

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033773**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.25

(51) Int. Cl. **B02C 23/02** (2006.01)
B02C 21/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201891401

(22) Дата подачи заявки
2016.12.14

(54) РАЗМОЛЬНО-СУШИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

(31) **92 916**

(56) US-A1-2002023976
GB-A-2129707
US-A-5353997
DE-B-1200655

(32) **2015.12.17**

(33) **LU**

(43) **2018.12.28**

(86) **PCT/EP2016/080929**

(87) **WO 2017/102810 2017.06.22**

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

(72) Изобретатель:
Шмит Луи (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 получения мелкоизмельченного сухого материала из крупнокускового материала, причем способ включает в себя этапы: а) обеспечение нагретого сушильного газа из источника сушильного газа, б) обеспечение крупнокускового материала в накопительном бункере, в) подача крупнокускового материала и нагретого сушильного газа в систему мелкого помола, г) мелкий помол и высушивание крупнокускового материала внутри системы мелкого помола для получения мелкоизмельченного сухого материала, д) сбор смеси из сушильного газа и мелкоизмельченного сухого материала из системы мелкого помола и подача смеси на сепаратор для сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа, причем способ также включает в себя также этап: е) рециркуляция по меньшей мере части сушильного газа из этапа (д) в качестве газа предварительной обработки и подача этого газа предварительной обработки в нижнюю часть накопительного бункера для предварительной обработки крупнокускового материала.

B1**033773****033773****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится, в общем, к размольно-сушильным комплексам, используемым для получения мелкоизмельченных сухих материалов, пригодных для целого ряда случаев применения.

Уровень техники

Размалывающие установки используют для мелкого помола сыпучих материалов. Зачастую подобные размалывающие установки включают в себя также сушильное оборудование для одновременного уменьшения содержания влаги в сыпучих материалах. Типовые образцы подобных размольно-сушильных комплексов используют для технологической обработки гранулированного доменного шлака для производства цемента или так называемые угольные размольно-сушильные комплексы для переработки сырого крупнокускового не обогащенного угля в сухое пылеугольное топливо для вдувания в доменные печи или сжигания на энергетических установках.

В случае если размалываемый и высушиваемый сыпучий материал горючий, например уголь, получаемый продукт оказывается взрывоопасным, и должно уделяться особое внимание разработке технологического процесса и конструкции установки, чтобы либо предупреждать/не допускать взрывы, прежде всего, за счет поддержания концентрации кислорода в газах, контактирующих с взрывоопасным материалом, ниже так называемого нижнего предельного значения по взрывоопасности (предотвращающее взрыв конструктивное выполнение), либо предохранять оборудование и окружающую среду от воздействия подобных взрывов (взрывозащищенное конструктивное выполнение).

В типовых размольно-сушильных комплексах мелкий помол, обычно -размалывание и высушивание исходного материала, осуществляют большей частью параллельно, внутри дробильно-помольного оборудования или мельницы. Крупнокусковой материал размалывают между, например, вращающимися валками, размольными шарами и т.п. и поворотным размольным столом или помольной чашей, а влагу испаряют при контакте с горячим сушильным газом. Сушильный газ транспортирует размолотый материал в сортировальное устройство, обычно встроенное в верхнюю часть мельницы. Крупнокусковой материал удаляют из потока сушильного газа и возвращают на размольный стол или в помольную чашу, а мелкозернистый материал с помощью остывшего отработанного сушильного газа с увеличенным содержанием водяных паров транспортируют в расположенную ниже по потоку систему для сепарации газа и твердых частиц, как правило, - в мешочный фильтр.

Несмотря на то, что на сегодняшний день в концепцию и принцип работы подобных размольно-сушильных комплексов внесены многочисленные усовершенствования, фактом остается то, что технологический процесс, в целом, оказывается очень затратным в плане потребления энергии.

Техническая проблема

Таким образом, цель настоящего изобретения заключается в разработке усовершенствованного способа и установки для получения мелкоизмельченного сухого материала из крупнокускового материала, которые обеспечивают более энергоэффективную эксплуатацию оборудования.

Общее описание изобретения

Исходя из этого, настоящее изобретение в своем первом аспекте предлагает способ для получения мелкоизмельченного сухого материала из крупнокускового материала, причем способ включает в себя этапы:

- а) обеспечение нагретого сушильного газа из источника сушильного газа,
- б) обеспечение крупнокускового материала в накопительном бункере,
- в) подачу крупнокускового материала и нагретого сушильного газа в систему мелкого помола,
- г) мелкий помол и высушивание крупнокускового материала внутри системы мелкого помола для получения мелкоизмельченного сухого материала,
- д) сбор смеси из сушильного газа и мелкоизмельченного сухого материала из системы мелкого помола и подачу смеси на сепаратор для сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа.

