

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202490232 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2024.04.19

(51) Int. Cl. *B04B 1/04* (2006.01)
B04B 7/12 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.07.13

(54) РОТАЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР ПЛАСТИНЧАТОГО ТИПА

(31) 2028726

(32) 2021.07.14

(33) NL

(86) PCT/NL2022/050409

(87) WO 2023/287285 2023.01.19

(71) Заявитель:
БИОРГАНИКС ЮФТ Б.В. (NL)

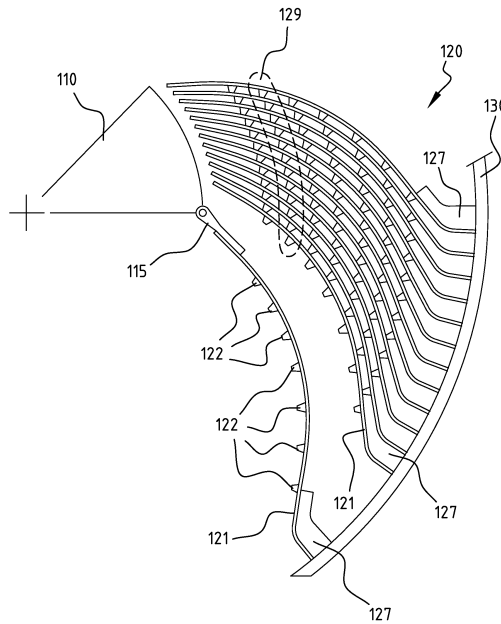
(72) Изобретатель:

Тиманн Андреас (NL), Буле Хендрик
Ари (BE)

(74) Представитель:

Фелицына С.Б. (RU)

(57) Изобретение относится к ротационному сепаратору пластинчатого типа, включающему в себя несущий элемент, выполненный с возможностью вращения относительно своей продольной оси; и множество пластин, проходящих в осевом направлении и в направлении радиально наружу относительно продольной оси несущего элемента; причем каждая из множества пластин содержит по меньшей мере одну опору, проходящую поперечно поверхности пластины и в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образующую, таким образом, окружную опору для указанной пластины, когда при вращении несущего элемента опора указанной пластины опирается на соседнюю пластину указанного множества пластин.



A1

202490232

202490232

A1

РОТАЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР ПЛАСТИНЧАТОГО ТИПА

Изобретение относится к ротационному сепаратору пластинчатого типа, предназначенному для извлечения или отделения одного или более компонентов от текучей среды, в частности, от жидкости. Такие компоненты, например, могут содержать твердые вещества, такие как загрязняющие вещества, мусор или водоросли, а также жидкие вещества, включая масла или другие жидкости, имеющие плотность, отличную от плотности текучей среды, из которой они должны быть извлечены.

Такие ротационные сепараторы пластинчатого типа используются в самых разных областях и во многих различных отраслях промышленности. Для извлечения компонента из жидкости в таких сепараторах используется центробежная сила, действующая на любые частицы компонента, взвешенные в текучей среде, от которой они должны быть отделены. После отделения, текучая среда и один или более отделенных от неё компонентов могут быть по отдельности извлечены из ротационного сепаратора пластинчатого типа.

Известные ротационные пластинчатые сепараторы вышеописанного типа имеют ряд существенных недостатков, которые в настоящее время ограничивают их применение и практическую ценность.

Во-первых, известные конструкции ротационных сепараторов пластинчатого типа ограничены по скорости вращения, на которой они могут работать. Как правило, более высокая скорость вращения обеспечивает более высокую эффективность процесса отделения, что является преимуществом, когда требуется высокая производительность отделения, или когда отделяемый компонент имеет плотность, лишь незначительно отличающуюся от плотности текучей среды, в которой он взвешен. Однако более высокие скорости вращения приводят к более высокой механической нагрузке на конструкцию ротационного сепаратора пластинчатого типа, что может приводить к повреждению сепаратора или иным образом снижает его характеристики.

Второй недостаток известных конструкций ротационных сепараторов пластинчатого типа связан с их масштабируемостью. Было обнаружено, что при создании известных ротационных пластинчатых сепараторов в большем масштабе с увеличенными физическими размерами, например, для того, чтобы в них можно было разместить и переработать большее количество текучей среды, приводит к потере структурной целостности во время работы сепаратора, в частности, при повышенных скоростях вращения. Это также приводит к повреждению сепаратора или иному снижению его рабочих характеристик.

Третий недостаток известных ротационных сепараторов пластинчатого типа связан с требованиями, предъявляемыми к материалам, в частности, к материалам любых подвижных элементов таких сепараторов. Из-за значительных скоростей вращения, на которых могут работать такие сепараторы, и возникающих вследствие этого соответствующих больших усилий, действующих, в частности, на лопатки или пластины таких сепараторов, эти пластины должны быть содержать материал, способный выдерживать такие усилия. На практике применяется жесткий материал, например, металл, в частности, (нержавеющая) сталь. Сталь и аналогичные материалы имеют относительно высокую плотность и, таким образом, увеличивают общий вес ротационного сепаратора пластинчатого типа. Кроме того, изготовление любых компонентов из стали или других металлов является более сложным, чем изготовление таких компонентов, например, из пластика, например, методом литья под давлением. Кроме того, такая повышенная сложность технологического процесса производства приводит к возрастанию производственных затрат дополнительно к базовой стоимости используемых материалов.

В настоящем описании делается ссылка на патентный документ US660360A, в котором раскрывается «центробежный жидкостной сепаратор», который, как считается, является наиболее близким аналогом, который демонстрирует вышеописанные недостатки. Документы US661943A, EP2014346A1 и DE178650C считаются дополнительным уровнем техники, имеющим по меньшей мере некоторое отношение к изобретению.

Задача изобретения заключается в создании ротационного пластинчатого сепаратора вышеописанного типа, в котором были бы устранены или нивелированы один или более недостатков ротационных пластинчатых сепараторов известного уровня.

Указанная задача решается посредством ротационного сепаратора пластинчатого типа, включающего в себя несущий элемент, выполненный с возможностью вращения вокруг своей продольной оси; и множество пластин, проходящих в осевом направлении и в направлении радиально наружу относительно продольной оси несущего элемента, причем каждая из множества пластин содержит по меньшей мере одну опору, проходящую поперечно поверхности пластины и в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образующую, таким образом, окружную опору для указанной пластины, когда при вращении несущего элемента опора указанной пластины опирается на соседнюю пластину указанного множества пластин.

Преимущество вышеописанного ротационного сепаратора пластинчатого типа заключается в том, что он обеспечивает лучшее распределение и/или поглощение

внутренних сил и крутящих моментов, возникающих во время работы сепаратора вследствие значительных центробежных сил, воздействию которых подвергается сепаратор. Таким образом, предлагаемый ротационный сепаратор пластинчатого типа может работать со скоростью вращения, превышающей скорости вращения, на которых могут работать сепараторы известного уровня техники. Кроме того, благодаря улучшенному распределению и поглощению создаваемых усилий, в частности, пластины сепаратора могут быть изготовлены из материала, более дешевого и более простого в обработке, чем материалы, используемые для изготовления сепараторов известного уровня; помимо этого, физические размеры сепаратора согласно изобретению могут быть больше физических размеров сепараторов известного уровня, что обеспечивает повышение скорости разделения или производительности сепаратора.

