой и шабером. Однако основным фактором, определяющим количество воды, отводимое от бумажного полотна, являются размеры зазора. При использовании малых зазоров на количество отводимой воды не оказывают влияние ни форма шабера, ни величина разрежения в ящике. Этим описываемый процесс значительно отличается от обычного производства бумаги, где обезвоживание в высокой степени зависит от параметров шабера (тип лезвия, угол и т.д.) и от уровня разрежения в ящике.

Обратимся теперь к фиг. 3-3В, которые относятся к конфигурации поверхности 50 основного шабера 26 из показанного выше набора шаберов 20. На фиг. 3 показан основной шабер 26, имеющий ряд возвышений 52. Угол между площадкой (La) или плоской передней кромкой 53, которая поддерживает сетку, и касательной к кривой 52 может изменяться от 0 до 10°. Длина передней кромки 53 может изменяться от 0,1 до 2 дюймов.

Фиг. 3А представляет собой увеличенное изображение одиночного периода, показанного на фиг. 3. Профили и длины C_1 и C_2 выбираются в соответствии со скоростью машины, основываясь на массе и плотности. На фиг. 3А указанные позиции означают следующее:

X_U - ось "x" для профиля C_1 (среднее X вверху);

X1 - ось "x" для профиля C_2 (среднее X внизу);

Y_u - ось "y" для профиля C_1 (среднее Y вверху);

Y1 - ось "y" для профиля C_2 (среднее Y внизу).

Также, длина зоны активности на поверхности 50 шабера (то есть, зоны, которая протяжна от передней кромки 53 до задней кромки 55) выбирается в соответствии со скоростью машины, массой, плотностью, типом волокон и уровнем активности. Расстояние от задней кромки 55 до сетки выбирается в соответствии с количеством воды, которую необходимо удалить.

Поверхность 50 шабера предназначена, главным образом, для поддержания ламинарного потока постоянной средней скорости в продольном направлении. В идеале, обезвоживающая поверхность 50 должна быть как можно более гладкой, чтобы свести к минимуму микротурбулентность на поверхности шабера. С помощью сохранения ламинарного или очень близкого к ламинарному потока в данном изобретении доводиться до максимума количество энергии, возвращаемой в бумажное полотно. Дополнительная выгода сведения к минимуму турбулентного потока (на поверхности шабера или вблизи нее) заключается в том, что турбулентный поток потребляет энергию (повышает тяговую нагрузку), в то же время, не принося никакой пользы для формования полотна. Эта потребляемая энергия подается формовочной сеткой и может быть измерена как энергия, необходимая для приведения сетки. Жидкость является веществом, которое непрерывно деформируется под действием сдвигающих усилий. Хорошо известно, что струйный выпуск из напорного ящика несет некоторое количество кинетической энергии. Эта энергия теперь может быть использована для создания и усиления действия сдвигающих усилий, а не для создания нерегулируемой турбулентности.

При сохранении ламинарного потока искривленная поверхность шабера стимулирует скорость потока в вертикальном направлении, (то есть, вверх через сетку и волокнистую массу), полезную для формования. Геометрия шабера для обеспечения этого явления и в то же время для сохранения потока близким к ламинарному может определяться принципами и уравнениями потока жидкости на подводном крыле и отражена в публикациях "Теория профилей крыла", авторы Ира Х. Аботт и Альберт Е. Вон Доентофф, издание "Довер Пабликэйшн Инк. (в частности, стр. 110-115), и "Аэродинамика несжимаемой жидкости" под редакцией Бриана Туайтеса, издание "Довер Пабликэйшн Инк." (в частности, стр. 42-56).

Обратимся теперь к фиг. 3В, на которой графически показан желаемый профиль поверхности 50 шабера, предназначенный для создания активности волокнистой массы с помощью обратного потока удаляемой воды при одновременном сохранении ламинарного потока в области между сеткой и шабером.

