

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036864**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.12.29

(21) Номер заявки
201990610

(22) Дата подачи заявки
2017.09.02

(51) Int. Cl. **B04C 5/13** (2006.01)
B04C 11/00 (2006.01)
B04C 5/12 (2006.01)

(54) **РЕГУЛЯТОР ВЫПУСКА ВЕРХНЕГО ПРОДУКТА ГИДРОЦИКЛОНА**

(31) **2016903535**

(32) **2016.09.02**

(33) **AU**

(43) **2019.07.31**

(86) **PCT/AU2017/050951**

(87) **WO 2018/039743 2018.03.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВУЛКО С.А. (CL)

(72) Изобретатель:
**Радемакер Марчело, Чинотти Нестор
(AU)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **US-A-4581142**
CH-A-254791
US-A-4219380
CN-A-103041936
CN-U-204544490

(57) Камера (29А) регулятора (21А) выпуска верхнего продукта имеет внутреннюю поверхность окружающей стенки, которая на сечении в плане в общем имеет форму улитки для направления материала, входящего в камеру (29А) через круглый выпуск (34) на базовой части (36) по касательной наружу к разгружающему выпуску (22А), расположенному на боковой стенке (38). Зона (40) верхней стенки, окружающей внутреннее пространство стенки камеры (29А), часть (32) боковой стенки и базовая часть (36) вместе образуют бесшовную камеру (29А), которая имеет искривленную форму внутри. Когда материал проходит при эксплуатации между выпуском (34) и разгружающим выпуском (22А) и проходит через центральную камеру (29А), он сталкивается не с острыми углами или краями, но с плавно искривленными внутренними поверхностями стенки. Зона (40) верхней стенки камеры (29А) также имеет выступающий элемент (42) регулирования потока, который соединен с ней или выполнен в ней и который выполнен выступающим в камеру (29А), направленную торцом к выпуску (34) так, что при эксплуатации поток материала, проходящий в камеру (29А) через выпуск (34), наталкивается прямо на элемент (42).

036864
B1

036864
B1

Область техники

Данное изобретение относится в общем к гидроциклонам и конкретнее, но не исключительно, к гидроциклонам, подходящим для применения в минералоперерабатывающей и химической обрабатывающей промышленности. Изобретение также относится к конструктивному решению гидроциклонов, как средству оптимизации их показателей работы.

Уровень техники изобретения

Гидроциклоны применяют для сепарации взвешенного вещества, которое несет текущая жидкость, такая как минеральная пульпа, на два выпускных потока посредством создания центробежных сил в гидроциклоне, когда жидкость проходит через камеру конической формы. По существу, гидроциклоны включают в себя коническую сепарационную камеру, питающий выпуск, который обычно в общем направлен по касательной к оси сепарационной камеры и расположен на конце камеры с сечением наибольшего размера, выпуск нижнего продукта на меньшем конце камеры, и выпуск верхнего продукта на большем конце камеры.

Питающий выпуск выполнен с возможностью подачи жидкости, содержащей взвешенное вещество, в сепарационную камеру гидроциклона, и устройство является таким, что тяжелое (например, с большей плотностью и крупностью) вещество проявляет тенденцию к миграции к наружной стенке камеры и к установленному центральному выпуску нижнего продукта и из него. Более легкий (с меньшей плотностью и крупностью частиц) материал мигрирует к центральной оси камеры и наружу через выпуск верхнего продукта. Гидроциклоны можно применять для сепарации по размеру или по плотности взвешенных твердых частиц. Обычные примеры включают в себя функции разделения твердых частиц на фракции в вариантах применения для горных разработок и промышленности.

Для обеспечения эффективной работы гидроциклонов важными являются внутренняя геометрическая конфигурация большего конца камеры, куда входит загружаемый материал, и конической сепарационной камеры. При нормальной эксплуатации такие гидроциклоны создают центральный воздушный столб, что является обычным для большинства конструктивных решений промышленных гидроциклонов. Воздушный столб устанавливается, как только текущая среда на оси гидроциклона достигает давления ниже атмосферного. Данный воздушный столб проходит от выпуска нижнего продукта до выпуска верхнего продукта и просто соединяет воздух непосредственно снизу гидроциклона с воздухом сверху. Устойчивость и площадь сечения воздушного сердечника является важным фактором, влияющим на условия выпуска нижнего и верхнего продукта для поддержания нормальной работы гидроциклона.

Во время нормальной "устойчивой" эксплуатации суспензия входит через верхний выпуск сепарационной камеры гидроциклона в виде перевернутой конической камеры, чтобы стать чисто сепарированной. Вместе с тем, устойчивость гидроциклона во время такой операции может быть полностью нарушена, например от разрушения воздушного сердечника вследствие избыточного питания гидроциклона, приводящего к неэффективному процессу сепарации, при котором либо лишние мелкие частицы выходят через нижний выпуск, или более крупные частицы выходят через верхний выпуск.

