

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **044445**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.08.28**

(21) Номер заявки  
**202292268**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.02.05**

(51) Int. Cl. **B01J 2/04** (2006.01)  
**B01J 2/18** (2006.01)  
**B05B 3/10** (2006.01)

---

(54) **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛ**

---

(31) **2024841**

(32) **2020.02.05**

(33) **NL**

(43) **2022.10.21**

(86) **PCT/NL2021/050079**

(87) **WO 2021/158114 2021.08.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**МАШИНЕФАБРИК КРЕБЕР Б.В.**  
**(NL)**

(72) Изобретатель:  
**Дитс Паулус Йоханнес Николас,**  
**Груневеген Маркус Вилхелмус Мария**  
**(NL)**

(74) Представитель:  
**Фелицына С.Б. (RU)**

(56) EP-A2-0233384  
WO-A1-2018164652  
EP-A1-2008709

---

(57) Способ производства гранул, включающий: обеспечение наличия полого элемента, выполненного с возможностью вращения вокруг первой оси вращения, причем полый элемент содержит стенку, имеющую симметрию вращения вокруг первой оси, ограничивая таким образом внутреннее пространство, при этом в указанной стенке выполнено множество сквозных отверстий, образующих выпускные отверстия; обеспечение наличия второго элемента, форма которого позволяет ему входить во внутреннее пространство полого элемента, причем второй элемент вставлен внутрь полого элемента так, что образован зазор между внутренней поверхностью стенки полого элемента и внешней поверхностью второго элемента; подачу потока жидкости в зазор через входное устройство для жидкости, гидравлически соединенное с зазором; создание струй жидкости, выходящих из выпускных отверстий в по меньшей мере радиально наружном направлении относительно первой оси, путем приведения во вращение по меньшей мере одного из полого элемента и второго элемента вокруг первой оси вращения с помощью роторного приводного блока; создание колебательного изменения давления в струях жидкости посредством перемещения с помощью возвратно-поступательного приводного блока одного из полого элемента и второго элемента относительно другого из полого элемента и второго элемента вдоль первой оси вращения; и отделение вращений одного из полого элемента и второго элемента и возвратно-поступательного приводного блока.

---

**B1**

**044445**

**044445**

**B1**

Изобретение относится к способу производства гранул.

Гранулирование представляет собой известный процесс преобразования определенного количества жидкости, в частности количества расплавленного материала, во множество достаточно однородных сферических частиц. Этот процесс включает в себя две операции: во-первых, образование капель жидкости из некоторого количества жидкости и, во-вторых, отверждение капель жидкости по отдельности путем охлаждения в процессе их падения через восходящий поток окружающего воздуха. Поскольку объединение капель не происходит, гранулометрический состав капель определяет гранулометрический состав получаемого продукта. Примерами получаемых продуктов являются пластмассовые гранулы и стиральные порошки.

За счет установки каплегенератора в верхней части грануляционной башни, которая, по существу, представляет собой охлаждающую колонну, тепло от капель при их падении передается воздуху, в результате чего капли отверждаются по мере падения, причем высота колонны должна быть достаточно большой, чтобы отверждающиеся частицы успевали приобрести достаточную прочность и не разбивались при ударе о пол колонны.

Обычно используются два способа получения этих капель. В первом способе применяется неподвижный гранулятор, конструкция которого в его простейшей форме аналогична конструкции разбрызгивающей душевой головки, в которой жидкость пропускается через неподвижную емкость, содержащую распределенные выпускные отверстия с целью создания струй жидкости. На некотором расстоянии от емкости эти струи распадаются, образуя капли. Во втором способе применяется роторный гранулятор. Роторные грануляторы содержат выпускные отверстия на боковой стенке и/или на нижней стенке. При вращении гранулятора с определенной скоростью вращения центробежная сила выталкивает жидкость через выпускные отверстия, создавая струи жидкости. Гранулирующие устройства, включающие в себя роторные грануляторы, обычно имеют более высокую производительность, чем гранулирующие устройства с неподвижными грануляторами.

Важным этапом процесса гранулирования является создание капель из потока жидкости, в частности точное регулирование размера капель и, следовательно, получаемых гранул. Распределение по размеру (называемое также гранулометрическим составом) частиц, генерируемых с помощью существующих способов распыления жидкости, обычно является довольно широким. В частности, при их использовании возникают так называемые "пылеобразные частицы", которые снижают производительность процесса и, как правило, приводят к загрязнению окружающей среды вблизи установки. С другой стороны, при использовании этих процессов обычно генерируются также слишком крупные капли, такие большие, что они недостаточно затвердевают в конце процесса, т.е. когда достигают нижней стенки колонны. В результате получаемые сферические частицы разрушаются при ударе и могут "склеиваться" (т.е. агломерироваться), образуя загрязняющий слой на нижней стенке колонны. Это приводит к дополнительному снижению производительности процесса.

Задачей настоящего изобретения является устранение по меньшей мере части вышеупомянутых проблем. В частности, одна из задач изобретения заключается в повышении производительности процесса гранулирования.

Соответственно, настоящее изобретение обеспечивает способ производства гранул, включающий:

обеспечение наличия полого элемента, выполненного с возможностью вращения вокруг первой оси вращения, причем полый элемент содержит стенку, имеющую симметрию вращения вокруг первой оси, ограничивая таким образом внутреннее пространство, при этом в указанной стенке выполнено множество сквозных отверстий, образующих выпускные отверстия;

обеспечение наличия второго элемента, форма которого позволяет ему входить во внутреннее пространство полого элемента, причем второй элемент располагается внутри полого элемента таким образом, что образуется зазор между внутренней поверхностью стенки полого элемента и внешней поверхностью второго элемента;

подачу жидкости, такой как расплавленный материал, в зазор, предпочтительно, через входное устройство для жидкости, гидравлически соединенное с зазором;

создание струй жидкости, выходящих из выпускных отверстий по меньшей мере радиально наружу относительно первой оси путем приведения во вращение по меньшей мере одного из полого элемента и второго элемента вокруг первой оси вращения, предпочтительно с помощью роторного приводного блока;

создание колебательного изменения давления в струях жидкости посредством перемещения с помощью возвратно-поступательного приводного блока одного из полого элемента и второго элемента относительно другого из полого элемента и второго элемента вдоль первой оси вращения; и

отделение вращений одного из полого элемента и второго элемента и возвратно-поступательного приводного блока.

Путем возвратно-поступательного перемещения с помощью возвратно-поступательного приводного блока одного из полого элемента и второго элемента вдоль первой оси, обеспечивается создание колебательного изменения давления жидкости в зазоре. Следует отметить, что второй элемент подвешен, т.е. установлен таким образом, что между полым элементом и вторым элементом образуется достаточно

большой зазор, так что полый и второй элементы не контактируют друг с другом. Вышеупомянутые пульсации давления передаются на струи жидкости, выходящие из выпускных отверстий стенки полого элемента, и обеспечивают равномерное разделение струй на капли по существу одинакового размера. Для повышения точности регулирования давления жидкости вращения по меньшей мере вокруг оси, параллельной первой оси, одного из полого элемента и второго элемента и возвратно-поступательного приводного блока разделены. Таким образом, возвратно-поступательный приводной блок не вращается вместе с полым элементом, что также обеспечивает более простую и надежную конструкцию возвратно-поступательного приводного блока, при этом он не должен выдерживать какие-либо крутящие моменты, передающиеся, например, от полого элемента или второго элемента, которые в противном случае воздействовали бы на возвратно-поступательный приводной блок. Например, даже если приводился бы в движение только полый элемент, жидкость, находящаяся в зазоре, эффективно действовала бы как соединительная муфта, передавая крутящий момент на второй элемент. Таким образом, отделение возвратно-поступательного приводного блока от этих вращений и воздействия соответствующих крутящих моментов дает возможность использования в возвратно-поступательном приводном блоке многослойных пьезоэлементов, поскольку они могут генерировать вибрации в большой полосе частот с достаточно большой амплитудой, при этом возможно их точное регулирование, причем могут генерироваться сильные вибрации с малой амплитудой на заданной частоте, которые могут передаваться на полый элемент или второй элемент. Это позволяет с помощью возвратно-поступательного движения создавать колебания давления в находящейся в зазоре жидкости с заданной частотой. Однако пьезоэлементы могут быть чрезвычайно чувствительны к скручивающей нагрузке и поэтому могут легко повреждаться.