Для определения желаемого профиля шабера могут быть использованы следующие формулы:

$$g = \frac{-1}{1-a} \cdot \left[a^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \ln(a) - \frac{1}{4} \right] + \frac{1}{4} \right]$$

$$h = \frac{1}{1-a} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot (1-a)^2 \cdot \ln(1-a) - \frac{1}{4} \cdot (1-a)^2 \right] + g$$

$$yt = \frac{t}{0.2} \cdot \left(0.2969\sqrt{x} - 0.126x - 0.3516x^2 + 0.2843x^3 - 0.1015x^4 \right)$$

$$yc = \frac{Cli}{2 \cdot \pi \cdot (a+1)} \cdot \left[\frac{1}{1-a} \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \left[a - \frac{x}{c} \right]^2 \cdot \ln\left[\left| a - \frac{x}{c} \right| \right] - \frac{1}{2} \cdot \left[1 - \frac{x}{c} \right]^2 \cdot \ln\left[1 - \frac{x}{c} \right] + \frac{1}{4} \cdot \left[1 - \frac{x}{c} \right]^2 - \frac{1}{4} \cdot \left[a - \frac{x}{c} \right]^2 \right] - \frac{x}{c} \cdot \ln\left[\frac{x}{c} \right] + g - h \cdot \frac{x}{c} \right]$$

$$\theta = \operatorname{atan}\left[\frac{dy}{dx} \right]$$

$$Xu = x - yt \cdot \sin(\theta) \qquad Yu = yc + yt \cdot \cos(\theta)$$

$$Xl = x + yt \cdot \sin(\theta) \qquad Yl = yc - yt \cdot \cos(\theta)$$

где

Cli - показатель разрежения;

C - корд;

t - амплитуда профиля (волны) или максимальное расстояние между Y_U и Y_l;

a - показатель интенсивности или угла атаки (должен находиться между 0 и 1), зависящий от скорости машины.

Вышеуказанные формулы позволяют рассчитать поток в направлении Z (или вверх) через сетку для увеличения активности волокнистой массы и сохранения ламинарного потока, результирующегося в вышеупомянутом преимуществе. Такой профиль гидропланки или шабера для создания ламинарного потока может быть установлен, исходя из принципов и методик двух указанных публикаций.

Обратимся теперь к фиг. 4 и 4А, которые подобны фиг. 3 и 3А и показывают профиль основного шабера 26'. Однако в этом примере осуществления профиль включает в себя возвышенную поверхность 52', следующую за плоской поверхностью 57. Во всех других отношениях основной шабер 26 на фиг. 3 и шабер 26' являются одинаковыми.

Плоская зона 57 предусмотрена для того, чтобы меньший объем удаляемой воды мог пульсировать или течь вверх через волокнистую массу. В зависимости от конкретного применения может быть желателен меньший объем восходящего потока.

На фиг. 5 показана схема ожидаемого потока жидкости, удаляемой из бумажной массы 82 на сетке 10. Стрелками 84 показано течение жидкости. Можно видеть, что часть потока жидкости понуждается к обратному течению через сетку 10 в бумажную массу 84, возбуждая активность и дисперсию волокон 86, составляющих бумажную массу 84.

Хотя система, предлагаемая в данном изобретении, может действовать без внешнего разрежения или при ограниченном разрежении в качестве инициирующего средства при пуске, шаберы этого типа могут устанавливаться на обычных отсасывающих ящиках 32 и 34, как показано на фиг. 6. В этом случае в отсасывающих ящиках 32 и 34 может быть создано регулируемое разрежение.

На рисунке показаны отсасывающие ящики 32 и 34 с шаберами, следующими за грудным валом 88 и способными работать с негоризонтальной сеткой 10.

Альтернативный вариант расположения, как показано на фиг.7, может содержать ряд основных шаберов 60 с одиночным скользящим шабером 62, устанавливаемых на одном отсасывающем ящике 30, который через выход 90 связан с источником регулируемого разрежения.

Хотя разрежение в ящике оказывает небольшое (если вообще какое-нибудь) влияние на количество удаляемой воды, разрежение в ящике, тем не менее, влияет на бумажное полотно, что доказывается воздействием на удерживаемость волокнистой массы.

Вдобавок, иногда желательно применение обезвоживающего шабера вместе с отдельным устройством возбуждения активности. Для этого случая на фиг. 8 показан обезвоживающий шабер 92, предлагаемый в данном изобретении. Шабер 92 содержит основной шабер 94 со скользящим шабером 96 и зазором между ними. Шабер 92 действует, как указывалось выше, при постоянно затопленном пространстве между основным шабером 94 и сеткой 10 и зазоре 98. Шабер 92 устанавливается на обычном отсасывающем ящике 100 и располагается вслед за устройством 102 возбуждения активности, как описано в патентной заявке США 3N 08/518.487, 1995г. "Устройство для возбуждения активности в суспензии для изготовления бумаги". Это устройство содержит, в общих чертах, механический валик 104, который при вращении возбуждает импульс на непроницаемом или полупроницаемом элементе 106, образующем нижнюю границу зазора между формовочной сеткой и элементом 106, причем этот зазор заполнен жидкостью. Этот импульс передается жидкостью в бумажную массу на сетке, возбуждая активность и дисперсию. Показаны также обычные грудные доски 108 и 110 вместе с грудным валом 112.

