

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035254**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.05.21

(51) Int. Cl. **B65G 53/12** (2006.01)
C10J 3/50 (2006.01)

(21) Номер заявки
201790509

(22) Дата подачи заявки
2015.09.02

(54) **СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАГНЕТАНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ В НАСЫПНОЙ МАТЕРИАЛ В ЗАГРУЗОЧНОМ БУНКЕРЕ**

(31) **LU 92 534**

(32) **2014.09.03**

(33) **LU**

(43) **2017.08.31**

(86) **PCT/EP2015/070086**

(87) **WO 2016/034644 2016.03.10**

(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)**

(56) **US-A-5265983
EP-A2-0202796
WO-A1-9727135
WO-A1-2004106199**

(57) Способ нагнетания избыточного давления в насыпной материал в загрузочном бункере, причем загрузочный бункер выполнен в виде шлюзового загрузочного бункера (29), содержащего насыпной материал, источник имеющего избыточное давление газа, линии (22, 26, 28) для транспортировки имеющего избыточное давление газа от источника к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера, расположенный в линиях клапан, причем способ отличается тем, что положением открытия клапана (34, 35) управляют для предоставления нагнетающего избыточное давление газа к шлюзовому загрузочному бункеру при заданном постоянном объемном расходе газа.

B1

035254

035254

B1

Область техники

В общем, настоящее изобретение 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 против потока пневматических транспортирующих линиях, которые транспортируют насыпной твердый материал, прежде всего измельченный материал, на большие расстояния, прежде всего при так называемой транспортировке плотной фазы, и/или против значительного обратного давления, на выходе транспортирующей линии (линий) требуемое для подачи насыпного материала в линию (линии) избыточное давление может оказаться значительным.

При данных обстоятельствах перемещение вовнутрь насыпного материала обычно выполняется посредством загрузочных бункеров, которые выполнены в виде емкостей высокого давления и которые обычно называют транспортировочными загрузочными бункерами, питающими загрузочными бункерами, выдувными резервуарами и т.д. Зачастую, когда требуется непрерывная подача насыпного материала потребителю ниже по потоку, предоставляется по меньшей мере два таких загрузочных бункера, либо в последовательном расположении, либо в параллельном расположении.

В случае последовательного расположения первый загрузочный бункер эксплуатируют 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 во второй загрузочный бункер и, наконец, стравливают или сбрасывают из него давление, тогда как второй загрузочный бункер постоянно поддерживается в условиях избыточного давления и непрерывно подает нагнетаемый насыпной материал в линию (линии) транспортировки.

В случае параллельного расположения оба загрузочных бункера эксплуатируют в качестве шлюзовых загрузочных бункеров в "чередующемся параллельном режиме", то есть их обоих циклически заполняют, нагнетают в них избыточное давление, опустошают и сбрасывают давление. Они поочередно подают нагнетаемый насыпной материал в линию (линии) транспортировки таким способом, который обеспечивает непрерывную поставку нагнетаемого насыпного материала в эту/эти линию (линии) транспортировки.

Типичный пример шлюзовых загрузочных бункеров, которые эксплуатируют в качестве перемещающего вовнутрь оборудования, может быть найден в так называемых установках для инъекции угольной пыли (PCI), поставляющих пылевидный уголь доменным печам. В таких установках рабочие уровни избыточного давления загрузочных бункеров располагаются в диапазоне примерно от 5 до 20 бар (изб.) Уровни рабочего давления до 30 бар (изб.) и более могут требоваться, например, в оборудовании, подающем пылевидный уголь в угольные газогенераторы.