Другая форма неустойчивой эксплуатации, известна как "сепарация пыли", где скорость твердых частиц, выпускаемых через нижний выпуск, увеличивается до точки, где поток нарушен. Если меры по устранению неисправности не приняты вовремя, накопление твердых частиц, проходящих через выпуск, должно нарастать в сепарационной камере, внутренний воздушный сердечник должен разрушаться и нижний выпуск должен выпускать поток крупных твердых частиц с пылью.

Условия неустойчивой эксплуатации могут иметь серьезное отрицательное воздействие на процессы ниже по потоку, часто требуется дополнительная обработка (которая, естественно, может значительно снижать рентабельность), и также могут приводить к ускоренному износу оборудования. Оптимизация конструктивного решения гидроциклона является желательной для придания гидроциклону способности справляться с изменениями композиции и вязкости суспензии на входе, изменениями расхода текучей среды, входящей в гидроциклон, и другими нарушениями устойчивой эксплуатации.

Сущность изобретения

В первом аспекте раскрыты варианты осуществления регулятора выпуска верхнего продукта для гидроциклона, причем регулятор включает в себя

- базовую часть, включающую в себя выпуск;

- верхнюю стенку и

- боковую стенку, проходящую между базовой частью и верхней стенкой, причем боковая стенка включает в себя выпуск;

- боковая стенка, базовая часть и верхняя стенка вместе образуют камеру регулирования выпуска потока;

- выпуск выполнен с возможностью приема потока материала от выпуска верхнего продукта смежного гидроциклона, так что при эксплуатации поток материала проходит через камеру и уходит через выпуск; и при этом внутренняя поверхность камеры, расположенной на верхней стенке, включает в себя элемент регулирования потока, который проходит в камеру к выпуску, причем элемент регулирования потока включает в себя увеличенную концевую часть и зауженную часть, расположенную между концевой частью и верхней стенкой.

Установлено, что применение улучшенной конфигурация регулятора выпуска верхнего продукта дает некоторые предпочтительные результаты в металлургии во время его эксплуатации, измеренные по различным стандартным параметрам разделения на фракции. Данные предпочтительные результаты включают в себя уменьшение как количества воды, так и количества мелких частиц, которые обходят этап разделения на фракции и которые не надлежащим образом уносит поток крупных частиц выпуска нижнего продукта циклона, вместо ухода в поток мелких частиц верхнего продукта, как должно происходить во время оптимальной работы циклона. Также наблюдали уменьшение содержания частиц среднего размера ($d_{50\%}$) в потоке верхнего продукта от этапа разделения на фракции, как следствие ухода теперь более мелких частиц в поток верхнего продукта с мелкими частицами.

Изобретатели предполагают, что применение регулятора выпуска верхнего продукта для помощи в сепарации мелких частиц от более крупных частиц может также обеспечивать эксплуатационные преимущества в связанных процессах, например улучшение показателей работы извлечения в флотационном процессе ниже по потоку. Увеличение количества мелких частиц в питании флотации может приводить к лучшему высвобождению и флотационной сепарации ценных материалов в последующих этапах процесса. Также, уменьшение нагрузки в рециркуляции материала частиц в схеме размалывания и циклонной сепарации может предотвращать повторное измельчение частиц, которые уже достаточно тонко измельчены, а также увеличение мощности схемы измельчения поскольку нет необходимости повторно измельчения с тратой энергии впустую в схеме перемалывания. В целом изобретатели ожидают, что применение регулятора выпуска верхнего продукта в соединении с этапом сепарации в гидроциклоне должно максимизировать выход продукта по показателю, например, производительности в тоннах в час, и поддерживать физические параметры процесса сепарации на устойчивом уровне.

В некоторых вариантах осуществления элемент регулирования потока является радиально симметричным.

В некоторых вариантах осуществления увеличенная концевая часть элемента регулирования потока включает в себя выпуклую зону, которая обращена к впуску.

В некоторых вариантах осуществления элемент регулирования расхода постепенно сужается в направлении от верхней стенки до зауженной части и постепенно расширяется в направлении от зауженной части к увеличенной концевой части. В одной форме указанного зауженная часть является вогнутой зоной элемента регулирования потока.

В некоторых вариантах осуществления концевая часть элемента регулирования потока заканчивается на месте ближе к впуску чем к внутренней поверхности камеры, расположенной на верхней стенке.

В некоторых вариантах осуществления внутренняя поверхность боковой стенки регулирующей расход камеры имеет закругленную форму. В одной форме указанного, закругленная внутренняя поверхность боковой стенки камеры имеет форму тора.

В некоторых вариантах осуществления ось выпуска из камеры выполнена в общем перпендикулярной оси впуска камеры.

В некоторых вариантах осуществления камера имеет в общем форму улитки в сечении на плоскости, которой принадлежит ось выпуска.