На фиг. 9 показан основной ступенчатый шабер 114, имеющий переднюю кромку 116 и последовательные ступени 118, 120 и 122. Между основным шабером 114 и скользящим шабером 126 образуется зазор 124. Шабер 114 предназначен для создания пульсации в волокнистой массе 128 в точках естественной поперечной инверсии, например, показанных цифрами 130 и

132 на фиг. 9, а на виде сверху волокнистой массы 128 - цифрами 134 и 136. Подобный эффект может быть достигнут с помощью профилей шаберов, показанных на фиг. 3-3 А, 4-4А.

На фиг. 10А и 10В показано поперечное сечение волокнистой массы 128 в продольном (MD) направлении до и после инверсии поперечного (CD) сдвига. Хотя возбуждение пульсаций бумажного полотна непосредственно над точкой естественной инверсии поперечного сдвига известно, доведение до максимума количества происходящих инверсий на практике имеет проблемы. Дистанционирование поперечных инверсий является функцией скорости машины. Практически невыгодно изменять расположение отдельных шаберов для соответствия точкам естественной инверсии при различных скоростях машины. Также, поскольку эти инверсии происходят через каждые 3-8 дюймов в продольном направлении (в зависимости от скорости машины), установка традиционных гидропланок близко друг к другу для получения необходимых импульсов часто результируется в удалении слишком большого количества воды.

Данное изобретение устраняет обе эти проблемы. Во-первых, изобретение может обеспечить многочисленные импульсы с помощью одиночного основного шабера 114, а не изменением расположения гидропланок. Если изменяется скорость, изготовитель бумаги должен только заменить основной шабер, чтобы восстановить надлежащее соответствие между импульсом и инверсиями. Также, поскольку обезвоживание регулируется размерами зазора 124, можно использовать многоступенчатые шаберы без удаления слишком большого количества воды в короткий промежуток времени, регулируя зазор 124 для ограничения и регулирования обезвоживания.

Обратимся теперь к фиг. 11А и 11В, как указывалось ранее, для предотвращения поперечного потока воды вследствие противодавления, создаваемого зазором, концы основного шабера должны находиться на одном уровне с плоскостью сетки. Кроме того, сам зазор может закрываться на обоих концах с помощью декелей, которые с возможностью регулирования располагаются в поперечном направлении, так что бумажное полотно обезвоживается по его полной чистообрезной ширине. На фиг. 11А и 11В, иллюстрирующих это, показан набор шаберов 130, содержащий ступенчатый основной шабер 132 и скользящий шабер 134. Концевая часть 136 основного шабера 132 выполнена плоской и находится на уровне плоскости сетки 138, несущей на себе волокнистую массу 140. Как можно видеть, ступенчатая часть 142 (показанная штриховыми линиями) основного шабера 132 начинается с некоторым интервалом от плоской концевой части 136, который является достаточно большим или широким, чтобы распространяться под всей типичной чистообрезной шириной 144 (то есть, частью кромки, обрезаемой от бумажного полотна изготовителем). Предусматривается декель 146, который может регулироваться в поперечном направлении, чтобы позволить обезвоживание бумажного полотна на полной чистообрезной ширине.

Скользящий шабер 134 показан с плоской горизонтальной поверхностью 148, которая вместо этого может быть наклонной. Концевое уплотнение на скользящем шабере 134 не является решающим фактором.

Противоположный конец набора шаберов 130 конструируется так, как показано на этих чертежах.

Таким образом реализуются цели и преимущества данного изобретения, и, хотя здесь подробно показан и описан предпочтительный вариант осуществления, объем изобретения этим не ограничивается, а должен определяться прилагаемой формулой.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для удаления жидкости из волокнистого полуфабриката или бумажной массы, находящейся на сетке, которая расположена над упомянутым устройством, включающее шабрильное устройство, содержащее основной шабер и скользящий шабер, зазор, образованный между основным шабером и скользящим шабером, для удаления жидкости через него, упомянутый основной шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки, примыкающую к сетке для опирания ее, и заднюю поверхность, которая отклонена от упомянутой опорной поверхности от сетки на опорной поверхности, так что между упомянутой сеткой и упомянутой задней поверхностью образован промежуток, упомянутый скользящий шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки для сетки, средство для поддержания регулируемого обезвоживания бумажной массы путем регулирования потока жидкости, отводимой через зазор, упомянутая задняя поверхность упомянутого основного шабера выполнена с возвышенными выступами и впадинами таким образом, чтобы заставить часть отводимой жидкости возвращаться обратно через сетку, создавая тем самым активность в волокнистой массе для улучшения распределения волокон.