Как описано выше, шлюзовые загрузочные бункеры, таким образом, эксплуатируют периодическим образом, или с перерывами, посредством чередования циклов заполнения партиями насыпного материала, когда в шлюзовом загрузочном бункере сброшено давление, закрытия и нагнетания избыточного давления в загрузочном бункере и открывания выхода загрузочного бункера для транспортировки насыпного материала в линии нагнетаемой транспортировки или, в случае вышеупомянутого последовательного расположения, во второй загрузочный бункер, пребывающий постоянно под давлением. Шлюзовые загрузочные бункеры, таким образом, существенно отличаются от так называемых выдувных баллонов, которые эксплуатируют непрерывным образом, таких как описанные в US 5265983. В этой связи такие выдувные баллоны, постоянно эксплуатируемые под давлением, требуют сложных питающих устройств, зачастую состоящих из каскада стойких к давлению питающих модулей с транзитными зонами под повышающимся давлением. В особенности для систем, эксплуатируемых под высоким давлением, такие выдувные баллоны либо являются вовсе неприменимыми, либо становятся слишком сложными и ненадежными. Нагнетание избыточного давления в насыпном материале в шлюзовом загрузочном бункере выполняется путем инъектирования нагнетаемого технологического газа в насыпной материал. 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 и взрыва. В таких случаях обычно используют сжатый азот. Объем технологического газа, необходимый для нагнетания избыточного давления в насыпном материале в загрузочном бункере, обуславливается внутренним объемом загрузочного бункера, надлежащим к достижению уровнем избыточного давления, уровнем заполнения насыпным материалом и пустотной частью насыпного материала (отношением коэффициента пористости к суммарному объему). Пустотная часть насыпного материала может быть существенной, 60% и более, таким образом, что полностью заполненный загрузочный бункер может потребовать объема нагнетающего избыточного давления газа с порядком величины, характерным для пустого загрузочного бункера.

Технологический газ для нагнетания избыточного давления в каждом шлюзовом загрузочном бункере поставляется через ответвление для нагнетающего избыточного давления газа, которое присоединяет магистраль технологического газа перемещающего элемента установки вовнутрь к подлежащему нагнетанию шлюзовому загрузочному бункеру. С целью сокращения времени цикла загрузочного бункера и,

таким образом, необходимых производительности и внутреннего объема этого шлюзового загрузочного бункера, при одновременном избегании пиков потребления технологического газа на уровне питающей магистрали, технологический газ может быть накоплен в буферной емкости для нагнетающего избыточное давление газа. Буферная емкость непрерывно заполняется нагнетающим давлением газом, поставляемым от питающей магистрали при уменьшенном расходе, а затем, периодически, каждый раз, когда шлюзовой загрузочный бункер должен быть подвергнут нагнетанию, освобождается при большом расходе в шлюзовой загрузочный бункер. В зависимости от уровня давления поставки технологического газа и уровня рабочего давления в шлюзовом загрузочном бункере может оказаться целесообразным монтировать две буферной емкости вместо одной для выполнения нагнетания избыточного давления в шлюзовом загрузочном бункере при большом расходе на двух ступенях, и только частично нагнетать избыточное давление в шлюзовой загрузочный бункер с помощью нагнетающего избыточное давление газа, накопленного в буферной емкости (емкостях), в то время как дополнительный объем нагнетающего избыточное давление газа непосредственно поставляется от питающей магистрали технологического газа в шлюзовой загрузочный бункер.

Существенным аспектом таких установок является то, что начальное различие в давлении газа между питающей магистралью технологического газа или буферной емкостью и шлюзовым загрузочным бункером в большинстве случаев является настолько высоким, что это приводит к чрезвычайно высоким начальным скоростям газового потока, что влечет за собой уплотнение сыпного материала в шлюзовом загрузочном бункере и, тем самым, снижение его текучести, и таким образом, затруднение в последующем освобождении из загрузочного бункера. Таким образом, хотя требуемое для нагнетания избыточного давления в шлюзовом загрузочном бункере время должно поддерживаться максимально малым во избежание его воздействия в качестве ограничивающего фактора для нижнего по потоку технологического процесса в обычных установках, начальные расходы в ответвлениях нагнетающего избыточное давление газа в большинстве случаев ограничиваются.