Также в данном документе раскрыты варианты осуществления регулятора выпуска верхнего продукта для гидроциклона, причем регулятор включает в себя

базовую часть, включающую в себя впуск;

верхнюю стенку и

боковую стенку, проходящую между базовой частью и верхней стенкой, причем боковая стенка включает в себя выпуск;

боковая стенка, базовая часть и верхняя стенка вместе образуют камеру регулирования выпуска потока;

впуск выполнен с возможностью приема потока материала от выпуска верхнего продукта смежного гидроциклона, так что при эксплуатации поток материала проходит через камеру и уходит посредством выпуска; и при этом внутренняя поверхность камеры, расположенной на верхней стенке, включает в себя элемент регулирования потока, которая проходит в камеру к впуску, заканчиваясь на месте ближе к впуску, чем к внутренней поверхности.

Установлено, что применение регулятора выпуска верхнего продукта с описанной выше конфигурацией элемента регулирования потока поддерживает устойчивый выпускной поток циклона, минимизирует любое обратное давление на системный процесс циклона, максимизирует площадь сечения центрального аксиального воздушного сердечника, генерируемого в циклоне, максимизирует выход продукта по показателю, например производительности в тоннах в час, и поддерживает физические параметры процесса сепарации на устойчивом уровне.

В некоторых вариантах осуществления элемент регулирования потока включает в себя увеличенную концевую часть и зауженную часть, расположенную между концевой частью и верхней стенкой.

В некоторых вариантах осуществления данный регулятор выпуска верхнего продукта для гидроциклона имеет иные признаки, чем определены по первому аспекту.

Во втором аспекте раскрыты варианты осуществления регулятора выпуска верхнего продукта для

гидроциклона, регулятор включает в себя

базовую часть, включающую в себя выпуск;

верхнюю стенку и

боковую стенку, проходящую между базовой частью и верхней стенкой, причем боковая стенка включает в себя выпуск;

боковая стенка, базовая часть и верхняя стенка вместе образуют камеру регулирования выпуска потока;

выпуск выполнен с возможностью приема потока материала от выпуска верхнего продукта смежного гидроциклона, так что при эксплуатации поток материала проходит через камеру и уходит через выпуск; и при этом внутренняя поверхность боковой стенки камеры имеет закругленную форму.

Установлено, что применение регулятора выпуска верхнего продукта с реализацией такой конфигурации внутренней поверхности боковой стенки камеры поддерживает устойчивый выпускной поток циклона, минимизирует любое обратное давление на системный процесс циклона, максимизирует площадь сечения центрального аксиального воздушного сердечника, генерируемого в циклоне, максимизирует выход продукта по показателю, например производительности в тоннах в час, и поддерживает физические параметры процесса сепарации на устойчивом уровне.

В некоторых вариантах осуществления в регулятор показанном в виде вертикального сечения, закругленная внутренняя поверхность боковой стенки камеры выполнена искривленной наружу и затем искривленной внутрь, по ходу в направлении от базовой части до верхней стенки.

В некоторых вариантах осуществления закругленная внутренняя поверхность боковой стенки камеры имеет форму тора.

В некоторых вариантах осуществления внутренняя поверхность камеры, расположенной на верхней стенке, включает в себя элемент регулирования потока, который проходит в камеру к выпуску, заканчиваясь на месте ближе к выпуску, чем к внутренней поверхности.

В некоторых вариантах осуществления внутренняя поверхность камеры, расположенной на верхней стенке, включает в себя элемент регулирования потока, который проходит в камеру к выпуску, причем элемент регулирования потока включает в себя увеличенную концевую часть и зауженную часть, расположенную между концевой частью и верхней стенкой.

В некоторых вариантах осуществления регулятор выпуска верхнего продукта для гидроциклона второго аспекта, имеет иные признаки, чем определены по первому аспекту.

Другие аспекты, признаки и преимущества должны стать понятными из следующего подробного описания в соединении с прилагаемыми чертежами, которые являются частью данного раскрытия и которые иллюстрируют в виде примера принципы раскрытых изобретений.

Описание фигур

Прилагаемые чертежи содействуют пониманию различных вариантов осуществления описанных ниже.

На фиг. 1 схематично показан с частью в сечении гидроциклон существующей техники (по USP 7255790, переуступлен компании, связанной с заявителем).

На фиг. 2 схематично показан на виде сбоку регулятор выпуска верхнего продукта со стороны выпуска регулятора, первого варианта осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3 схематично показан на виде сверху регулятор выпуска верхнего продукта фиг. 2.

На фиг. 4 схематично показано сечение регулятора выпуска верхнего продукта фиг. 3, по линии А-А.

На фиг. 5 показано с увеличением сечение регулятора фиг. 6 по линии В-В;

На фиг. 6 показан в изометрии с сечением по линии В-В регулятор выпуска верхнего продукта фиг. 2 и 3.

Подробное описание

Данное изобретение относится к элементам конструктивного решения гидроциклона такого типа, который облегчает сепарацию жидкой или полужидкой смеси материала на две фазы, представляющие интерес. Гидроциклон имеет конструктивное решение, которое обеспечивает устойчивую эксплуатацию, с максимизацией пропускной способности и удовлетворительными физическими параметрами процесса сепарации.

