

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035165**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.05.08

(51) Int. Cl. **B65G 53/22 (2006.01)**
B65G 53/66 (2006.01)

(21) Номер заявки
201890628

(22) Дата подачи заявки
2016.08.01

(54) **УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ НАГНЕТЕНИЕ НАСЫПНОГО МАТЕРИАЛА В ШЛЮЗОВЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ БУНКЕРАХ**

(31) **92 813**

(56) **WO-A1-2004106199**

(32) **2015.09.02**

EP-A2-0653366

(33) **LU**

EP-A1-2870424

(43) **2018.09.28**

US-A-4014577

(86) **PCT/EP2016/068265**

US-A1-2006056924

(87) **WO 2017/036694 2017.03.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПОЛЬ ВУРТ С.А. (LU)

(72) Изобретатель:
Шмит Луи, Мюллер Бен (LU)

(74) Представитель:
**Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)**

(57) Способ создания избыточного давления на сыпном материале в устройстве для создания избыточного давления на сыпном материале в загрузочном бункере, причем загрузочный бункер выполнен в качестве содержащего сыпной материал шлюзового загрузочного бункера (29), и причем устройство содержит источник находящегося под избыточным давлением газа, линии (22, 26, 28) для транспортировки находящегося под избыточным давлением газа от источника находящегося под избыточным давлением газа к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера, и причем в линиях размещено клапанное устройство (34), и причем способ отличается тем, что клапанное устройство (34) содержит по меньшей мере два размещенных параллельно друг другу клапана (34А, 34В, 34С), и причем каждый клапан соединен с расположенным ниже по потоку соплом Лавала, а также тем, что клапанами (34А, 34В, 34С) для их открывания управляют в рабочей последовательности для подачи в шлюзовую загрузочный бункер (29) создающего избыточное давление газа с регулируемым расходом газа.

035165 B1

035165 B1

Область техники

Настоящее изобретение в основном относится к транспортировке насыпного твердого материала на большие расстояния, такой как в случае так называемой транспортировки плотной фазы, и/или против значительного обратного давления.

Уровень техники

В направленных вверх по потоку пневматических транспортирующих линиях, которые транспортируют насыпной твердый материал, прежде всего измельченный материал, на большие расстояния, прежде всего в случае так называемой транспортировки плотной фазы и/или против значительного обратного давления на выходе транспортирующей линии (линий) требуемое для снабжения насыпного материала в линию (линии) избыточное давление может оказаться значительным.

При данных обстоятельствах перемещение внутрь насыпного материала обычно выполняют посредством загрузочных бункеров, которые разработаны в виде емкостей высокого давления и которые обычно называют транспортировочными загрузочными бункерами, питающими загрузочными бункерами, выдувными резервуарами и т.д. Зачастую при потребности в непрерывной поставке насыпного материала потребителю ниже по потоку, предоставляют по меньшей мере два таких загрузочных бункера, либо в последовательном расположении, либо в параллельном расположении.

В случае последовательного расположения первый загрузочный бункер функционирует в качестве шлюзового загрузочного бункера, который циклически заполняют от расположенного выше по потоку бункера для хранения или подобного устройства, нагнетают в нем избыточное давление, опустошают его во второй загрузочный бункер и, наконец, стравливают или сбрасывают из него давление, тогда как второй загрузочный бункер постоянно поддерживают в условиях избыточного давления и непрерывно подают из него нагнетаемый насыпной материал в линию (линии) транспортировки.

В случае параллельного расположения оба загрузочных бункера функционируют как шлюзовые загрузочные бункеры в "ступенчатом параллельном режиме", то есть оба эти бункера циклически заполняют, повышают в них давление, освобождают их и сбрасывают давление, и они поочередно подают нагнетаемый насыпной материал в линию (линии) транспортировки способом, обеспечивающим непрерывную поставку нагнетаемого насыпного материала в эту линию (эти линии) транспортировки.

Типичный пример шлюзовых загрузочных бункеров, которые функционируют как оборудование внутреннего перемещения, может быть обнаружен в так называемых установках пылеугольного вдувания (PCI), поставляющих пылевидный уголь доменным печам. В этих установках распространены рабочие уровни избыточного давления загрузочных бункеров в диапазоне от около 5 до 20 бар изб. В оборудовании, подающем пылевидный уголь в угольные газогенераторы, могут требоваться уровни рабочего давления, например, 30 бар изб. и более.

Как описано выше, таким образом, шлюзовые загрузочные бункеры функционируют по партиям или с перерывами, в рамках чередующихся циклов заполнения партиями насыпного материала в то время, когда в шлюзовом загрузочном бункере сброшено давление, его закрывания и создания избыточного давления в загрузочном бункере и открывания выхода загрузочного бункера для транспортировки насыпного материала в нагнетающие линии транспортировки или в случае вышеупомянутого последовательного расположения во второй, постоянно находящийся под давлением загрузочный бункер. Шлюзовые загрузочные бункеры, таким образом, существенно отличаются от так называемых выдувных баллонов, которые функционируют непрерывно, таких как описанные в US 5265983. Действительно, такие выдувные баллоны постоянно функционируют под давлением, требуют сложных питающих устройств, зачастую состоящих из каскада стойких к давлению питающих модулей с транзитными зонами под повышающимся давлением. В особенности для работающих под высоким давлением систем такие выдувные баллоны либо являются вовсе неприменимыми, либо являются слишком сложными и ненадежными.