В предпочтительном варианте осуществления сепаратор согласно изобретению содержит множество пластин, включающее в себя по меньшей мере пластины первого типа и пластины второго типа; причем на пластинах первого типа соответствующая по меньшей мере одна опора расположена на первом радиальном расстоянии от несущего элемента, а на пластинах второго типа соответствующая по меньшей мере одна опора расположена на втором радиальном расстоянии от несущего элемента, отличном от первого радиального расстояния.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению пластины первого типа и пластины второго типа расположены попеременно друг за другом по периметру выполненного с возможностью вращения несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению указанное множество пластин включает в себя множество пар пластин, причем каждая пара пластин содержит одну пластину первого типа и одну пластину второго типа.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению пластина первого типа и пластина второго типа каждой пары пластин соединены с выполненным с возможностью вращения несущим элементом посредством общего соединительного элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению опоры пластин первого типа расположены концентрически вокруг центральной оси несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению опоры пластин второго типа расположены концентрически вокруг

центральной оси несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению концентрическое расположение опор пластин первого типа выполнено по радиусу, отличному от радиуса, по которому выполнено концентрическое расположение опор на пластинах второго типа.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению по меньшей мере одна опора пластины первого типа и по меньшей мере одна опора пластины второго типа расположены приблизительно на одной линии друг за другом по меньшей мере на части окружного направления относительно продольной оси несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению опоры пластин первого типа и опоры пластин второго типа расположены друг за другом, образуя по меньшей мере один ряд опор, расположенных не концентрично относительно несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению по меньшей мере один ряд опор имеет форму спирали, проходящей не концентрично относительно продольной оси несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению пластины являются изогнутыми.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению поверхность каждой пластины, на которой расположена по меньшей мере одна соответствующая опора, является вогнутой поверхностью. Иными словами, по меньшей мере одна опора, предпочтительно, расположена на вогнутой стороне изогнутой пластины. Таким образом, эта опора упирается в выпуклую сторону соседней изогнутой пластины, т.е. служит опорой для неё.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению пластины выполнены из материала из группы, включающей в себя полимеры, углеволокно и стекловолокно.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению пластины шарнирно соединены с несущим элементом, что позволяет им поворачиваться относительно несущего элемента.

В еще одном предпочтительном варианте осуществления сепаратора согласно изобретению опоры расположены на своих соответствующих пластинах, приблизительно друг за другом, по меньшей мере частично в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образуя, таким образом, по меньшей мере один ряд

опор, проходящий не концентрично относительно выполненного с возможностью вращения несущего элемента и по меньшей мере частично проходящий наружу относительно указанного несущего элемента.

По меньшей мере некоторые из вышеописанных предпочтительных вариантов осуществления обеспечивают получение сепаратора, еще более усовершенствованного по своей максимально допустимой скорости вращения во время работы, по выбору материалов, из которых могут быть изготовлены, в частности, пластины, и по своей масштабируемости.

Вышеупомянутая задача изобретения решается, кроме того, посредством способа отделения одного или более компонентов от текучей среды, включающего в себя использование вышеописанного ротационного сепаратора пластинчатого типа согласно изобретению.

Кроме того, вышеупомянутая задача решается посредством пластинчатого узла, выполненного с возможностью установки в ротационном сепараторе пластинчатого типа, включающего в себя: множество пластин, проходящих в осевом направлении и в направлении радиально наружу относительно продольной оси несущего элемента, когда указанный пластинчатый узел установлен в ротационном сепараторе пластинчатого типа; причем каждая из множества пластин содержит по меньшей мере одну опору, проходящую поперечно поверхности пластины и в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образующую, таким образом, окружную опору для указанной пластины, когда при вращении несущего элемента опора указанной пластины опирается на соседнюю пластину указанного множества пластин.

Далее приведено подробное описание изобретения со ссылками на чертежи.

На фиг. 1 показан ротационный сепаратор пластинчатого типа согласно общему аспекту изобретения, вид с разрезом;

на фиг. 2 – сепаратор на фиг. 1, вид сверху в разрезе;

на фиг. 3 – сепаратор на фиг. 2, упрощенный вид сверху в разрезе, причем показаны по меньшей мере некоторые из внутренних сил, возникающих при работе сепаратора;

на фиг. 4 – пластины ротационного сепаратора пластинчатого типа согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения, вид сверху в разрезе;

на фиг. 5 – сепаратор на фиг. 4, подробный вид; и

на фиг. 6 – вариант на фиг. 5, причем показаны по меньшей мере некоторые из внутренних сил, возникающих при работе сепаратора.

На фиг. 1 показан ротационный сепаратор 100 пластинчатого типа согласно

общему аспекту изобретения. Ротационный сепаратор 100 пластинчатого типа, называемый в описании сепаратором 100, включает в себя корпус с боковой стенкой 130, верхнюю крышку 132 и нижнюю крышку 134, которые совместно определяют внутреннее пространство сепаратора 100.

Кроме того, ротационный сепаратор 100 пластинчатого типа содержит несущий элемент 110, расположенный в центре внутреннего пространства ротационного сепаратора 100. Несущий элемент 110 проходит во внутреннем пространстве сепаратора 100 от нижней крышки 134 к верхней крышке 132 и выполнен с возможностью вращения вокруг своей проходящей в вертикальном направлении продольной оси.

По внешнему периметру несущего элемента 110 расположено множество 120 пластин, причем все пластины множества 120 пластин, предпочтительно, расположены на одинаковом расстоянии друг от друга вокруг несущего элемента 110. Каждая пластина множества 120 пластин отходит радиально наружу от несущего элемента 110 и примыкает к внутренней поверхности боковой стенки 130 или упирается в неё. Кроме того, как показано на фиг. 1, каждая из множества 120 пластин проходит в вертикальном направлении вдоль значительной части высоты несущего элемента 110, причем указанное вертикальное направление совпадает с осевым направлением несущего элемента 110.

Во время работы сепаратора 100 несущий элемент 110 и множество соединенных с ним пластин приводятся в действие для вращения в направлении вращения. Для вращения несущего элемента 110 может использоваться привод (не показан), такой как двигатель внутреннего сгорания или электромотор.

Текущая среда, в частности, жидкость, содержащая один или более компонентов, которые необходимо отделить от данной жидкости, подается во внутреннее пространство сепаратора 100 и промежуточные пространства между всеми пластинами множества 120 пластин. Впуск для текучей среды может быть расположен в верхней части внутреннего пространства сепаратора 100 или рядом с ней, например, в верхней крышке 132.

В результате вращения несущего элемента 110 и множества 120 пластин текучая среда, поданная во внутреннее пространство сепаратора 100, приводится в окружное движение и, таким образом, подвергается воздействию центробежной силы, которая действует как на текучую среду, так и на любые частицы компонента, взвешенные в данной текучей среде. Поскольку частицы компонента имеют более высокую плотность, чем плотность текучей среды, от которой они должны быть отделены, указанные частицы под действием этой центробежной силы выталкиваются радиально наружу от продольной оси несущего элемента 110. Текучая среда, плотность которой меньше плотности частиц компонента, в меньшей степени подвержена воздействию центробежной силы и,

следовательно, в большей степени стекает в нижнем направлении, что, таким образом, приводит к отделению по меньшей мере одного компонента от текучей среды.

В конструкции могут иметься выпуски (не показаны), соответственно, для текучей среды и по меньшей мере одного отделенного от неё компонента, через которые текучая среда и отделенный от неё компонент могут вытекать из внутреннего пространства сепаратора 100.

В варианте осуществления, показанном на фиг. 1, каждая из множества 120 пластин имеет изогнутую форму. Было установлено, что использование изогнутых пластин является преимущественным, так как обеспечивает повышение эффективности отделения по сравнению с плоскими пластинами, в частности, для частиц компонента, находящихся во внутреннем пространстве сепаратора 100 вблизи внешнего радиуса множества 120 пластин. Однако изобретение не ограничивается только лишь изогнутыми пластинами. Преимущества изобретения также могут быть достигнуты при использовании пластин, имеющих плоскую форму или форму, которая каким-либо иным образом отличается от описанных вариантов осуществления.