Гидроциклон при эксплуатации нормально ориентирован так, что его центральная ось Х-Х занимает вертикальное положение или близкое к вертикальному положение. На чертежах показан гидроциклон 10, который включает в себя основной корпус 12 с камерой 13 в нем, причем камера 13 включает в себя впускную (или питающую) часть 14 и коническую сепарационную часть 15. Гидроциклон 10 дополнительно включает в себя цилиндрическое питающее впускное окно 17 круглого сечения для подачи при эксплуатации смеси материала, обычно несущей частицы смеси в виде суспензии во впускную часть 14 камеры 13.

Выпуск верхнего продукта или сливная насадка 27, обычно в виде короткого отрезка цилиндрической трубы, обеспечен на одном конце камеры 13 смежно с ее впускной частью 14, и выпуск нижнего продукта 18 на другом конце камеры, удаленно от впускной части 14 камеры 13.

Гидроциклон 10 дополнительно включает в себя блок 20 управления с регулятором 21 выпуска

верхнего продукта, расположенным смежно с впускной частью 14 камеры 13 гидроциклона 10 и в сообщении с ней через выпуск 27 верхнего продукта. Регулятор 21 выпуска верхнего продукта включает в себя центральную камеру 29 и направленный по касательной выпуск 22 круглого сечения, ведущий наружу из центральной камеры 29, и центрально расположенную стабилизирующую воздушный сердечник диафрагму 25 которая удалена от выпуска 27 верхнего продукта, на другой стороне центральной камеры 29. Стабилизирующая диафрагма 25, выпуск 27 верхнего продукта и выпуск 18 нижнего продукта являются в общем соосными по оси X-X гидроциклона 10.

Центральная камера 29 регулятора 21 выпуска верхнего продукта имеет внутреннюю поверхность, которая имеет в сечении на виде сверху в общем форму улитки, для направления материала, входящего в камеру 29 регулятора 21 выпуска верхнего продукта, наружу к выпуску 22. Предпочтительно форма улитки внутренней поверхности образует угол до 360°.

Впускная часть 14 камеры 13 гидроциклона 10 имеет внутреннюю поверхность, в общем в форме улитки и, предпочтительно, улитка выполнена с наклоном аксиально к сходящемуся концу сепарационной камеры и проходит вокруг внутренней поверхности до 360°.

Стабилизирующая диафрагма 25 содержит сужающиеся боковые стенки, которые проходят короткое расстояние в центральную камеру 29, которая, как показано на фиг. 1, образует впускную часть в общем конической формы. Блок 20 управления может быть интегральным с гидроциклоном 10 или отдельным от него, чтобы обеспечивать модернизацию с установкой на существующие гидроциклоны.

Выпуск 18 нижнего продукта (ниже в данном документе "нижний выпуск") расположен по центру на другом конце камеры 13 (то есть, на вершине конической сепарационной части 15), удаленным от впускной части 14, для выпуска второй из фаз при эксплуатации. Выпуск 18 нижнего продукта, показанный на чертежах, является открытым концом конической сепарационной части 15. При эксплуатации гидроциклона 10 материал, проходящий через выпуск 22 нижнего продукта, проходит в дополнительную часть в виде отрезка цилиндрической трубы известной как разгрузочный патрубок 55.

Гидроциклон 10 выполнен с возможностью генерирования при эксплуатации внутреннего воздушного сердечника, вокруг которого циркулирует суспензия. Во время устойчивой эксплуатации гидроциклон 10 работает так, что более легкая твердая фаза суспензии выпускается через самый верхний выпуск 27 верхнего продукта, и более тяжелая твердая фаза выпускается через нижний выпуск 18 нижнего продукта и затем через разгрузочный патрубок 55. Генерируемый внутри воздушный сердечник проходит по длине основного корпуса 12.

Элементы регулятора выпуска верхнего продукта настоящего изобретения описаны ниже со ссылками на фиг. 2-6. В данном варианте осуществления регулятора, если часть выполняет одинаковые функции с частью, описанной выше для гидроциклона существующей техники или регуляторов выпуска верхнего продукта существующей техники, такой части присвоена аналогичные ссылочные позиции с буквой "А".

Регулятор 21А выпуска верхнего продукта гидроциклона включает в себя центральную камеру 29А, которая имеет внутренние поверхности стенок закругленной формы, и выполненные (как часть) во внешнем кожухе 30, который в общем является октагональным в плане (см. фиг. 3). Как представлено на фиг. 4 и 6, форма внутренней поверхности стенки камеры 29А является математической формой тора, то есть, форма полости 29А камеры образована вращением круга вокруг центральной оси для получения кольца с круглым сечением (поверхности вращения с отверстием в середине в виде бублика).

Вместо специфической математической формы в других вариантах осуществления форму внутренней поверхности стенки камеры 29А, показанную на вертикальном сечении регулятора, можно просто конфигурировать сначала искривленной наружу и затем искривленной внутрь, по ходу в направлении от базовой части до верхней стенки для обеспечения гладкого пути потока для жидкости и твердых материалов, перемещающихся через камеру 29А, как кратко описано ниже.