Способ согласно изобретению включает в себя также этап е) рециркуляции по меньшей мере части сушильного газа из этапа (д) в качестве газа предварительной обработки и подачу этого газа предварительной обработки в нижнюю часть накопительного бункера для предварительной обработки крупнокускового материала.

В своем втором аспекте изобретение предлагает размольно-сушильный комплекс, предназначенный для осуществления описанного в нем способа. Прежде всего, изобретение предусматривает размольно-сушильный комплекс для получения мелкоизмельченного сухого материала из крупнокускового материала, причем размольно-сушильный комплекс включает в себя источник нагретого сушильного газа для обеспечения нагретого сушильного газа с предварительно заданной температурой, накопительный бункер крупнокускового материала для временного хранения крупнокускового материала, систему мелкого помола для мелкого помола и высушивания крупнокускового материала с получением мелкоизмельченного сухого материала, систему подачи крупнокускового материала для подачи крупнокускового материала из накопительного бункера крупнокускового материала в систему мелкого помола, трубопроводы для подачи нагретого сушильного газа в систему мелкого помола, сепаратор ниже по потоку от системы мелкого помола для сбора и сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа. Раз-

мольно-сушильный комплекс согласно изобретению включает в себя также расположенные ниже по потоку от сепаратора рециркуляционные трубопроводы для рециркуляции по меньшей мере части сушильного газа в качестве газа предварительной обработки в нижнюю часть накопительного бункера крупнокускового материала для предварительной обработки крупнокускового материала внутри накопительного бункера крупнокускового материала.

Настоящее изобретение основано на двух основных заключениях, обеспечивающих два основных преимущества. Первое важное преимущество изобретения заключается в том, что за счет рециркуляции по меньшей мере части сушильного газа для предварительной обработки крупнокускового материала выше по потоку от системы мелкого помола система мелкого помола или мельница могут быть рассчитаны на значительно меньшую мощность без ухудшения качества конечного продукта.

В этой связи следует заметить, что обуславливающие необходимую мощность мельницы факторы включают в себя, прежде всего, необходимый номинальный расход по выходу продукта (размолотого и высушенного материала), коэффициент размалываемости (мягкость), содержание влаги в исходном материале и мелкость помола (параметры распределения по крупности) продукта. Теперь в типичном случае, когда диапазон крупности исходного материала намного превышает диапазон крупности продукта, например на несколько десятичных порядков (мм в сравнении с мкм), влияние крупности исходного материала на мощность мельницы оказывается пренебрежимо малым.

Кроме того, определяющие необходимую мощность по высушиванию факторы включают в себя, прежде всего, необходимый номинальный расход по выходу продукта (размолотого и высушенного материала), содержание влаги в исходном материале и остаточное содержание влаги в продукте. В случае с углем, например, заданное для него остаточное содержание влаги составляет обычно величину порядка в 1% (при этом величина, которая может быть фактически обеспечена, обуславливается фактической влагоемкостью рассматриваемой марки угля, отражаемой изотермами сорбции), причем влажность исходного угля может варьироваться примерно до 15% в случае с каменным углем и быть даже больше в случае с лигнитом и бурым углем.

Следовательно, влияние содержания влаги в исходном материале на мощность мельницы может быть при этом значительным. Пример на фиг. 1 показывает уменьшение выходной мощности при получении порошкообразного угля с остаточным содержанием влаги в 1% и распределением гранулометрического состава $80\% < 90$ мкм при параметрах воздействия - содержании влаги в исходном материале (на элементарный состав, то есть процентное содержание воды в сыром материале) и коэффициенте размалываемости, отражаемом коэффициентом размолоспособности по Хардгроу (HGI).

Поставщики мельниц обычно предлагают свое оборудование сериями агрегатов (по номенклатуре типоразмеров мельниц) с градуированными возрастающими показателями мощности или номинальными показателями по выходу продукта с учетом определенных спецификаций исходного материала и мелкозернистого материала (продукта). Параллельно с этим задают фиксированный диапазон расхода сушильного газа, приемлемый для каждого агрегата или типоразмера мельниц, причем с увеличением показателей мощности или показателей по выходу продукта эти диапазоны увеличиваются и сдвигаются на уровни более высоких значений.