2. Устройство по п.1, в котором упомянутое поддерживающее средство характеризуется шириной зазора в направлении хода машины.

3. Устройство по п.1, в котором форма упомянутой обезвоживающей поверхности выбрана таким образом, чтобы заставить часть удаляемой жидкости протекать обратно через сетку и бумажную массу, способствуя ламинарному потоку в направлении хода машины.

4. Устройство по п.2, в котором размер упомянутого зазора является регулируемым.

5. Устройство по п.1, в котором промежуток между сеткой и обезвоживающей поверхностью и зазор заполняются во время работы жидкостью.

6. Устройство по п.2, в котором упомянутое устройство включает в себя средство для обеспечения регулируемого разрежения в упомянутом зазоре.

7. Устройство по п.6, в котором упомянутое регулируемое разрежение обеспечено отсасывающим ящиком, на котором установлено упомянутое обезвоживающее устройство.

8. Устройство по п.6, которое включает в себя несколько основных шаберов, установленных на общем отсасывающем ящике.

9. Устройство по п.5, в котором несколько обезвоживающих устройств установлены на соответствующих отсасывающих ящиках.

10. Устройство по п.3, в котором упомянутая обезвоживающая поверхность выполнена с несколькими искривленными поверхностями.

11. Устройство по п.10, в котором упомянутые кривые имеют профиль, форма которого является функцией скорости действия бумагоделательной машины.

12. Устройство по п.10, в котором упомянутая обезвоживающая поверхность отклоняется от упомянутой опорной поверхности на угол между 0 и 10°.

13. Устройство по п.1, в котором упомянутый основной шабер имеет два противоположных конца и включает в себя средство, предотвращающее прохождение удаляемой жидкости за упомянутые концы в направлении, поперечном ходу машины.

14. Устройство по п.13, в котором средство обеспечения включает в себя обеспечение поверхности на каждом конце, которая находится на одном уровне с сеткой по всей длине основного шабера в направлении хода машины.

15. Устройство по п.14, которое включает в себя декельные средства, расположенные в зазоре у соответствующих концов основного шабера, для предотвращения прохождения удаляемой жидкости за упомянутые концы в направлении, поперечном ходу машины.

16. Устройство по п.1, которое включает в себя механическое устройство для возбуждения активности и дисперсии бумажной массы на сетке.

17. Устройство по п.1, в котором упомянутое поддерживающее средство является самоустанавливающейся шарнирно закрепленной заслонкой, расположенной в зазоре.

18. Устройство для удаления жидкости из волокнистого полуфабриката или бумажной массы, находящейся на сетке, которая расположена над упомянутым устройством, включающее шабрильное устройство, содержащее основной шабер и скользящий шабер, зазор, образованный между основным шабером и скользящим шабером, для удаления жидкости через него; упомянутый основной шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки, примыкающую к сетке для опирания ее, и заднюю поверхность, которая отклоняется вниз от упомянутой опорной поверхности от сетки на опорной поверхности, так что между упомянутой сеткой и упомянутой задней поверхностью образуется промежуток, упомянутый скользящий шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки для сетки, средство для поддержания упомянутого промежутка и упомянутого зазора заполненным жидкостью, форма упомянутого основного шабера содержит возвышенные выступы и впадины, которые заставляют некоторую часть или всю удаляемую жидкость протекать обратно через сетку, способствующую распределению волокон и активности в бумажной массе, одновременно способствуя ламинарному потоку в направлении хода машины.

19. Устройство по п.18, в котором упомянутое поддерживающее средство характеризуется шириной зазора в направлении хода машины.

20. Устройство по п.19, в котором форма обезвоживающей поверхности определена рядом искривлений в зоне обезвоживания, которые выполнены таким образом, чтобы свести к минимуму турбулентность и создать ламинарный поток.

21. Устройство по п.19, в котором размер зазора является регулируемым.

22. Устройство по п.18, в котором упомянутое поддерживающее средство является самоустанавливающейся шарнирно закрепленной заслонкой, расположенной в зазоре.

23. Устройство по п.19, в котором упомянутое устройство включает в себя средство для обеспечения регулируемого разрежения в упомянутом зазоре.