Нагнетание избыточного давления в насыпном материале в шлюзовом загрузочном бункере выполняют путем инжектирования в насыпной материал нагнетающего технологического газа. В случае когда насыпной материал является горючим, например в случае пылевидного угля, технологический газ обычно является инертным (имеет уменьшенное содержание кислорода) с целью предупреждения пожара или взрыва. В таких случаях обычно используют сжатый азот. Объем технологического газа, требуемый для создания избыточного давления в насыпном материале в загрузочном бункере, обусловлен внутренним объемом загрузочного бункера, уровнем подлежащего достижению избыточного давления, уровнем заполнения насыпного материала и коэффициентом пустот насыпного материала (отношением объема пустот к суммарному объему). Коэффициент пустот насыпного материала может быть большим, 60% и более, таким образом, что полностью заполненный загрузочный бункер может потребовать объема создающего избыточное давления газа в порядке величины для пустого загрузочного бункера.

Технологический газ для создания избыточного давления в каждом шлюзовом загрузочном бункере поставляют через ответвление создающего избыточное давление газа, соединяющее питающую магистраль технологического газа отдельного блока установки внутреннего перемещения с подлежащим нагнетанию шлюзовым загрузочным бункером. С целью сокращения времени цикла загрузочного бункера и, таким образом, необходимой вместительности и внутреннего объема этого шлюзового загрузочного бункера при одновременном избегании пиков потребности технологического газа на уровне питающей ма-

гистрала технологический газ может быть накоплен в буферной емкости для создающего избыточного давления газа. Буферную емкость непрерывно заполняют создающим избыточным давлением газом, который поставляют от питающей магистрали при уменьшенном расходе, а затем периодически, каждый раз, когда шлюзовый загрузочный бункер должен быть подвергнут нагнетанию, освобождают с большим расходом в шлюзовый загрузочный бункер. В зависимости от уровня давления поставки технологического газа и уровня рабочего давления в шлюзовом загрузочном бункере может быть оправданным монтаж вместо одной буферной емкости двух буферных емкостей, которые выполняют нагнетание избыточного давления в шлюзовом загрузочном бункере при большом расходе на двух ступенях и только частично создают избыточное давление в шлюзовом загрузочном бункере с помощью создающего избыточное давление газа, накопленного в буферной емкости (емкостях) в то время, когда дополнительный объем создающего избыточного давления газа поставляют в шлюзовый загрузочный бункер непосредственно от питающей магистрали технологического газа.

Существенным аспектом таких установок является то обстоятельство, что начальное различие в давлении газа между питающей магистралью технологического газа или буферной емкостью и шлюзовым загрузочным бункером, как правило, является настолько высоким, что оно приводит к весьма высоким первоначальным скоростям газового потока, что влечет за собой уплотнение сыпного материала в шлюзовом загрузочном бункере и тем самым уменьшение его текучести и, таким образом, затруднение последующего освобождения из загрузочного бункера. Таким образом, хотя необходимое для создания избыточного давления в шлюзовом загрузочном бункере время должно быть поддержано максимально кратким, чтобы не служить ограничивающим фактором в процессе ниже по потоку в общепотребительных установках, в большинстве случаев ограничивают начальные расходы в ответвлениях создающего избыточного давления газа.

Недорогим и, таким образом, обычно используемым способом ограничения расходов создающего избыточного давления газа является оснащение соответствующего трубопровода соплом Лаваля. При том, что сопло Лаваля производит только ограниченное падение давления, она ограничивает газовый массовый расход значениями, которые являются строго пропорциональными абсолютному давлению газа выше по потоку от сопла. Это означает, что расход создающего избыточное давление газа, поставляемого от питающей магистрали технологического газа через ответвление в шлюзовый загрузочный бункер, является постоянным при условии постоянства уровня давления газа в этой магистрали и при том условии, что поставляемый из буферной емкости поток создающего избыточного давления газа уменьшается по мере уменьшения уровня давления в этом сосуде.

Основными недостатками существующих/обычных установок остаются слишком большая продолжительность времени, необходимого для полного создания избыточного давления на сыпном материале в шлюзовом загрузочном бункере, размеры некоторых частей оборудования, необходимые для соответствия начальным условиям создания избыточного давления и/или шумовое воздействие во время процесса.

Техническая проблема

Целью настоящего изобретения является предоставление альтернативного и усовершенствованного способа создания избыточного давления на сыпном материале в так называемых шлюзовых загрузочных бункерах, причем способ обеспечивает возможность сокращения времени, необходимого для создания избыточного давления, разрешение вышеупомянутой проблемы размеров оборудования и/или смягчения шумовых воздействий по сравнению с существующими способами и установками.