Другими словами, поскольку крупнокусковой исходный материал может сильно варьироваться в плане содержания влаги, то комплекс и, прежде всего, мельница параметрически должны быть рассчитаны так, чтобы справляться со всеми марками исходных материалов, то есть как с относительно сухим, так и с очень влажным материалом. В качестве примера, в случае с углем и условиями согласно фиг. 1, уменьшение содержания влаги в исходном угле, например с 15 до 7% могло бы привести к уменьшению необходимой мощности на $[1/(\leq 0.8)] - 1 = (\geq 0.25)$, то есть на 25% и больше по сравнению с первоначальным значением в зависимости от коэффициента размалываемости. Значительные показатели экономии могли бы быть фактически реализованы на уровне мельницы в том случае и при условии, что уменьшение необходимой мощности фактически привело бы к установке мельницы меньшего типоразмера, чем типоразмер, принимаемый в расчет для первоначальных условий.

Кроме того, если задать фиксированный диапазон температур горячего сушильного газа на входе в мельницу, а содержание влаги в исходном материале уже уменьшено за счет предварительной подготовки выше по потоку от мельницы, это в результате также приводит к значительному уменьшению необходимого расхода сушильного газа и, следовательно, типоразмера оборудования для сепарации газа и твердых веществ (мешочный фильтр) и производительности главного вентилятора для сушильного газа, при условии, что уменьшенный расход сушильного газа вписывается в приемлемый для мельницы диапазон расхода сушильного газа, что вполне возможно в случае, если типоразмер мельницы также может быть уменьшен, как разъяснено выше.

Второе основное преимущество изобретения заключается в том, что оно обеспечивает более простой и стабильный ход технологического процесса размалывания и высушивания. Безусловно, явно неизбежная вариативность исходного материала создает существенные проблемы для оператора установки и любая не контролируемая вариация подвергает риску непрерывный процесс производства мелкоизмельченного материала. Безусловно, если материал недостаточно просушен, это будет приводить к его

агломерации и не только к получению непригодного материала, но и также к закупориванию оборудования, расположенного ниже по потоку, прежде всего сепараторов или фильтров.

Это второе основное преимущество фактически обусловлено, с одной стороны, уменьшенным (и менее переменным) перепадом температур внутри мельницы во время выпуска материала и, с другой стороны, более надежным высушиванием с уменьшенным риском закупоривания оборудования и незапланированного останова установки. Другими словами, изобретение обеспечивает способ предварительной подготовки крупнокускового материала посредством его предварительного нагрева и/или предварительного высушивания или уменьшения его вариативности в плане как влажности, так и температуры, тем самым облегчая ход и увеличивая надежность технологического процесса в целом.

В другом варианте изобретения этап е) включает в себя подэтап е1) смешивания газа предварительной обработки с нагретым сушильным газом из источника сушильного газа перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера. Следовательно, размольно-сушильный комплекс включает в себя предпочтительно также смешивающую установку в составе рециркуляционных трубопроводов для смешивания газа предварительной обработки с нагретым сушильным газом из источника сушильного газа перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера.

Если необходимо, этап е) включает в себя подэтап е2) регулирования давления газа предварительной обработки перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера. Регулирование давления может потребоваться в зависимости от конфигурации накопительного бункера и состава крупнокускового материала для получения соответствующего расхода (газа) внутри накопительного бункера. В некоторых вариантах конструктивного выполнения регулирование давления может осуществляться с помощью вентилятора, установленного в трубопроводной разводке выше по потоку от накопительного бункера (в смысле - по ходу движения газа предварительной обработки). Альтернативно или дополнительно, ниже по потоку от накопительного бункера или даже ниже по потоку от другого сепаратора в трубопроводе может быть установлен всасывающий вентилятор (см. далее по тексту).

В общем, газ предварительной обработки собирают после предварительной подготовки в верхней части накопительного бункера (подэтап е3)). Следовательно, накопительный бункер крупнокускового материала включает в себя, предпочтительно, выпускное отверстие для газа, расположенное в его верхней части для сбора газа предварительной обработки. Поскольку газ предварительной обработки проходит через крупнокусковой материал, он все больше и больше накапливает в себе влагу и постепенно остывает, так что температура газа предварительной обработки может упасть ниже точки росы. Поэтому преимущественным решением может быть удаление газа предварительной обработки на высотной отметке ниже верха накопительного бункера, то есть в точке, в которой газ предварительной обработки не прошел через всю высоту наполнения крупнокускового материала.