Недорогим и, тем самым, общепринятым способом ограничения расходов нагнетающего избыточное давление газа является оснащение соответствующего трубопровода фурмой Лаваля. Являясь источником только ограниченного падения давления, фурма Лаваля ограничивает газовый массовый расход значениями, строго пропорциональными газовому абсолютному давлению выше по потоку от фурмы. Это означает, что расход нагнетающего избыточное давление газа, поставляемого от питающей магистрали технологического газа через ответвление в шлюзовой загрузочный бункер, является постоянным, при условии, что уровень давления газа в этой магистрали является постоянным, и что расход нагнетающего избыточное давление газа, поставляемого из буферной емкости, уменьшается по мере снижения уровня давления в этой емкости.

Главными недостатками существующих установок остаются слишком большая продолжительность, необходимая для полного нагнетания избыточного давления в сыпном материал в шлюзовом загрузочном бункере, наделение некоторых частей оборудования размерами, требуемыми для преодоления начальных условий нагнетания избыточного давления, и/или шумовое воздействие во время (осуществления) способа.

Техническая проблема

Целью настоящего изобретения является обеспечение усовершенствованного способа нагнетания избыточного давления в сыпном материал в так называемых шлюзовых загрузочных бункерах, причем способ позволяет сократить время, необходимое для нагнетания избыточного давления, и разрешить вышеупомянутую проблему с размерами оборудования и/или со снижением шумовых воздействий по сравнению с существующими способами и установками.

Сущность изобретения

С целью преодоления вышеупомянутой проблемы настоящее изобретение предлагает в первом аспекте способ нагнетания избыточного давления в сыпном материал в загрузочном бункере, при осуществлении которого подают имеющий избыточное давление газ в загрузочный бункер для повышения давления сыпного материала, причем загрузочный бункер выполнен в виде шлюзового загрузочного бункера, содержащего сыпной материал, источник имеющего избыточное давление газа, линии для транспортировки имеющего избыточное давление газа от источника к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера, а также расположенный в линиях клапан. Предложенный способ функционирует таким образом, что положением открытия (управляемого) клапана управляют для обеспечения постоянного заданного объемного расхода газа нагнетающего избыточное давление газа к шлюзовому загрузочному бункеру.

В этой связи было обнаружено, что путем управления полным объемным расходом газа для поддержания его в трубопроводах постоянным могут быть получены различные преимущества. Если заданное значение находится на уровне величины объемных расходов, наблюдаемых в обычных устройствах с фурмой Лаваля в самом начале способа нагнетания избыточного давления, время для полного нагнетания избыточного давления в шлюзовой загрузочный бункер может быть значительно уменьшено. В этой связи с помощью предложенного способа, функционирующего при указанных заданных значениях, продолжительность нагнетания избыточного давления может быть сокращена примерно на 70% от таковой в

обычных установках (см. ниже подробности). В этом контексте является примечательным то обстоятельство, что такое увеличение скорости нагнетания избыточного давления получается на установках, имеющих подобные обычным размеры компонентов (прежде всего, дисков из спеченного металла). Кроме того, такая повышенная скорость получена без повышения опасности нежелательного уплотнения материала в шлюзовом загрузочном бункере.

Альтернативно, если способ функционирует при поддержании постоянного уровня объемного расхода ниже обычного начального значения объемного расхода, способ может предложить другие преимущества как с точки зрения износа, так и с точки зрения размеров некоторых частей установки, а также с точки зрения безопасности и здоровья персонала в окрестности оборудования.

В обычных установках трубопровод нагнетающего избыточного давления газа, включая сюда диски из спеченного металла в инжекторах нагнетающего избыточного давления газа, должен обладать увеличенными размерами для соответствия неблагоприятным условиям по газовым скоростям, которые существуют в самом начале способа нагнетания избыточного давления. Такие диски из спеченного металла обычно монтируют в инжекторах нагнетающего избыточного давления газа на шлюзовом загрузочном бункере с целью предотвращения противотока сыпучего материала из внутренней части загрузочного бункера в трубопровод нагнетающего избыточного давления газа и для создания соответствующего распределения нагнетающего избыточного давления газа в подлежащем нагнетанию давления сыпучем материале. Таким образом, с помощью предложенного способа, который функционирует с (низким) постоянным объемным расходом газа с самого начала этапа нагнетания избыточного давления, то есть когда перепад давлений является максимальным, могут быть уменьшены размеры (и стоимость) дисков из спеченного металла. Кроме того, уменьшенный и постоянный объемный расход газа является также благоприятным фактором в деле уменьшения износа и технического обслуживания трубопровода.