Общее описание изобретения

С целью разрешения вышеупомянутой проблемы настоящее изобретение предлагает в своем первом аспекте способ создания избыточного давления на сыпном материале в устройстве для создания избыточного давления на сыпном материале в загрузочном бункере, причем загрузочный бункер выполнен в качестве содержащего сыпной материал шлюзового загрузочного бункера. Устройство содержит источник находящегося под избыточным давлением газа, линии для транспортировки находящегося под избыточным давлением газа от источника находящегося под избыточным давлением газа к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера и к размещенному на линии (линиях) клапанному устройству. Соответствующий изобретению способ предусматривает, что клапанное устройство содержит по меньшей мере два клапана, размещенные параллельно, причем каждый клапан соединен с размещенным ниже по потоку соплом Лаваля. Другими словами, в настоящем изобретении в рамках клапанного устройства каждый клапан соединен с его соплом Лаваля и по меньшей мере две комбинации в составе клапана и сопла Лаваля размещены параллельно друг другу. Кроме того, в рамках соответствующего изобретению способа клапанами клапанного устройства управляют для их открывания (и, предпочтительно опционально, для закрывания) в рабочей последовательности для предоставления регулируемого расхода газа, создающего избыточное давление газа к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера.

Действительно, было обнаружено, что путем управления расходом газа с помощью такого управляемого клапанного устройства могут быть получены различные преимущества. По сравнению с обычным устройством только с одним клапаном со связанным с ним соплом Лаваля может быть значительно уменьшено время для полного создания избыточного давления в шлюзовом загрузочном бункере. Дейст-

вительно, в рамках настоящего способа функционирования в рамках рабочей последовательности при открывании сначала одного из клапанов, а затем спустя некоторое время второго и т.д. продолжительность создания избыточного давления может быть сокращена примерно до 60% (устройство из двух параллельных клапанов) или даже примерно до 70% (устройство из трех параллельных клапанов) в общепотребительных установках (см. детали ниже). В этом контексте является примечательным то обстоятельство, что это увеличение скорости создания избыточного давления получено для установок, имеющих подобные размеры компонентов (прежде всего, дисков из спеченного металла), что и обычные. Кроме того, эта повышенная скорость получена без увеличения опасности нежелательного уплотнения материала в шлюзовом загрузочном бункере.

В рамках описанного в настоящем документе способа открыванием по меньшей мере двух клапанов в рабочей последовательности можно управлять на основании предварительно заданной временной последовательности. В предпочтительных вариантах открыванием по меньшей мере двух клапанов в рабочей последовательности можно управлять на основании фактического расхода газа, создающего избыточное давление газа, измеренного ниже по потоку от клапанного устройства с помощью любых подходящих средств, таких как устройство измерения объемного расхода или скорости, и/или на основании расхода газа, создающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических значений давления выше по потоку и ниже по потоку, измеренных с применением устройства измерения давления во время создания избыточного давления.

Альтернативно или дополнительно рабочей последовательностью клапанов можно также управлять на основании расхода создающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических значений давления выше по потоку и ниже по потоку, измеренных с помощью подходящих обычных устройств измерения давления во время создания избыточного давления.

Фактически настоящий способ обеспечивает возможность для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере за сокращенное время путем обеспечения возможности управления фактическим расходом газа для достижения им значений расхода, более или менее приближающихся к постоянным объемным расходам при помощи устройств, которые, как известно, предоставляют только постоянные массовые расходы. Хотя априори представляется, что наличие только двух клапанов в клапанном устройстве не является достаточным для обеспечения существенной настройки, даже такое малое их число неожиданным образом предоставляет значительное сокращение времени создания избыточного давления. Кроме того, даже с помощью такого малого числа клапанов со связанным соплом Лавала путем подходящего выбора компонентов может быть достигнуто примечательное усовершенствование точной настройки.

Следовательно, в особо предпочтительных вариантах способа различные сопла Лавала в клапанном устройстве имеют различные внутренние поперечные сечения. В таких случаях рабочая последовательность обеспечивает еще большее регулирование фактического расхода газа, создающего избыточное давление газа (для еще большего приближения к постоянным объемным расходам во время большей части времени цикла создания избыточного давления) посредством избирательного открывания и закрывания клапанов, связанных с соплами Лавала различных размеров клапанного устройства. Например, при применении двух сопел Лавала различных внутренних поперечных сечений могут быть выбраны три различных расхода газа: 1 (1 открыт и 2 закрыты); 2 (2 открыты и 1 закрыт) или 1+2 (1 и 2 открыты). При применении трех сопел Лавала различных внутренних поперечных сечений могут быть выбраны семь различных расходов газа (1, 2, 3, 1+2, 1+3, 2+3 или 1+2+3).

Источник находящегося под избыточным давлением газа может быть представлен любым подходящим источником с газом, подходящим для надлежущего применения, таким как воздух, технологический газ или также инертный газ, когда насыпной материал способен к реакции в присутствии кислорода. На практике источник, таким образом, может быть представлен газовой питающей магистралью, такой как поставка инертного газа или технологического газа, и/или источник может быть представлен промежуточной буферной емкостью, размещенной между клапаном и газовой питающей магистралью, служащей для ее питания/заполнения.