Выходящий из накопительного бункера газ предварительной обработки все еще может содержать мелкозернистый материал, и если этот газ подлежит выбросу в атмосферу, то при этом может потребоваться фильтрация газа. Следовательно, способ предпочтительно включает в себя подэтап е4) подачи собранного на подэтапе е3) газа предварительной обработки на другой сепаратор для сепарации любого остаточного мелкозернистого материала из газа предварительной обработки. Таким образом, комплекс предпочтительно включает в себя подобный другой сепаратор ниже по потоку от выпускного отверстия для газа в накопительном бункере для сепарации любого остаточного мелкозернистого материала из собранного газа предварительной обработки.

По аналогичной причине, как изложено выше, преимущественным решением может быть выполнение смешивания собранного на подэтапе е3) газа предварительной обработки с дополнительным нагретым сушильным газом из источника сушильного газа перед подачей в другой сепаратор на подэтапе е4), чтобы исключить падение температуры газа ниже точки росы в другой сепараторе. В силу этого, в комплексе, предпочтительно, предусмотрены соответствующие трубопроводы и смешивающая установка.

Источник сушильного газа в контексте изобретения может представлять собой любой соответствующий источник горячих газов, такой как генератор сушильного газа. Прежде всего, подобный источник горячих газов может использовать - в случае наличия - горячие отходящие газы от других процессов вблизи размольно-сушильного комплекса, предпочтительно низкокалорийный газ с низким содержанием водорода, такой как доменный газ.

Если необходимо или желательно, источник сушильного газа включает в себя систему горелки с достаточной производительностью по нагреву для нагрева сушильного газа до температур, пригодных для высушивания мелкоизмельченного материала. Если сушильный газ поступает от других процессов и уже имеет относительно высокую температуру, можно использовать маломощную горелку для регулирования температуры в случае необходимости.

Сепаратор для сбора и сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа (шаг (д)) может представлять собой одно или несколько устройств любого соответствующего типа, например мешочный фильтр, патронный фильтр, циклон и т.п.

В наиболее предпочтительном варианте конструктивного выполнения весь сушильный газ из этапа (д) направляют на рециркуляцию, одну его часть используют для предварительной подготовки крупнокускового материала в накопительном бункере, другую его часть используют для высушивания мелко-

измельченного материала в оборудовании мелкого помола или мельнице (шаг (г)). Предпочтительно по меньшей мере часть газа для использования в рамках этапа (г) смешивают с горячим сушильным газом из источника сушильного газа. Более предпочтительно весь этот сушильный газ смешивают с указанным горячим сушильным газом. Поскольку весь сушильный газ направляют на рециркуляцию, для комплекса не требуется вытяжная труба отходящих газов после сепаратора. Дополнительное преимущество заключается в том, что нет необходимости фильтровать сушильный газ предусмотренным сепаратором до той же самой степени. Действительно, поскольку весь сушильный газ направляют на рециркуляцию, а не сбрасывают в атмосферу, то присутствие определенного количества остаточного мелкозернистого материала или пыли в газе считается приемлемым. Следовательно, можно использовать сепараторы с менее жесткими требованиями к ним, уменьшая тем самым затраты на материально-техническое снабжение и эксплуатационные расходы (менее затратное оборудование, требующее меньшего объема техобслуживания) и повышая надежность (меньшая подверженность закупориванию). В наиболее предпочтительных вариантах конструктивного выполнения сепаратор представляет собой сепаратор циклонного типа. В зависимости от фактических расходов очищаемого газа сепаратор при этом включает в себя, предпочтительно, один или более циклонов, еще более предпочтительно два или более циклонов параллельного расположения.

Содержащий крупнукусковой материал накопительный бункер может быть любого соответствующего типа, например традиционный бункер-воронка с суживающейся книзу, как правило, конической выпускной частью.

Накопительный бункер может быть выполнен также с плоским днищем, как правило, с приспособлениями для транспортировки материала к выходному отверстию накопительного бункера, например, с конвейером со сбрасывающим рычагом, предпочтительно оборудованным регулятором скорости.

Описанные здесь способ и размольно-сушильный комплекс, в принципе, могут использоваться в отношении любых крупнукусковых материалов, подвергаемых мелкому помолу и высушиванию. Наиболее предпочтительными вариантами использования считаются размалывание и высушивание шлака, например доменного шлака, или угля, например каменного угля, лигнита или бурого угля.

Краткое описание чертежей

Ниже на основе примера приведено описание предпочтительных вариантов конструктивного выполнения согласно изобретению со ссылкой на прилагаемые чертежи, где

фиг. 1 - диаграмма, иллюстрирующая пример относительной выходной мощности мельницы в зависимости от коэффициента размалываемости материала и содержания влаги,

фиг. 2 - схема традиционного размольно-сушильного комплекса для мелкого помола крупнукускового материала с получением мелкоизмельченного сухого материала,

фиг. 3 - схема первого варианта конструктивного выполнения размольно-сушильного комплекса согласно настоящему изобретению для мелкого помола крупнукускового материала с получением мелкоизмельченного сухого материала и

фиг. 4 - схема второго варианта конструктивного выполнения размольно-сушильного комплекса согласно настоящему изобретению для мелкого помола крупнукускового материала с получением мелкоизмельченного сухого материала.