24. Устройство по п.23, в котором упомянутое регулируемое разрежение обеспечивается отсасывающим ящиком, на котором установлено упомянутое обезвоживающее устройство.

25. Устройство по п.24, которое включает в себя несколько основных шаберов, установленных на общем отсасывающем ящике.

26. Устройство по п.23, в котором несколько обезвоживающих устройств установлены на соответствующих отсасывающих ящиках.

27. Устройство по п.18, в котором упомянутая обезвоживающая поверхность имеет несколько искривленных поверхностей.

28. Устройство по п.27, в котором упомянутые искривления имеют профиль, форма которого является функцией скорости действия бумагоделательной машины.

29. Устройство по п.27, в котором упомянутая обезвоживающая поверхность отклонена от упомянутой опорной поверхности на угол между 0 и 10°.

30. Устройство по п.18, в котором упомянутый основной шабер имеет два противопо-

ложных конца и включает в себя средство, предотвращающее прохождение удаляемой жидкости за упомянутые концы в направлении, поперечном ходу машины.

31. Устройство по п.30, в котором средство обеспечения включает в себя обеспечение поверхности на каждом конце, которая находится на одном уровне с сеткой по всей длине основного шабера в направлении хода машины.

32. Устройство по п.31, которое включает в себя декельные средства, расположенные в зазоре у соответствующих концов основного шабера, для предотвращения прохождения удаляемой жидкости за упомянутые концы в направлении, поперечном ходу машины.

33. Устройство по п.18, которое включает в себя механическое устройство для возбуждения активности и дисперсии бумажной массы на сетке.

34. Устройство для удаления жидкости из волокнистого полуфабриката или бумажной массы, находящейся на сетке, которая расположена над упомянутым устройством, включающее шабрильное устройство, содержащее основной шабер или скользящий шабер, зазор, образованный между основным шабером и скользящим шабером, для удаления жидкости через него, упомянутый основной шабер, имеющий опорную поверхность для сетки и обезвоживающую поверхность, которая отклонена от упомянутой опорной поверхности, так что между упомянутой сеткой и упомянутой обезвоживающей поверхностью образован промежуток, упомянутый скользящий шабер, имеющий опорную поверхность для сетки, средство для поддержания упомянутого промежутка и упомянутого зазора заполненными жидкостью, форма упомянутого основного шабера выбирается таким образом, чтобы сообщать бумажной массе многочисленные импульсы, по частоте и величине годные для усиления поперечного сдвига.

35. Устройство по п.34, в котором основной шабер по форме является многоступенчатым шабером, имеющим несколько ступеней, расположенных в направлении хода машины таким образом, чтобы совпадать с точками естественной инверсии поперечного сдвига.

36. Устройство по п.34, в котором упомянутое поддерживающее средство характеризуется шириной зазора в направлении хода машины.

37. Устройство по п.36, в котором размер упомянутого зазора является регулируемым.

38. Устройство по п.35, в котором упомянутое поддерживающее средство является шарнирно закрепленной заслонкой, установленной в зазоре.

39. Устройство по п.36, в котором упомянутое устройство включает в себя средство для обеспечения регулируемого разрежения в упомянутом зазоре.

40. Устройство по п.39, в котором упомянутое регулируемое разрежение обеспечено с помощью отсасывающего ящика, на котором установлено упомянутое обезвоживающее устройство.

41. Устройство по п.40, которое включает в себя несколько основных шаберов, установленных на общем отсасывающем ящике.

42. Устройство по п.39, в котором несколько обезвоживающих устройств, установленных на соответствующих отсасывающих ящиках.

43. Устройство по п.34, в котором конструкция упомянутых обезвоживающих поверхностей заставляет часть удаляемой жидкости протекать обратно через ткань.

44. Устройство по п.34, в котором упомянутый основной шабер имеет два противоположных конца и включает в себя средство, предотвращающее прохождение удаляемой жидкости за упомянутые концы в направлении, поперечном ходу машины.

45. Устройство по п.44, в котором обеспечивающее средство включает в себя обеспечение поверхности на каждом конце, которая находится на одном уровне с сеткой по всей длине основного шабера в направлении хода машины.

46. Устройство по п.45, которое включает в себя декельные средства, расположенные в зазоре на соответствующих концах основного шабера, для предотвращения прохождения удаляемой жидкости за упомянутые концы в направлении, поперечном ходу машины.

47. Устройство по п.34, которое включает в себя механическое устройство для возбуждения активности и дисперсии бумажной массы на сетке.