Дополнительно (или альтернативно) уменьшенный постоянный объемный расход газа в линиях может также значительно способствовать уменьшению шумовых воздействий, связанных в большинстве случаев с таким оборудованием. Так, измеримое уменьшение уровней шума достигается посредством предложенного надлежащим образом функционирующего способа без необходимости предпринятия дополнительных мер, таких как звуковая изоляция и т.д.

В способе, как он описан в настоящем документе, положением открытия клапана предпочтительно можно управлять на основании фактической скорости нагнетающего избыточного давления газа, измеренной ниже по потоку от клапана с помощью устройства измерения уровня объемного расхода или скорости.

Альтернативно или дополнительно положением открытия клапана можно также управлять на основании объемного расхода газа нагнетающего избыточного давления газа, вычисленного на основании фактических давлений выше по потоку и ниже по потоку, измеренных во время нагнетания избыточного давления с помощью соответствующих обычных устройств измерения давления.

Кроме того, от газовой питающей магистрали к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера может быть предоставлена другая линия, которая содержит клапан, присоединенный к фурме Лавала ниже по потоку, которым клапаном можно управлять для открывания во время нагнетания избыточного давления, предпочтительно ближе к концу нагнетания избыточного давления, когда давление в буферной емкости понижается к своим нижним значениям давления.

Если сыпучий материал может реагировать в присутствии кислорода, источник имеющего избыточное давление газа может быть представлен любым соответствующим источником с газом, подходящим для надлежащего использования, таким как воздух, технологический газ или даже инертный газ. На практике источник, таким образом, может быть представлен газовой питающей магистралью, такой как источник инертного газа или технологического газа, и/или он может быть представлен промежуточной буферной емкостью, расположенной между клапаном, и газовой питающей магистралью, посредством которой она запитывается/заполняется.

Ниже также раскрывается применение клапана и управляющего модуля, выполненного с возможностью управления открыванием данного клапана, для предоставления нагнетающего избыточного давления газа к шлюзовому загрузочному бункеру при заданном постоянном объемном расходе газа в устройстве для нагнетания избыточного давления в сыпучий материал в загрузочном бункере.

Прежде всего, изобретение относится к вышеупомянутому применению для ускоренного нагнетания избыточного давления в сыпучий материал в загрузочном бункере путем выбора соответствующего заданного значения объемного расхода газа.

Альтернативно, использование более низкого значения постоянного объемного расхода газа может быть предпочтительно выбрано для сокращения шумовых воздействий и/или износа в нагнетаемом избыточным давлением сыпучем материале в загрузочном бункере.

Альтернативно или дополнительно, применение, как оно описано в настоящем документе, может быть выбрано для уменьшения уплотнения сыпучего материала во время нагнетания избыточного давления в сыпучий материал в загрузочном бункере.

Альтернативно или дополнительно, применение, как оно описано, может быть предусмотрено для эксплуатации существующего устройства для нагнетания избыточного давления в сыпучий материал в

загрузочном бункере при большей разности давлений между источником имеющего избыточное давление газа и загрузочным бункером с отсутствующим в нем давлением без необходимости изменения размеров или замены частей устройства, таких как, например, инжекторы или диски из спеченного металла.

Альтернативно или дополнительно, применение, как описано, может быть предусмотрено для эксплуатации существующего устройства для нагнетания избыточного давления в насыпной материал в загрузочном бункере при меньшей разности давлений между источником имеющего избыточное давление газа и шлюзовым загрузочным бункером с присутствующим в нем давлением без необходимости изменения размеров или замены частей устройства, таких как, например, инжекторы или диски из спеченного металла.

