

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034688**

(13) **B1**

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

- | | |
|--|---|
| (45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.06 | (51) Int. Cl. <i>B02C 15/00</i> (2006.01)
<i>B02C 23/14</i> (2006.01)
<i>B04C 5/12</i> (2006.01)
<i>B04C 5/14</i> (2006.01)
<i>B04C 5/185</i> (2006.01)
<i>B04C 5/28</i> (2006.01) |
| (21) Номер заявки
201800353 | |
| (22) Дата подачи заявки
2017.09.08 | |

(54) **СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ МУЛЬТИЦИКЛОНА ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ И
ОЧЕНЬ МЕЛКИХ ГРАНУЛ, А ТАКЖЕ МУЛЬТИЦИКЛОН**

- | | |
|---|-------------------|
| (31) 16188007.5 | (56) FR-A-1517649 |
| (32) 2016.09.09 | US-A-2799355 |
| (33) EP | FR-A-1584200 |
| (43) 2018.11.30 | DE-A1-4224704 |
| (86) PCT/EP2017/072546 | CN-A-1036578 |
| (87) WO 2018/046640 2018.03.15 | |
| (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛЁШЕ ГМБХ (DE) | |
| (72) Изобретатель:
Вульферт Холгер, Бэтц Андре, Рукамп
Винфрид (DE) | |
| (74) Представитель:
Курышев В.В. (RU) | |

-
- (57) Заявленное изобретение касается мультициклона, а также способа эксплуатации такого мультициклона для разделения мелких и очень мелких гранул. При этом мультициклон в соответствии с заявленным изобретением имеет несколько единичных циклонов в основном одинаковой конструкции, которые смонтированы в одном корпусе, который имеет одну верхнюю и одну нижнюю камеры. По трубе может подаваться в нижнюю камеру регулирующий воздух циклона, который может использоваться для регулирования количества, крупности и/или чистоты материала, разделяемого с помощью мультициклона.

B1

034688

034688

B1

Настоящее изобретение касается способа эксплуатации мультициклона для разделения мелких и очень мелких гранул, а также мультициклона.

Известны способы указанного типа с несколькими одиночными циклонами, имеющими в основном одинаковые конструкции, которые имеют соответственно входное отверстие для несущего газа, выходное отверстие для несущего газа и отверстие для выпуска гранул. При этом одиночные циклоны устанавливаются вместе в одном корпусе с лопастным питателем для выпуска сыпучего материала из циклона, при этом в нем выполняются одна верхняя и одна нижняя камера. Выходные отверстия для несущего газа одиночных циклонов выполняются открытыми в направлении к верхней камере и верхняя камера имеет общее выходное отверстие для несущего газа. Это отверстие предназначено для того, чтобы несущий газ, который поступает из соответствующих выходных отверстий для несущего газа одиночных циклонов в верхнюю камеру, отводить через общее выходное отверстие для несущего газа из корпуса мультициклона. Отверстия для выпуска крупы одиночного циклона выполнены соответственно в направлении к нижней камере открытыми. Дополнительно нижняя камера имеет лопастной питатель для выпуска крупы из циклона, поступившей через выходные отверстия для крупы. Далее предусмотрено для нижней камеры общее отверстие для подачи регулирующего воздуха в циклон.

Одиночные циклоны называются также как центробежные сепараторы. Они служат, например, в качестве так называемых сепараторов для силового разделения масс в технологических установках для сепарирования твердых частиц из газов. Например, они применяются для очистки газа. При этом преследуется цель: несущий газ, который, возможно, транспортирует массу частиц в циклон, очистить, что называется, от частиц до очень высокой степени частоты и опять вывести из циклона. В идеальном случае достигается степень чистоты в зависимости от размеров частиц и их массы свыше 99%.

Существенными конструктивными элементами центробежного сепаратора являются приемный цилиндр, конусообразное удлинение этого цилиндра, а также погружаемая труба. Циклон функционирует следующим образом. В приемный цилиндр подается тангенциально несущий газ вместе с отделяемыми частицами, так что он движется по круглой траектории. Находящиеся в несущем газе частицы направляются под действием центробежных сил к цилиндрической части стенки и в заключение к конической части стенки, в частности к конусообразной стенке, затормаживаются, так что они выпадают из потока несущего газа и выходят из циклона в нижней его части. Очищенный таким образом газ выходит через погружаемую трубу, которая простирается внутри приемного цилиндра и примыкающего к нему конуса, опять из циклона.

В патенте РСТ/EP2015/066348 описано, что циклон можно также применять для разделения или же классификации мелких частиц. При этом описывается, что благодаря скорости потока несущего газа в циклоне можно частично оказывать влияние на разделительные функции циклона. Однако, поскольку в технологических установках на поток несущего газа или же на технологический поток часто не может быть оказано любое влияние на основании устройств, смонтированных в подобных установках, оказалось, что подобное регулирование не всегда оказывается оптимальным.

Задачей заявленного изобретения является создание простого и эффективного способа эксплуатации мультициклона для разделения мелких и очень мелких гранул, а также мультициклона.

Эта задача решается благодаря способу эксплуатации мультициклона для разделения мелких и очень мелких гранул с помощью признаков п.1 формулы и благодаря мультициклону с помощью признаков п.8 формулы.

Предпочтительные варианты конструктивного выполнения заявленного изобретения описываются в зависимых пунктах формулы со ссылкой на чертежи и их пояснения.

В заявленном способе предусматривается, что во входные отверстия для несущего газа подаются поток несущего газа, равного по объему с частицами, разделяемыми на мелкие и очень мелкие гранулы. В единичных циклонах мультициклона выполняют, по крайней мере, разделение мелких и очень мелких гранул на составные части, при этом такие мелкие гранулы как крупа циклона поступают через выпускные отверстия для крупы в нижнюю камеру и отсюда выпускаются через лопастной питатель для выпуска крупы из корпуса. Очень мелкие гранулы отводятся как тонкоизмельченный материал циклона с помощью потока несущего газа из мультициклона через верхнюю камеру и выходное отверстие для несущего газа. Далее предусматривается, что благодаря регулированию количества подаваемого в нижнюю камеру через циклон регулирующего газа за единицу времени регулируют размер и/или чистоту очень мелких гранул, выпускаемых из мультициклона.

В связи с этим можно под лопастным питателем для выпуска гранул из циклона понимать, что возможно с его помощью, например, мелкие гранулы в качестве крупы циклона выводить из одного единичного циклона, не подавая при этом несоразмерно огромное количество воздуха внутрь циклона. Этот поступающий нежелательный воздух обозначается как нежелательный воздух. Цель состоит в том, чтобы совсем не впускать воздух, то есть выполнить лопастной питатель, работающий в условиях при отсутствии воздуха на входе. Практически это невозможно, так что в лучшем случае можно исходить в основном из лопастного питателя. При этом речь может идти о шлюзовом колесе, так что, по возможности, мало или никакого воздуха не поступает в циклон, однако могут выпускаться мелкие гранулы. Другие возможности могут быть предоставлены установленными шлюзами.