Другими словами, описанное в настоящем документе клапанное устройство может быть предоставлено непосредственно между газовой питающей магистралью и шлюзовым загрузочным бункером, между буферной емкостью (которая сама запитана от газовой питающей магистрали) и шлюзовым загрузочным бункером. Или, когда в устройстве предусмотрены оба типа присоединений, каждому из них может быть предоставлено клапанное устройство. Само собой разумеется, каждое такое клапанное устройство может быть выполнено отличным образом и может функционировать согласно отличной рабочей последовательности.

Дополнительно или альтернативно может быть предоставлена другая линия от газовой питающей магистрали к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера, которая содержит клапан, соединенный с расположенным ниже по потоку соплом Лавала, причем клапаном можно управлять для его открывания в пределах рабочей последовательности, предпочтительно в конце создания избыточного давления, когда давление в буферной емкости понижается к нижним значениям давления.

В другом аспекте изобретения также рассмотрено применение клапанного устройства, которое со-

держит по меньшей мере два размещенных параллельно друг другу клапана, причем каждый клапан соединен с расположенным ниже по потоку соплом Лавалья, а также блок управления, выполненный с возможностью управления открыванием данных клапанов в рабочей последовательности для подачи в шлюзовой загрузочный бункер в устройстве для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере создающего избыточное давление газа с регулируемым расходом газа.

Прежде всего изобретение относится к упомянутому выше применению для ускоренного создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере.

Альтернативно применение функционирующего соответственно настоящему документу клапанного устройства может быть предпочтительно выбрано для уменьшения шумовых воздействий и/или износа при нагнетании избыточного давления на насыпной материал в загрузочном бункере таким, например, путем как запуск рабочей последовательности создания избыточного давления с помощью первого клапана, который связан с соплом Лавалья с малым внутренним поперечным сечением.

Альтернативно или дополнительно описанное в настоящем документе применение может быть выбрано для уменьшения уплотнения насыпного материала во время создания избыточного давления на насыпной материал в загрузочном бункере таким, например, путем как выбор рабочей последовательности создания избыточного давления, начинающейся первым клапаном, который связан с соплом Лавалья с малым внутренним поперечным сечением.

В контексте настоящего изобретения, когда не задано иное, сравнительные или относительные выражения, такие как "отрегулированный", "уменьшенный", "сокращенный", "меньший", и т.д., следует рассматривать касательно в прочих отношениях идентичного обычного способа, устройства, оборудования или значения, не имеющих признаков настоящего изобретения. Прежде всего, когда не указано иное, для внутреннего поперечного сечения сопла Лавалья термин "меньший" следует понимать как сравнительный относительно обычного внутреннего поперечного сечения сопла Лавалья, которое может быть выбрано инженером, который проектирует и наделяет размерами обычную установку с целью получения соответственно высокого (или максимально допустимого) массового расхода для надлежащего применения. В целом "меньшее внутреннее поперечное сечение" относится, когда не предусмотрено иное, к внутреннему поперечному сечению, представляющему собой от 0,99 до 0,1-кратное, предпочтительно от 0,95 до 0,3-кратное, более предпочтительно от 0,90 до 0,5-кратное соотношению ему внутреннему поперечному сечению, такому как обычное внутреннее поперечное сечение.

Альтернативно или дополнительно описанное применение может быть предусмотрено для изменения и последующего функционирования существующего/обычного устройства для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере при повышенной разности давлений между источником находящегося под избыточным давлением газа и загрузочным бункером с отсутствующим избыточным давлением без необходимости в изменении размеров или замене частей устройства, таких как, например, инжекторы или диски из спеченного металла.

Альтернативно или дополнительно описанное применение может быть предусмотрено для эксплуатации существующего/обычного устройства для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере при пониженной разности давлений между источником находящегося под избыточным давлением газа и находящимся под избыточным давлением шлюзовым загрузочным бункером без необходимости в изменении размеров или замене основных частей устройства, таких как, например, инжекторы или диски из спеченного металла.

В еще одном другом своем аспекте изобретение описывает устройство для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере, причем устройство содержит загрузочный бункер, выполненный в качестве шлюзового загрузочного бункера для содержания насыпного материала, источник находящегося под избыточным давлением газа и линии, выполненные для транспортировки находящегося под избыточным давлением газа от источника находящегося под избыточным давлением газа к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера. Прежде всего устройство содержит размещенное на линии клапанное устройство, причем клапанное устройство содержит по меньшей мере два размещенные параллельно друг другу клапана и причем каждый клапан соединен с расположенным ниже по потоку соплом Лавалья. Кроме того, устройство выполнено таким образом, что открыванием каждого из клапанов управляет блок управления, причем блок управления выполнен для управления открыванием клапанов в рабочей последовательности с целью предоставления создающего избыточное давление газа в шлюзовой загрузочный бункер.