В еще одном аспекте изобретения предлагается устройство для нагнетания избыточного давления в насыпной материал в загрузочном бункере, причем устройство содержит загрузочный бункер, выполненный в виде шлюзового загрузочного бункера для размещения насыпного материала, источник имеющего избыточное давление газа, линии, выполненные для транспортировки имеющего избыточное давление газа от источника к одному или нескольким входам шлюзового загрузочного бункера, расположенный в линиях клапан, причем устройство отличается тем, что клапан является управляемым клапаном, положение открытия которого является управляемым посредством управляющего модуля, причем управляющий модуль выполнен для управления положением открытия клапана с целью предоставления нагнетающего избыточного давления газа к шлюзовому загрузочному бункеру при заданном постоянном объемном расходе газа.

Положение открытия клапана является управляемым посредством управляющего модуля на основании фактического уровня объемного расхода нагнетающего избыточного давления газа, измеренного ниже по потоку от клапана с помощью устройства измерения уровня объемного расхода или скорости. Альтернативно или дополнительно, положение открытия клапана является управляемым посредством управляющего модуля на основании уровня объемного расхода нагнетающего избыточного давления газа, вычисленного на основании фактических давлений выше по потоку и ниже по потоку, измеренных во время нагнетания избыточного давления с помощью соответствующих обычных устройств измерения давления.

Как уже упомянуто выше в контексте предложенного способа, источник имеющего избыточное давление газа может быть представлен газовой питающей магистралью и/или промежуточной буферной емкостью, расположенной между газовой питающей магистралью и клапаном.

В контексте настоящего изобретения уровень объемного расхода газа считают постоянным, если его значение колеблется не более чем на 10%, предпочтительно не более чем на 5% на протяжении периода, когда по меньшей мере 80% необходимого объема нагнетающего избыточного давления газа, а предпочтительно 90% этого объема поставляются в загрузочный бункер.

Краткое описание чертежей

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

фиг. 1 является схематическим представлением варианта осуществления предпочтительного устройства согласно настоящему изобретению или пригодного к применению в способе согласно настоящему изобретению,

фиг. 2 является схематическим представлением другого варианта осуществления предпочтительного устройства согласно настоящему изобретению или пригодного к применению в способе согласно настоящему изобретению, и

фиг. 3 является графиком, который показывает давление в шлюзовом загрузочном бункере и объемный расход газа как функцию от времени в способе нагнетания избыточного давления в шлюзовой загрузочный бункер.

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 предоставляется устройство для нагнетания избыточного давления в насыпной материал в загрузочном бункере, выполненном в виде шлюзового загрузочного бункера 29 для размещения насыпного материала, такого как угольный порошок. Для транспортировки имеющего избыточное давление газа от источника (непосредственно или через буферную емкость) к одному или нескольким входам 30 шлюзового загрузочного бункера 29 обеспечиваются несколько линий 22, 26, 28. На линиях расположен управляемый клапан 34, 35, и его положением открытия может управлять управляющий модуль (не представлен отдельно). Этот управляющий модуль запрограммирован для управления положением открытия клапана с целью предоставления нагнетающего избыточного давления газа к шлюзовому загрузочному бункеру при заданном постоянном объемном расходе газа, создавая, таким образом, постоянные фактические скорости нагнетающего избыточного давления газа в трубопроводе, на дисках 30 из спеченного металла и в насыпном материале в шлюзовом загрузочном бункере 29.