В камере 29А имеется кольцевой впуск 34, расположенный в базовой части 36 и соединенный с выпуском 27 верхнего продукта смежного циклона (не показано), впуск 34 выполнен с возможностью приема потока материала из выпуска 27 верхнего продукта, при эксплуатации проходящего в камере 29А и через нее, выходящего через выпуск 22А круглого сечения, расположенный в боковой стенке 38. Камера 29А регулятора 21А выпуска верхнего продукта имеет внутреннюю периферийную поверхность, которая на виде сверху с сечением (см. фиг. 3) в общем имеет форму улитки для направления материала, входящего в камеру 29А через кольцевой впуск 34 на базовой части 36 тангенциально наружу к выпуску 22А расположенному в боковой стенке 38.

Зона верхней стенки 40, образующей внутреннее пространство стенки камеры 29А имеет некоторую площадь, расположенную против базовой части 36 регулятора 21А, включающую в себя кольцевой впуск 34. Зона верхней стенки 40, часть 32 боковой стенки и базовая часть 36 вместе образуют бесшовную камеру 29А с внутренней формой тора в варианте осуществления фиг. 4 и 6. Когда материал проходит при эксплуатации между впуском 34 и выпуском 22А, а также проходит через центральную камеру 29А, он не встречает острых углов или краев, но только гладко искривленные или закругленные внутренние поверхности стенки.

Зона верхней стенки 40 камеры 29А также представляет собой выступающий элемент 42 регулиро-

вания потока, которая присоединена или выполнена в ней, проходит в камеру 29А, обращена к впуску 34 так, что при эксплуатации поток материала, проходящий в камеру 29А через выпуск 34 напрямую наталкиваются на элемент 42. Благодаря своей форме элемент 42 функционирует, плавно отклоняя и направляя поток материала вокруг себя для циркуляции в камере 29А.

Как показано на фиг. 4 и 6, элемент 42 регулирования потока в общем имеет форму с симметричной, узкой удлиненной шейкой или стеблем 44 и увеличенной концевой головкой 46, которая соединена с зоной 40 верхней стенки узкой шейкой 44. Увеличенная концевая головка 46 имеет выпуклую поверхность 48, обращенную вниз к впуску 34. В показанном варианте осуществления, узкий участок стебля 44 является радиально симметричным по оси Х-Х и имеет в общем сужающуюся и затем расширяющуюся форму с вогнутыми боковыми сторонами 50 по окружности, по ходу в направлении вниз от зоны 40 верхней стенки.

Выпуклая поверхность 48 на конце увеличенной головки 46 расположена на некотором расстоянии вглубь камеры 29А ближе к впуску 34, чем к внутренней поверхности зоны 40 верхней стенки, другими словами, выпуклая поверхность 48 проходит ниже средней горизонтальной плоскости управляющей камеры 29А, которая показана линией С-С на фиг. 2 и 4. Данное означает, что выпуклая поверхность 48 расположена прямо на пути потока материала, входящего в камеру 29А при эксплуатации, и центр выпуклой поверхности является первым участком регулирования расхода регулятора 21А, сталкивающимся с потоком материала, который затем служит для перенаправления потока к закругленной внутренней поверхности стенок камеры 29А.

На Х-Х оси гидроциклона лежит ось впуска 34, а также главная ось узкой шейки 44 и увеличенной головки 46, расположенных в камере 29А регулятора 21А выпуска верхнего продукта. Когда поток материала выходит из центральной камеры 29А через выпуск 22А, ось D-D выпуска 22А в общем перпендикулярна оси Х-Х. Поток материала в камере 29А поэтому меняет направление на перпендикулярное между впуском и выпуском, но закругленные внутренние поверхности стенок камеры 29А, а также закругленная выпуклая поверхность 48 увеличенной головки 46 и вогнутая боковая поверхность 50 узкой шейки 44, все служат вместе для максимально возможного уменьшения турбулентности потока, давая в результате условия более устойчивой эксплуатации в смежном гидроциклоне.

Выпуклая поверхность 48 увеличенной головки 46 создает узкую площадь отверстия и, таким образом, более высокую скорость для суспензии при ее перемещении в центральную камеру 29А. Также форма выпуклой поверхности 48 удерживает суспензию в камере 29А и предотвращает ее возврат вниз в гидроциклон, и обеспечивает плавный проход суспензии без генерирования турбулентности. В свою очередь, данное улучшает показатели работы гидроциклона в металлургии.

Как показано на фиг. 4, увеличенная головка 46 прикреплена проходящим через узкую шейку 44 до зоны 40 верхней стенки устройством из удлиненного крепежного болта 52 и гайки 54. В других вариантах осуществления увеличенная головка может быть сама выполнена с узкой шейкой и шейку прикрепляют на ее самом верхнем при эксплуатации конце к зоне 40 верхней стенки.