Раскрываемый способ обеспечивает возможность создания по существу равномерного распределения давления в жидкости по всей окружности внутреннего пространства. Это позволяет более точно регулировать размер капель, тем самым повышая производительность процесса гранулирования в отношении гранулометрического состава частиц/капель. Кроме того, это позволяет более равномерно распределять капли по ширине грануляционной башни, тем самым дополнительно повышая производительность

процесса гранулирования. Таким образом, предлагаемый способ позволяет создавать капли с меньшим изменением размера по сравнению со способами генерирования капель известного уровня техники. Поток жидкости, такой как расплавленный материал, в процессе гранулирования преобразуется в капли, которые затем могут затвердевать, в результате чего образуются гранулы. Следует отметить, что предлагаемый способ может также применяться в других процессах, в которых предпочтительно получать капли с меньшим изменением размера.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения разделение вращений обеспечивается с помощью соединительного механизма, расположенного между возвратно-поступательным приводным блоком и одним из полого элемента и второго элемента, причем указанный соединительный механизм выполнен с возможностью обеспечения вращения одного из полого элемента и второго элемента относительно возвратно-поступательного приводного блока. Соединительный механизм (или соединительное устройство) служит для надежного обеспечения возможности вращения полого элемента или второго элемента относительно возвратно-поступательного приводного блока.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения соединительный механизм содержит первый подшипник качения и вторую ось вращения, причем обеспечение наличия соединительного механизма включает соединение нижнего конца возвратно-поступательного приводного блока с первой частью первого подшипника качения и соединение полого элемента или второго элемента со второй частью первого подшипника качения, причем при возвратно-поступательном движении нижний конец возвратно-поступательного приводного блока перемещается в направлении, по существу параллельном второй оси вращения, между первым и вторым положениями, а относительное вращение включает вращение второй части подшипника качения относительно первой части первого подшипника качения вокруг второй оси вращения. Таким образом, возвратно-поступательный приводной блок и полый элемент или второй элемент эффективно соединены с помощью подшипника качения, так что на возвратно-поступательный приводной блок практически не передаются разрушающие скручивающие нагрузки.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения полый элемент имеет по меньшей мере частично по существу цилиндрическую и/или коническую форму, причем внутреннее пространство также имеет по меньшей мере частично по существу цилиндрическую и/или коническую форму, при этом форма второго элемента по существу аналогична форме внутреннего пространства полого элемента, так что ширина зазора является по существу постоянной по всей окружности второго элемента. В таком полом элементе может быть получено по существу равномерное распределение давления жидкости по существу по всей окружности внутреннего пространства, что, в свою очередь, улучшает характеристики устройства в плане получения капель одинакового размера, а также позволяет более равномерно распределять их по ширине грануляционной башни, тем самым повышая производительность процесса гранулирования.

Предпочтительно, раскрываемый способ включает также этап такого соосного расположения полого элемента, второго элемента и первого подшипника качения, чтобы первая и вторая оси вращения совпадали друг с другом, а полый элемент, второй элемент и первый подшипник качения вращались вокруг

одной и той же оси вращения. Таким образом, при использовании устройства на первый подшипник качения действуют по существу только осевые нагрузки, так что нет необходимости передавать какие-либо другие силы реакции, например, на опорную раму устройства, в результате чего может быть получена прочная и простая конструкция.

Способ согласно настоящему изобретению включает также управление возвратно-поступательным приводным блоком с помощью контроллера для перемещения одного из полого элемента и второго элемента относительно другого из полого элемента и второго элемента с заданной частотой и амплитудой перемещения. Контроллер позволяет регулировать частоту и/или амплитуду, с которыми приводится в действие возвратно-поступательный приводной блок, что способствует еще большему повышению производительности процесса. Было обнаружено, что рабочая частота и/или рабочая амплитуда могут быть определены, например, по вязкости жидкости, в результате чего получаются струи жидкости, распадающиеся на капли с более равномерным распределением по размеру, благодаря чему достигается повышенная производительность.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения способ предусматривает соединение возвратно-поступательного приводного блока с рамным узлом, чтобы соединительный механизм был подвешен в осевом направлении на возвратно-поступательном приводном блоке. Это позволяет использовать возвратно-поступательный приводной блок, требующий определенного предварительного натяжения для точной и надежной работы. Предпочтительно, способ согласно настоящему изобретению предусматривает также установку между возвратно-поступательным приводным блоком и рамой второго подшипника качения, выполненного с возможностью вращения вокруг третьей оси вращения, причем третья ось вращения по существу параллельна второй оси вращения, предпочтительно совпадает с ней. Таким образом, возвратно-поступательный приводной блок расположен между двумя подшипниками качения и может свободно вращаться вокруг своей оси. Даже в случае (частичного) выхода из строя первого подшипника качения второй подшипник качения все еще предотвращает передачу на возвратно-поступательный приводной блок избыточного крутящего момента от полого элемента или второго элемента.

Предпочтительно, способ согласно настоящему изобретению предусматривает также блокирование с помощью механизма блокирования вращения любого вращения возвратно-поступательного приводного блока относительно второй оси вращения. Предпочтительно, соединительный механизм включает в себя механизм блокирования вращения. Например, вследствие незначительного трения в соединительном механизме относительно небольшой крутящий момент все еще может передаваться через соединительный механизм. Благодаря блокировке вращения с помощью вышеупомянутого блокирующего механизма этот крутящий момент воспринимается блокирующим механизмом и, таким образом, не передается на возвратно-поступательный приводной блок. Предпочтительно, чтобы блокирующий механизм был выполнен в виде стопорного штифта для блокирования вращения (относительно рамы), поскольку этим обеспечивается простое и надежное средство блокирования вращения.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения возвратно-поступательный приводной блок содержит многослойный пьезоэлемент, выполненный с возможностью расширения и/или сжатия в направлении, по существу параллельном первой оси вращения, и служащий для перемещения одного из полого элемента и второго элемента относительно другого из полого элемента и второго элемента. Многослойный пьезоэлемент может создавать силы, необходимые для распространения изменений или пульсаций давления на струи жидкости, чтобы они распадались на более равные по размеру капли. Кроме того, многослойный пьезоэлемент может точно регулироваться по частоте и амплитуде даже при требуемых уровнях силы.

В предпочтительном варианте осуществления раскрываемого способа предусматривается также предварительное нагружение возвратно-поступательного приводного блока с помощью смещающего механизма. Некоторые типы приводов требуют определенной предварительной нагрузки для правильной работы. В качестве неограничивающего примера можно упомянуть многослойные пьезоэлементы, для надежной работы которых требуется определенная минимальная предварительная растягивающая нагрузка. Например, предпочтительно, чтобы прикладывание предварительной нагрузки к возвратно-поступательному приводному блоку с помощью смещающего механизма осуществлялось посредством подвешивания соединительного механизма и одного из полого элемента и второго элемента на возвратно-поступательном приводном блоке для прикладывания к возвратно-поступательному приводному блоку предварительной растягивающей нагрузки. Таким образом, сама сила тяжести действует как предварительная растягивающая нагрузка, приложенная к возвратно-поступательному приводному блоку, так что может быть получен простой и надежный механизм смещения.

Предпочтительно, раскрываемый способ включает в себя также обеспечение наличия системы валов, включающей в себя первый и второй валы, и расположение второго вала между соединительным механизмом и одним из полого элемента и второго элемента, а также расположение первого вала между моторным приводным блоком и другим из полого элемента и второго элемента. Поскольку второй элемент расположен во внутреннем пространстве полого элемента и указанные элементы должны приводиться в движение по-разному, система валов выполнена таким образом, что второй вал расположен ме-

жду соединительным механизмом и одним из полого элемента и второго элемента и позволяет одному из полого элемента и второго элемента совершать возвратно-поступательные движения, при этом первый вал расположен между роторным приводным блоком и другим из полого элемента и второго элемента, так что обеспечивается возможность вращения другого из полого элемента и второго элемента, в результате чего находящаяся в зазоре жидкость подвергается воздействию центробежных сил. Предпочтительно, раскрываемый способ включает также соосную установку первого и второго валов, благодаря чему получается компактная конструкция системы валов, хорошо приспособленная для выполнения вышеуказанных задач. Альтернативно или дополнительно, раскрываемый способ, предпочтительно, предусматривает установку первого вала таким образом, чтобы он по меньшей мере частично окружал второй вал в радиальном направлении, или установку второго вала таким образом, чтобы он по меньшей мере частично окружал первый вал в радиальном направлении. Это дает возможность получить компактную систему валов, в которой внутренний вал расположен внутри наружного вала.