Предпочтительно открыванием и/или закрыванием по меньшей мере двух клапанов клапанного устройства в рабочей последовательности блок управления управляет на основании фактического расхода создающего избыточное давление газа, измеренного ниже по потоку от клапанного устройства с помощью подходящих средств, таких как устройство для измерения объемного расхода газа или скорости газового потока. Альтернативно или дополнительно открыванием и/или закрыванием по меньшей мере двух клапанов блок управления управляет на основании расхода создающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических значений давления выше по потоку и ниже по потоку, измеренных с помощью устройства (устройств) измерения давления во время создания избыточного давления.

Как уже упомянуто выше в контексте настоящего способа, в особо предпочтительных вариантах

устройства различные сопла Лавалья в клапанном устройстве имеют различные внутренние поперечные сечения. В таких случаях рабочая последовательность обеспечивает еще большее регулирование фактического расхода газа, создающего избыточное давление газа посредством избирательного открывания и закрывания клапанов, связанных с соплами Лавалья различных размеров клапанного устройства. Например, при применении двух сопел Лавалья различных внутренних поперечных сечений могут быть выбраны три различных расхода газа (1, 2 или 1+2). При применении трех сопел Лавалья различных внутренних поперечных сечений могут быть выбраны семь различных расходов газа (1, 2, 3, 1+2, 1+3, 2+3 или 1+2+3).

Альтернативно или дополнительно может быть предоставлена другая линия от газовой питающей магистрали к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера, которая содержит клапан, соединенный с расположенным ниже по потоку соплом Лавалья, причем клапаном можно управлять для его открывания в пределах рабочей последовательности, предпочтительно в конце создания избыточного давления, когда давление в буферной емкости понижается к нижним значениям давления.

Как уже упомянуто выше в контексте настоящего способа, источник находящегося под избыточным давлением газа может быть представлен газовой питающей магистралью и/или промежуточной буферной емкостью, размещенной между газовой питающей магистралью и клапаном.

Краткое описание чертежей

Предпочтительные варианты изобретения далее описываются в качестве примера со ссылками на сопровождающие чертежи, на которых:

фиг. 1 является принципиальной схемой варианта осуществления предпочтительного устройства настоящего изобретения или применимого в рамках способа настоящего изобретения;

фиг. 2 является графиком, который показывает давление в шлюзовом загрузочном бункере и объемный расход газа как функции времени в процессе создания избыточного давления в шлюзовом загрузочном бункере.

Более подробная информация и преимущества настоящего изобретения являются очевидными из последующего детализированного описания нескольких неограничивающих вариантов осуществления со ссылками на приложенные чертежи.

Описание предпочтительных вариантов осуществления

Со ссылками на фиг. 1 предоставлено устройство для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере, выполненном в качестве шлюзового загрузочного бункера 29 для размещения насыпного материала, такого как угольная пыль. Несколько линий 22, 26, 28 предоставлены для передачи находящегося под избыточным давлением газа от источника (непосредственно или через буферную емкость) к одному или нескольким входам 30 шлюзового загрузочного бункера 29. Клапанное устройство 34 с клапанами 34А, 34В, 34С а также клапан 35 размещены в линиях, а их открыванием и закрыванием может управлять блок управления (отдельно не представлен). Этот блок управления запрограммирован для управления открыванием и закрыванием клапанов в рабочей последовательности с целью предоставления создающего избыточное давление газа в шлюзовый загрузочный бункер при регулируемом расходе к дискам 30 из спеченного металла и к насыпному материалу в шлюзовом загрузочном бункере 29. Необходимо отметить, что на фиг. 1, дополнительно или альтернативно, клапан 35 может также быть представлен клапанным устройством в смысле настоящего изобретения, таким как показанное для клапана 34.

Клапаны (предпочтительно простые открываемые/закрывающиеся клапаны) могут функционировать в рабочей последовательности, которая задана на основании размеров устройства и известных значений давления магистрали питания/буферной емкости, а также шлюзового загрузочного бункера.

Предпочтительно, однако, объемным расходом газа управляет рабочая последовательность, которая принимает во внимание фактические параметры во время цикла создания избыточного давления. Это может быть произведено различными средствами или путями.

Устройство 31 для измерения объемного расхода (или скорости) смонтировано на трубопроводе создающего избыточное давление газа, соединяющем буферную емкость 27 со шлюзовым загрузочным бункером 29. Блок управления воздействует на клапаны 34А, 34В, 34С для открывания (последующего или иного) клапана в том случае, когда фактическое значение объемного расхода, измеренное на устройстве 31 измерения, оказывается существенно ниже заданного значения.

Альтернативно или дополнительно в контроллер включены характеристики клапанов 34А, 34В, 34С со связанными с ними соплами Лавалья, например производимый клапаном в зависимости от измеренного устройством 32 выше по потоку уровня давления массовый расход, измеренный устройством 33 ниже по потоку уровень давления, а также открытое или закрытое положение этих по меньшей мере двух клапанов. Фактическое обусловленное уровнем давления значение массового расхода, измеренное на устройствах 32 и/или 33, вычисляются непрерывным образом. Контроллер приводит в действие клапаны соответствующим образом, то есть путем открывания другого клапана или путем открывания клапана с большим связанным соплом Лавалья и опционально путем закрывания ранее открытой линии меньшего размера таким способом, который обеспечивает получение последовательно возрастающего массового расхода, при этом заданное значение для положения клапана получено по уровням давления на устройстве

32 выше по потоку и на устройстве 33 ниже по потоку, а также по значению массового расхода.