Предпочтительно, боковая стенка 130 корпуса соединена с остальной частью сепаратора 100 с возможностью отсоединения, что является преимуществом, когда сепаратор 100 необходимо очистить от любых скоплений остатков в промежуточных пространствах между пластинами множества 120 пластин. При проведении очистки боковую стенку 130 удаляют. Это удаление может включать в себя этап перемещения боковой стенки 130 радиально наружу относительно несущего элемента 110 для создания радиального зазора между пластинами множества 120 пластин и боковой стенкой 130. Несущий элемент 110 с множеством 120 пластин последовательно приводится во вращение. Под действием возникающей в результате этого центробежной силы любые остатки, присутствующие в промежуточных пространствах между всеми пластинами множества 120 пластин, выталкиваются наружу и, таким образом, удаляются из сепаратора 100. Кроме того, под действием центробежной силы, действующей на пластины множества 120 пластин, они могут растягиваться, и поэтому первоначально изогнутая форма может стать более прямой. Это также приводит к увеличению окружного расстояния между соседними пластинами множества 120 пластин, что дополнительно способствует удалению любых остатков из промежуточных пространств между пластинами множества 120 пластин. Во время такой операции очистки вокруг сепаратора 100 может устанавливаться брызгозащитный экран для улавливания остатков, удаляемых из множества 120 пластин.

На фиг. 2, на виде сверху в разрезе, показана часть множества 120 пластин

сепаратора 100, показанного на фиг. 1. Как ясно видно из фиг. 2, каждая отдельная пластина 121 из множества 120 пластин отходит от несущего элемента 110 и упирается во внутреннюю поверхность боковой стенки 130.

Каждая пластина 121 может быть соединена с несущим элементом 110 с помощью соединительного элемента 115. Соответствующий соединительный элемент 115 может иметься для каждой пластины 121 из множества 120 пластин. Альтернативно, две пластины 121 могут быть соединены с несущим элементом 110 с помощью одного общего соединительного элемента 155. В таких вариантах осуществления указанные две пластины 121 могут быть расположены на противоположных сторонах указанного соединительного элемента 155. Соединительный элемент 115 может содержать шарнир для обеспечения шарнирного соединения каждой из множества 120 пластин с несущим элементом 110. Такие варианты выполнения сепаратора 100 являются особенно предпочтительными, когда очистку сепаратора 100 необходимо производить вышеописанным способом. После удаления боковой стенки 130 каждая из множества 120 пластин может шарнирно поворачиваться наружу, увеличивая, таким образом, промежуточное пространство между соседними пластинами 121, и облегчая смещение и удаление любого мусора или остатков из указанных промежуточных пространств между соседними пластинами в процессе очистки сепаратора 100, как было описано выше.

На соответствующей вогнутой поверхности каждой пластины 121 имеется множество опор 122. Каждая из множества опор 122 выполнена в виде выступа 122, отходящего в поперечном направлении от указанной поверхности и в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента 110. Когда каждая пластина из множества 120 пластин расположена вокруг несущего элемента 110, каждая опора 122 упирается в смежную (соседнюю) пластину 121. Таким образом, опора 122 на каждой соответствующей пластине 121 обеспечивает окружную опору во время работы сепаратора 100. В частности, опоры 122 обеспечивают сохранение промежуточного расстояния между двумя расположенными одна за другой пластинами 121 на существенной части длины этих пластин, предотвращая изгибание или изгиб пластин 121.

Таким образом, сепаратор 100 в варианте осуществления, показанном на фиг. 2, может работать на более высоких скоростях вращения, чем сепараторы известного уровня техники, может быть изготовлен в большем масштабе, чем сепараторы известного уровня, или может быть изготовлен с использованием материалов, которые легче и/или технологически проще, чем материалы, применяемые в сепараторах известного уровня. Например, к материалам, из которых, в частности, могут быть изготовлены пластины 121, относятся полимерное волокно, стекловолокно и углеволокно.

На дальнем конце каждой пластины 121 имеется усилительный элемент 127, расположенный на поверхности, противоположной указанной поверхности каждой пластины 121, на которой расположены опоры 122. Эти усилительные элементы 127 способствуют повышению общей жесткости и/или прочности каждой пластины 121, в частности, на вышеупомянутом дальнем конце каждой пластины 121, около которого они расположены, и могут быть выполнены в виде ребер жесткости.

Как показано на фиг. 2, все пластины 121 могут быть идентичны друг другу по своим размерам, кривизне, а также расположению и количеству опор 122 на своих соответствующих поверхностях. Таким образом, опоры 122 вместе образуют концентрические ряды опор 122, в которых опоры расположены одна за другой в окружном направлении множества 120 пластин. На фиг. 2 видны семь таких концентрических рядов, один из которых окружен пунктирной линией и обозначен ссылкой 129. Каждый концентрический ряд опор можно рассматривать как «канал усилий», по которому передаются и поглощаются усилия, действующие на пластины в результате центробежного эффекта. Силы и крутящие моменты, возникающие в результате этого центробежного эффекта, будут рассмотрены далее со ссылками на фиг. 3.

На фиг. 3 показано множество 120 пластин, конфигурация которых упрощена по сравнению с конфигурацией на фиг. 2; упрощение заключается в том, что на каждой пластине 121a, 121b, 121c расположена только одна соответствующая опора 122a, 122b, 122c, а остальные опоры 122 в целях пояснения опущены. Таким образом, рассматриваемое множество 120 пластин на фиг. 3 содержит только один концентрический ряд опор 122.

Следует отметить, что конфигурации пластин, показанные на фиг. 1 и фиг. 2, касаются количества опор 122 на каждой пластине 121, приведены просто в качестве примера. На каждой из пластин 121 может иметься произвольно выбранное количество опор 122, расположенных на соответствующих радиальных расстояниях от несущего элемента 110. Специалист может выбирать количество опор 122 на каждой пластине с учетом других конструктивных параметров сепаратора 100, не выходя за границы объема изобретения.

Кроме того, на фиг. 3 показана центробежная сила F_c , действующая на соответствующую опору 122a первой пластины 121a из множества 120 пластин. Эта центробежная сила F_c возникает в результате вращательного движения несущего элемента 110 и множества 120 пластин во время работы сепаратора 100, и приводит к возникновению механического напряжения на первой пластине 121a.

Как показано векторными стрелками на фиг. 3, указанная центробежная сила F_c может быть разложена на касательную составляющую F_T и перпендикулярную составляющую F_P . Перпендикулярная составляющая F_P направлена, по существу, перпендикулярно касательной составляющей F_T и, кроме того, направлена перпендикулярно поверхности пластины 121a в том месте, в котором расположена опора 122b.

Как уже было указано выше при рассмотрении фиг. 2, показанная на фиг. 3 первая пластина 121a опирается на соответствующую опору 122b соседней второй пластины 121b для сохранения промежуточного пространства между первой пластиной 122a и второй пластиной 122b. Кроме того, как видно из фиг. 3, центральная линия опоры 122a смещена на расстояние L от центральной линии опоры 122b второй пластины 121b, если смотреть в направлении, перпендикулярном поверхностям первой пластины 121a и второй пластины 121b. Таким образом, перпендикулярная составляющая F_P центробежной силы, действующая на опору 122a первой пластины 121a, приложена на расстоянии L от точки опоры первой пластины 121a, которой является опора 122b соседней пластины 121b. Таким образом, возникает крутящий момент, величина которого определяется формулой $\tau = L \times F_P$, действующий на первую пластину 121a, который приводит к возникновению механического напряжения в этой первой пластине 121a.

Расстояние L определяет линию действия, по которой прикладывается перпендикулярная составляющая F_P .

Аналогично, на опору 122b второй пластины 121b из множества 120 пластин действует центробежная сила, которая аналогичным образом может быть разложена на касательную составляющую F_T и перпендикулярную составляющую F_P . Вторая пластина 121b опирается на еще одну опору 122c соседней третьей пластины 121c, которая также является точкой опоры относительно перпендикулярной составляющей F_P центробежной силы, действующей на опору 122b второй пластины 121b. Таким образом, здесь возникает еще один крутящий момент, действующий на вторую пластину 121b, который усиливается в результате нагружения первой пластины 121a и, аналогичным образом, приводит к возникновению механического напряжения в этой второй пластине 121b. Такой же механизм действия сил и возникновения крутящих моментов и механических напряжений наблюдается и во всех остальных пластинах множества 120 пластин.