Отсутствие воздуха на входе, или малое количество фальшивого воздуха, или же малое количество нежелательного воздуха в смысле заявленного изобретения означает, что едва ли или же в идеальном случае никакого воздуха или газа не поступает снаружи в мультициклон. Полное предотвращение проникновения фальшивого воздуха или нежелательного воздуха не может быть достигнуто, однако, в реальных условиях, или только при неприемлемых затратах. В качестве существенной причины поступления нежелательного воздуха в мультициклон следует рассматривать лопасть питателя для выпуска крупы из циклона, выпускаемой через отверстия для выпуска крупы. Такое устройство может быть реализовано, например, в виде шлюзового колеса. Шлюзовое колесо, которое соответствует требованиям описанного изобретения, имеет ширину щели примерно 0,3 мм. В общем можно констатировать, что подача фальшивого воздуха в идеальном случае сводится к нулю, однако при реальном сценарии должна находиться в пределах 1%.

В рамках составленного описания используется термин "поток несущего газа". При этом в смысле заявленного изобретения речь может идти о потоке газа или воздуха, с помощью которого транспортируются разделяемые частицы, которые обозначаются как мелкие и очень мелкие гранулы. В основном может применяться в этом случае любой газ или смесь газов. Например, речь может идти об окружающем воздухе, технологическом газе, насыщенном кислородом, или т.п.

Основная идея заявленного изобретения может заключаться в том, чтобы установленные в мультициклоне единичные циклоны обеспечивать потоком несущего газа равного объема. Это вызывает такие последствия, что единичные циклоны имеют в основном одинаковые разделительные характеристики между мелкими и очень мелкими гранулами, в результате чего заметно упрощается регулирование этой разделительной границы по всему мультициклону.

В дальнейшем в соответствии с заявленным изобретением было выявлено, что с целью упрощения конструкции и упрощенного регулирования мультициклона необходимо предпочесть, чтобы применялся регулирующий газ циклона в качестве регулирующего элемента для разделения границ, т.е., в частности, для разделения по количеству, по чистоте и/или по размерам очень мелких гранул. Простое регулирование получается благодаря тому, что регулирующий газ подается отдельно не к каждому единичному циклону, но предусматривается общая единственная подача регулирующего воздуха циклона в нижнюю камеру мультициклона. Разумеется, может предусматриваться также несколько подач воздуха в нижнюю камеру, что может быть обусловлено конструктивными особенностями. Существенным, однако, является то, что подача воздуха и тем самым регулирование регулирующего воздуха циклона происходит в нижнюю камеру, а не в каждый единичный циклон и непосредственно в него.

Важным в случае заявленного изобретения является то, что было найдено, что в результате подачи регулирующего газа циклона, который создает помехи для образующихся внутри циклона вихрей или же стоков вихрей, так что уже более не представляется возможным 99% или еще лучшее разделение частиц в потоке несущего газа. В результате такой тенденции еще могут разделяться большие частицы, т.е. частицы с более высокой плотностью, и напротив, более мелкие или же тонкие частицы с меньшей плотностью не могут больше выделяться из потока несущего газа и выносятся потоком несущего газа, выходящего из циклона.

Предпочтительным является то, что объем равных по объему за единицу времени потоков несущего газа к единичным циклонам регулируется в зависимости от геометрии используемых единичных циклонов, чтобы при прекращении подачи регулирующего воздуха в циклон отделять примерно 99% мелких и очень мелких гранул в качестве крупы циклона, находящихся в потоках несущего газа. При этом было установлено, что такое регулируемое базовое состояние может регулироваться или же управляться особенно надежно и эффективно с помощью подачи регулирующего воздуха циклона. Это получается благодаря тому, что единичные циклоны мультициклона в этом базовом состоянии эксплуатируются таким образом, что они позволяют осуществить по возможности полное разделение мелких и очень мелких гранул. В заключение, в результате подачи регулирующего газа циклона это разделение может ухудшаться, так что достигается цель в том, чтобы часть находящихся в потоке несущего газа частиц отводить как очень мелкие гранулы из мультициклона с помощью общего выходящего потока несущего газа и подавать для последующего разделения.

Альтернативно или дополнительно для установления объема за единицу времени потоков несущего газа с равными объемами к единичным циклонам может устанавливаться также загрузка потоков несущего газа с равными объемами к единичным циклонам с мелкими и очень мелкими гранулами в зависимости от геометрии единичных циклонов, чтобы при завершении подачи регулирующего воздуха циклона отделять примерно 99% в виде крупы циклона находящихся в потоках несущего газа мелкие и очень мелкие гранулы. Аналогичным образом, как и с объемом за единицу времени потоков несущего газа с равными объемами, загрузка потоков несущего газа с равными объемами с частицами, которые могут разделяться как мелкие и очень мелкие гранулы, является относительным показателем для установления стабильного базового состояния. При этом может указываться загрузка как граммы частиц пыли на кубический метр несущего газа или килограмм частиц пыли на килограмм несущего газа.

Регулирование загрузки, которая удовлетворяет указанным выше условиям, вызывает тем самым то, что она затрудняется регулирующим воздухом, проходящим через циклон, так как при очень высокой

загрузке не представляется возможным 99% разделения мелких и очень мелких гранул крупы циклона. Желательно, разумеется, по возможности выполнить оптимизацию загрузки, поскольку она оказывает существенное влияние на эффективность работы мультициклона. Это означает, что чем ближе оказывается загрузка к своему оптимальному значению, т.е. 99% разделения без подачи регулирующего воздуха циклона, тем большая пропускная способность может быть достигнута с помощью такого мультициклона.

Предпочтительным является то, что во время работы устанавливается разница давления между верхней и нижней камерами и давление в нижней камере оказывается ниже, чем давление в верхней камере. Такое состояние может, например, достигаться с помощью всасывающей воздуходувки, установленной после мультициклона, так что в самом мультициклоне устанавливается перепад давления. В результате этого в верхней камере оказывается статическое давление ниже, чем в нижней камере. Тем самым оказывается возможным очень просто достигнуть того, чтобы подаваемый в нижнюю камеру регулируемый воздух протекал через единичный циклон в нижнюю камеру и тем самым оказывал бы желаемый эффект на разделительные свойства единичного циклона.

Следовательно, предпочтительным является то, когда давление в верхней камере и нижней камере устанавливается ниже, чем давление окружающей среды. Благодаря этому достигается то, что регулируемый воздух циклона поступает в мультициклон не самостоятельно, а всасывается в него. Такой способ упрощает конструкцию и эксплуатацию мультициклона, так как по условиям выполнения способа оказывается необходимым активно вдувать потоки несущего газа в мультициклон или пропускать его с помощью воздуходувки через мультициклон.