Другие отличительные особенности и преимущества настоящего изобретения станут очевидными на основании приведенного ниже детального, но не исчерпывающего описания нескольких вариантов конструктивного выполнения со ссылкой на прилагаемые чертежи.

Описание предпочтительных вариантов конструктивного выполнения

На фиг. 1 показана диаграмма, иллюстрирующая пример относительной выходной мощности мельницы в зависимости от коэффициента размалываемости материала и содержания влаги. Фактически этот пример показывает уменьшение выходной мощности при получении порошкообразного угля с остаточным содержанием влаги в 1% и распределением гранулометрического состава $80\% < 90$ мкм. Параметрами воздействия являются содержание влаги в исходном материале (на элементарный состав, то есть процентное содержание воды в сыром материале) и коэффициент размалываемости, отражаемый коэффициентом размолоспособности по Хардгроу (HGI). Как можно отчетливо видеть на фиг. 1, а также как было разъяснено выше, воздействие содержания влаги в исходном материале на мощность мельницы может быть значительным.

На фиг. 2 показана традиционная конструкция размольно-сушильного комплекса 100 предотвращающего взрыв типа (уровень техники), прежде всего угольного размольно-сушильного комплекса.

Исходный материал, например крупнукусковой шлак или уголь, хранят в накопительном бункере 110 исходного материала, расположенном выше по потоку от мельницы 130. Для выполнения переработки в высушенный порошкообразный материал, например в порошкообразный шлак или уголь, исходный материал подают в мельницу 130, предпочтительно, с помощью конвейера 115 с переменной скоростью движения (переменной пропускной способностью), например с помощью скребкового цепного конвейера с переменной скоростью движения и/или ротационного питателя. Пропускная способность конвейера обуславливает в пределах диапазона производительности комплекса по размалыванию и высушиванию эффективную выходную мощность размольно-сушильного комплекса.

В случае если размалываемый и высушиваемый сыпучий материал горючий, например уголь, получаемый продукт оказывается взрывоопасным, и должно уделяться особое внимание разработке технологического процесса и конструкции установки, чтобы либо предупреждать/не допускать взрывы, прежде всего за счет поддержания концентрации кислорода в газах, контактирующих с взрывоопасным материалом, ниже так называемого нижнего предельного значения по взрывоопасности (предотвращающего взрыв конструктивное выполнение), либо предохранять оборудование и окружающую среду от воздействия подобных взрывов (взрывозащищенное конструктивное выполнение).

Сушильную энергию подводят с помощью генератора сушильного газа 120 переменной производительности, работающего на сжигании горючего газа. Насколько это доступно, горючий газ предпочтительно представляет собой низкокалорийный газ с низким содержанием водорода, например доменный газ. Низкое содержание водорода ограничивает содержание водяных паров в полученном сушильном газе, увеличивая, таким образом, эффективность высушивания. Генератор сушильного газа 120 включает в себя, как правило, также вентилятор воздуха для горения и дополнительную маломощную горелку для высококалорийного горючего газа, например природного газа или коксового газа, необходимого для разогрева установки и, по возможности, для поддержания горения низкокалорийного горючего газа. Поскольку в режиме, близком к стехиометрическому горению с исключением высокой концентрации кислорода в топочном газе, даже при использовании низкокалорийного горючего газа уровни температуры горячих топочных газов выходят на величину порядка 1000°C и выше, то есть в несколько раз больше, чем это приемлемо внутри мельницы и при контакте с влажным исходным материалом, прежде всего высушиваемым углем, то в полученный внутри генератора сушильного газа 120 горячий топочный газ должно подмешиваться большое расходное количество рециркуляционного отработанного сушильного газа с температурой примерно в 100°C из трубопровода 170, чтобы выйти на соответствующую температуру сушильного газа на входе в мельницу в диапазоне примерно от 200 до 350°C в случае с углем, при этом ее фактическое необходимое значение обуславливается, прежде всего, содержанием влаги в исходном материале.

При наличии горячих отходящих газов от других процессов с соответствующим диапазоном температур и ограниченным содержанием кислорода их можно использовать для замены, по меньшей мере, частично, в идеальных условиях - полностью всего сушильного газа, полученного посредством сжигания горючего газа в генераторе сушильного газа.