Как показано на фиг. 5, верхняя 56 и нижняя 58 половины регулятора 21А выпуска верхнего продукта соединены вместе множеством разнесенных по периферии крепежных устройств из гаек 60 и болтов 62, расположенных по периметру регулятора 21А, что также показано на фиг. 6. Регулятор 21А может поэтому быть литым или отливаться из двух частей, которые затем соединяют вместе, и увеличенную головку и узкую шейку, являющиеся частями элемента регулирования потока, можно установить на верхний участок 56 до соединения двух частей 56, 58.

В показанном варианте осуществления конструкция шейки 44 и головки 46 радиально симметрична по центральной оси Х-Х гидроциклона, вместе с тем, в дополнительных вариантах осуществления элемент регулирования потока может иметь другие формы и конфигурации, которые служат для плавного отклонения потока впускаемого материала, проходящего в регулятор выпуска верхнего продукта.

Форма и конфигурация стенок внутренней камеры 29А и элемента 42 регулирования потока служат для обеспечения свободного прохода потока материала через регулятор 21А выпуска верхнего продукта, уменьшая турбулентность, благодаря всем закругленным поверхностям, присутствующим в потоке материала.

В некоторых других вариантах осуществления возможна эксплуатация регулятора выпуска верхнего продукта циклона данного типа, где не все вышеупомянутые поверхности являются искривленными в каждом варианте осуществления. Например, элемент регулирования потока может все равно иметь выпуклую поверхность 48, установленную в прямом пути потока материала входящего в камеру 29А при эксплуатации так, что центр выпуклой поверхности является первым участком регулятора 21А расхода для встречи с потоком материала и перенаправления его, как описано выше. Вместе с тем, в том же примере элементы увеличенной головки и узкой шейки элемента регулирования потока могут не быть искривленными, узкая шейка может просто быть цилиндрической, и увеличенная головка может быть выполнена проходящей от шейки с расширением (без искривления). При том, что все поверхности остаются гладкими и без острых краев или не состыкованных частей, они не все являются искривленными в конфигурации, показанной на фиг. 4 и 6.

В некоторых других вариантах осуществления элемент регулирования потока может иметь некото-

рые отличающиеся признаки формы в зоне увеличенной головки, но здесь вогнутая боковая стенка 50 узкой шейки 44 может быть на месте, где служит для максимально возможного уменьшения турбулентности потока в камере, что приводит к условиям более устойчивой эксплуатации в смежном гидроциклоне.

Результаты экспериментов

Результаты экспериментов получены изобретателями с применением оборудования новой конфигурации раскрытого в данном документе, для оценки имеются ли какие-либо предпочтительные результаты для металлургии во время эксплуатации гидроциклона в сравнении с базовым вариантом (без новой конфигурации).

В табл. 1-1 показаны результаты различных экспериментов в которых регулятор 21А выпуска верхнего продукта расположен в самом верхнем положении сверху на гидроциклоне 10, то есть, соединен с выпуском верхнего продукта циклона через сливную насадку 27, в сравнении с ситуацией без регулятора.

Параметры, которые вычисляли, включали изменение процентного содержания (%) в количестве байпаса воды (WBp) и изменение процентного содержания (%) в количестве мелких частиц (Vpf) которые обходят этап разделения на фракции. В ненормально работающем гидроциклоне некоторая часть воды и мелких частиц не надлежащим образом уносится в выпускном потоке крупных частиц (чрезмерной крупности) нижнего продукта циклона, вместо направления в поток мелких частиц верхнего продукта, как происходит в случае оптимальной работы циклона. Параметры WBp и Vpf обеспечивают измерение указанного.

Также наблюдали изменение процентного содержания (%) частиц среднего размера (d50) в потоке верхнего продукта от этапа разделения на фракции, как меру того, больше или меньше мелкие частицы замкнуты на поток верхнего продукта с мелкими частицами. Частицы данного частного размера d50 при подаче в оборудование имеют одинаковую вероятность ухода как в нижний продукт, так и в верхний продукт.

Также наблюдали квантификацию коэффициента полезного действия разделения на фракции гидроциклона в сравнении с вычисленной "идеальной классификацией", данный параметр альфа (α) представляет остроту разделения на фракции. Указанное является расчетным значением, которое впервые разработали Lynch и Rao (University of Queensland, JK Minerals Research Centre, JKSimMet Manual). Распределение частиц по крупности в потоке поступающего материала квантифицируют в различных диапазонах крупности, и измеряют процентное содержание в каждом диапазоне, которое указывает расход выпуска нижнего продукта (чрезмерной крупности). Затем строят график процентного содержания в каждом диапазоне, который характеризует нижний продукт (ось ординат или ось Y) как функцию диапазона размеров частиц от наименьших до наибольших (ось абсцисс или ось X). Наименьшие частицы имеют самое низкое процентное содержание, характеризующий до избыточного размера. В точке d50 оси Y наклон результирующей кривой дает альфа (α) параметр. Это сравнительное число, которое можно применять для сравнения классификаторов. Чем выше величина параметра альфа, тем лучше КПД сепарации.