В основном разделяемые мелкие и очень мелкие гранулы могут подаваться непосредственно в поток несущего газа. Однако предпочтительным является то, чтобы разделяемые мелкие и очень мелкие гранулы до подачи в мультициклон подавались с помощью потока несущего газа в блок для диспергирования и оттуда транспортировались с помощью потока несущего газа в мультициклон. Подобный способ является, в частности, предпочтительным тогда, когда мелкие и очень мелкие гранулы подаются не из самого протекающего процесса с помощью потока несущего газа, а из места их складирования, как, например, бункер. Благодаря использованию блока для диспергирования достигается то, что мелкие и очень мелкие гранулы распределяются в потоке несущего газа по возможности гомогенно, и частицы едва ли прилипают друг к другу. В результате этого оказывается положительное влияние на результаты разделения в мультициклоне.

В основном очень мелкие гранулы, которые выносятся с помощью потока несущего газа из мультициклона, могут выделяться любым способом из потока несущего газа. Предпочтительным является то, чтобы это выполнялось с помощью фильтра. В качестве фильтра могут применяться рукавный фильтр или патронный фильтр.

Заявленное изобретение в соответствии с этим изобретением может применяться выгодным образом на мультициклоне с несколькими единичными циклонами, имеющими в основном одинаковую конструкцию. Эти единичные циклоны имеют соответственно входное отверстие для несущего газа, выходное отверстие для несущего газа и выходное отверстие для крупы. Единичные циклоны монтируются вместе в корпусе с лопастным питателем для выпуска крупы из циклона, в котором выполняются верхняя и нижняя камеры. При этом выходные отверстия для несущего газа единичного циклона выполняются открытыми в направлении к верхней камере. Эта верхняя камера имеет общее выходное отверстие для несущего газа, чтобы несущий газ, который из соответствующих выходных отверстий для несущего газа единичных циклонов поступает в верхнюю камеру, выводится через это общее выходное отверстие для несущего газа из корпуса мультициклона. Выходные отверстия для крупы единичных циклонов выполнены конструктивно соответственно направленными к нижней камере, при этом нижняя камера имеет устройство для отвода крупы циклона, подаваемой через выходное отверстие для крупы.

Входные отверстия для несущего газа выполнены конструктивно таким образом, что они могут соответственно нагружаться снаружи корпуса мультициклона потоком несущего газа равного объема и технически не соединены потоками с верхней или нижней камерой. К нижней камере предусматривается общая подача регулирующего воздуха циклона, благодаря которой регулируемый воздух циклона может направляться целенаправленно в нижнюю камеру. Дополнительно предусматривается регулирующее и управляющее устройство, и оно сконструировано так, чтобы с помощью количества регулирующего воздуха циклона за единицу времени регулировать количество, размер и/или чистоту очень мелких гранул, направляемых из мультициклона.

С помощью такой конструкции в соответствии с заявленным изобретением представляется возможным относительно просто путем регулирования количества регулирующего воздуха циклона за единицу времени регулировать количество, размер и чистоту очень мелких гранул, разделяемых с помощью мультициклона.

Общая конструкция мультициклона выполнена таким образом, что получается общая подача регулирующего воздуха циклона ко всем единичным циклонам. Это означает, что собственно одна общая подача воздуха, которая выполняется централизованно в нижнюю камеру, должна устанавливаться и/или регулироваться, чтобы повлиять на указанные выше свойства очень мелких гранул.

Для того чтобы это было по возможности просто, единичные циклоны технически соединены через

свои выходные отверстия для крупы потоком с нижней камерой. Благодаря подаче регулирующего воздуха циклона через нижнюю камеру и выходные отверстия для крупы в единичные циклоны оказывается влияние на сток вихрей, который образуется соответственно в единичных циклонах, и оно является со-размерно важным для селективности или же характеристик разделения в циклоне. Чем большее влияние оказывает сток вихрей, тем больше смещается граница разделения от области очень мелких гранул до области мелких гранул.

Выгодным в такой конструкции является то, что поток несущего газа, который подается к единичным циклонам, при этом не изменяется или на него не оказывается влияния. Это означает, что мультициклон во время его работы устанавливается один раз в идеально оптимальный режим работы и затем свойства разделения должны варьироваться и настраиваться собственно через количество подаваемого за единицу времени количества регулирующего воздуха в циклон.

Таким образом, конструкция заявленного мультициклона имеет то преимущество, что мультициклон может регулироваться в основном на оптимальной точке своей эксплуатации относительно количества протекающего несущего газа, а также его загрузки, и тем самым может эксплуатироваться эффективным образом.

В основном единичные циклоны могут устанавливаться в мультициклоне произвольно. Относительно простого регулирования мультициклона предпочитается, чтобы единичные циклоны устанавливались параллельно в корпусе относительно потока. Это означает, что они имеют соответственно одно единственное входное отверстие для несущего газа, которое обеспечивает снаружи мультициклона подачу несущего газа, нагруженного частицами.

Благодаря параллельному расположению достигается то, что единичные циклоны, которые конструктивно выполнены в основном идентичными, соответственно функционируют одинаково, и, таким образом, получается одинаковый режим разделения. Также преимущество получается в том, что мультициклон может быть просто масштабирован, если дополнительные единичные циклоны располагаются параллельно, так как они, собственно, должны располагаться в общем корпусе. В данном случае проявляется опять преимущество общей подачи регулирующего воздуха циклона, так как для последующего единичного циклона не требуется дополнительная подача регулирующего воздуха циклона.

Преимущество получается также тогда, когда верхняя и нижняя камеры выполняются конструктивно герметично относительно друг друга, при этом обмен воздухом между верхней и нижней камерами происходит только в основном через единичные циклоны. В этом смысле герметичность означает, что обмен воздухом между обеими камерами может выполняться только исключительно через единичный циклон, так что не предусматривается никакого прямого обмена воздухом между этими двумя камерами. Герметичное разделение верхней и нижней камер имеет то последствие, что регулирующий воздух циклона может протекать только через выходные отверстия для крупы единичных циклонов в единичный циклон и через выходные отверстия для несущего газа в верхнюю камеру. Благодаря такой конструкции достигается то, что поступивший в нижнюю камеру регулирующий воздух циклона полностью протекает через единичный циклон и тем самым полностью используется для управления разделением между мелкими и очень мелкими зернами.

Мультициклон в соответствии с заявленным изобретением может быть выполнен предпочтительно как сепаратор очень мелких гранул для разделения исходного или промежуточного продукта или же может быть сконструирован. Подобный сепаратор очень мелких гранул имеет наряду с мультициклоном в соответствии с заявленным изобретением фильтр, установленный после мультициклона или же ниже по течению потока. Исходный или промежуточный продукт подается с помощью потока несущего газа по крайней мере одному мультициклону. В мультициклоне мелкие гранулы разделяются как крупа циклона. Наконец, находящиеся в потоке несущего газа очень мелкие гранулы направляются далее в фильтр, в котором они разделяются. В таком сепараторе представляется возможным очень простым образом в дальнейшем обрабатывать выходящий из мультициклона поток несущего газа, в котором имеются очень мелкие гранулы, которые не были разделены в циклоне, так что также и очень мелкие гранулы могут быть выделены из потока несущего газа и поток несущего газа может опять возвращаться в процесс или выводиться в окружающую среду.