В типовых размольно-сушильных комплексах 100 мелкий помол, обычно -размалывание и высушивание исходного материала осуществляют большей частью параллельно, внутри мельницы 130. Материал размалывают, например, между вращающимися валками, размольными шарами и т. п. и поворотным размольным столом или помольной чашей, а влагу испаряют при контакте с горячим сушильным газом. Сушильный газ транспортирует размолотый материал в сортировальное устройство, обычно встроенное в верхнюю часть мельницы 130. Крупнокусковой материал удаляют из потока сушильного газа и возвращают на размольный стол или в помольную чашу, а мелкозернистый (мелкоизмельченный) материал с помощью остывшего отработанного сушильного газа с увеличенным содержанием водяных паров транспортируют через трубопровод 135 в расположенную ниже по потоку фильтровальную систему 140 для сепарации газа и твердых частиц, как правило, в мешочный фильтр.

Порошкообразный материал, отделенный от отработанного сушильного газа, перегружают через трубопровод 145 в расположенную ниже по потоку систему 150 для хранения или транспортировки, например накопительный бункер мелкозернистого материала/продукта (порошкообразного угля), транспортировочную воронку, насос для порошковых материалов и т.п.

Отработанный сушильный газ отсасывают главным вентилятором сушильного газа 171, одну его часть сбрасывают как отходящий газ через вытяжную трубу 160 в атмосферу в объеме, равном подводу горячего топочного газа, испаренной влаге, подсосу воздуха и т.п., а остальную часть возвращают через трубопровод 170 в генератор сушильного газа 120 для подмешивания в горячий топочный газ, полученный в горелке(ах) указанного генератора 120.

В случае размалывания угля комплекс 100 перед запуском продувают с помощью инертного газа, как правило азота, с доведением концентрации кислорода ниже нижнего предельного значения по взрывоопасности. При эксплуатации комплекса большая часть подводимого газа, топочного газа и паров воды имеет ограниченную концентрацию кислорода, что в комбинации с отводом кислорода в составе отработанного сушильного газа, сброшенного как отходящий газ через вытяжную трубу 160, поддерживает концентрацию кислорода на низком уровне и, следовательно, предотвращающий взрыв режим инертной атмосферы в комплексе.

При поддержании контура сушильного газа в режиме инертной атмосферы полезным может оказаться выпуск дополнительного воздуха, зачастую называемого воздухом для разбавления других газов, через трубопровод 172 в этот контур до набора максимально допустимой концентрации кислорода. Этот ввод холодного воздуха дополнительно (незначительно) увеличивает необходимую выходную мощность генератора сушильного газа 120 по сушильной энергии, то есть производится больше топочного газа. Сбалансированный увеличенным расходом отходящих газов комбинированный дополнительный ввод воздуха и топочного газа уменьшает содержание паров воды в сушильном газе, точка росы в сушильном

газе понижается, а эффективность высушивания возрастает. Подачу воздуха для разбавления осуществляют с помощью специально продуманного вентилятора 173, показанного рядом с генератором сушильного газа 120 на фиг. 2.

В конструктивном выполнении размольно-сушильного комплекса 200, показанном на фиг. 3, вместо выпуска части отработанного сушильного газа через вытяжную трубу 160 отходящих газов (см. фиг. 2), расположенную ниже по потоку от главного вентилятора сушильного газа, весь отработанный сушильный газ направляют на рециркуляцию через трубопровод 270 в генератор сушильного газа 220 и подмешивают в горячий топочный газ для получения горячего сушильного газа с соответствующим уровнем температуры на входе в мельницу. Большую часть этого горячего сушильного газа подают затем, в основном, в мельницу 230, а остальную часть подают на накопительный бункер 210 для исходных материалов через трубопровод 275 и нагнетают в нижнюю (коническую) часть бункера 210 через выпускные отверстия 276. Горячий сушильный газ, впущенный в бункер 210, проходит через постель исходных материалов, подогревает исходные материалы, испаряет часть влаги из исходных материалов, остывает и выходит из бункера 210 в его верхней части. Отработанный сушильный газ, выходящий из накопительного бункера 210 для исходных материалов, очищают в расположенном ниже по потоку мешочном фильтре 280 отходящих газов и, в конечном счете, сбрасывают в атмосферу через вытяжную трубу 290 отходящих газов, мелкозернистый твердый материал, отделенный от отходящих газов, перегружают в бункер 250 для мелкозернистого материала/продукта. Исходный материал с уменьшенным содержанием влаги выгружают из накопительного бункера 210 для исходных материалов в мельницу 230 для переработки в высушенный мелкозернистый материал. Накопительный бункер 210 может представлять собой традиционный бункер-воронку с суживающейся книзу выпускной частью, как показано на фиг. 3 и 4.