Регулирующий расход газа клапан (управляемый клапан) может эксплуатироваться двумя различ-

ными способами, причем оба способа приводят к требуемому постоянному объемному расходу газа (оба способа представлены только для иллюстрации на одном чертеже):

либо измерительное устройство 31 для объемного расхода (или скорости) (FT) монтируется в трубопроводе нагнетающего избыточное давление газа, присоединяющем буферную емкость 27 к шлюзовому загрузочному бункеру 29. Заданное значение постоянного объемного расхода является фиксированным. Контроллер расхода (управляющий модуль) воздействует на регулирующий клапан 34, 35 таким образом, что фактическое значение объемного расхода, измеренное на измерительном устройстве 31, совпадает с заданным значением;

либо в контроллер введена характеристика регулирующего клапана 34, 35, то есть создаваемый посредством клапана массовый расход в зависимости от уровня давления, измеренного на устройстве 32 выше по потоку (PT), уровня давления, измеренного на устройстве 33 ниже по потоку, и положения открытия клапана. Для поддержания фиксированного объемного расхода нагнетающего избыточное давление газа, и таким образом, фиксированных скоростей нагнетающего избыточное давление газа непрерывно вычисляется соответствующее значение массового расхода, обусловленное уровнем давления, измеренным на устройстве 33. Контроллер соответственно управляет положением открытия клапана, таким способом, что получают (непрерывно повышающийся) массовый расход, причем заданное значение для положения открытия клапана является результатом уровней давления выше по потоку на устройстве 32 и ниже по потоку на устройстве 33, а также значения массового расхода.

Объемным расходом нагнетающего избыточное давление газа, поставляемого непосредственно от питающей магистрали 21 технологического газа, можно управлять таким же способом с использованием управляемого клапана 35. Давление выше по потоку в данном случае представлено уровнем давления в этой питающей магистрали технологического газа. Каждый раз, когда монтируется буферная емкость для нагнетающего избыточное давление газа, самые низкие уровни давления, и таким образом, наилучший эффект управления объемным расходом нагнетающего избыточное давление газа, как описано, достигаются, когда нагнетающий давление газ поставляется от буферной емкости.

Фиг. 2 показывает вариант осуществления, подобный показанному на фиг. 1, в котором клапан 35 в пределах линии 22 от магистрали поставки, однако, выполнен в качестве простого клапана включения/выключения (открывания/закрывания) со связанной фурмой Лавала. Такая конфигурация прежде всего является полезной, когда шлюзовой загрузочный бункер 29 предназначается, главным образом, для нагнетания в нем избыточного давления предварительно/главным образом от буферной емкости 27. В случае некорректной работы контура буферной емкости полный цикл эксплуатации по нагнетанию избыточного давления может тогда быть выполнен от питающей магистрали обычным способом.

В любом случае, когда давление в буферной емкости понижается к низким значениям давления, клапан 35 (будь то версия на фиг. 1 или 2) может (управляемо) открываться к концу цикла нагнетания избыточного давления.

В качестве иллюстрации одного из вариантов осуществления настоящего изобретения может быть сделано следующее вычисление: p_1 является начальным (абсолютным) уровнем давления в шлюзовом загрузочном бункере, p_2 - заключительным (абсолютным) уровнем давления в шлюзовом загрузочном бункере. Нагнетание избыточного давления выполняется либо с постоянным массовым расходом (посредством фурмы Лавала с постоянным уровнем давления выше по потоку), либо с постоянным объемным расходом (посредством клапана, которым управляют, как описано в настоящем документе), причем максимальная фактическая скорость газа в случае нагнетания избыточного давления с постоянным массовым расходом равняется фактической постоянной скорости газа в случае нагнетания избыточного давления с постоянным объемным расходом, а отношение временных продолжительностей нагнетания избыточного давления с постоянным объемным расходом и нагнетания избыточного давления с постоянным массовым расходом равняется $\ln(p_2/p_1)/[(p_2-p_1)/p_a]$, где p_a является (абсолютным) атмосферным давлением, а \ln - натуральным логарифмом. Пример: $p_1=0$ бар (изб.)=1 бар (атм.), $p_2=9$ бар (изб.)=10 бар (атм.), $p_a=0$ бар (изб.)=1 бар (атм.) Отношение временных продолжительностей нагнетания избыточного давления принимает значение $\ln(p_2/p_1)/[(p_2-p_1)/p_a]=0,256$, то есть продолжительность времени нагнетания избыточного давления может быть уменьшена примерно на 74%, в то время как максимальная фактическая скорость газа и максимальное падение давления на дисках из спеченного металла, а также в сыпном материале остаются постоянными, а уровень шума остается близким к постоянному (уровень шума прежде всего обуславливается фактической газовой скоростью и немного повышается пропорционально логарифму уровня давления).