Далее представляется возможным устанавливать несколько мультициклонов по потоку перед фильтром последовательно друг за другом. При этом соответствующие единичные циклоны нескольких мультициклонов оборудуются в направлении потока несущего газа соответственно с меньшим диаметром. Иными словами, несколько мультициклонов могут устанавливаться в виде каскада перед фильтром, при этом оказывается, что диаметр единичного циклона уменьшается, чем ближе к фильтру в направлении потока располагается мультициклон.

Диаметр единичного циклона существенно влияет на возможности для регулирования границы разделения. Чем меньше диаметр, тем дальше может отодвигаться граница разделения между мелкими и очень мелкими гранулами в сторону очень мелких гранул или же меньшего диаметра, так что очень мелкие гранулы становятся меньше. Благодаря такой конструкции нескольких мультициклонов в виде каскада тем самым представляется возможным получать различные фракции мелких или очень мелких гранул с помощью сепаратора очень мелких гранул.

В основном исходный или промежуточный продукт может подаваться в сепаратор очень мелких гранул непосредственно из технологической установки, например из процесса перемалывания. Поскольку в этом случае, однако, часто объемы потоков несущего газа определены на основе начального процесса, то оказывается не просто эксплуатировать затем мультициклон в эффективной точке его эксплуатации.

Вследствие этого оказывается целесообразным, если перед мультициклоном или мультициклонами сепаратора очень мелких гранул предусмотреть бункер с запасом исходного и промежуточного продукта, а также блок для диспергирования. Сепарируемый исходный или промежуточный продукт подается из бункера с запасом продукта через блок для диспергирования в сепаратор очень мелких гранул с помощью потока несущего газа. Благодаря такой конструкции сепаратор очень мелких гранул может отключаться от начального технологического процесса и, таким образом, функционировать независимо от его рабочего состояния. Использование блока для диспергирования после бункера с запасом продукта оказалось выгодным, так как с помощью блока для диспергирования достигается то, что благодаря потоку несущего газа транспортируемые далее мелкие и очень мелкие гранулы являются однородными и оказываются в основном потоке несущего газа не склеенными вместе, так что оказывается возможным хорошее разделение в мультициклоне.

Сепаратор очень мелких гранул может применяться в размалывающей установке для получения мелких и очень мелких гранул из сырьевого материала. Такая размалывающая установка имеет комбинацию из мельницы и воздушного сепаратора, которая имеет мельницу и воздушный сепаратор. При этом комбинация из мельницы и воздушного сепаратора создана для того, чтобы при первой воздушной сепарации по крайней мере один раз размельченный сырьевой материал подавать обратно из воздушного сепаратора в комбинацию из мельницы и воздушного сепаратора в качестве разделенного грубого материала мельницы обратно для дальнейшего размельчения.

Далее предусматривается фильтр размалывающей установки. С помощью потока несущего газа размалывающей установки от воздушного сепаратора комбинации мельницы и воздушного сепаратора транспортируется неразделенный размельченный размалываемый материал к фильтру размалывающей установки и там выделяется из потока несущего газа размалывающей установки. Затем прямо или косвенно, например через бункер, подается разделенный на фильтре размалывающей установки размалываемый материал к сепаратору очень мелких гранул и там разделяется на мелкие и очень мелкие гранулы.

В основном может использоваться конструкция мельницы, которая позволяет выполнить размельчение размалываемого материала до желаемого маленького размера. В качестве предпочтительного варианта зарекомендовало себя то, чтобы применять вертикальную мельницу с размалывающей тарелкой и размалывающими валками для этой цели, так как в этом случае достигается хороший результат размельчения и при размельчении появляется большой диапазон зерновых фракций, так что в потоке несущего газа имеются мелкие и очень мелкие гранулы обеих фракций. Кроме того, оказывается выгодным то, что вертикальная мельница может в этом способе эксплуатироваться относительно более эффективно по сравнению шаровыми мельницами.

Заявленное изобретение поясняется более подробно на примерах его выполнения со ссылкой на схематические фигуры. На фигурах изображено следующее.

На фиг. 1 изображен схематически мультициклон в соответствии с заявленным изобретением;

На фиг. 2 изображена схематически диаграмма технологической линии сепаратора очень мелких гранул в соответствии с заявленным изобретением с блоком для дисперсии и бункером с материалом;

На фиг. 3 изображена схематически диаграмма технологической линии размалывающей установки с сепаратором очень мелких гранул в соответствии с заявленным изобретением;

На фиг. 4 изображена комбинированная схема диаграммы для определения количества регулирующего воздуха циклона и загрузки пыли в несущем газе относительно крупности.

На фиг. 1 показан схематически мультициклон 1 в соответствии с заявленным изобретением. В мультициклоне 1 размещено в корпусе 3 несколько, в данном примере конструктивного выполнения шесть на шесть, т.е. 36 одинаковых по конструкции единичных циклонов 10. На фиг. 1 показано только шесть единичных циклонов 10. Другие единичные циклоны 10 находятся в глубине эскиза. Предпочтительно применяются единичные циклоны 10, располагаясь по квадрату.

Единичные циклоны 10 имеют в основном идентичную конструкцию и имеют соответственно входное отверстие 11 для несущего газа, выходное отверстие 12 для несущего газа, а также выпускное отверстие 13 для крупы. Благодаря разьему 15 корпус 3 делится на верхнюю камеру 5 и нижнюю камеру 6.

Отдельные единичные циклоны 10 расположены соответственно между верхней камерой 5 и нижней камерой 6. Входные отверстия 11 для несущего газа единичных циклонов 10 выполнены таким образом, что они могут обслуживаться с помощью потока несущего газа снаружи корпуса 3. Подача несущего газа во входные отверстия 11 для несущего газа единичных циклонов 10 выполняется при этом непосредственно снаружи корпуса, так что несущий газ не поступает сначала в верхнюю камеру 5 или нижнюю камеру 6.

Каждый единичный циклон 10 соединен технологически через свое выходное отверстие 12 для несущего газа с верхней камерой 5. Аналогично каждый единичный циклон 10 соединен технологически через

свое выпускное отверстие 13 для крупы с нижней камерой 6. Верхняя камера 5 имеет общее выходное отверстие 7 для несущего газа, через которое несущий газ, который поступает из выходных отверстий 12 для несущего газа единичных циклонов 10 в верхнюю камеру 5, может выходить из этой камеры.

На нижней камере 6 предусмотрено устройство для выпуска крупы циклона при отсутствии воздуха. Это устройство может быть выполнено, например, как лопастной накопитель 8 для выпуска крупы из циклона, так что крупа циклона может выводиться из нижней камеры 6 без поступления больших количеств воздуха в нижнюю камеру 6.