48. Устройство по п.34, в котором упомянутое поддерживающее средство является самоустанавливающейся шарнирно закрепленной заслонкой, расположенной в зазоре.

49. Способ удаления жидкости из бумажной массы, находящейся на сетке в сушильной или бумагоделательной машине, содержащий следующие этапы: обеспечение обезвоживающего устройства, имеющего основной шабер и скользящий шабер с зазором между ними для обезвоживания; обеспечение упомянутого обезвоживающего устройства для применения в сушильной или бумагоделательной машине для удаления жидкости из волокнистого полуфабриката или бумажной массы, находящейся на сетке, которая проходит над упомянутым устройством; образование промежутка между основным шабером и сеткой, проходящей над ним; регулирование размера зазора, чтобы установить желаемую величину обезвоживания; обеспечение упомянутой задней поверхности упомянутого основного шабера возвышенными выступами и впадинами таким образом, чтобы заставить часть отводимой жидкости протекать обратно через сетку с целью возбуждения ак-

тивности в волокнистой массе для улучшения распределения волокон.

50. Способ по п.49, дополнительно включающий этапы: предоставление возможности заполнения жидкостью упомянутых промежутка и зазора; поддержание упомянутых промежутка и зазора в заполненном жидкостью состоянии; понуждение части удаляемой жидкости протекать обратно через сетку, возбуждая активность и дисперсию бумажной массы на ней.

51. Способ по п.50, который дополнительно содержит этап приложения регулируемого разрежения к стороне зазора, противоположной сетке.

52. Способ по п.50, который дополнительно содержит этап обеспечения основного шабера такой конфигурации, которая заставляет часть удаляемой жидкости протекать обратно через сетку, в то же время поддерживая ламинарный поток в направлении хода машины.

53. Способ по п.49, который дополнительно содержит этап механического возбуждения активности и дисперсии бумажной массы.

54. Способ по п.50, который дополнительно содержит этап обеспечения основного шабера такой конфигурации, которая сообщает бумажной массе многочисленные импульсы, по частоте и амплитуде годные для усиления поперечного сдвига.

55. Способ по п.49, который дополнительно содержит этап обеспечения самоустанавливающегося средства в упомянутом зазоре для регулирования потока через него.

56. Способ по п.50, который дополнительно содержит этап обеспечения уплотнения с сеткой на противоположных концах основного шабера и уплотнения на противоположных концах зазора, чтобы предотвратить прохождение удаляемой жидкости через них в направлении, поперечном ходу машины.

57. Устройство для удаления жидкости из волокнистого полуфабриката или бумажной массы, находящейся на сетке, которая расположена над упомянутым устройством, включающее шабрильное устройство, содержащее основной шабер и скользящий шабер, зазор, образованный между основным шабером и скользящим шабером, для удаления жидкости через него, упомянутый основной шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки, примыкающую к сетке для опирания ее, и заднюю поверхность, которая отклонена от упомянутой опорной поверхности от сетки на опорной поверхности, так что между упомянутой сеткой и упомянутой задней поверхностью образован промежуток, упомянутый скользящий шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки для сетки, упомянутая задняя поверхность упомянутого основного шабера выполнена с возвышенными выступами и впадинами таким образом, чтобы заставить часть отводимой жидкости возвращаться обратно через сетку, создавая тем самым активность в волокнистой массе для улучшения распределения волокон, хотя бы одна из упомянутых впадин образована посредством упомянутой задней поверхности, которая наклонена вниз под углом, уменьшающимся в направлении бумагоделательной машины, к горизонтали, а затем увеличивающимся кверху под большим углом, чем угол нижнего наклона, образуя возвышенный выступ.

58. Устройство по п.57, в котором выполнено несколько впадин и возвышенных выступов.

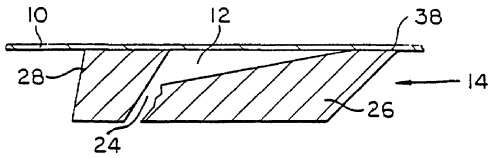
59. Устройство по п.57, в котором упомянутая задняя поверхность, образующая впадину, имеет форму, противоположную форме наклона задней поверхности, образующей возвышенный выступ.

60. Устройство по п.58, в котором форма наклона, образующего впадины, противоположна форме задней поверхности, образующей возвышенные выступы.