Альтернативно или дополнительно, предпочтительно, чтобы система валов дополнительно содержала третью подшипниковую систему, расположенную между первым и вторым валами и содержащую по меньшей мере линейный опорный элемент; причем указанный способ предусматривает также обеспечение возможности перемещения второго вала относительно первого вала в осевом направлении при перемещении с помощью возвратно-поступательного приводного блока одного из полого элемента и второго элемента относительно другого из полого элемента и второго элемента вдоль первой оси вращения; предпочтительно, чтобы указанные перемещения были единственными относительными перемещениями, допускаемыми третьей подшипниковой системой. Таким образом, третья подшипниковая система обеспечивает возможность плавной работы с уменьшенным трением. Кроме того, благодаря соединению первого и второго валов друг с другом с помощью третьей подшипниковой системы силы, действующие на второй вал (помимо крутящего момента и осевых усилий), передаются не на соединительный механизм, а на первый вал.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения раскрываемый способ предусматривает также установку между первым элементом и полым элементом механизма передачи вращения, осуществляющего передачу вращательного движения вокруг первой оси вращения полого элемента и второго элемента. Таким образом, вращательное движение, передаваемое от роторного привода на полый элемент, передается также на второй элемент. Поскольку оба указанных элемента, таким образом, вращаются с одинаковой скоростью вращения, в жидкости уменьшается эффект сдвига, возникающий, например, вследствие разницы по скорости вращения полого элемента и второго элемента, и снижающий скорость жидкости. Таким образом, благодаря объединению вращательного движения полого элемента и второго элемента можно более точно регулировать центробежные силы, действующие на жидкость в зазоре, и, следовательно, давление жидкости, действующее на внутреннюю поверхность стенки полого элемента.

Предпочтительно, установленный механизм передачи вращения содержит охватываемый соединительный элемент, расположенный на ненулевом радиальном расстоянии от первой оси на одном из полого и второго элементов, и охватывающий соединительный элемент, расположенный на другом из полого и второго элементов, причем охватываемый соединительный элемент выполнен с возможностью вставки в охватывающий соединительный элемент для объединения вращательного движения полого и второго элементов, в то же время обеспечивая возможность перемещения полого и второго элементов относительно друг друга в осевом направлении. Таким образом, обеспечивается простое и надежное объединение вращательных движений вышеуказанных элементов.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения раскрываемый способ включает этап подачи жидкости в зазор, при этом жидкость подается в зазор через входное устройство для жидкости, соединенное со вторым элементом, и затем через по меньшей мере одно сквозное отверстие второго элемента, служащее в качестве гидравлического соединения между зазором и входным устройством для жидкости. Таким образом, при использовании устройства жидкость поступает в зазор между полым элементом и вторым элементом. В предпочтительном варианте осуществления изобретения раскрываемый способ включает в себя также следующие этапы: выполнение основного сквозного

отверстия, проходящего по существу параллельно первой оси вращения и соединяющегося с нижней частью полого элемента; подачу жидкости через основное сквозное отверстие в нижнюю часть полого элемента. Таким образом, обеспечивается по существу равномерная подача жидкости в зазор в радиальном направлении; предпочтительно также, чтобы основное сквозное отверстие было расположено по центру во втором элементе. Альтернативно или дополнительно, раскрываемый способ включает в себя также следующие этапы: выполнение дополнительных сквозных отверстий, расположенных по окружности второго элемента и проходящих по меньшей мере радиально наружу от первой оси; и подачу жидкости по дополнительным сквозным отверстиям в зазор. Благодаря наличию этих отверстий обеспечивается более равномерное распределение жидкости в зазоре в осевом направлении по окружности зазора. Предпочтительно, выполнение дополнительных сквозных отверстий второго элемента и выходов для жидкости (т.е. выпускных отверстий) из полого элемента производится таким образом, чтобы они были расположены на ненулевом расстоянии друг от друга в радиальном направлении. Благодаря расположению дополнительных сквозных отверстий и выпускных отверстий таким образом, чтобы они не пере-

кывались, можно получить более равномерное распределение давления по внутренней стенке полого элемента. Более равномерное распределение давления по стенке обеспечивает более одинаковые условия протекания жидкости в выполненных в стенке выпускных отверстиях. Таким образом, более равномерное распределение давления на стенке обеспечивает более одинаковые условия истекания струй жидкости из выпускных отверстий, что обеспечивает более равномерное формирование капель на разных выпускных отверстиях.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения раскрываемый способ включает следующие этапы: установку элементов по существу пластинчатой формы в сквозном отверстии второго элемента; и побуждение с помощью пластинчатых элементов потока жидкости к вращательному движению со скоростью вращения второго элемента. Пластинчатые элементы могут использоваться для придания вращательного движения со скоростью вращения полого и/или второго элемента потоку жидкости, поступающему из входного устройства для жидкости. Предпочтительно, пластинчатые элементы выступают внутрь от периферийной стенки, ограничивающей сквозное отверстие. Предпочтительно, пластинчатые элементы проходят по существу радиально внутрь и/или по существу по всей высоте сквозного отверстия, по меньшей мере в месте расположения периферийной стенки. Таким образом, жидкости может эффективно придаваться вращательное движение, в результате чего внутри полого или второго элемента образуется устойчивый вихрь жидкости.

В предпочтительном варианте осуществления способа полый элемент и второй элемент являются полыми элементами усеченно-конической формы, причем создание колебаний давления жидкости с помощью возвратно-поступательного движения производится с изменением ширины зазора между полым элементом и вторым элементом. Элемент в "форме ведра" может быть выполнен, например, в виде элемента, наружная поверхность которого имеет форму усеченного конуса. Предпочтительно, полый элемент и/или второй элемент имеют внутренние пространства по существу аналогичной формы. Поскольку указанные элементы выполнены в "форме ведра" (т.е. имеют усеченно-коническую форму), они являются по существу симметричными, так что при их соосном расположении образуется равномерный зазор между внешней поверхностью второго элемента и внутренней поверхностью стенки полого элемента. За счет возвратно-поступательного движения полого элемента или второго элемента ширина зазора изменяется, так что в жидкости, находящейся в зазоре, возникают импульсы давления.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения, в котором струи жидкости разделяются на капли, раскрываемый способ включает: создание потока охлаждающей текучей среды; по меньшей мере частичное затвердевание полученных капель жидкости при их прохождении через поток охлаждающей текучей среды. Таким образом, капли жидкости, предпочтительно расплавленного материала, затвердевают благодаря воздействию потока охлаждающей текучей среды. В качестве охлаждающей текучей среды в зависимости, например, от свойств жидкости, может использоваться охлаждающая жидкость или охлаждающий газ. Кроме того, направление движения потока охлаждающей текучей среды может быть либо по существу вдоль движения падающих капель жидкости (например, по существу вертикально вниз в направлении действия силы тяжести), либо по существу против направления движения падающих капель (например, по существу вертикально вверх, в направлении против направления действия силы тяжести). Путем изменения этих параметров потока охлаждающей текучей среды можно регулировать время (или расстояние) прохождения капель жидкости до момента их по меньшей мере частичного затвердевания таким образом, чтобы они соответствовали предъявляемым требованиям. Например, можно обеспечить, что даже когда очень маленькие гранулы падают на дно соответствующей охлаждающей колонны, когда они достигают дна колонны, они затвердевают по меньшей мере до такой степени, что их агломерация значительно уменьшается или практически прекращается.

Настоящее изобретение проиллюстрировано на прилагаемых чертежах, демонстрирующих предпочтительные варианты раскрываемого способа, в котором каплегенирующее устройство используется для получения капель из потока жидкости. К описанию изобретения прилагаются следующие чертежи, никоим образом не ограничивающие объем настоящего изобретения.

На фиг. 1 показан схематичный вид в перспективе варианта выполнения каплегенирующего устройства для создания капель и осуществления способа согласно настоящему изобретению;

на фиг. 2 - схематичный вид в разрезе по первой плоскости каплегенирующего устройства, показанного на фиг. 1;

на фиг. 3 - верхняя часть каплегенирующего устройства, схематичный вид в разрезе по первой плоскости в увеличенном масштабе;

на фиг. 4 - нижняя часть каплегенирующего устройства, схематичный вид в разрезе по первой плоскости в увеличенном масштабе;

на фиг. 5 - схематичный вид в разрезе по второй плоскости каплегенирующего устройства, показанного на фиг. 1;

на фиг. 6 - верхняя часть каплегенирующего устройства, схематичный вид в разрезе по второй плоскости в увеличенном масштабе;

на фиг. 7 - нижняя часть каплегенирующего устройства, схематичный вид в разрезе по второй плоскости в увеличенном масштабе;

на фиг. 8 - схема предпочтительного варианта выполнения возвратно-поступательного привода и соединительного механизма для использования в каплегенирующем устройстве;

на фиг. 9 - фотография капель, образующихся при использовании традиционного способа генерирования капель;

на фиг. 10 - фотография капель, образующихся при использовании экспериментального способа генерирования капель согласно настоящему изобретению;

на фиг. 11 - схематичное изображение выпускных отверстий двух разных типов, выполненных в боковой стенке полого элемента.