Альтернативно, накопительный бункер 210 может быть задуман с плоским днищем и в этом случае он, как правило, включает в себя приспособления для транспортировки материала к выходному отверстию накопительного бункера, например конвейер со сбрасывающим рычагом, предпочтительно оборудованный регулятором скорости.

По сравнению с традиционной конструкцией на фиг. 2, уменьшение содержания влаги в исходном материале выше по потоку от мельницы 230 приводит в результате к уменьшению расхода сушильного газа, подаваемого на мельницу 230 (в пределах границ фиксированного диапазона расхода сушильного газа, заданного в направлении мельницы), (обусловленному этим расходом сушильного газа) уменьшению типоразмера оборудования 240 для сепарации газа и твердых веществ (мешочный фильтр), уменьшению производительности главного вентилятора сушильного газа 271 и, в конечном счете, к уменьшению типоразмера мельницы 230. Мощность генератора сушильного газа 220 при этом остается, по существу, той же самой. Дополнительная сушильная энергия, подводимая в накопительный бункер 210 для исходных материалов и, соответственно, общее количество удаляемой влаги (необходимый подогрев исходного материала, необходимый нагрев и испарение воды), остаются неизменными.

Уровень давления в контуре контролируют (посредством регулирования потока отходящих газов) таким образом, чтобы ниже по потоку от генератора сушильного газа 220 и выше по потоку от мельницы 230 и накопительного бункера 210 исходного материала иметь соответствующий уровень избыточного давления для подачи сушильного газа на заданном расходе через накопительный бункер 210 исходного материала и расположенный ниже по потоку мешочный фильтр 280 со сбросом в атмосферу через вытяжную трубу 290 (трубу отходящих газов). Альтернативно или дополнительно, уровень давления ниже по потоку от генератора сушильного газа 220 и выше по потоку от мельницы 230 и накопительного бункера 210 исходного материала можно зафиксировать на более низком уровне, осуществляя при этом подачу потока сушильного газа через накопительный бункер 210 исходного материала и расположенный ниже по потоку мешочный фильтр 280 со сбросом в атмосферу через вытяжную трубу 290 (трубу отходящих газов) с помощью дополнительного всасывающего вентилятора (здесь не показан), установленного ниже по потоку от бункера 210 или мешочного фильтра 280 отходящих газов.

В зависимости от уровня наполнения накопительного бункера 210 исходного материала, в момент, когда начинают впуск горячего сушильного газа в этот бункер, выходящий из бункера отработанный сушильный газ может быть остывшим до температурного уровня, близкого к или ниже точки росы, что может серьезно ухудшить работу расположенного ниже по потоку мешочного фильтра 280 отходящих газов. В предпочтительном конструктивном выполнении может быть установлена дополнительная линия горячего сушильного газа, обходящая накопительный бункер 210 исходного материала и позволяющая смешивать холодный отработанный сушильный газ с горячим сушильным газом, чтобы выйти на соответствующий температурный уровень перед мешочным фильтром 280 отходящих газов. В случае с накопительным бункером исходного материала большой емкости также предусмотрена возможность подвода сушильного газа на теплообмен с твердым материалом и осуществление испарения воды только в нижней части бункера и выхода отработанного сушильного газа из бункера 210 на уровне ниже отметки его верха.

Конструкция размольно-сушильного комплекса с этапом предварительной подготовки в соответствии с изобретением исключает или уменьшает существенный недостаток традиционной конструкции, параметрически рассчитанной на (потенциально) высокое содержание влаги на входе: в случае, когда

установка с этой традиционной конструкцией должна работать с исходным материалом, фактическое содержание влаги в котором значительно ниже, чем расчетное содержание влаги и/или расход которого на выходе значительно ниже, чем расчетный расход на выходе, этот недостаток существенно увеличивает удельное потребление электроэнергии мельницей, если эту мельницу эксплуатируют на уровне мощности или с подводом мощности на размалывание, который значительно ниже, чем ее номинальная потребляемая мощность.