Хотя концентрично расположенные опоры 122 в вариантах осуществления, показанных на фиг. 1 и фиг. 2, поглощают значительную часть генерируемых усилий и, как правило, обеспечивают сохранение промежуточных расстояний между всеми пластинами множества 120 пластин, при определенных условиях вышеописанные

создаваемые крутящие моменты становятся проблематичными. Поскольку вышеописанные создаваемые крутящие моменты увеличиваются при повышении скорости вращения сепаратора 100, они, в принципе, могут приводить к повреждению пластин 121, когда сепаратор 100 работает на относительно высокой частоте вращения. Аналогичным образом, если каждая пластина 121 изготовлена из более легкого, более гибкого материала, или когда сепаратор 100, содержащий эти пластины 121, имеет увеличенные физические размеры, указанные создаваемые крутящие моменты могут приводить к (необратимой) деформации одной или более пластин 121.

Чтобы устранить эти ограничения для сепаратора 100 в вариантах осуществления, показанных на фиг. 2 и 3, были предложены более предпочтительные варианты выполнения сепаратора 100, отличающиеся от показанных на фиг. 2 и 3 тем, что они содержат неконцентрические опоры 122. На фиг. 4, 5 и 6 показана приводимая в качестве примера конфигурация множества пластин 121 и опор 122, с помощью которой это достигается.

На фиг. 4 показаны пластина 123 первого типа и пластина 125 второго типа из вышеупомянутого множества пластин сепаратора, которые в целях иллюстрации на чертеже не показаны. Пластина 123 первого типа содержит одну или более опор 124, расположенных на её вогнутой поверхности, а пластина 125 второго типа содержит одну или более опор 126, расположенных на её вогнутой поверхности. Каждая из по меньшей мере одной опоры 124 пластины 123 первого типа может быть связана с соответствующей опорой 126 на пластине 125 второго типа.

Пластина 123 первого типа и пластина 125 второго типа могут быть, по существу, идентичны друг другу по своим размерам, кривизне в вариантах осуществления, в которых указанные пластины 123, 125 являются изогнутыми, а также по материалам, из которых они изготовлены. Как видно из фиг. 4, пластина 123 первого типа и пластина 125 второго типа отличаются друг от друга по меньшей мере расположением своих соответствующих опор 124, 126.

Как видно из фиг. 4, как пластина 123 первого типа, так и пластина 125 второго типа содержат по семь опор 124, 126, расположенных на их соответствующих поверхностях. Первая из опор 124 на пластине 123 первого типа, ближняя к несущему элементу 110, и первая из опор 126 на пластине 125 второго типа, ближняя к несущему элементу 110, расположены приблизительно на одной линии друг за другом по меньшей мере на части окружного направления относительно продольной оси несущего элемента 100 и, таким образом, могут считаться связанными друг с другом. То же самое верно и для каждой пары соответствующих опор 124, 126 со второй по седьмую на пластине 123

первого типа и на пластине 125 второго типа.

По меньшей мере одна опора 124 (например, вышеупомянутая первая опора 124, ближняя к несущему элементу 100) на пластине 123 первого типа расположена на первом радиальном расстоянии от несущего элемента 110, а по меньшей мере одна опора 126 (например, вышеупомянутая первая опора 126, ближняя к несущему элементу 100) на пластине 125 второго типа расположена на втором радиальном расстоянии от несущего элемента 110, отличном от вышеуказанного первого радиального расстояния. Аналогичным образом, последующие соответствующие опоры 124, 126 со второй по седьмую, соответственно, на пластине 123 первого типа и на пластине 125 второго типа, отличаются друг от друга радиальным расстоянием, на котором они расположены относительно несущего элемента 110.

Пластина 123 первого типа и пластина 125 второго типа могут рассматриваться как пара пластин. Кроме того, пластина 123 первого типа и пластина 125 второго типа могут быть соединены друг с другом и общим соединительным элементом 115, предпочтительно, шарнирным.

На фиг. 5 дополнительно показаны пластины 123 первого типа и пластины 125 второго типа из множества 120 пластин. Пластины 123 первого типа и пластины 125 второго типа расположены попеременно друг за другом по периметру выполненного с возможностью вращения несущего элемента 110.

Как видно из фиг. 5, соответствующие опоры 124 пластин первого типа 123 и опоры 126 пластин 125 второго типа расположены рядами друг за другом, аналогично тому, как это сделано в вариантах осуществления, показанных на фиг. 2 и фиг. 3. На фиг. 5 вышеуказанные части двух таких рядов последовательно расположенных опор 124, 126 обведены пунктиром. Однако поскольку пластины 123 первого типа и пластины 125 второго типа каждая содержат соответствующие опоры 124, 126, отличающиеся друг от друга радиальным расстоянием, на котором они расположены от несущего элемента 110, эти ряды опор 124, 126 являются не концентрическими относительно (продольной оси) несущего элемента 110. В частности, по меньшей мере один ряд опор 124, 126 имеет форму спирали, не концентричной относительно продольной оси несущего элемента 110 и проходящей наружу. Преимущества такого расположения опор 124, 126 будут рассмотрены далее со ссылками на фиг. 6.

Как показано на фиг. 5, опоры 123 пластин 124 первого типа в совокупности расположены концентрически вокруг (продольной оси) несущего элемента 110. Аналогичным образом, опоры 126 пластин 125 второго типа в совокупности расположены концентрически вокруг (продольной оси) несущего элемента 110. Концентрическое

расположение опор 124 пластин 123 первого типа выполнено по радиусу, отличному от радиуса, по которому концентрически расположены опоры 126 пластин 125 второго типа. Поскольку пластины 123 первого типа и пластины 125 второго типа попеременно расположены вокруг несущего элемента 110, эта разница по радиусам концентрического расположения опор 124 и опор 126 приводит к неконцентрическому расположению в виде ряда последовательных опор 124, 126, показанному на фиг. 5.

На фиг. 6 показана конфигурация множества 120 пластин, представленная на фиг. 5 и включающая в себя пластины 123 первого типа и пластины 125 второго типа, попеременно расположенные вокруг несущего элемента 110.

Как показывают векторные стрелки на фиг. 6, во время работы сепаратора 100 на рассматриваемую в качестве примера опору 124а, расположенную на пластине 123 первого типа, действует центробежная сила F_c . Аналогично тому, как это показано на фиг. 3, указанная центробежная сила F_c может быть разложена на касательную составляющую F_t и перпендикулярную составляющую F_p . Перпендикулярная составляющая F_p направлена, по существу, перпендикулярно касательной составляющей F_t и, кроме того, направлена перпендикулярно поверхности пластины 123 первого типа в том месте, в котором расположена опора 124а.

Пластина 123 первого типа опирается на опору 126b соседней пластины 125 второго типа; опора 126b пластины 125 второго типа связана с вышеупомянутой опорой 124а пластины 123 первого типа. Опора 126b пластины 125 второго типа является точкой опоры для перпендикулярной составляющей F_p .

Как видно из фиг. 6, вследствие неконцентрического расположения множества опор 124а и 126b пластин 123 первого типа и пластин 125 второго типа расстояние L' между соответствующими центральными линиями опор 124а и 126b меньше соответствующего расстояния L в варианте осуществления с концентрическим расположением последовательных опор 122, показанном на фиг. 3 и фиг. 4. Таким образом, крутящий момент, создаваемый перпендикулярной составляющей F_p центробежной силы, расстояние L' для которой является линией действия относительно опоры 126b как точки опоры, также меньше аналогичного крутящего момента, возникающего в конфигурации, показанной на фиг. 3. Следовательно, механические напряжения, действующие на пластину 123 первого типа в результате этого создаваемого крутящего момента, также уменьшаются.

Аналогично, на последовательных опорах 124а, 126b остальных пластин 123, 125 также возникает крутящий момент, величина которого меньше величины крутящего момента в варианте осуществления, показанном на фиг. 3, поскольку длина

соответствующих линий действия (не показанных на фиг. 6) до соответствующих точек опоры, каковыми являются соответствующие опоры 124а, 126b последовательно расположенных соседних пластин 123, 125, также меньше.