На фиг. 1 показан схематичный вид в перспективе каплегенирующего устройства для осуществления способа согласно настоящему изобретению. Каплегенирующее устройство 1 включает в себя нижний вращающийся узел 2, содержащий полый и второй элементы 21, 22. Роторный приводной блок 3 служит для вращения нижнего вращающегося узла 2, возвратно-поступательный приводной блок 4 служит для возвратно-поступательного перемещения второго элемента 22 в направлении вдоль оси I, а соединительный механизм 8 служит для отделения вращений от возвратно-поступательного приводного блока 4. Данное устройство может содержать также неподвижный рамный узел 5, содержащий, например, установочный кронштейн 51 для установки устройства в подходящей охлаждающей колонне, т.е. грануляционной башне (не показана). Кроме того, размер цилиндра 52 соответствует размеру отверстия, через которое устройство обычно вставляется для установки в грануляционную башню. Входная трубопроводная система 6 предназначена для подачи жидкости в нижний вращающийся узел 2 устройства 1, как будет более подробно показано ниже. Ниже со ссылками на фиг. 1-8 и 11 приведено более подробное описание работы варианта выполнения устройства 1.

На фиг. 2-4 приведен схематичный вид в разрезе по первой плоскости каплегенирующего устройства 1 для производства гранул, показанного на фиг. 1. На фиг. 5-7 приведен вид в разрезе по второй плоскости (по существу перпендикулярной первой плоскости) каплегенирующего устройства, показанного на фиг. 1. Нижний вращающийся узел 2 содержит вращающийся полый элемент 21, внутри которого расположен вращающийся второй элемент 22. Полый элемент 21 и второй элемент 22 выполнены таким образом, что форма второго элемента 22 (по меньшей мере форма его внешней поверхности) позволяет ему входить во внутреннее пространство 211 полого элемента 21с образованием зазора 23 между внешней поверхностью второго элемента 22 и внутренней поверхностью периферийной стенки полого элемента 21. Предпочтительно, полый элемент 21 и второй элемент 22 имеют по существу форму ведра (т.е. выполнены в виде полых конических усеченных конусов) и ориентированы таким образом, что после установки в грануляционной башне верхние части элементов 21, 22 имеют больший размер (например, диаметр), чем нижние части элементов 21, 22. Это способствует более равномерному распределению капель в грануляционной башне.

Второй элемент 22 может иметь отверстие 221 в своей нижней части дополнительно к множеству меньших сквозных отверстий 222, которые могут быть выполнены в виде нескольких рядов сквозных отверстий 222, расположенных в разных местах периферийной стенки (в разных угловых положениях на периферийной стенке) второго элемента 22 вокруг оси I вращения. Эти ряды сквозных отверстий 222 могут проходить по существу по всей высоте второго элемента 22.

Во время работы поток жидкости поступает во внутреннее пространство второго элемента 22 через центральное входное устройство 24. Центральное входное устройство 24 может быть оснащено множеством направляющих элементов 241, 242, помогающих направлять поток жидкости во внутреннее пространство второго элемента 22 и/или в направлении вращения. Затем жидкость выходит через отверстие 221 и/или проходит через множество сквозных отверстий 222, попадая в зазор 23. Множество сквозных отверстий, называемых также выпускными отверстиями 91, 92, выполнено в периферийной стенке 212 полого элемента 21. При использовании устройства полый элемент 21 вращается вокруг оси I вращения, так что любая жидкость, находящаяся в зазоре 23, подвергается воздействию центробежных сил, возникающих в результате вращения, поэтому в жидкости возникает давление, вытесняющее жидкость из множества выпускных отверстий 91, 92, в результате чего образуются струи 901, 911 жидкости (см. фиг. 9 и 10), направленные по меньшей мере частично радиально наружу относительно оси I вращения. Поскольку ширина зазора 23 может изменяться за счет возвратно-поступательного перемещения с помощью возвратно-поступательного приводного блока, как будет более подробно показано ниже, в находящейся в зазоре 23 жидкости могут возникать пульсации давления. Эти пульсации распространяются на струи, выходящие из выпускных отверстий 91, 92. Путем регулирования частоты и амплитуды изменения ширины зазора 23 можно получить пульсации давления, которые приводят к быстрому разделению струй на капли, при этом получаются капли по существу одинакового размера, так что разброс по размеру капель значительно уменьшается.

Выпускные отверстия 91, 92 (см. фиг. 11) в периферийной стенке 212 могут быть выполнены различным образом. Например, в периферийной стенке 212 могут быть выполнены первые выпускные отверстия 91, вторые выпускные отверстия 92 или комбинации этих отверстий и отверстий других типов. Первое выпускное отверстие 91 выполнено в виде сквозного отверстия, проходящего по существу перпендикулярно внешней и/или внутренней поверхности периферийной стенки 212. Второе выпускное от-

верстие 92 выполнено таким образом, что когда каплегенерирующее устройство установлено в грануляционной башне, это отверстие проходит по существу горизонтально, т.е. по существу перпендикулярно оси I вращения. В качестве альтернативы на внешней поверхности периферийной стенки 212 полого элемента 21 может быть выполнено углубление 93, так что второе выпускное отверстие 92 выходит в это углубление 93, причем поверхность углубления 93 по существу перпендикулярна второму выпускному отверстию 92.

Второй элемент 22 может дополнительно содержать ряд пластинчатых элементов 223, которые отходят от центрального соединительного элемента 224 в по существу радиальном направлении к периферийной стенке 225 второго элемента 22. Эти пластинчатые элементы 223 заставляют жидкость, поступающую во внутреннее пространство второго элемента 22, вращаться вместе со вторым элементом 22. Кроме того, в верхней части пластинчатых элементов 223 могут быть расположены дополнительные направляющие элементы 226 для потока, способствующие равномерному распределению жидкости по второму элементу 22. Таким образом, во втором и полом элементах может быть получен стабильный и по существу постоянный вихрь вращающейся жидкости, что обеспечивает более постоянные условия процесса на выпускных отверстиях 91, 92 и, следовательно, улучшает управление процессом. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения верхняя часть 227 второго элемента 22 соединена с верхней частью 213 полого элемента 21. Сам полый элемент 21 вращается роторным приводным блоком 3. Предусмотрен наружный вал 71, первый конец 711 которого соединен с роторным приводным блоком, а второй конец 712 - с верхней частью 213 полого элемента. Наружный вал 71 может быть соединен с неподвижным рамным узлом 5 с помощью подшипника 74 качения. Неподвижный рамный узел содержит установочный кронштейн 51 для установки каплегенерирующего устройства 1 в грануляционной башне.

Второй элемент 22 соединен с внутренним валом 72 с помощью центрального соединительного элемента 224, в который входит и с которым соединяется нижняя часть 722 внутреннего вала 72. Внутренний вал 72, большая часть которого расположена внутри наружного вала 71, удерживается несколькими подшипниками 73 скольжения, так что, предпочтительно, внутренний вал 72 может перемещаться относительно наружного вала 71 в направлении вдоль оси I вращения и может вращаться вокруг оси I вращения. Для защиты подшипников 73 скольжения и пространства между наружным и внутренним валами 71, 72 от пыли и/или загрязняющих частиц, находящихся в жидкости, между нижней частью 712 наружного вала 71 и центральным соединительным элементом 224 установлен гибкий защитный кожух 75.

На фиг. 3 схематично показан вид в разрезе по первой плоскости в увеличенном масштабе верхней части каплегенерирующего устройства 1. Роторный приводной блок 3 служит для привода наружного вала 71 с помощью (в данном варианте осуществления изобретения) второго шкива 34, который может быть непосредственно соединен с первым концом 711 наружного вала 71. Роторный приводной блок 3 может содержать (электро-) двигатель 31, вращающий первый шкив 32, причем первый и второй шкивы 32, 34 соединены приводным ремнем 33, передающим вращательное движение от двигателя 31 наружному валу 71. Следует отметить, однако, что для этого может быть использован любой другой подходящий механизм передачи вращения или зубчатая передача. Наружный вал 71 с помощью подшипника 74 качения соединен с удерживающим корпусом 54 для вала, выполненным в виде трубчатого элемента, жестко соединенного с подшипником 74 качения, причем удерживающий корпус 54 для вала соединен также с опорным элементом 53, который также содержит установочный кронштейн 51.

Верхний конец 721 внутреннего вала 72, большая часть которого находится внутри наружного вала 71, выступает вверх относительно первого конца 711 наружного вала.

Верхний конец 721 вставлен в выходной вал 81 соединительного механизма 8. Соединительный механизм 8, содержащий подшипник 82 качения, воспринимает вращательное движение внутреннего вала 72, не давая крутящему моменту передаваться на возвратно-поступательный приводной блок 4, что может приводить к повреждению вибрационного элемента 41, в качестве которого, предпочтительно, используется многослойный пьезоэлемент. Многослойные пьезоэлементы могут генерировать вибрацию в широкой полосе частот с достаточно большой амплитудой усилия и могут точно регулироваться, так что могут быть получены малые амплитуды вибрации.