При сравнении применения регулятора выпуска верхнего продукта, имеющего внутреннюю камеру согласно настоящему изобретению, с гидроциклоном, который не имеет камеры регулирования выпуска верхнего продукта, данные в табл. 1-1 показывают:

10,3% уменьшение в количестве байпаса воды (WBp) разделения на фракции гидроциклона с прекращением в потоке нижнего продукта;

небольшое (3,6%) уменьшение в количестве мелких частиц (Vpf), которые обошли этап разделения на фракции с прекращением в потоке нижнего продукта;

9,0% уменьшение содержания частиц среднего размера (d50) в потоке верхнего продукта от этапа разделения на фракции и

очень небольшое (1,3%) уменьшение в параметре α , КПД сепарации, который представляет отсутствие реального изменения.

Вкратце, в целом наилучшие результаты наблюдались в улучшении байпаса воды (WBp) и содержания частиц среднего размера (d50) смеси твердого и жидкого вещества, проходящей через гидроциклон с применением регулятора выпуска верхнего продукта настоящего изобретения, то есть, имело место как уменьшение в количестве байпаса воды (WBp) гидроциклона, так и прекращение в потоке нижнего продукта и также уменьшение содержания частиц среднего размера (d50) в потоке верхнего продукта.

Изобретатели предполагают, что регулятор выпуска верхнего продукта, раскрытый в данном документе, может быть наиболее предпочтительным в таких ситуациях, где более узкое разделение на фракции по размеру продукта является преобладающим требованием.

Изобретатели обнаружили, что применение сепарационного устройства гидроциклона, оснащенного регулятором выпуска верхнего продукта настоящего изобретения, может реализовать оптимальные (и устойчивые) условия эксплуатации в нем, и установили, что данная физическая конфигурация способствует лучшему высвобождению мелких частиц и, таким образом, лучшему извлечению в

флотационном процессе ниже по потоку, при этом максимизируя пропускную способность;

минимизирует нагрузку от рециркуляции материала частиц в нижнем продукте гидроциклона, которые возвращаются на этап размалывания, и таким образом предотвращает повторное измельчение частиц, экономя энергию;

максимизирует выход продукта по показателю, например производительности в тоннах в час и поддерживает физические параметры процесса сепарации на устойчивом уровне.

В приведенном выше описании некоторых вариантов осуществления для ясности применена специфическая терминология. Вместе с тем, раскрытие не ограничено специфическими выбранными терминами и понятно, что каждый специфический термин включает в себя другие технические эквиваленты, которые работают аналогично, выполняя одинаковую техническую задачу. Такие термины, как "верхний" и "нижний", "выше" и "ниже" и т.п. применяются как удобные слова для обеспечения ориентации и их не следует толковать, как ограничивающие термины.

В данной спецификации слово "содержащий" следует понимать в его "открытом" смысле, то есть, в смысле "включающий в себя", и таким образом не ограниченным его "закрытым" смысле, то есть в смысле "состоящий только из". Соответствующее значение следует относить к соответствующим словам "содержат", "составлен из" и "содержит", где они появляются.

Приведенное выше описание представлено связанным с несколькими вариантами осуществления, которые могут иметь общие характеристики и признаки. Понятно, что один или несколько признаков любого варианта осуществления можно комбинировать с одним или несколькими признаками других вариантов осуществления. В дополнение, любой один признак или комбинация признаков в любом из вариантов осуществления могут составлять дополнительные варианты осуществления.

В дополнение, выше описаны только некоторые варианты осуществления изобретений и замены, модификации, дополнения и/или изменения могут быть выполнены в них без отхода от объема и сущности раскрытых вариантов осуществления, варианты осуществления являются иллюстративными и не ограничительными. Например, элемент регулирования потока может быть собран из ряда деталей, соединенных вместе различными способами (например, не гайками и болтами, но крепежным средством другого типа. Материалы конструкции корпуса регулятора выпуска верхнего продукта, который обычно выполнен из твердого пластика или металла, могут также являться другими материалами такими как керамика. Материал внутренней облицовки регулятора может быть резиной или другим эластомером, или керамикой, формируемой в требуемой геометрии внутренней формы камеры, описанной в данном документе.

Кроме того, изобретения описаны в соединении со считающимися в настоящее время наиболее практичными и предпочтительными вариантами осуществления, понятно, что изобретение не ограничено раскрытыми вариантами осуществления, но напротив, охватывает различные модификации и эквивалентные устройства в составе сущности и объема изобретений. Также различные варианты осуществления, описанные выше, можно реализовать в соединении с другими вариантами осуществления, например аспекты одного варианта осуществления можно комбинировать с аспектами другого варианта осуществления для реализации других вариантов осуществления. Дополнительно каждый независимый признак или компонент любого данного узла может составлять дополнительный вариант осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Регулятор (20) выпуска верхнего продукта для гидроциклона (10), который включает в себя базовую часть, включающую в себя выпуск (34); верхнюю стенку (40) и боковую стенку (32), проходящую между базовой частью и верхней стенкой (40), причем боковая стенка (32) включает в себя выпуск (22); причем боковая стенка (32), базовая часть и верхняя стенка (40) вместе образуют камеру (24) регулирования выпуска потока; выпуск (34), выполненный с возможностью приема потока материала из выпуска верхнего продукта находящегося рядом гидроциклона (10), так что при эксплуатации поток материала проходит через камеру и уходит через выпуск и поток материала в камере меняет направление на перпендикулярное между выпуском и выпуском; и при этом внутренняя поверхность камеры, расположенной на верхней стенке, включает в себя элемент (42) регулирования потока, который проходит в камеру к выпуску, причем элемент регулирования потока включает в себя увеличенную концевую часть (48) и зауженную часть (44), расположенную между концевой частью (48) и верхней стенкой (40), причем увеличенная концевая часть (48) элемента (42) регулирования потока включает в себя изогнутую выпуклую зону, которая обращена к выпуску.
2. Регулятор по п.1, в котором элемент (42) регулирования потока является радиально симметричным.
3. Регулятор по любому из предшествующих пунктов, в котором элемент (42) регулирования пото-