Предусматривается дополнительно труба 9 для регулирующего воздуха, подаваемого для циклона в нижнюю камеру 6. По этой трубе 9 для регулирующего воздуха, подаваемого в циклон, может целенаправленно направляться воздух или газ в нижнюю камеру 6. Для этого располагают измеритель 62 объема потока, а также регулировочный клапан 61 перед трубой 9 для регулирующего воздуха, подаваемого в циклон, с тем, чтобы можно было варьировать и устанавливать объем или же количество регулирующего воздуха для циклона, подаваемого в нижнюю камеру 6.

Ниже описывается эксплуатация и функционирование мультициклона 1 в соответствии с заявленным изобретением.

В соответствии с заявленным изобретением мультициклон 1 не применяется, как обычно, для очистки воздушного или газового потока с частицами, но как агрегат для целенаправленного разделения частиц, которые находятся внутри потока несущего газа. Для этого направляется поток несущего газа, соответственно нагруженный частицами, в отдельные единичные циклоны 10, которые расположены параллельно потоку, т.е. рядом друг с другом и друг за другом,

В рамках заявленного изобретения это имеет отношение к мелким и очень мелким гранулам, при этом должно быть выполнено разделение между мелкими и очень мелкими гранулами. Несущий газ, нагруженный частицами, распределяется по отдельным единичным циклонам 10 с одинаковым объемом за единицу времени и при равномерной загрузке частицами, так что единичные циклоны 10 имеют по возможности одинаковые характеристики разделения или же разделительные свойства. Благодаря геометрии входящего цилиндра и конусу единичного циклона 10 представляется известным образом возможным выделять частицы из потока несущего газа. Выделенные частицы переводятся через выпускное отверстие 13 для крупы как крупа циклона в нижнюю камеру 6 или же падают в нее. В основном очищенный от частиц несущий газ может затем через выходное отверстие 12 для несущего газа попадать из единичного циклона 10 в верхнюю камеру 5 и опять выйти из нее через общее выходное отверстие 7 для несущего газа.

В единичном циклоне 10 происходит отделение частиц в основном благодаря тому, что благодаря геометрии циклона перемещающийся вместе с частицами по круговой траектории несущий газ в дальнейшем ускоряется, так что частицы под действием сил инерции и силы тяжести отделяются от ускоряемого потока несущего газа и выпадают затем вниз через выпускное отверстие 13 для крупы. Очищенный таким образом несущий газ может затем через установленную погружаемую трубу, как уже было описано, и через выходное отверстие 12 для несущего газа выходить из единичного циклона 10.

Устанавливаемые внутри единичного циклона 10 условия потока называются также "стоки вихря". Если этим стокам вихря оказываются помехи, например в виде регулирующего воздуха циклона, который поступает через выпускные отверстия 13 для крупы в единичный циклон 10, то изменяется скорость потока несущего газа в единичном циклоне 10, так что также более легкие частицы, которые здесь обозначаются как очень мелкие гранулы, могут также выходить через погружаемую трубу из единичного циклона 10 и не как крупа циклона выпускаются через выпускное отверстие 13 для крупы.

Такое обстоятельство доказывает эффективность изобретения, поскольку регулирующий воздух циклона подается целенаправленно через входную трубу 9 для регулирующего воздуха циклона в нижнюю камеру 6 мультициклона 1. Существенным при этом является то, что поток регулирующего воздуха надежно подается через единичный циклон 10 и оказывается влияние на сток вихрей. Это может, например, происходить благодаря тому, что ниже по течению потока от общего выходного отверстия 7 для несущего газа предусматривается всасывающая воздуходувка, которая всасывает несущий газ через мультициклон 1. Таким образом, статическое давление в верхней камере 5 оказывается ниже, чем в нижней камере 6, при этом здесь давление опять оказывается ниже, чем давление окружающей среды. Таким образом, может подаваться регулирующий воздух циклона с помощью регулировочного клапана 62 в результате открытия и закрытия нижней камеры 6.

Для того чтобы добиться эффективной эксплуатации заявленного мультициклона 1, оказалось, что предпочтительно, чтобы количество несущего газа, а также его загрузка частицами устанавливались таким образом, чтобы достигалось 99% или еще лучшее разделение частиц в единичных циклонах 10 при закрытой трубе 9 для подачи регулирующего воздуха циклона. Если подается целенаправленно регулирующий воздух циклона, могут изменяться доли разделения, так что часть частиц в виде очень мелких гранул может выводиться с общим потоком несущего газа, выходящего из мультициклона 1, и позднее выделяться из него.

Выражаясь иначе, с помощью регулирующего воздуха циклона может регулироваться разделение массы потока между очень мелким материалом, который выносится из мультициклона, и мелким мате-

риалом, который в виде крупы циклона разделяется в мультициклоне. Это означает, что при полностью открытой трубе 9 для регулирующего воздуха циклона почти 100% частиц, находящихся в потоке несущего газа, выводятся через общее выходное отверстие 7 для несущего газа опять из мультициклона 1. Напротив почти 100%, а точнее, примерно, 99% частиц, находящихся в потоке несущего газа, выделяются при полностью закрытой трубе 9 для регулирующего воздуха циклона в виде крупы циклона в мультициклоне 1.

Например, представляется возможным при загрузке разделяемых частиц с 5000 Blaine, т.е. примерно $D=8 \mu\text{m}$, и с использованием единичного циклона с диаметром 150 мм отделять очень мелкие гранулы с крупностью $D_{50}<6 \mu\text{m}$ при соответственно установленном количестве регулирующего воздуха циклона. В основном можно констатировать, что зона оптимального разделения определяется в основном также геометрией, в частности диаметром единичного циклона. Это явление может также обозначаться как селективность единичного циклона. Во взаимосвязи с регулирующим воздухом циклона можно, таким образом, определять крупность мелкого материала в определенном диапазоне и затем регулировать.

Величина D_{50} описывает распределение частиц по величине при распределении гранул, при котором величины 50 М-% оказываются больше и 50 М-% меньше, чем заданный диаметр граничной гранулы. В частности, при существующей крупности оказалось, что эти значения пригодны лучше, чем обычная удельная поверхность по Blaine.

На фиг. 2 изображен мультициклон 1 в соответствии с заявленным изобретением в составе сепаратора 40 мелких гранул. Сепаратор 40 мелких гранул имеет бункер 43 с запасом для разделяемого исходного или промежуточного продукта. Далее предусматривается блок 20 для диспергирования, чтобы иметь возможность разделять разделяемый исходный или промежуточный продукт по возможности гомогенно в потоке несущего газа. В завершение применяется мультициклон 1 в соответствии с заявленным изобретением, к которому вниз по потоку подсоединяется фильтр 30, который выполнен предпочтительно как рукавный фильтр.

Ниже описывается более подробно конструкция сепаратора 40 мелких гранул, при этом одновременно описывается его эксплуатация.

Складированный в бункере 42 исходный или промежуточный продукт подается через шлюзовое колесо 43 к винтовому конвейеру 44 с регулируемым числом оборотов, который подает исходный или промежуточный продукт к блоку 20 для диспергирования. В основном может осуществляться выход из бункера, а также подача к блоку 20 для диспергирования также с помощью других средств.