При сравнении вариантов осуществления, показанных на фиг. 3 и фиг. 6, можно заметить также, что направление действия центробежной силы F_c на фиг. 3, по существу, отличается от окружного направления, по которому проходит концентрический ряд опор, включающий в себя опоры 122b и 122с, в то время как в варианте осуществления, показанном на фиг. 6, направление действия центробежной силы F_c , действующей на опору 124а, в значительно большей степени совпадает или перекрывается с некруговым направлением, по которому проходит неконцентрический ряд опор, включающий в себя опоры 124а и 126b. Таким образом, неконцентрическое расположение последовательных опор 124а, 126b на фиг. 6, которые расположены спиралеобразно относительно продольной оси несущего элемента 110 и, кроме того, проходят наружу относительно (продольной оси) несущего элемента 110, обеспечивает более эффективное распределение и поглощение центробежной силы F_c , которая, как и неконцентрический ряд последовательно расположенных опор 124а, 126 направлена, по существу, наружу относительно (продольной оси) несущего элемента 110.

Именно по вышеуказанным причинам варианты осуществления изобретения, показанные на фиг. 4-6, по своей способности выдерживать усилия и крутящие моменты, возникающие во время работы сепаратора 100 являются более усовершенствованными, чем варианты осуществления, показанные на фиг. 2-3. Это дополнительное усовершенствование сепаратора 100 в вариантах осуществления, показанных на фиг. 4-6, позволяет эксплуатировать его на более высоких скоростях вращения, что, в свою очередь, обеспечивает более высокую центробежную силу, действующую на любые частицы компонента, находящегося во взвешенном состоянии в текучей среде, от которой его необходимо отделить, что обеспечивает дополнительное повышение эффективности отделения.

Кроме того, повышенная способность сепаратора 100 выдерживать усилия, возникающие во время работы, дает возможность выполнять сепаратор 100 из альтернативных материалов, отличных от более широко используемых материалов, таких как (нержавеющая) сталь. В частности, более легкие материалы, как правило, являющиеся более гибкими и/или хрупкими, например, полимеры или материалы, содержащие углеволокно или стекловолокно, могут быть использованы без риска выхода из строя сепаратора 100 при работе даже на более высоких скоростях вращения.

И наконец, улучшенная способность сепаратора 100 выдерживать усилия,

возникающие во время работы, позволяет создавать сепаратор 100 в большем масштабе с увеличенными физическими размерами. В частности, при выполнении сепаратора 100 в таком большем масштабе, пластины множества 120 пластин более склонны к изгибу и/или деформации во время работы сепаратора 100 вследствие относительно меньшей жесткости из-за их увеличенного размера. Поскольку усилия и крутящие моменты, возникающие во время работы сепаратора 100, лучше поглощаются и/или уменьшаются благодаря расположению опор 122 в соответствии с общими принципами изобретения, любой изгиб пластин множества 120 пластин по меньшей мере уменьшается или даже полностью предотвращается.

Сепаратор 100 в любом из раскрытых здесь вариантов осуществления может быть использован в способе отделения одного или более компонентов от текучей среды.

Хотя раскрытие изобретения до настоящего момента производилось посредством рассмотрения сепаратора, изобретение сепаратором не ограничивается. Объектом изобретения является также пластинчатый узел, содержащий множество пластин согласно любому из вышеописанных вариантов осуществления. Такой пластинчатый узел может быть установлен в имеющийся сепаратор (известного уровня техники), который затем модифицируется, как описано здесь выше, для достижения, таким образом, различных преимуществ изобретения.

Следует особо отметить, что специалист в данной области может вносить изменения в вышеописанные варианты осуществления изобретения, не отходя от основных принципов изобретения, определяемых формулой изобретения. Например, хотя в описанных вариантах осуществления применяются изогнутые пластины, альтернативно могут быть использованы прямые (плоские) пластины. Аналогичным образом, пластины могут иметь кривизну в направлении, параллельном направлению продольной оси несущего элемента, так что они могут иметь спиралевидную форму. Еще одним примером изменений, которые может внести специалист, является размещение опор соответствующих пластин на их выпуклых поверхностях, а не на их вогнутых поверхностях, как показано в вариантах осуществления, представленных на чертежах.

Кроме того, специалистом в данной области могут быть выбраны пластины других типов, помимо описанных здесь пластин 123 первого типа и пластин 125 второго типа. Как уже было указано выше, преимущества показанных на фиг. 4-6 вариантов выполнения сепаратора 100 обусловлены усовершенствованным размещением соответствующих опор последовательно расположенных пластин с использованием неконцентрического расположения опор с прохождением наружу. Было обнаружено, что для такого предпочтительного расположения последовательных опор требуются по меньшей мере

два различных типа пластин, а именно, пластины 123 первого типа и пластины 125 второго типа, которые отличаются друг от друга по меньшей мере расположением последовательных опор. Однако предполагается, что столь же преимущественное неконцентрическое расположение последовательных опор может быть получено путем использования гипотетических пластин третьего типа (на чертежах не показаны), которые отличаются от вышеупомянутых пластин 123 первого типа и пластин 125 второго типа по меньшей мере расположением опор на своих поверхностях.

Ни один из вышеописанных вариантов осуществления не следует рассматривать как ограничивающий. Наоборот, испрашиваемый объем правовой охраны определяется исключительно признаками, указанными в формуле изобретения, и по меньшей мере в определенных юрисдикциях и их эквивалентах.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ротационный сепаратор пластинчатого типа, включающий в себя:
несущий элемент, выполненный с возможностью вращения вокруг своей продольной оси; и
множество пластин, проходящих в осевом направлении и в направлении радиально наружу относительно продольной оси несущего элемента;
причем каждая из множества пластин содержит по меньшей мере одну опору, проходящую поперечно поверхности пластины и в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образующую, таким образом, окружную опору для указанной пластины, когда при вращении несущего элемента опора указанной пластины опирается на соседнюю пластину указанного множества пластин.
2. Сепаратор по п. 1, в котором указанное множество пластин включает в себя по меньшей мере пластины первого типа и пластины второго типа,
причем на пластинах первого типа соответствующая по меньшей мере одна опора расположена на первом радиальном расстоянии от несущего элемента, а на пластинах второго типа соответствующая по меньшей мере одна опора расположена на втором радиальном расстоянии от несущего элемента, отличном от первого радиального расстояния.
3. Сепаратор по п. 2, в котором пластины первого типа и пластины второго типа расположены попеременно по периметру способного вращаться несущего элемента.
4. Сепаратор по п. 2 или 3, в котором множество пластин включает в себя множество пар пластин, причем каждая пара пластин содержит одну пластину первого типа и одну пластину второго типа.
5. Сепаратор по любому из пп. 2-4, в котором пластина первого типа и пластина второго типа каждой пары пластин соединены с выполненным с возможностью вращения несущим элементом посредством общего соединительного элемента.
6. Сепаратор по любому из пп. 2-5, в котором опоры пластин первого типа расположены концентрически вокруг центральной оси несущего элемента.
7. Сепаратор по любому из пп. 2-6, в котором опоры пластин второго типа расположены концентрически вокруг центральной оси несущего элемента.
8. Сепаратор по п. 6 и 7, в котором концентрическое расположение опор пластин первого типа выполнено по радиусу, отличному от радиуса, по которому выполнено концентрическое расположение опор пластин второго типа.
9. Сепаратор по любому из пп. 2-8, в котором по меньшей мере одна опора пластины первого типа и по меньшей мере одна опора пластины второго типа

расположены приблизительно на одной линии друг за другом по меньшей мере на части окружного направления относительно продольной оси несущего элемента.

10. Сепаратор по п. 9, в котором опоры пластин первого типа и опоры пластин второго типа расположены друг за другом, образуя по меньшей мере один ряд опор, расположенных не концентрично относительно несущего элемента.

11. Сепаратор по п. 10, в котором по меньшей мере один ряд опор имеет форму спирали, проходящей не концентрично относительно продольной оси несущего элемента.

12. Сепаратор по любому из пп. 1-11, в котором пластины являются изогнутыми.

13. Сепаратор по п. 12, в котором поверхность каждой пластины, на которой расположена по меньшей мере одна соответствующая опора, является вогнутой поверхностью.