Объемным расходом газа, поставляемого непосредственно от питающей магистрали 21 технологического газа, можно управлять с помощью клапана 35. Давление выше по потоку в данном случае представлено уровнем давления в этой питающей магистрали технологического газа.

В качестве иллюстрации преимуществ настоящего изобретения может быть сделано следующее вычисление: p_1 является начальным (абсолютным) уровнем давления в шлюзовом загрузочном бункере, p_2 - конечным (абсолютным) уровнем давления в шлюзовом загрузочном бункере, а создание избыточного давления выполняют либо с постоянным массовым расходом (посредством сопла Лавала с постоянным уровнем давления вверх по потоку), либо с объемным расходом, отрегулированным посредством клапанного устройства, которым управляют, как описано в настоящем документе, или с постоянным объемным расходом. Соответствующий иллюстративный пример также изображен на графике на фиг. 2 (см. ниже).

Максимальная фактическая скорость газового потока в случае создания избыточного давления с постоянным массовым расходом равна фактической постоянной скорости газового потока в случае создания избыточного давления с постоянным объемным расходом, отношение временных продолжительностей создания избыточного давления с постоянным массовым расходом к нагнетанию избыточного давления с постоянным массовым расходом равно $\ln(p_2/p_1)/[(p_2-p_1)/p_a]$, где p_a является (абсолютным) атмосферным давлением, $\ln$ - натуральным логарифмом. Пример: $p_1=0$ бар изб.=1 бар абс., $p_2=9$ бар изб.=10 бар абс., $p_a=0$ бар изб.=1 бар абс. Отношение временных продолжительностей создания избыточного давления принимает значение $\ln(p_2/p_1)/[(p_2-p_1)/p_a]=0,256$, то есть временная продолжительность создания избыточного давления уменьшена до уровня примерно 74%.

Фиг. 2 графически показывает результаты в терминах давления в загрузочном бункере и объемного расхода газа как функций времени для клапанного устройства с двумя клапанами (2YD), кривые 3 и 7, и для клапанного устройства с тремя клапанами (3YD), кривые 4 и 8, по сравнению с обычной конфигурацией с одним клапаном + сопло Лавала (1YD), кривые 1 и 5. Все показанные варианты основаны на следующих предположениях: предоставлен сосуд создающего избыточное давление газа с полезным объемом 65 м^3 и с начальным давлением 17 бар абс., подлежащий нагнетанию шлюзовый загрузочный бункер имеет доступный газовый объем 22 м^3 и конечное давление 12 бар абс., поддержан максимальный объемный расход газа $3,54 \text{ м}^3/\text{с}$. Как видно на фиг. 2, также и в случае применения двух или трех сопел Лавала вместо одного время создания избыточного давления уже может быть значительно уменьшено (от 76 с только до 28,7 с или даже только до 20,5 с) при поддержании того же максимального расхода газа (то есть скорости газового потока).

Хотя продолжительность создания избыточного давления может быть уменьшена, как описано в настоящем документе, до меньшего уровня с помощью клапанного устройства по сравнению с вариантом постоянного объемного расхода (обозначенного VAC на фиг. 2, кривые 2 и 6), причем уменьшение является, тем не менее, чрезвычайно значительным и примечательным, тем более существенным является то обстоятельство, что это уменьшение достигнуто с помощью технически простых, надежных и известных компонентов (отсечные клапаны и сопла Лавала) с помощью относительно простого блока управления.

Предложенное изобретение не ограничено вариантами осуществления и конкретными применениями, относящимися к инжектированию угля в доменную печь. Оно также может быть применено к другим установкам, включая сюда нагнетаемые загрузочные бункеры, содержащие порошковые материалы и требующие периодического наращивания давления в указанных загрузочных бункерах.

Список ссылочных обозначений:

- 21 - источник находящегося под избыточным давлением газа;
- 22 - трубопровод от источника находящегося под избыточным давлением газа до загрузочного бункера;
- 26 - трубопровод от источника находящегося под избыточным давлением газа до буферной емкости;
- 27 - буферная емкость;
- 28 - трубопровод от буферной емкости до загрузочного бункера;
- 29 - (шлюзовый) загрузочный бункер;
- 30 - входы загрузочного бункера (например, диски из спеченного металла);
- 31 - датчик объемного расхода газа или скорости потока;
- 32 - датчик давления выше по потоку от клапана (например, на буферной емкости);
- 33 - датчик давления ниже по потоку от клапана (например, на загрузочном бункере);
- 34 - клапанное устройство буферной емкости;
- 34A, 34B, 34C - клапаны со связанными соплами Лавала в рамках клапанного устройства 34;
- 35 - клапан питающей магистрали.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ создания избыточного давления на насыпном материале в устройстве для создания избы-

точного давления на насыпном материале в загрузочном бункере, причем загрузочный бункер выполнен в качестве содержащего насыпной материал шлюзового загрузочного бункера (29), и причем устройство содержит источник находящегося под избыточным давлением газа, линии (22, 26, 28) для транспортировки находящегося под избыточным давлением газа от источника находящегося под избыточным давлением газа к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера, и причем в линиях размещено клапанное устройство (34), и причем способ отличается тем, что клапанное устройство (34) содержит по меньшей мере два размещенных параллельно друг другу клапана (34А, 34В, 34С), и причем каждый клапан соединен с расположенным ниже по потоку соплом Лавалья, а также тем, что клапанами (34А, 34В, 34С) для их открывания управляют в рабочей последовательности для подачи в шлюзовую загрузочный бункер (29) создающего избыточное давление газа с регулируемым расходом газа.