Как уже было указано, служит блок 20 для диспергирования для того, чтобы распределить разделяемый продукт по возможности гомогенно в потоке несущего газа. Для этого описывается в качестве примера показанный схематически на фиг. 2 блок 20 для диспергирования, при этом могут также использоваться блоки для диспергирования другой конструкции.

Для получения потока несущего газа, в который вносится исходный или промежуточный продукт, предусматривается внизу по потоку от фильтра 30 воздуходувка 45 с соответствующим регулированием. Эта воздуходувка 45 всасывает несущий газ через фильтр 30, мультициклон 1 и блок 20 для диспергирования.

При этом в блоке 20 для диспергирования предусматриваются входные отверстия 23 для воздуха. Сам блок 20 для диспергирования имеет распределительную тарелку 22, лопаточный венец 24, турбулентные элементы 25, а также вытеснительное тело 26. Исходный и промежуточный продукт, подаваемый по винтовому конвейеру 44 к блоку 20 для диспергирования, падает на распределительную тарелку 22. Распределительная тарелка 22 вращается, так что поданный исходный или промежуточный продукт отводится сбоку от распределительной тарелки 22 или же выбрасывается к стенке блока 20 для диспергирования. Таким образом, он механически разрывается и распределяется по большому поперечному сечению потока. Благодаря уже описанному ранее несущему газу, который протекает через выходные отверстия 23 для воздуха, и дополнительно с помощью лопаточного венца 24, который расположен на кромке распределительной тарелки 22, происходит завихрение, разделяемый исходный или промежуточный продукт захватывается потоком несущего газа. Благодаря быстро поступающему несущему газу исходный или промежуточный продукт тем самым обновляется, в данном случае пневматически, и далее разделяется.

Для того чтобы достигнуть лучшего диспергирования, предусматриваются в направлении потока несущего газа турбулентные элементы 25, благодаря которым достигается дополнительное завихрение и тем самым лучшее диспергирование разделяемого исходного или промежуточного продукта. Турбулентные элементы 25 могут быть, например, выполнены конструктивно с помощью статических различных смешанных элементов или отражательных элементов. Однако существует также возможность применять дополнительно или альтернативно этим конструктивным элементам динамический ротор, который улучшает в дальнейшем перемешивание и диспергирование исходного или промежуточного продукта. Это улучшение достигается дополнительно благодаря вытеснительному телу 26, которое может устанавливаться с возможностью перестановки по высоте.

После блока 20 для диспергирования разделяемый исходный или промежуточный продукт с помо-

шью потока несущего газа направляется к мультициклону 1 в соответствии с заявленным изобретением. Он, как уже было указано со ссылкой на фиг. 1, регулируется, причем он в своем начальном состоянии относительно загрузки потока несущего газа, которая устанавливается путем подачи из бункера 42, и объема потока несущего газа за единицу времени, который устанавливается через воздухоподувку 45, эксплуатируется таким образом, что в конечном состоянии возможно почти полное разделение мелких и очень мелких гранул в мультициклоне 1. Благодаря подаче регулирующего воздуха циклона через трубу 9 для подачи регулирующего воздуха циклона достигается затем более плохое разделение, так что более мелкие частицы в потоке несущего газа не разделяются как крупа циклона, но вместе с потоком несущего газа направляются далее в направлении к фильтру 30.

В этом фильтре 30 отделяются также мелкие частицы и могут выводиться из фильтра 30, например через шлюзовое колесо 31. Очищенный таким образом поток несущего газа может частично снова направляться в процесс или также удаляться в окружающую среду.

Выгодным для описанного в данном случае сепаратора 40 очень мелких гранул является то, что он может эксплуатироваться независимо от предварительных процессов, с помощью которых получают исходный или промежуточный продукт, всегда в зоне оптимальной точки эксплуатации, так как загрузка, а также объем несущего газа за единицу времени определяются только свойствами отдельных конструктивных групп сепаратора 40 очень мелких гранул и не следует обращать внимания на предварительные или последующие процессы.

Это можно отчетливо увидеть ниже со ссылкой на фиг. 3. На фиг. 3 показана размалывающая установка 50 в комбинации "мельница - воздушный сепаратор" 51. Комбинация "мельница - воздушный сепаратор" имеет мельницу 52 и воздушный сепаратор 53. Размельченный в комбинации "мельница - воздушный сепаратор" размалываемый материал транспортируется с помощью потока несущего газа размалывающей установки, который устанавливается с помощью воздухоподувки 56 мельницы, к фильтру 55 размалывающей установки. Поток несущего газа размалывающей установки может опять частично возвращаться обратно через генератор горячего газа 57, который, например, позволяет просушивать помол в комбинации "мельница - воздушный сепаратор".

В фильтре 55 размалывающей установки отделяются частицы, которые находятся в потоке несущего газа размалывающей установки. Затем эти частицы подаются в сепаратор 40 очень мелких гранул с мультициклоном 1 в соответствии с заявленным изобретением.

На этой фигуре отчетливо видно, что благодаря конструкции сепаратора 40 очень мелких гранул в соответствии с заявленным изобретением он может эксплуатироваться в основном отдельно от контура размалывающей установки. Следствием этого является то, что как сама размалывающая установка 50, так и сепаратор 40 очень мелких гранул могут эксплуатироваться соответственно при оптимальных рабочих условиях, которые также зависят от загрузки потоков несущего газа размалываемым материалом или же разделяемым материалом и от объема за единицу времени несущего газа.

Таким образом, имеют обычные размалывающие установки 50, как схематически показано на фиг. 3, в своей оптимальной точке работы часто загрузку несущего газа в диапазоне от 30 до 50 г/м³ при крупности до 6000 см²/г. В противоположность этому, может мультициклон 1 в соответствии с заявленным изобретением и тем самым сепаратор 40 очень мелких гранул с загрузкой эксплуатироваться в диапазоне между 200 до 300 г/м³. Благодаря отсоединению представляется тем самым возможным уменьшить размеры сепаратора 40 очень мелких гранул, например предусмотреть сепаратор 40 очень мелких гранул для нескольких размалывающих установок 50. Это обстоятельство позволяет уменьшить необходимые размеры установки и минимизировать в результате этого возникающие инвестиционные затраты.

На фиг. 4 показана схематическая диаграмма, которая отображает взаимосвязь между количеством регулирующего воздуха циклона, а также загрузкой пылью несущего газа по отношению к крупности очень мелких гранул.

В данном случае на оси ординат обозначается крупность в см²/г очень мелких гранул. На оси абсцисс обозначено на левой стороне количество регулирующего воздуха циклона в м³/ч и на правой стороне показана загрузка несущего газа в г/м³.

Как можно увидеть на диаграмме, падает крупность очень мелких гранул с увеличением количества регулирующего воздуха циклона. В противоположность этому создается для крупности оптимальное значение загрузки пылью или же загрузки частицами потока несущего газа перед мультициклоном.