ка постепенно сужается в направлении от верхней стенки к зауженной части и постепенно расширяется в направлении от зауженной части к увеличенной концевой части.

4. Регулятор по п.3, в котором зауженная часть (44) является вогнутой зоной элемента регулирования потока.

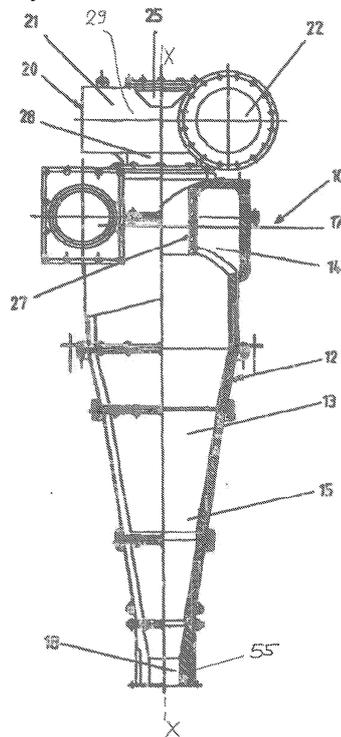
5. Регулятор по любому из предшествующих пунктов, в котором концевая часть (48) элемента регулирования потока заканчивается в месте, которое ближе к впуску, чем к внутренней поверхности камеры, расположенной на верхней стенке.

6. Регулятор по любому из предшествующих пунктов, в котором внутренняя поверхность боковой стенки (32) регулирующей поток камеры имеет закругленную форму.

7. Регулятор по п.6, в котором закругленная внутренняя поверхность боковой стенки (32) камеры имеет форму тора.

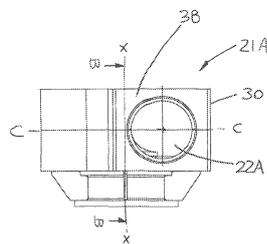
8. Регулятор по любому из предшествующих пунктов, в котором ось выпуска из камеры расположена в общем перпендикулярно оси впуска камеры.

9. Регулятор по п.8, в котором камера имеет в общем форму улитки в сечении, если смотреть в плоскости, в которой расположена ось выпуска.

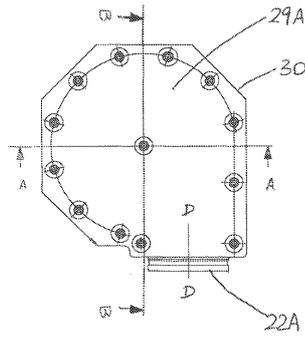


Фиг. 1

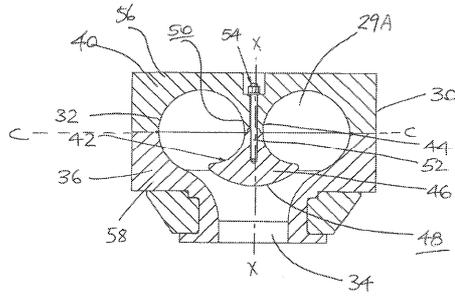
(Предшествующий уровень техники)



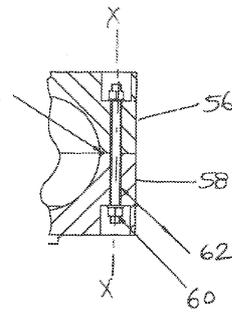
Фиг. 2



Фиг. 3



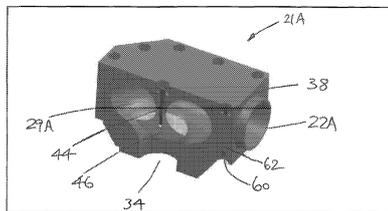
Фиг. 4



Фиг. 5

Таблица 1-1: результаты испытания

Прибор	α	$\% \alpha$	d_{50c}	$\% d_{50c}$	W Вр	$\% W Вр$	Вр f	$\% Вр f$
Форма торцов АСВ	4.49	-1.32	126.81	± 6.96	12.39	± 10.28	11.84	-3.58
Базовый вариант	4.55		139.32		13.51		12.28	



Фиг. 6