Соответствующий иллюстративный пример также изображен на графике на фиг. 3, причем результаты с точки зрения давления в загрузочном бункере и объемного расхода газа показаны как функция от времени для эксплуатационного цикла по нагнетанию избыточного давления согласно настоящему изобретению с постоянным объемным расходом (VAC) - кривые (2) и (4), по сравнению с эксплуатацией обычной конфигурации (1YD) с использованием клапана и фурмы Лавала - кривые (1) и (3). Показанные примеры основываются на следующих предположениях: емкость нагнетающего избыточного давления газа имеет полезный объем 65 м^3 , а начальное давление составляет 17 бар (атм.), подлежащий нагнетанию избыточного давления шлюзовой загрузочный бункер имеет доступный для газа объем 22 м^3 , а за-

ключительное давление составляет 12 бар (атм.), максимальный объемный расход газа не должен превышать 3,54 м³/с. Как видно на фиг. 3, уменьшение необходимого для нагнетания избыточного давления в шлюзовой загрузочный бункер времени является чрезвычайно значительным и неожиданным, от обычных 76 с до всего лишь 15,4 с, что тем более примечательно, поскольку это уменьшение может быть достигнуто с помощью только лишь незначительных модификаций существующих устройств.

Предложенное изобретение не ограничивается вариантами осуществления и конкретными применениями, относящимися к инжектированию угля в доменную печь. Оно также может быть приложено к другим установкам, включая сюда нагнетаемые загрузочные бункеры, содержащие порошковые материалы, которым требуется периодическое нагнетание избыточного давления в загрузочные бункеры.

Ссылочные обозначения.

- 21 - источник имеющего избыточное давление газа,
- 22 - трубопровод от источника имеющего избыточное давление газа к загрузочному бункеру,
- 26 - трубопровод от источника имеющего избыточное давление газа к буферной емкости,
- 27 - буферная емкость,
- 28 - трубопровод от буферной емкости к загрузочному бункеру,
- 29 - (шлюзовой) загрузочный бункер,
- 30 - входы загрузочного бункера (например, диски из спеченного металла),
- 31 - датчик объемного расхода газа или скорости,
- 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 - управляемый клапан буферной емкости,
- 35 - (управляемый) клапан питающей магистрали.

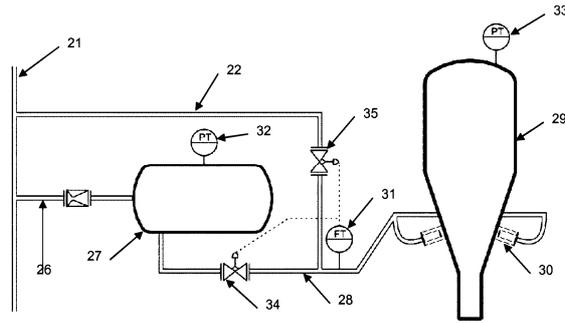
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ нагнетания избыточного давления в насыпной материал в загрузочном бункере, при осуществлении которого подают имеющий избыточное давление газ в загрузочный бункер для повышения давления насыпного материала, причем загрузочный бункер выполнен в виде шлюзового загрузочного бункера (29), содержащего насыпной материал, источник имеющего избыточное давление газа, линии (22, 26, 28) для транспортировки имеющего избыточное давление газа от источника к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера, расположенный в линиях клапан, отличающийся тем, что положением открытия клапана (34, 35) управляют для предоставления нагнетающего избыточное давление газа к шлюзовому загрузочному бункеру при заданном постоянном объемном расходе газа, причем положением открытия клапана (34, 35) управляют на основании фактического объемного расхода газа нагнетающего избыточное давление газа, измеренного ниже по потоку от клапана с помощью устройства (31) измерения объемного расхода или скорости, и/или на основании объемного расхода газа нагнетающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических давлений выше по потоку и ниже по потоку, измеренных во время нагнетания избыточного давления с использованием устройства (32, 33) измерения давления.