На основании этого можно сделать выводы, как было уже описано выше, что существует оптимальная рабочая точка эксплуатации мультициклона в соответствии с заявленным изобретением относительно загрузки потока несущего газа. На крупность очень мелких гранул можно затем оказывать влияние согласно регулированию регулирующего воздуха циклона.

Мультициклон в соответствии с заявленным изобретением, а также способ его эксплуатации для разделения мелких и очень мелких гранул позволяют тем самым просто и эффективно выполнить разделение мелких и очень мелких гранул, а также отдельную эксплуатацию от предварительно включенных технологических установок.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ эксплуатации мультициклона (1) для разделения мелких и очень мелких гранул, причем мультициклон (1) имеет несколько в основном единичных циклонов (10) одинаковой конструкции, которые имеют соответственно входное отверстие (11) для несущего газа, выходное отверстие (12) для несущего газа и отверстие (13) для выпуска крупы,

при этом отдельные циклоны расположены совместно в корпусе (3) с лопастным питателем для выпуска крупы из циклона, в котором выполнены верхняя (5) и нижняя (6) камеры,

при этом выходные отверстия (12) для несущего газа единичных циклонов (10) выполнены открытыми в направлении к верхней камере (5),

при этом верхняя камера (5) имеет общее выходное отверстие (7) для несущего газа, чтобы несущий газ, который соответственно поступает из соответствующих выходных отверстий (12) для несущего газа из единичных циклонов (10) в верхнюю камеру (5), отводить через общее выходное отверстие (7) для несущего газа из корпуса (3) мультициклона (1),

при этом выпускные отверстия (13) для крупы выполнены соответственно открытыми к нижней камере (6),

при этом нижняя камера (6) имеет лопастной питатель (8) для выпуска крупы из циклона, поступившей с помощью выпускных отверстий (13) для крупы, в результате чего оказывается возможным выпуск крупы в основном при отсутствии нежелательного воздуха,

при этом предусматривается общая труба (9) для подачи регулирующего воздуха циклона к нижней камере (9),

отличающийся тем, что к входным отверстиям (11) для несущего газа подают соответственно снаружи корпуса (3) поток несущего газа равного объема с разделяемым мелкими и очень мелкими гранулами,

в единичных циклонах (10) выполняют, по крайней мере частично, разделение мелких и очень мелких гранул,

мелкие гранулы поступают в виде крупы циклона через выпускные отверстия (13) для крупы в нижнюю камеру (6) и там выпускают из корпуса через лопастной питатель (8) для выпуска при отсутствии воздуха на входе,

при этом мелкие гранулы как мелкий материал циклона направляют с помощью потока несущего газа через верхнюю камеру (5) и общее выпускное отверстие (7) для несущего газа из мультициклона (1)

и с помощью регулирования количества подаваемого через трубу (9) для подачи регулирующего воздуха циклона в нижнюю камеру (6) регулирующего воздуха циклона за единицу времени регулируют крупность и/или чистоту очень мелких гранул, направляемых из мультициклона (1).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что устанавливают объем за единицу времени равных по объему потоков несущего газа к единичным циклонам (10) в зависимости от геометрии единичных циклонов (10), чтобы при закрытой трубе (9) для регулирующего воздуха циклона отделять примерно 99% находящихся в потоках несущего газа мелких и очень мелких гранул в виде крупы циклона.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что устанавливают загрузку равных по объему потоков несущего газа к единичным циклонам (10) с мелкими и очень мелкими гранулами в зависимости от геометрии единичных циклонов (10), чтобы при закрытой трубе (9) для подачи регулирующего воздуха циклона отделять примерно 99% находящихся в потоках несущего газа мелких и очень мелких гранул в виде крупы циклона.

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что во время работы устанавливают разницу давления между верхней (5) и нижней (6) камерами и давление в верхней камере (5) устанавливают ниже, чем давление в нижней камере (6).

5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что давление в верхней камере (5) и в нижней камере (6) устанавливают на уровне ниже, чем давление окружающей среды.

6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что подают разделяемые мелкие и очень мелкие гранулы до их загрузки в мультициклон (1) в блок (20) для диспергирования и отсюда направляют с помощью потока несущего газа в мультициклон (1).

7. Способ по одному из пп.1-6, отличающийся тем, что подают поток несущего газа с очень мелкими гранулами из общего выпускного отверстия (7) для несущего газа в фильтр (30) для выделения очень мелких гранул из потока несущего газа.

8. Мультициклон (1) для осуществления способа по пп.1-7, содержащий несколько единичных циклонов (10) в основном одинаковой конструкции, которые имеют соответственно входное отверстие (11) для несущего газа, выходное отверстие (12) для несущего газа и выпускное отверстие (13) для крупы,

при этом единичные циклоны (10) смонтированы совместно в корпусе (3) с лопастным питателем для выпуска крупы их циклона, в котором образованы верхняя (5) и нижняя (6) камеры,

при этом выходные отверстия (12) для несущего газа единичных циклонов (10) выполнены открытыми в направлении к верхней камере (5),

при этом верхняя камера (5) имеет общее выпускное отверстие (7) для несущего газа, чтобы несущий

щий газ, который соответственно поступает из соответствующих выходных отверстий (12) для несущего газа единичных циклонов (10) в верхнюю камеру, отводить через общее выпускное отверстие (7) из корпуса (3) мультициклона (1),

при этом выпускные отверстия (13) для крупы выполнены соответственно открытыми в направлении к нижней камере (6),

при этом нижняя камера (6) имеет лопастной питатель (8) для удаления крупы из циклона, поступившей через выпускные отверстия (13) для выпуска крупы, которые позволяют выполнить ее удаление в основном при отсутствии нежелательного воздуха,

при этом входные отверстия (11) для несущего газа выполнены с возможностью загрузки снаружи корпуса (3) равными по объему потоками несущего газа, которые имеют разделяемые мелкие и очень мелкие гранулы,

при этом предусмотрена общая входная труба (9) для регулирующего воздуха циклона в направлении к нижней камере (6), через которую может направляться целенаправленно регулирующий воздух в нижнюю камеру (6),

при этом предусмотрено управляющее и регулирующее устройство, чтобы устанавливать с помощью количества регулирующего воздуха циклона за единицу времени количество, крупность и/или чистоту очень мелких гранул, направляемых из мультициклона (1),

при этом мелкие гранулы могут выделяться как крупа циклона.

9. Мультициклон по п.8, отличающийся тем, что единичные циклоны (10) расположены технологически параллельно потоку в корпусе (3).

10. Мультициклон по п.8 или 9, отличающийся тем, что верхняя (5) и нижняя (6) камеры выполнены конструктивно герметически относительно друг друга, при этом верхняя камера (5) и нижняя камера (6) выполнены для обмена воздухом между только через единичные циклоны (10).