Для того чтобы соответствующим образом закрепить вибрационный элемент 41, он расположен между нижним 42 и верхним 43 соединительными элементами. Вибрационный элемент 41 непосредственно прикреплен к верхнему соединительному элементу 43 и удерживается им. Нижний соединительный элемент 42 непосредственно прикреплен к верхней части 83 соединительного механизма 8. Верхний соединительный элемент 43 фиксируется вспомогательным соединительным механизмом 84, также содержащим подшипник 85 качения. Таким образом обеспечивается возможность свободного вращения возвратно-поступательного приводного блока 4 вокруг оси I вращения, так что даже если через соединительный механизм 8 передается незначительный крутящий момент, вибрационный элемент 41 по существу изолирован от любых потенциально разрушительных крутящих моментов, которые потенциально могут передаваться от внутреннего вала 72. Для дополнительной помощи в этом соединительный механизм 8 содержит стопорный штифт 86, который передает результирующий крутящий момент на рамный элемент 55 подвески.



Вспомогательный соединительный механизм 84 своей верхней, неподвижной секцией 86 непосредственно прикреплен к элементу 55 подвески. Таким образом, возвратно-поступательный приводной блок 4, соединительный механизм 8, внутренний вал 72 и второй элемент 22 подвешены на элементе 55 подвески. Таким образом, осевые усилия от этих элементов передаются через вибрационный элемент 41, к которому, таким образом, прикладывается предварительная нагрузка. Таким образом, вышеуказанные подвешенные части 8, 72, 22 фактически образуют смещающий механизм для вибрационного элемента 41. Элемент 55 подвески является частью неподвижного рамного узла 5.

На фиг. 5, на которой приведен вид в разрезе по плоскости, по существу перпендикулярной плоскости разреза для фиг. 2-4, показан входной участок 6 для жидкости, который содержит узел, состоящий из трубчатых элементов, и соединен с системой подачи жидкости своим первым концом 61 и с центральным входным устройством 24 своим вторым концом 62. По неподвижной первой секции 243 центрального входного устройства 24 жидкость поступает во вторую секцию 244 центрального входного устройства 24, причем вторая секция 244 вращается вместе с полым элементом 21.

При использовании устройства полый элемент 21 вращается роторным приводным блоком 3 вокруг оси I вращения, как было указано выше. Жидкость по входному участку 6 для жидкости поступает во второй элемент 22 и далее в зазор 23 через множество сквозных отверстий 221, 222, выполненных во втором элементе 22. В свою очередь, возвратно-поступательный приводной блок 4 используется для изменения ширины зазора 23. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения это обеспечивается путем привода вибрационного элемента 41, который через соединительный механизм 8 и внутренний вал 72 передает возвратно-поступательное движение вдоль оси I вращения на второй элемент 22. За счет обеспечения заданной частоты и амплитуды вибрационного элемента 41 создаются пульсации давления жидкости, находящейся в полем элементе 21. Совместное воздействие центробежных сил вследствие вращения и пульсаций давления, создаваемых в жидкости, позволяет формировать выходящие из выпускных отверстий 91, 92 струи жидкости, которые распадаются на отдельные капли, причем указанные отдельные капли имеют лишь небольшой разброс по размерам (по сравнению с обычными вращательными каплегенерирующими устройствами), так что можно считать, что указанные капли имеют по существу одинаковый размер.

На фиг. 10 показаны результаты, полученные при использовании экспериментальной установки согласно настоящему изобретению, а на фиг. 9 показаны результаты, полученные на экспериментальной установке с традиционным вращательным каплегенерирующим устройством. На фотографиях показан полый элемент 121, содержащий первые 91 и вторые 92 выпускные отверстия. Вторые выпускные отверстия 92 выходят в углубления 93, выполненные на внешней поверхности полого элемента 121. Как видно из фотографии, приведенной на фиг. 9, из выпускных отверстий 91, 92 выходит струя 901 жидкости, которая распадается на отдельные капли 902 разных размеров лишь на некотором расстоянии от выпускного отверстия. Разброс по размерам получаемых капель 902 является большим, поскольку струя жидкости распадается на основные, более крупные капли и дополнительные капли меньшего размера. Поскольку далее внизу по потоку некоторые капли разного размера могут соединяться друг с другом, образуя еще более крупные капли, получается большой разброс по размерам капель.

На жидкость, выходящую из полого элемента 22 на фиг. 10, воздействуют пульсации давления с заданной частотой и амплитудой. Как видно из фиг. 10, струи 911 жидкости начинают распадаться практически сразу после выхода из выпускных отверстий 91, 92, и получающиеся капли 912 гораздо более однородны по своим размерам, чем капли 902. Кроме того, видно, что отдельные капли 912 образуются с более регулярными интервалами, что обеспечивает меньшее слияние капель. В экспериментальной установке производилось тестирование водоглицериновых смесей различной вязкости. В первом тесте использовалась вода с вязкостью 1 мПа\*с; при этом было обнаружено, что отличные результаты (по распределению капель по размеру) могут быть получены при вращении гранулятора со скоростью вращения, обеспечивающей скорость получаемых струй воды 1,5 м/с, и использовании пульсаций давления с частотой приблизительно 280 Гц и амплитудой приблизительно 20 мкм. При тестировании смеси с несколько более высокой вязкостью 4 мПа\*с были выявлены практически идеальные условия, когда скорость струй жидкости составляет 1,3 м/с, при использовании пульсаций давления за счет вибрации с частотой приблизительно 240 Гц и амплитудой 35 мкм. При использовании более вязкой жидкости с вязкостью 35 мПа\*с отличные результаты со скоростью струй жидкости 1,15 м/с были получены при пульсациях давления с частотой приблизительно 190 Гц и амплитудой 35 мкм.

На фиг. 8 показан альтернативный вариант выполнения соединительного механизма 108 и вспомогательного соединительного механизма 1084, причем все остальные компоненты устройства аналогичны компонентам, показанным на фиг. 1-7. Соединительный механизм 108 содержит два подшипника 1082 качения, в частности два по существу одинаковых сферических упорных роликоподшипника. Подшипники 1082 расположены таким образом, что их первые концы расположены рядом друг с другом, так что подшипники обеспечивают только возможность вращения выходного вала 81 относительно узла 187 корпуса соединительного механизма 108, что обеспечивает получение надежного соединительного механизма 108 с минимальным люфтом в осевом направлении. Люфт соединительного механизма 108 в осевом направлении влияет на передачу вибраций от вибрационного элемента 41 ко второму элементу 22 и,

таким образом, отрицательно влияет на работу каплегенирующего устройства 1. Кроме того, сферические упорные роликоподшипники очень хорошо подходят для передачи высоких осевых (т.е. упорных) нагрузок, так что получается надежный соединительный механизм 108 для передачи осевых усилий от возвратно-поступательного привода 4 на второй элемент. Кроме того, вспомогательный соединительный механизм 1084 содержит два подшипника 1085 качения аналогичной конструкции, в частности два сферических упорных роликоподшипника.