2. Способ по п.1, причем открыванием по меньшей мере двух клапанов (34А, 34В, 34С) в рабочей последовательности управляют на основании фактического расхода газа, создающего избыточное давление газа, измеренного ниже по потоку от клапанного устройства (34), с применением устройства (31) измерения объемного расхода или скорости потока и/или на основании расхода газа, создающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических значений давления выше по потоку и ниже по потоку, измеренных с применением устройства (32, 33) измерения давления во время создания избыточного давления.

3. Способ по п.1 или 2, причем источник находящегося под избыточным давлением газа является газовой питающей магистралью (21) и/или промежуточной буферной емкостью (27), размещенной между газовой питающей магистралью и клапанным устройством.

4. Способ по одному из пп.1-3, причем сопла Лавалья в клапанном устройстве имеют различные внутренние поперечные сечения и причем рабочая последовательность содержит открывание и закрывание клапанов (34А, 34В, 34С) клапанного устройства (34), что обеспечивает дополнительное регулирование фактического расхода газа, создающего избыточное давление газа.

5. Способ по одному из пп.1-4, причем дополнительная линия (22) от газовой питающей магистрали (21) к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера содержит клапан (35), соединенный с расположенным ниже по потоку соплом Лавалья, причем клапаном (35) управляют для открывания в пределах рабочей последовательности, предпочтительно в конце создания избыточного давления.

6. Применение клапанного устройства (34), содержащего по меньшей мере два размещенных параллельно друг другу клапана (34А, 34В, 34С), причем каждый клапан соединен с расположенным ниже по потоку соплом Лавалья, а также блок управления, выполненный с возможностью управления открыванием клапанов (34А, 34В, 34С) в рабочей последовательности для подачи в шлюзовую загрузочный бункер (29) в устройстве для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере создающего избыточное давление газа с регулируемым расходом газа.

7. Применение клапанного устройства по п.6, выполненного с возможностью ускоренного создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере посредством управления рабочей последовательностью открывания клапанов (34А, 34В, 34С), так что фактический расход газа приближается к постоянному объемному расходу.

8. Применение клапанного устройства по п.6, выполненного с возможностью уменьшения шумового воздействия и/или износа при нагнетании избыточного давления на насыпной материал в загрузочном бункере посредством запуска рабочей последовательности открывания клапанов (34А, 34В, 34С) с помощью первого клапана, который связан с соплом Лавалья с меньшим внутренним поперечным сечением.

9. Применение клапанного устройства по п.6, выполненного с возможностью уменьшения уплотнения насыпного материала во время создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере посредством запуска рабочей последовательности открывания клапанов (34А, 34В, 34С) с помощью первого клапана, который связан с соплом Лавалья с меньшим внутренним поперечным сечением.

10. Применение клапанного устройства по п.6, выполненного с возможностью эксплуатации указанного устройства для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере при повышенной разности давлений между источником находящегося под избыточным давлением газа и загрузочным бункером с отсутствующим избыточным давлением, без необходимости в изменении размеров или замене других частей устройства.

11. Применение клапанного устройства по п.6, выполненного с возможностью эксплуатации указанного устройства для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере при пониженной разности давлений между источником находящегося под избыточным давлением газа и находящимся под избыточным давлением шлюзовым загрузочным бункером, без необходимости в изменении размеров или замене других частей устройства.

12. Устройство для создания избыточного давления на насыпном материале в загрузочном бункере, содержащее загрузочный бункер, выполненный в качестве шлюзового загрузочного бункера (29) для размещения насыпного материала, источник находящегося под избыточным давлением газа, линии (22, 26, 28), выполненные для транспортировки находящегося под избыточным давлением газа от источника находящегося под избыточным давлением газа к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера.