11. Сепаратор (40) очень мелких гранул для выделения мелких и очень мелких гранул из исходного или промежуточного продукта, содержащий по крайней мере один мультициклон (1) по одному из пп.8-10 и один фильтр (30), по крайней мере один мультициклон (1) для исходного или промежуточного продукта, подаваемого с помощью потока несущего газа, один мультициклон (1) для отделения мелких гранул и фильтр (30) для отделения очень мелких гранул, направляемых с помощью несущего газа к фильтру.

12. Сепаратор (40) очень мелких гранул по п.11, отличающийся тем, что установлено несколько мультициклонов (1) перед фильтром (30) технологически по потоку последовательно друг за другом и соответствующие единичные циклоны (10) нескольких мультициклонов (1) имеют в направлении по потоку несущего газа соответственно уменьшенный диаметр.

13. Сепаратор (40) очень мелких гранул по п.11 или 12, отличающийся тем, что имеет бункер (42) с запасом исходного или промежуточного продукта и блок (20) для диспергирования, бункер (42) с запасом исходного или промежуточного продукта для подачи разделяемого исходного или промежуточного продукта через блок (20) для диспергирования в сепаратор (40) очень мелких гранул с помощью потока несущего газа.

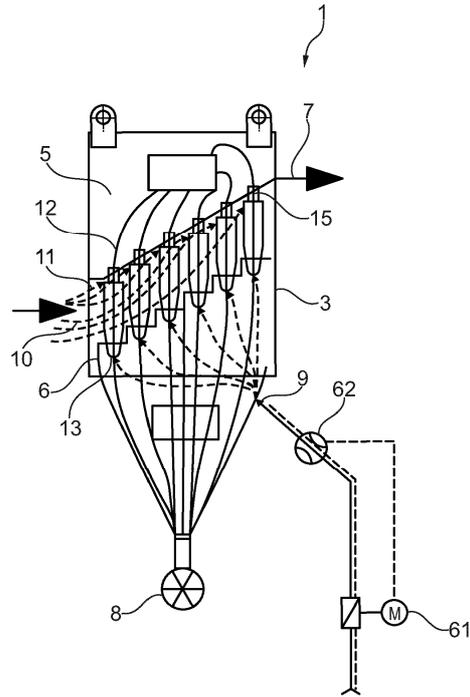
14. Размалывающая установка (50) для получения мелких или очень мелких гранул из сырьевого материала, имеющая комбинацию "мельница - воздушный сепаратор" (51), которая имеет воздушный сепаратор (53) и мельницу (52),

при этом выполнена конструктивно комбинация "мельница - воздушный сепаратор", чтобы при первом сепарировании по крайней мере один раз размельченный сырьевой материал опять направлять от воздушного сепаратора (53) комбинации "мельница - воздушный сепаратор" (51) как выделенный грубый материал к мельнице (52) для дальнейшего размельчения,

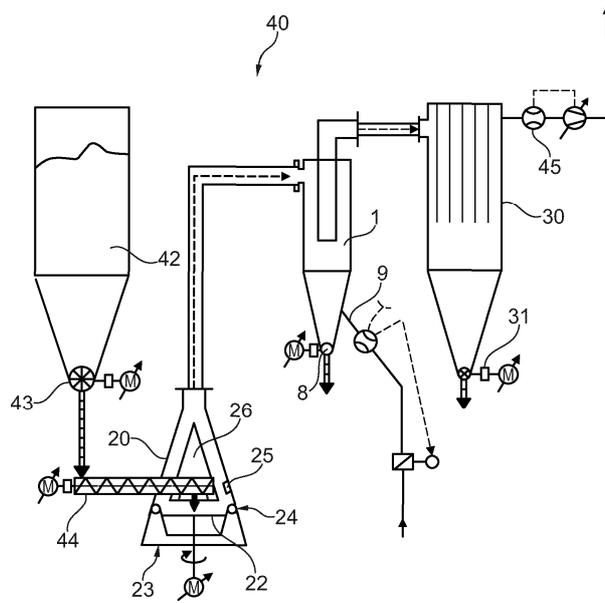
имеющая фильтр (55) размалывающей установки, имеющая воздушный сепаратор (53) комбинации "мельница - воздушный сепаратор" (51) для транспортировки невыделенного грубого материала с помощью потока несущего газа размалывающей установки к фильтру (55) размалывающей установки для выделения из потока несущего газа размалывающей установки,

отличающаяся тем, что имеет сепаратор (40) очень мелких гранул по одному из пп.11-13, имеет фильтр (55) размалывающей установки для выделения по крайней мере части размалываемого продукта и подачи его к сепаратору (40) очень мелких гранул в качестве исходного или промежуточного продукта для отделения мелких и очень мелких гранул.

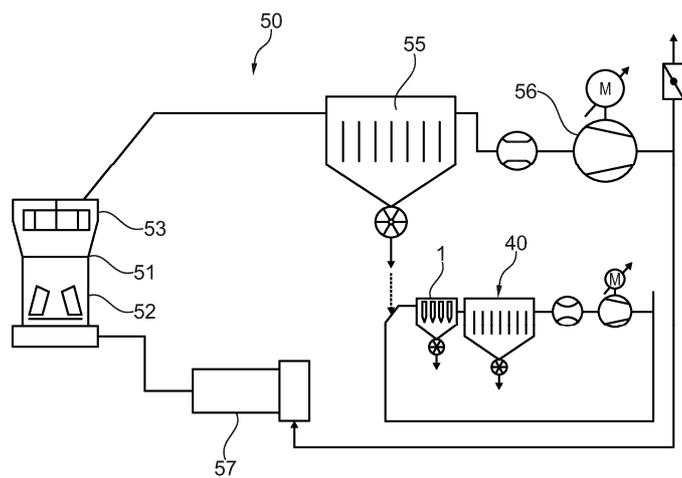
15. Размалывающая установка по п.14, отличающаяся тем, что мельница (52) комбинации "мельница - воздушный сепаратор" (51) является вертикальной мельницей с размалывающей тарелкой и размалывающими валками.



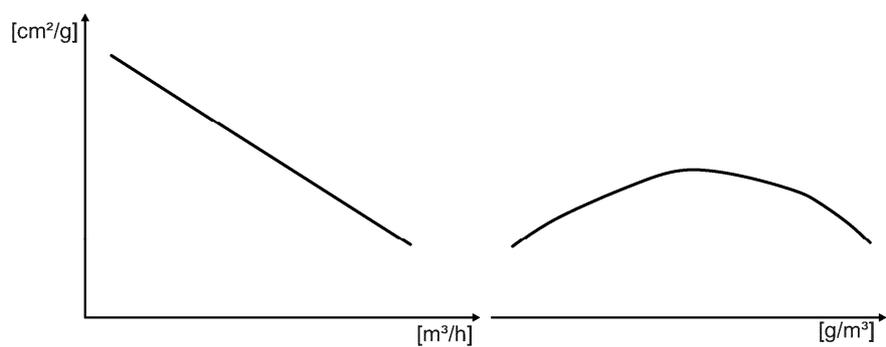
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