14. Сепаратор по любому из пп. 1-13, в котором пластины содержат материал из группы, включающей в себя полимеры, углеволокно и стекловолокно.

15. Сепаратор по любому из пп. 1-14, в котором пластины шарнирно соединены с несущим элементом, что позволяет им поворачиваться относительно несущего элемента.

16. Сепаратор по п. 1, в котором опоры расположены на своих соответствующих пластинах, приблизительно друг за другом, по меньшей мере частично в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образуя, таким образом, по меньшей мере один ряд опор, проходящий не концентрично относительно выполненного с возможностью вращения несущего элемента и по меньшей мере частично проходящий наружу относительно указанного несущего элемента.

17. Способ отделения одного или более компонентов от текучей среды, включающий в себя использование ротационного сепаратора пластинчатого типа по любому из пп. 1-16.

18. Пластинчатый узел, выполненный с возможностью установки в ротационном сепараторе пластинчатого типа, включающий в себя:

множество пластин, приспособленных для прохождения в осевом направлении и в направлении радиально наружу относительно продольной оси несущего элемента, когда указанный пластинчатый узел установлен в ротационном сепараторе пластинчатого типа;

причем каждая из множества пластин содержит по меньшей мере одну опору, проходящую поперечно поверхности пластины и в окружном направлении относительно продольной оси несущего элемента, образующую, таким образом, окружную опору для указанной пластины, когда при вращении несущего элемента опора указанной пластины опирается на соседнюю пластину указанного множества пластин.