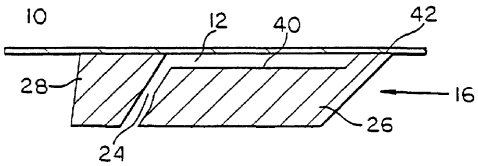
61. Устройство для удаления жидкости из волокнистого полуфабриката или бумажной массы, находящейся на сетке, которая расположена над упомянутым устройством, включающее шабрильное устройство, содержащее основной шабер и скользящий шабер, зазор, образованный между основным шабером и скользящим шабером, для удаления жидкости через него, упомянутый основной шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки, примыкающую к сетке для опирания ее, и заднюю поверхность, которая отклонена от упомянутой опорной поверхности от сетки на опорной поверхности, так что между упомянутой сеткой и упомянутой задней поверхностью образован промежуток, упомянутый скользящий шабер, имеющий опорную поверхность передней кромки для сетки, упомянутая задняя поверхность упомянутого основного шабера выполнена таким образом, чтобы заставить часть отводимой жидкости возвращаться обратно через сетку, создавая тем самым активность в волокнистой массе для улучшения распределения волокон, благодаря профилю упомянутой задней поверхности происходит активизация ламинарного потока жидкости в направлении бумагоделательного устройства.

62. Устройство по п.61, в котором профиль поверхности упомянутого шабрильного устройства подчинен аэродинамическим принципам прохождения потока жидкости через фольгу для ламинарного потока.

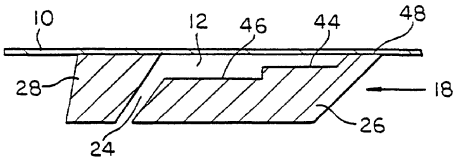
63. Устройство по п.62, в котором профиль упомянутого шабрильного устройства имеет форму аэродинамической фольги.