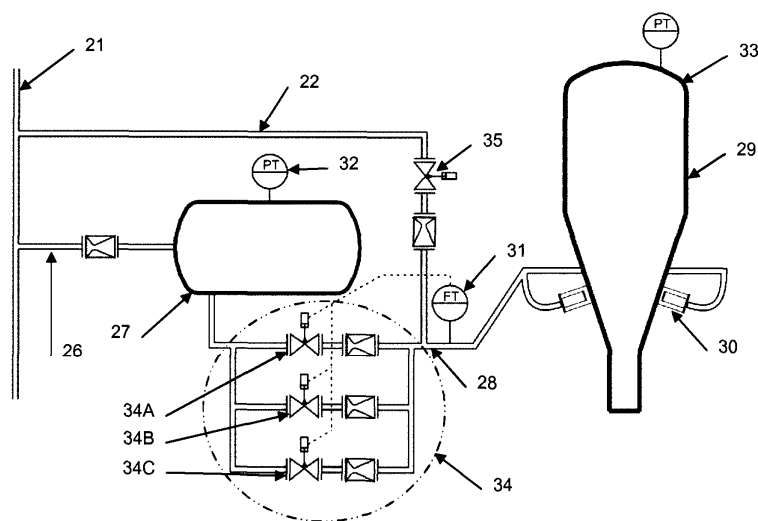
зочного бункера, размещенное в линиях клапанное устройство (34), причем устройство отличается тем, что клапанное устройство (34) содержит по меньшей мере два размещенных параллельно друг другу клапана (34А, 34В, 34С), причем каждый клапан соединен с расположенным ниже по потоку соплом Лавала, а также тем, что открыванием каждого из клапанов (34А, 34В, 34С) управляет блок управления, причем блок управления выполнен для управления открыванием клапанов (34А, 34В, 34С) в рабочей последовательности с целью подачи в шлюзовый загрузочный бункер (29) создающего избыточное давление газа с регулируемым расходом газа.

13. Устройство по п.12, причем открыванием по меньшей мере двух клапанов (34А, 34В, 34С) клапанного устройства в рабочей последовательности блок управления управляет на основании фактического расхода создающего избыточное давление газа, измеренного ниже по потоку от клапанного устройства (34), с применением устройства (31) измерения объемного расхода или скорости и/или на основании объемного расхода создающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических значений давления выше по потоку и ниже по потоку, измеренных с применением устройства (32, 33) измерения давления во время создания избыточного давления.

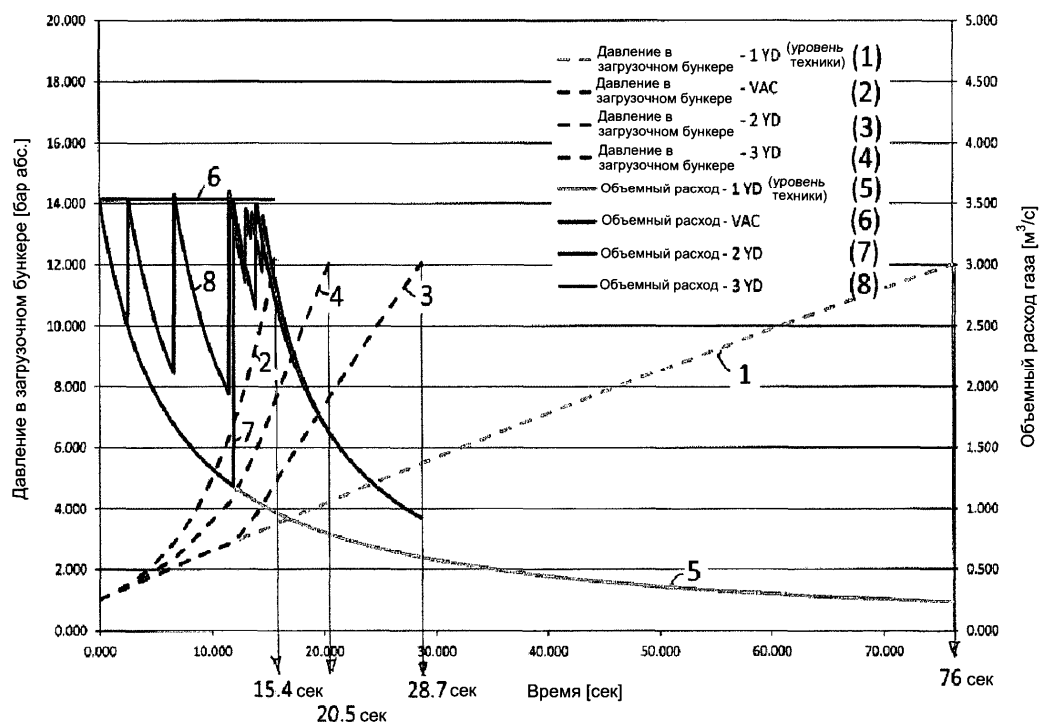
14. Устройство по п.12 или 13, причем источник находящегося под избыточным давлением газа является газовой питающей магистралью (21) и/или промежуточной буферной емкостью (27), размещенной между газовой питающей магистралью и клапанным устройством.

15. Устройство по любому из пп.12-14, причем сопла Лавала в клапанном устройстве имеют различные внутренние поперечные сечения и причем рабочая последовательность является управляемой для обеспечения независимого открывания и закрывания клапанов (34А, 34В, 34С) клапанного устройства (34) для регулирования фактического расхода газа, создающего избыточное давление газа.

16. Устройство по любому из пп.12-15, причем линия (22) от газовой питающей магистрали (21) к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера содержит клапан (35), соединенный с расположенным ниже по потоку соплом Лавала, причем клапан (35) выполнен с возможностью управления блоком управления для открывания в пределах рабочей последовательности, предпочтительно в конце создания избыточного давления.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2