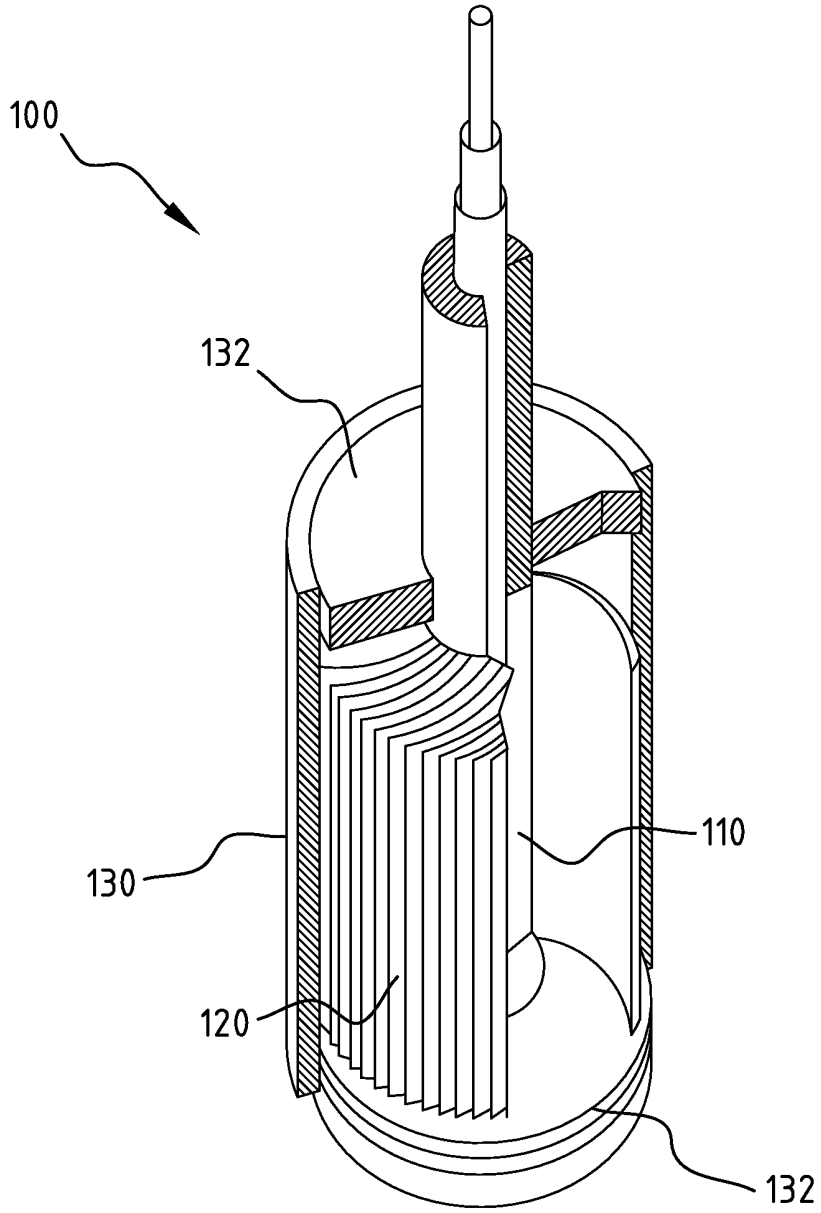


FIG. 1

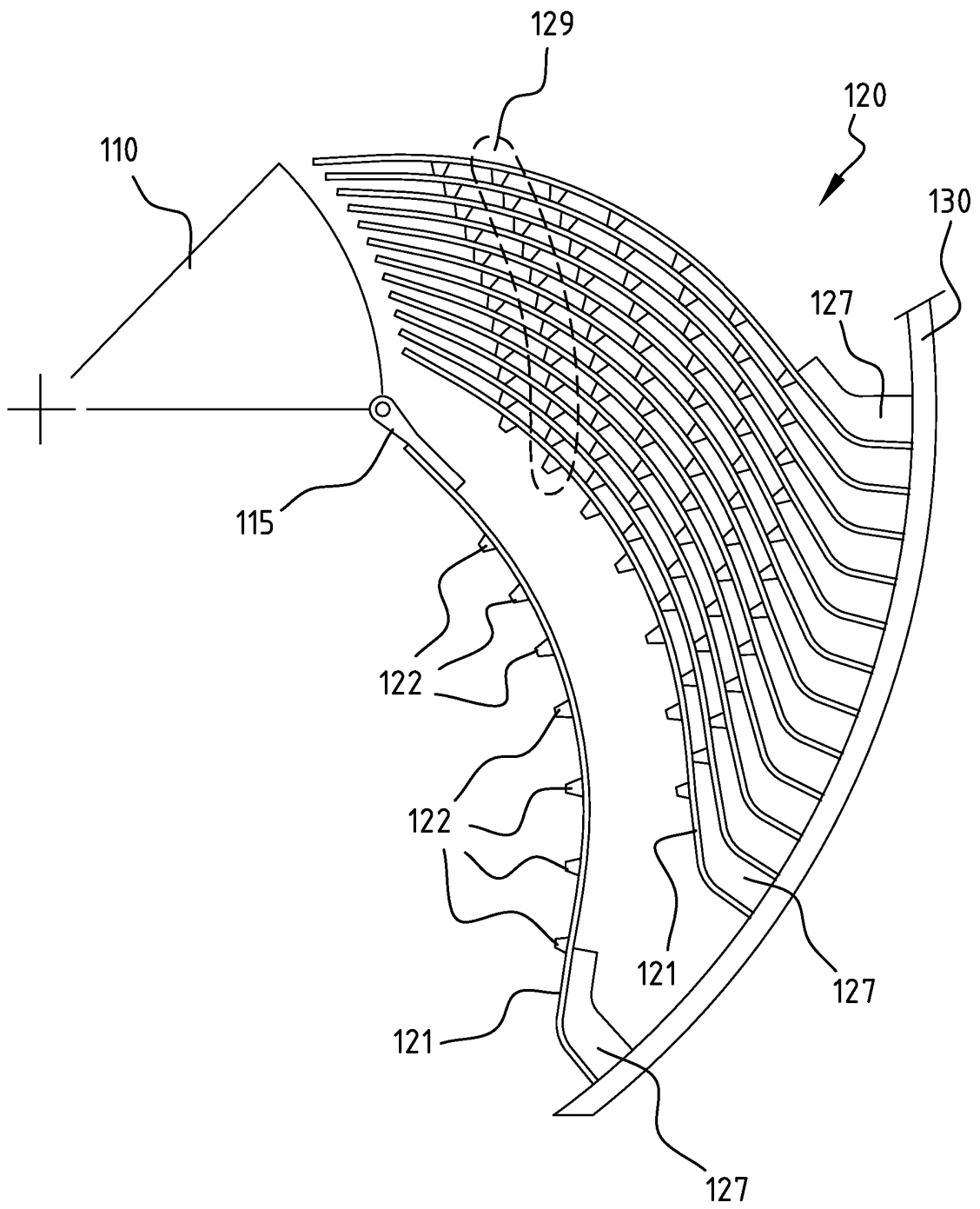


FIG. 2

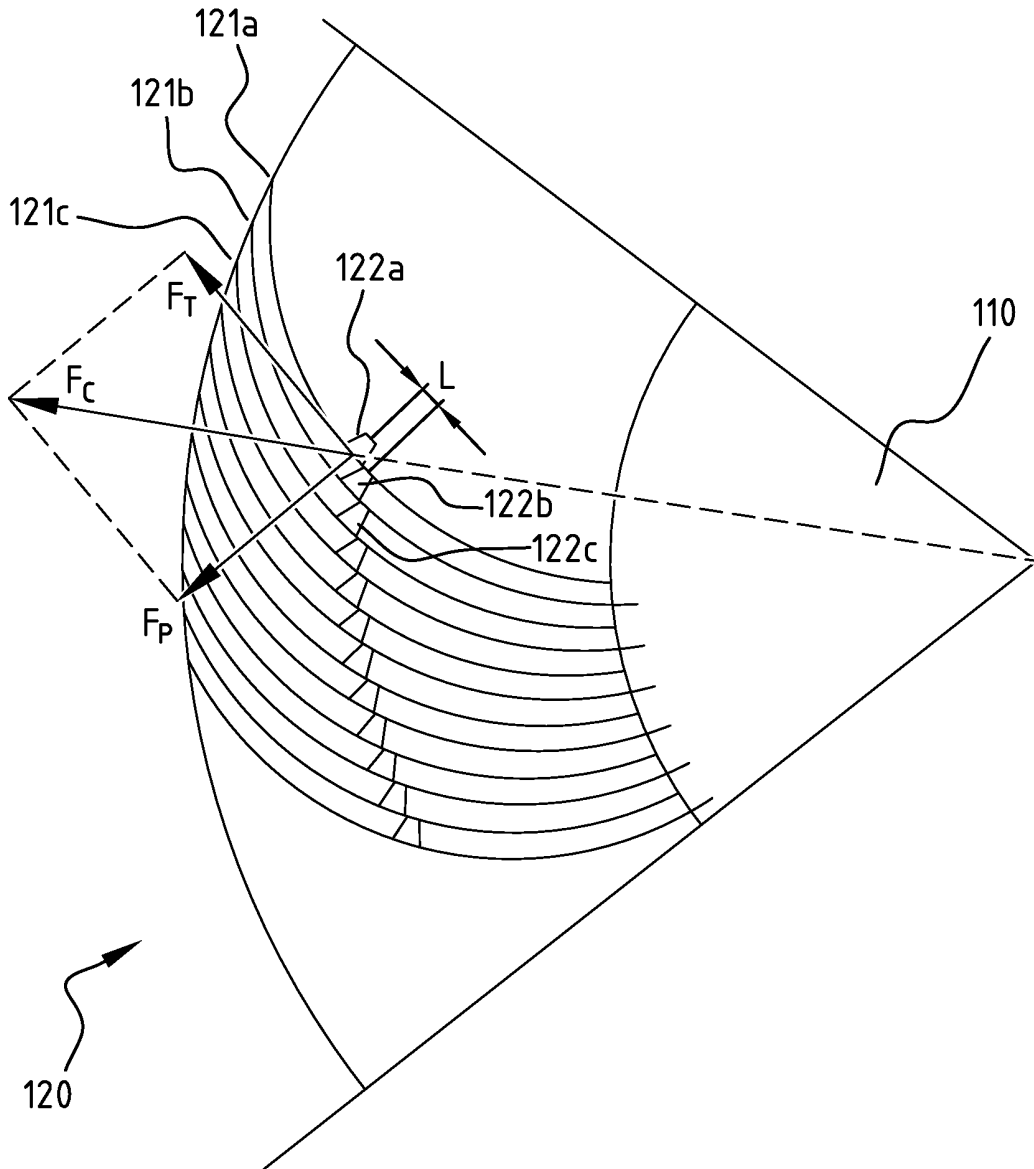


FIG. 3