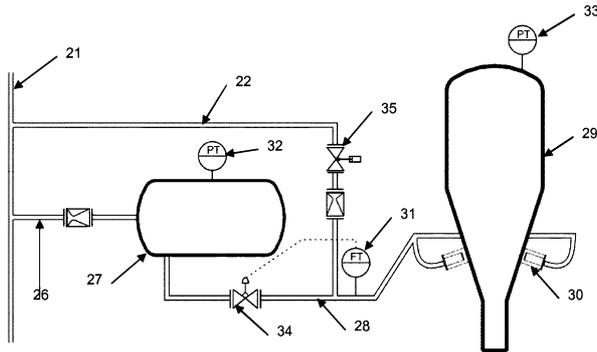
2. Способ по п.1, в котором источник имеющего избыточное давление газа является газовой питающей магистралью (21) и/или промежуточной буферной емкостью (27), расположенной между газовой питающей магистралью и клапаном (34, 35).

3. Устройство для осуществления способа нагнетания избыточного давления в насыпной материал в загрузочном бункере по любому из пп.1 и 2, содержащее загрузочный бункер, выполненный в виде шлюзового загрузочного бункера (29) для размещения насыпного материала, источник имеющего избыточное давление газа, линии (22, 26, 28), выполненные для транспортировки имеющего избыточное давление газа от источника к одному или нескольким входам (30) шлюзового загрузочного бункера, расположенный в линиях клапан, причем устройство отличается тем, что клапан является управляемым клапаном (34, 35), положение открытия которого является управляемым посредством управляющего модуля, причем управляющий модуль выполнен для управления положением открытия клапана с целью предоставления нагнетающего избыточное давление газа к шлюзовому загрузочному бункеру при заданном постоянном объемном расходе газа и положение открытия клапана (34, 35) является управляемым посредством управляющего модуля на основании фактического объемного расхода нагнетающего избыточное давление газа, измеренного ниже по потоку от клапана с помощью устройства (31) измерения объемного расхода или скорости, и/или на основании объемного расхода нагнетающего избыточное давление газа, вычисленного на основании фактических давлений выше по потоку и ниже по потоку, измеренных во время нагнетания избыточного давления с использованием устройства (32, 33) измерения давления.

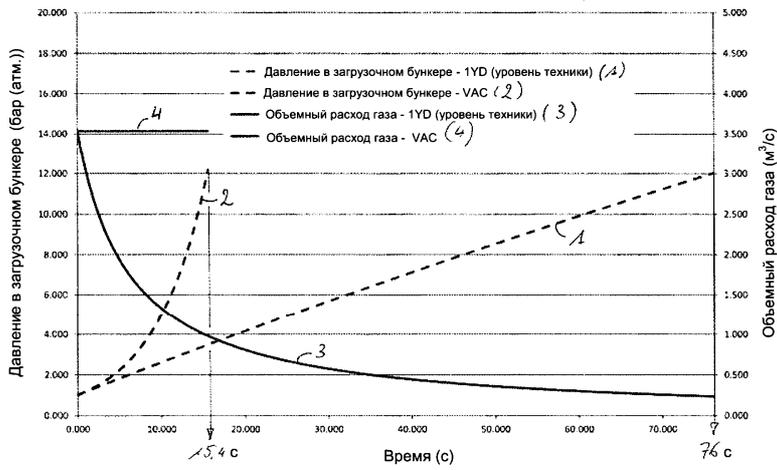
4. Устройство по п.3, в котором источник имеющего избыточное давление газа является газовой питающей магистралью (21) и/или промежуточной буферной емкостью (27), расположенной между газовой питающей магистралью и клапаном (34, 35).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