Настоящее изобретение не ограничивается вышеописанным вариантом осуществления, но охватывает также и другие варианты, входящие в объем прилагаемой формулы изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства гранул с помощью каплегенирующего устройства, содержащего:
  - полый элемент (21), выполненный с возможностью вращения вокруг первой оси (I) вращения, причем полый элемент содержит стенку (212), имеющую симметрию вращения вокруг первой оси, ограничивая таким образом внутреннее пространство, при этом в указанной стенке выполнено множество сквозных отверстий, образующих выпускные отверстия (91, 92);
  - второй элемент (22), форма которого позволяет ему входить во внутреннее пространство полого элемента, причем второй элемент вставлен внутрь полого элемента так, что образован зазор (23) между внутренней поверхностью стенки полого элемента и внешней поверхностью второго элемента;
  - входное устройство (24) для жидкости, гидравлически соединенное с зазором (23);
  - роторный приводной блок (3); и
  - возвратно-поступательный приводной блок (4);
 при этом способ включает следующие этапы:
  - подачу потока жидкости в зазор через входное устройство (24) для жидкости;
  - создание струй (901, 911) жидкости, выходящих из выпускных отверстий (91, 92) в по меньшей мере радиально наружном направлении относительно первой оси, путем приведения во вращение по меньшей мере одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) вокруг первой оси (I) вращения с помощью роторного приводного блока (3);
  - создание колебательного изменения давления в струях жидкости посредством перемещения с помощью возвратно-поступательного приводного блока (4) одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) относительно другого из полого элемента и второго элемента вдоль первой оси (I) вращения;
  - и отделение вращений, по меньшей мере вокруг оси, параллельной первой оси (I), одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) и возвратно-поступательного приводного блока (4).
2. Способ по п.1, в котором каплегенирующее устройство содержит соединительный механизм (8, 108) между возвратно-поступательным приводным блоком (4) и одним из полого элемента (21) и второго элемента (22);
  - при этом этап отделения вращений включает обеспечение с помощью соединительного механизма относительных вращений между одним из полого элемента и второго элемента и возвратно-поступательным приводным блоком.
3. Способ по п.2, в котором соединительный механизм (8, 108) содержит первый подшипник (82, 1082) качения и вторую ось вращения, причем нижний конец возвратно-поступательного приводного блока соединен с первой частью (83) первого подшипника качения и один из полого элемента и второго элемента соединен со второй частью первого подшипника качения;
  - при этом на этапе создания колебательного изменения давления нижний конец возвратно-поступательного приводного блока перемещается в направлении, по существу параллельном второй оси, между первым и вторым положениями;
  - причем этап обеспечения относительных вращений включает вращение второй части подшипника качения относительно первой части первого подшипника качения вокруг второй оси вращения.
4. Способ по п.1, 2 или 3, в котором полый элемент (21) имеет по меньшей мере частично по существу цилиндрическую и/или коническую форму, причем внутреннее пространство имеет по меньшей мере частично по существу цилиндрическую или коническую форму, при этом форма второго элемента (22) по существу аналогична форме внутреннего пространства полого элемента, так что ширина полученного зазора (23) является по существу постоянной по всей окружности второго элемента.
5. Способ по п.4, который включает этап такого соосного расположения полого элемента (21), второго элемента (22) и первого подшипника (82, 1082) качения, чтобы первая (I) и вторая оси вращения совпадали друг с другом, а полый элемент, второй элемент и первый подшипник качения вращались вокруг одной и той же оси вращения.
6. Способ по любому из пп.1-5, который дополнительно включает этап управления возвратно-поступательным приводным блоком (4) с помощью контроллера для перемещения одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) относительно другого из полого элемента и второго элемента с заданной частотой и амплитудой перемещения.
7. Способ по любому из пп.1-6, который включает этап присоединения возвратно-поступательного

приводного блока (4) к рамному узлу (5) и подвешивания соединительного механизма (8, 108) в осевом направлении на возвратно-поступательном приводном блоке (4).

8. Способ по п.7, который дополнительно включает этап установки второго подшипника (85) качения, выполненного с возможностью вращения вокруг третьей оси вращения, между возвратно-поступательным приводным блоком (4) и рамой (5), причем третья ось вращения по существу параллельна второй оси вращения, предпочтительно совпадает с ней.

9. Способ по любому из пп.1-8, в котором каплегенерирующее устройство содержит механизм блокирования вращения, при этом способ включает этап блокирования с помощью механизма блокирования вращения по существу любого вращения возвратно-поступательного приводного блока (4) вокруг второй оси вращения.

10. Способ по п.9, в котором блокирующий механизм содержит стопорный штифт (86) для блокирования вращения.

11. Способ по любому из пп.1-10, в котором каплегенерирующее устройство дополнительно содержит многослойный пьезоэлемент (41) в возвратно-поступательном приводном блоке (4), при этом способ дополнительно включает сжатие и/или расширение многослойного пьезоэлемента в направлении, по существу параллельном первой оси (I), для перемещения одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) относительно другого из полого элемента и второго элемента.

12. Способ по любому из пп.1-11, который дополнительно включает этап предварительного нагружения возвратно-поступательного приводного блока (4) с помощью смещающего механизма.

13. Способ по п.12, в котором этап предварительного нагружения возвратно-поступательного приводного блока с помощью смещающего механизма включает:

подвешивание соединительного механизма (8, 108) и одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) на возвратно-поступательном приводном блоке (4) для приложения предварительной растягивающей нагрузки к возвратно-поступательному приводному блоку.

14. Способ по любому из пп.1-13, в котором каплегенерирующее устройство дополнительно содержит систему валов, содержащую первый и второй валы (71, 72), при этом способ дополнительно включает установку второго вала между соединительным механизмом (8, 108) и одним из полого элемента (21) и второго элемента (22), а также установку первого вала между роторным приводным блоком (3) и другим из полого элемента и второго элемента.

15. Способ по п.14, который дополнительно включает этап соосной установки первого и второго валов (71, 72).

16. Способ по п.14 или 15, который включает этап установки первого вала (71) так, чтобы он по меньшей мере частично окружал второй вал в радиальном направлении, или установки второго вала (72) так, чтобы он по меньшей мере частично окружал первый вал в радиальном направлении.

17. Способ по п.14, 15 или 16, в котором каплегенерирующее устройство дополнительно содержит третью подшипниковую систему, расположенную между первым и вторым валами, причем третья подшипниковая система содержит по меньшей мере линейный опорный элемент (73), при этом способ дополнительно включает этап перемещения второго вала (72) относительно первого вала (71) в осевом направлении при перемещении с помощью возвратно-поступательного приводного блока (4) одного из полого элемента (21) и второго элемента (22) относительно другого из полого элемента и второго элемента вдоль первой оси (I) вращения.

18. Способ по любому из пп.1-17, который дополнительно включает следующие этапы:  
установку механизма передачи вращения между полым элементом и вторым элементом;  
объединение вращательного движения полого элемента (21) и второго элемента (22) вокруг первой оси с помощью механизма передачи вращения.

19. Способ по любому из пп.1-18, в котором этап подачи потока жидкости в зазор включает подачу жидкости через входное устройство (24) для жидкости, соединенное со вторым элементом (22), и затем через по меньшей мере одно сквозное отверстие (221, 222) второго элемента, служащее в качестве гидравлического соединения между зазором (23) и входным устройством (24) для жидкости.

20. Способ по п.19, который дополнительно включает следующие этапы:  
выполнение основного сквозного отверстия (221), проходящего по существу параллельно первой оси и соединяющегося с нижней частью (211) полого элемента;

подачу жидкости через основное сквозное отверстие (221) в нижнюю часть (211) полого элемента.

21. Способ по п.19 или 20, который дополнительно включает следующие этапы:  
выполнение по окружности второго элемента дополнительных сквозных отверстий (222), проходящих по меньшей мере радиально наружу от первой оси (I);  
подачу жидкости через дополнительные сквозные отверстия в зазор (23).

22. Способ по п.21, в котором этап выполнения дополнительных сквозных отверстий (222) включает выполнение дополнительных сквозных отверстий второго элемента (22) вдоль радиального направления на ненулевом расстоянии от выпускных отверстий полого элемента.

23. Способ по любому из пп.19-22, который включает следующие этапы:  
установку элементов (223) по существу пластинчатой формы в сквозном отверстии (221) второго

элемента; и

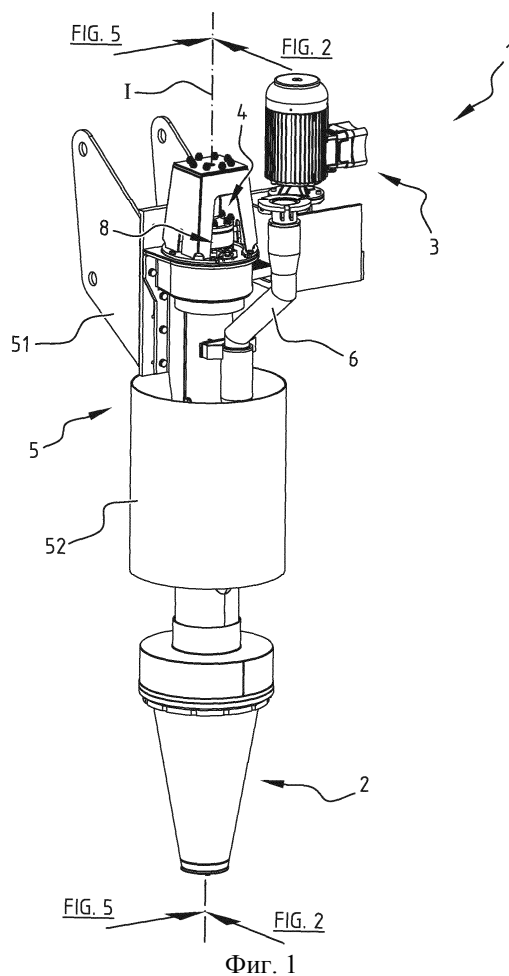
побуждение с помощью пластинчатых элементов (223) потока жидкости к вращению вместе с вращением второго элемента.