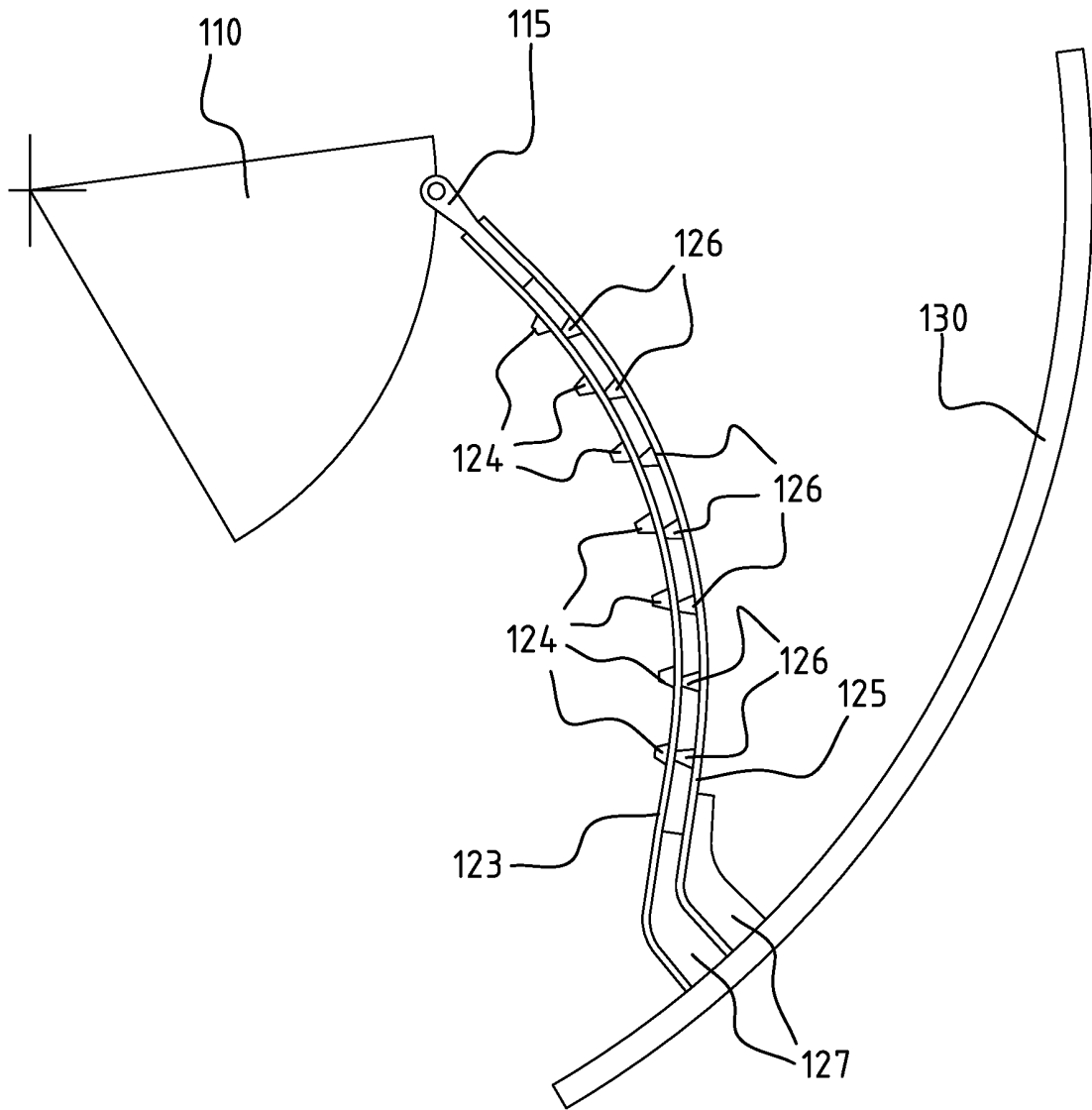


FIG. 4

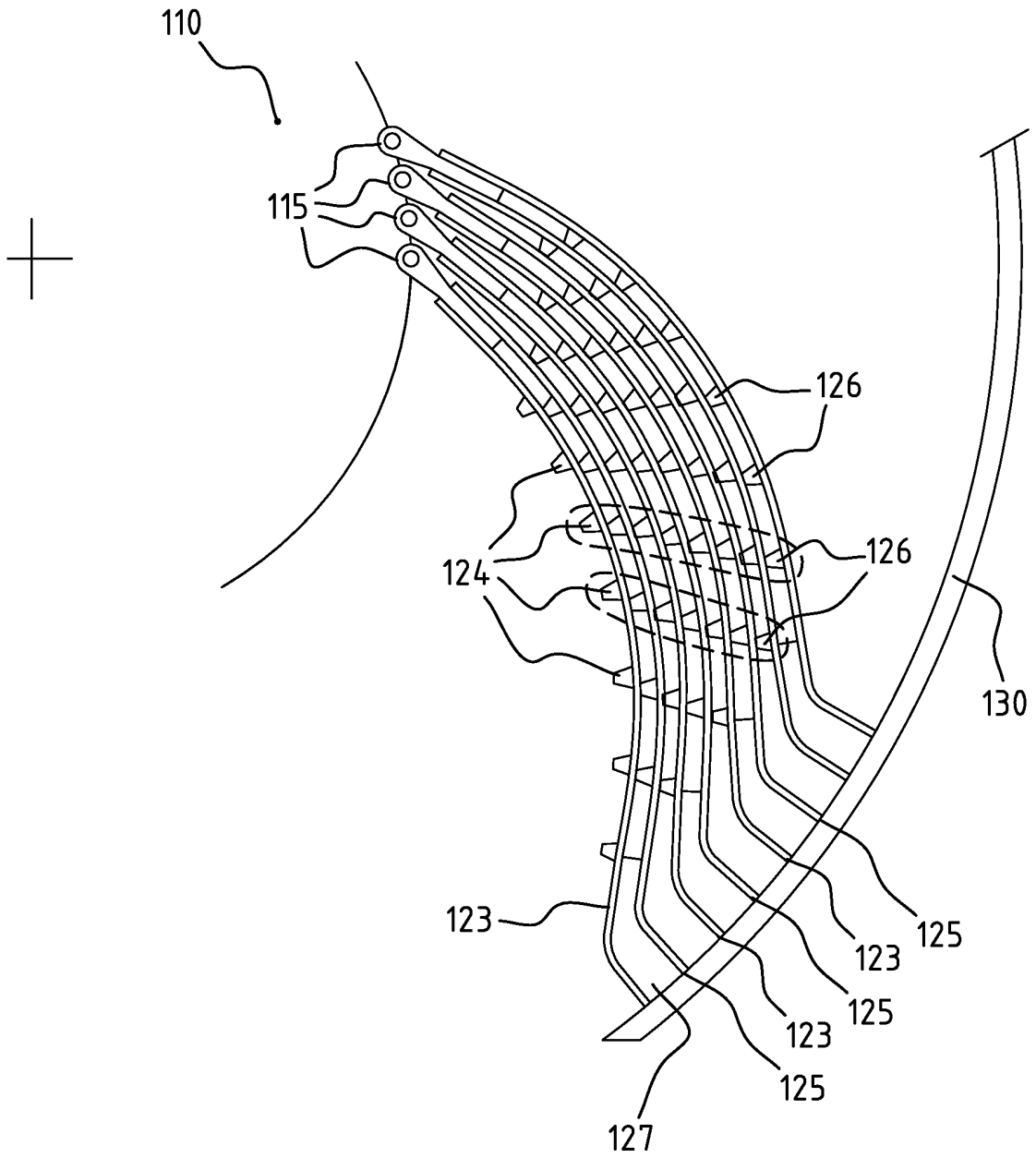
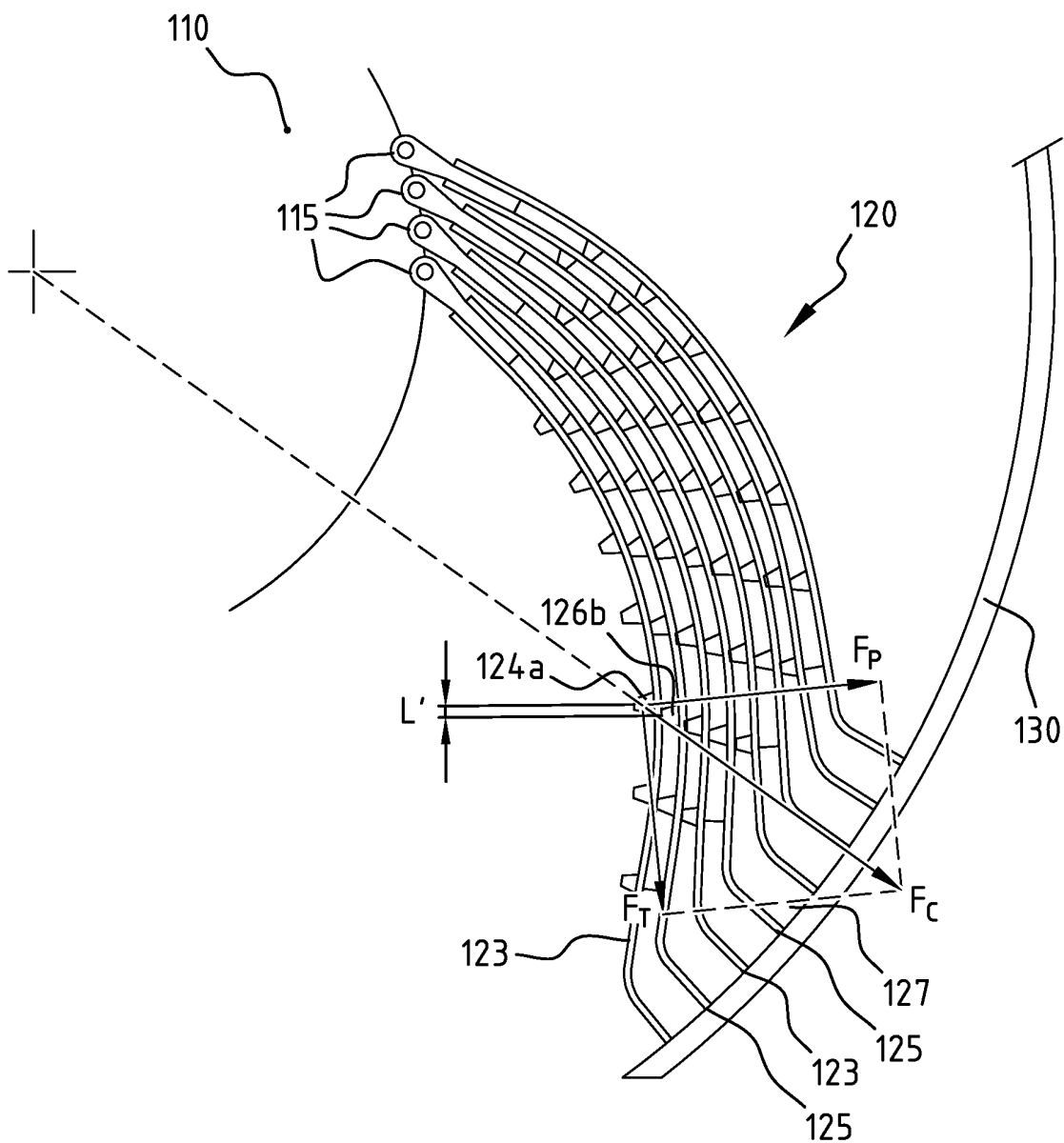


FIG. 5

**FIG. 6**