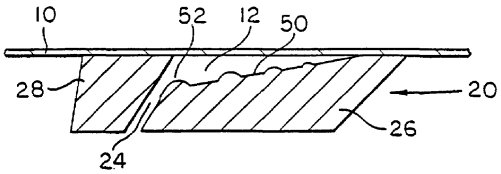
Фиг. 1A



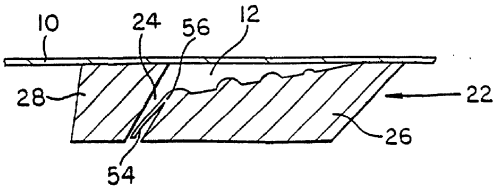
Фиг. 1B



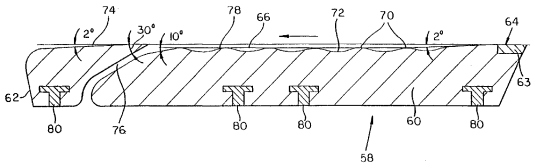
Фиг. 1C



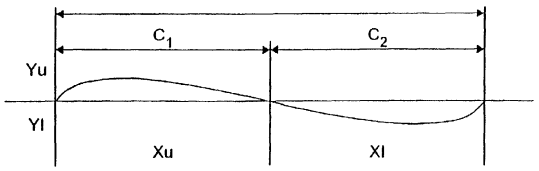
Фиг. 1D



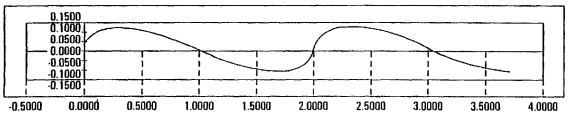
Фиг. 1E



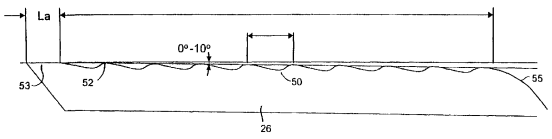
Фиг. 2



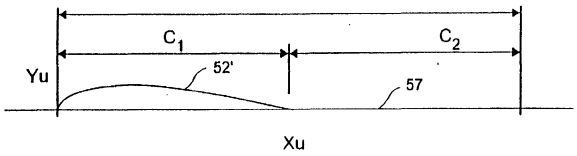
Фиг. 3A



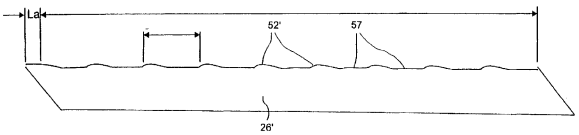
Фиг. 3B



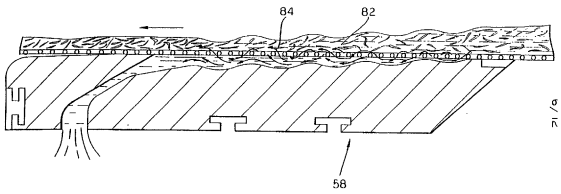
Фиг. 3



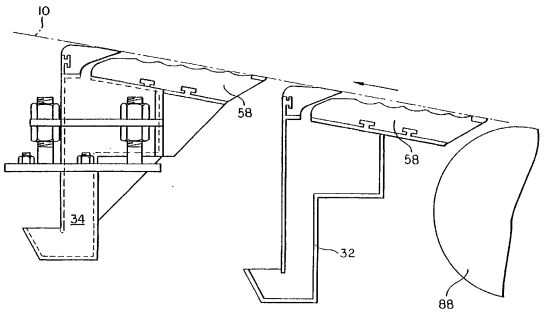
Фиг. 4A



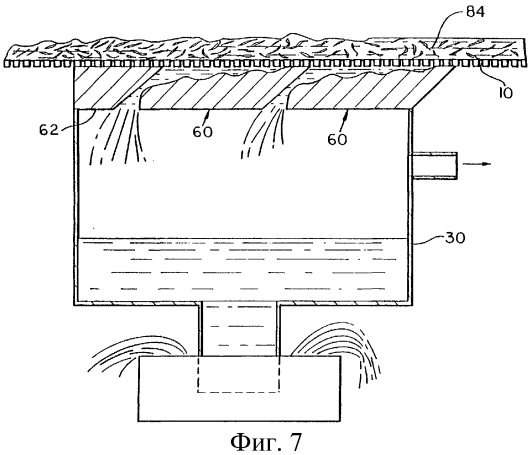
Фиг. 4



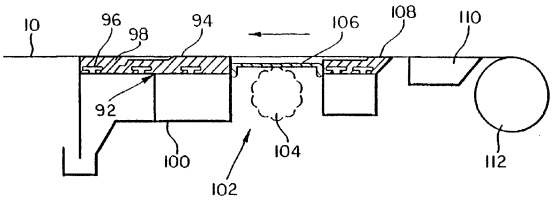
Фиг. 5



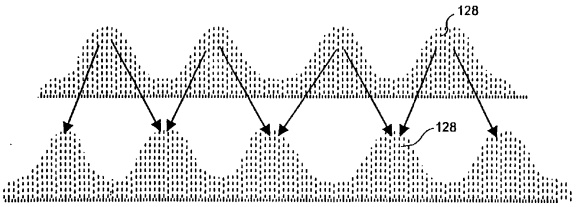
Фиг. 6



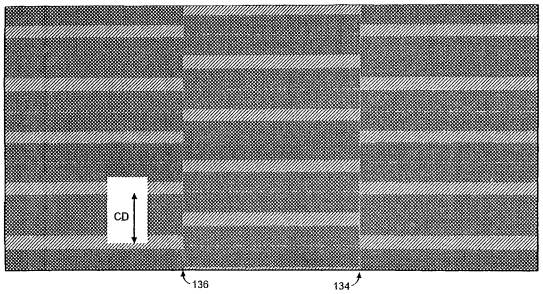
Фиг. 7



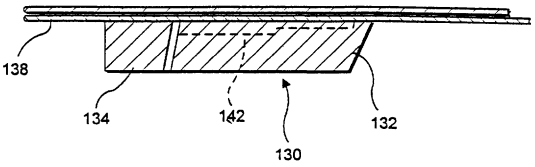
Фиг. 8



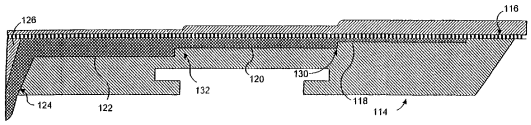
Фиг. 10A Фиг. 10B



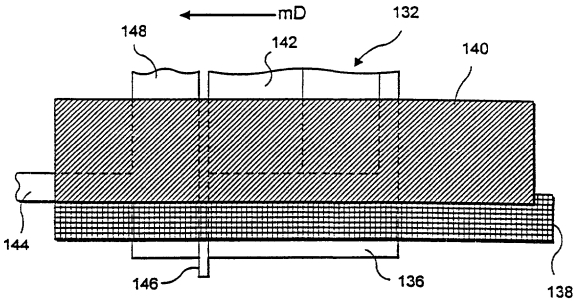
Фиг. 9A



Фиг. 11A



Фиг. 9



Фиг. 11B