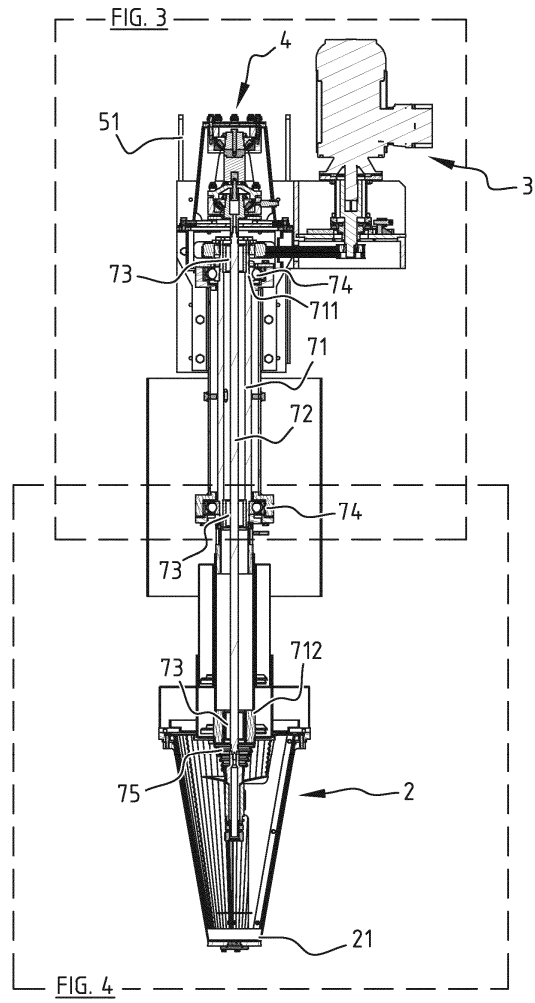
24. Способ по любому из пп.1-23, в котором полый элемент (21) и второй элемент (22) являются полыми элементами усеченно-конической формы, причем этап создания колебательного изменения давления включает колебательное изменение ширины зазора (23) между полым элементом и вторым элементом.

25. Способ по любому из пп.1-24, в котором струи жидкости разделяют на капли, при этом способ дополнительно включает следующие этапы:

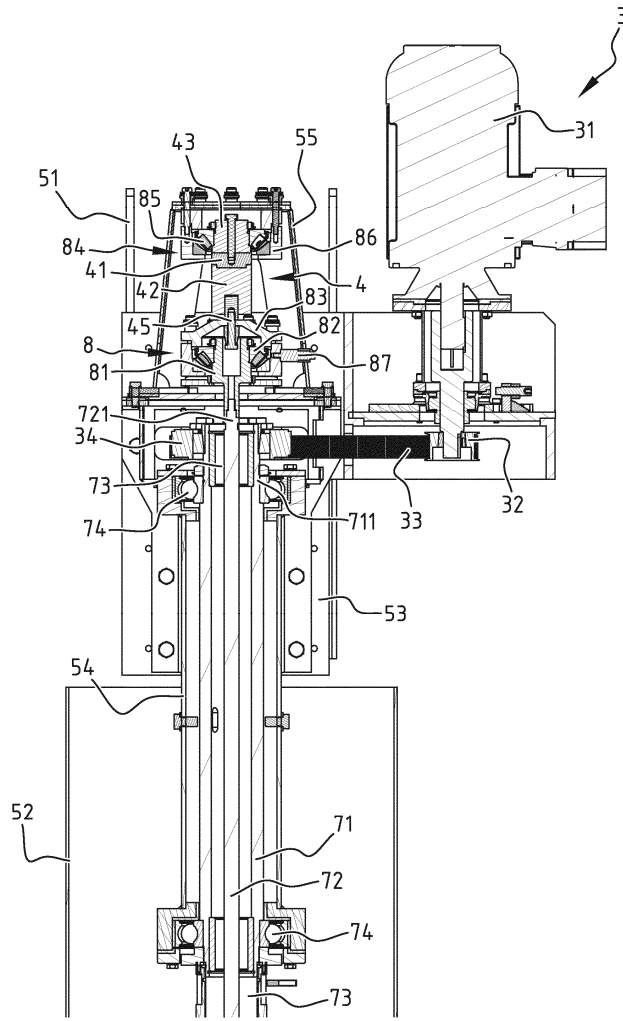
создание потока охлаждающей текучей среды;

по меньшей мере частичное затвердевание полученных капель путем охлаждения при их прохождении через созданный поток охлаждающей текучей среды.

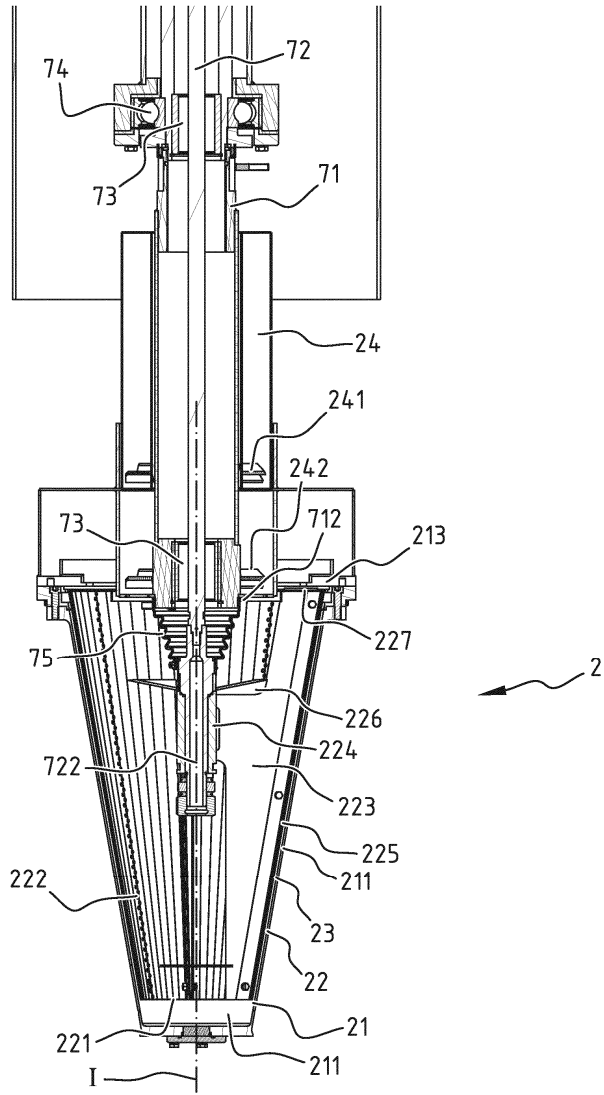




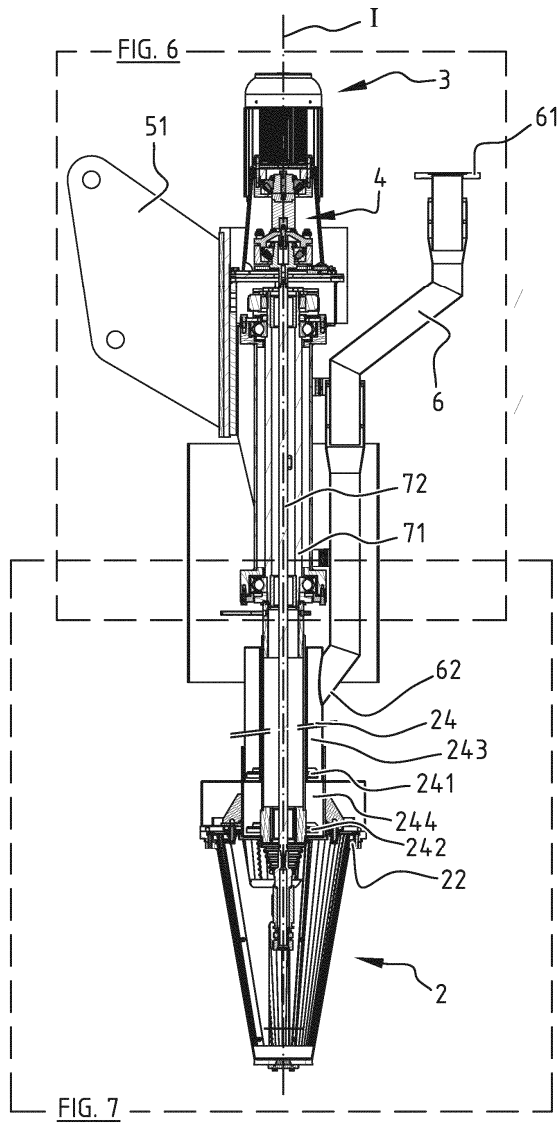
Фиг. 2



Фиг. 3

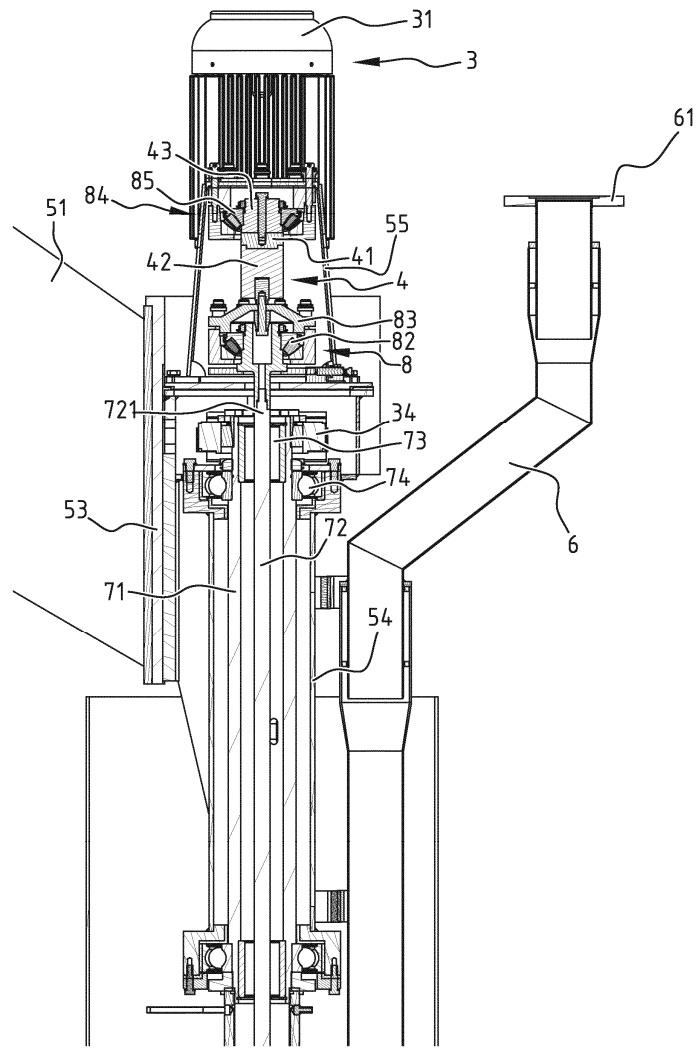


Фиг. 4

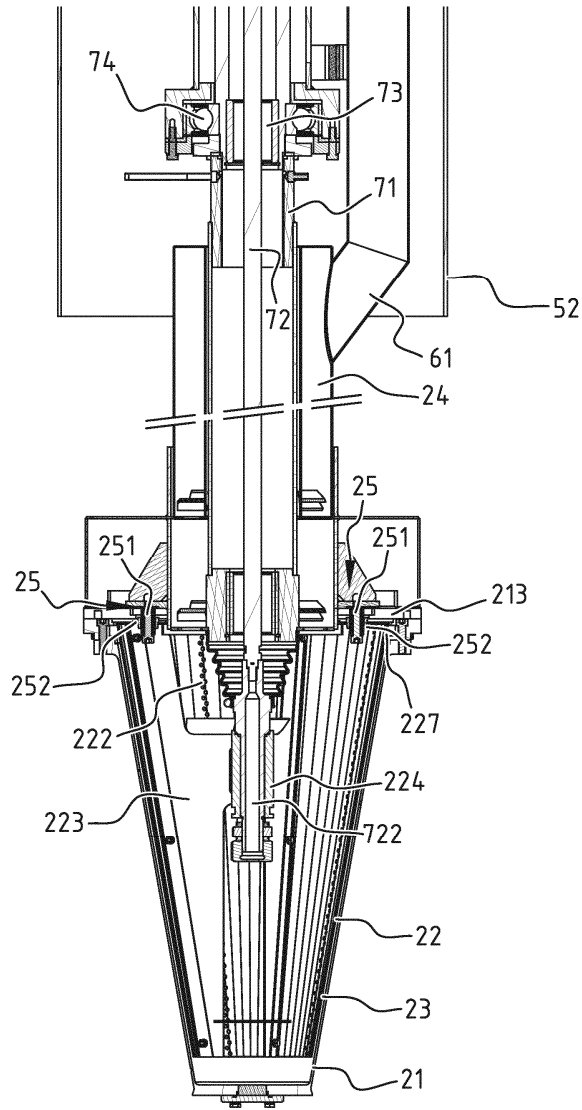


Фиг. 5

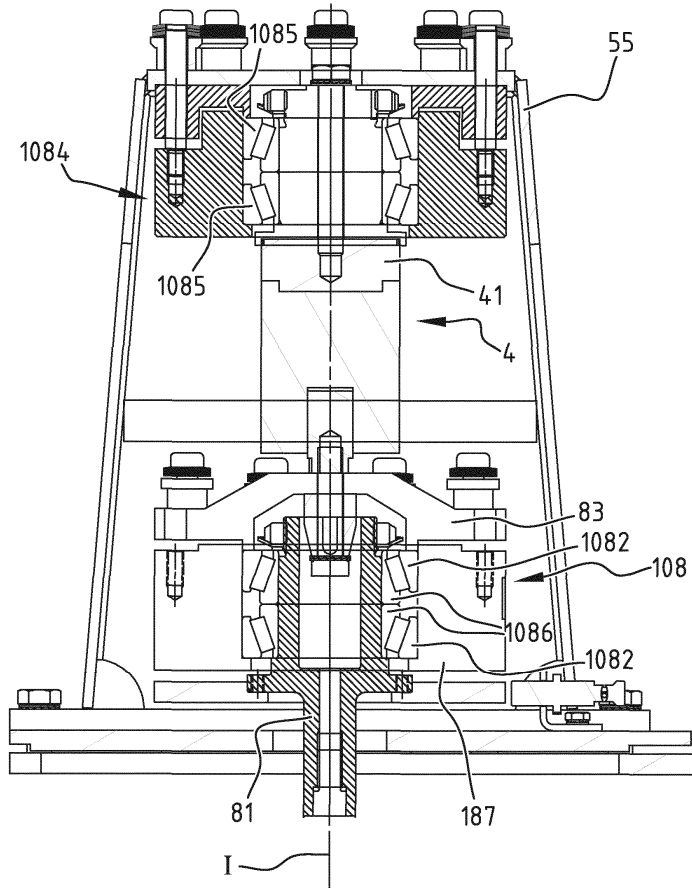




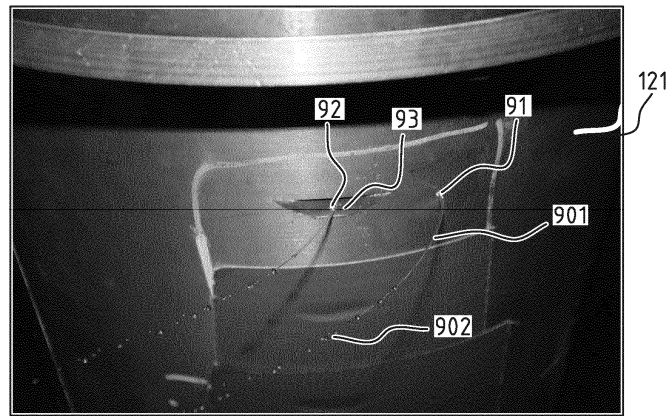
Фиг. 6



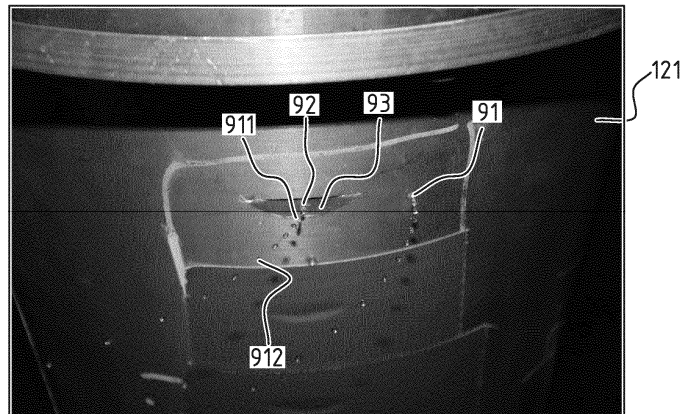
Фиг. 7



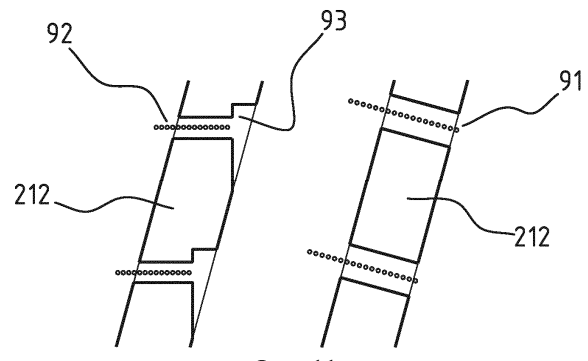
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