Решение, в общих чертах представленное выше и направленное на уменьшение типоразмера и мощности оборудования, устанавливаемого на новой установке в расчете на достижение заданной производительности по мелкозернистому материалу или выходу продукта, может, в принципе, использоваться также для увеличения производительности существующей установки при условии, что причина ограничения производительности кроется в мельнице и вызвана высоким содержанием влаги в исходном материале. В этом случае может потребоваться увеличение мощности генератора сушильного газа, соответственно, может потребоваться установка дополнительного генератора сушильного газа для нагрева газа, подаваемого в накопительный бункер исходного материала. В случае если в существующем накопительном бункере исходного материала невозможно расположить необходимое для предварительного высушивания исходного материала дополнительное оборудование, приемлемым может быть также решение с установкой дополнительного бункера, специально продуманного и параметрически рассчитанного на передачу тепла от сушильного газа в исходный материал и расположенного выше по потоку от существующего накопительного бункера исходного материала.

Также возможна потенциальная экономия затрат в случае с показанным на фиг. 4 конструктивным выполнением. Это конструктивное выполнение размольно-сушильного комплекса 200a включает в себя установку многосекционного циклона 240a вместо мешочного фильтра, расположенного ниже по потоку от мельницы 230, поскольку весь отработанный сушильный газ направляют на рециркуляцию в мельницу 230 или подают в накопительный бункер 210 исходного материала и, соответственно, никакой отработанный сушильный газ не сбрасывают в атмосферу ниже по потоку от первоначально предполагаемого мешочного фильтра. Остаточное содержание твердых материалов в отработанном сушильном газе ниже по потоку от многосекционного циклона значительно больше, чем ниже по потоку от мешочного фильтра, однако стоимость оборудования значительно ниже. И наоборот, предполагаемое содержание пыли в отработанном отходящем сушильном газе ниже по потоку от накопительного бункера исходного материала низкое, и установка патронного фильтра, а не традиционного мешочного фильтра может снизить стоимость оборудования на этом участке.

Описанная здесь концепция предварительной подготовки исходного материала была проанализирована в случае с существующим угольным размольно-сушильным комплексом с производительностью 50 т/ч, производящим порошкообразный уголь с фракцией $80\% < 90$ мкм из исходного угля с номинальным содержанием воды в 12%. Представляется возможным заменить первоначально востребованную мельницу ее следующим, меньшим типоразмером и уменьшить производительность мешочного фильтра и главного вентилятора сушильного газа. В номинальных условиях, то есть 50 т/ч порошкообразного угля с фракцией $80\% < 90$ мкм из исходного угля с коэффициентом размолюсности 50 по Хардгроу (HGI) и содержанием воды в 12% на элементарный состав, уменьшение общей необходимости в электроэнергии для технологического процесса по оценкам составило величину примерно до 22%, прежде всего, из-за уменьшения ее необходимости для мельницы (меньшее содержание влаги) и главного вентилятора сушильного газа (меньший расход отработанного сушильного газа).

Список ссылочных обозначений

Ссыл.	№	Обозначение/альтернативное обозначение
Фиг. 2	(уровень техники)	
100	-	размольно-сушильный комплекс
110	-	бункер-воронка для крупнокускового материала/накопительный бункер крупнокускового материала
115	-	конвейер крупнокускового материала
120	-	генератор сушильного газа
130	-	система мелкого помола/мельница
135	-	трубопровод
140	-	сепаратор/фильтровальная система
145	-	трубопровод
150	-	бункер-воронка для мелкоизмельченного материала
160	-	вытяжная труба/вытяжная труба отходящих газов
170	-	рециркуляционная линия
171	-	главный вентилятор в рециркуляционной линии
172	-	трубопровод воздуха для разбавления
173	-	вентилятор воздуха для разбавления

Фиг. 3 и 4

- 200, 200a - размольно-сушильный комплекс
- 210 - бункер-воронка для крупнокускового материала
- 215 - конвейер крупнокускового материала
- 220 - генератор сушильного газа
- 230 - система мелкого помола/мельница
- 235 - трубопровод
- 240, 240a - сепаратор/фильтровальная система более конкретно,
- 240 - мешочный фильтр более конкретно,
- 240a - циклон
- 245 - трубопровод
- 250 - бункер-воронка для мелкоизмельченного материала
- 270 - рециркуляционная линия
- 271 - главный вентилятор в рециркуляционной линии
- 272 - трубопровод воздуха для разбавления
- 273 - вентилятор воздуха для разбавления
- 275 - трубопровод
- 276 - впускные отверстия впускные отверстия накопительного бункера
- 280 - другой сепаратор/другой мешочный фильтр
- 290 - вытяжная труба/вытяжная труба отходящих газов

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения мелкоизмельченного сухого материала из крупнокускового материала, причем способ включает в себя следующие этапы:

- а) отвод нагретого сушильного газа из источника сушильного газа,
- б) отвод крупнокускового материала из накопительного бункера,
- в) подача крупнокускового материала и нагретого сушильного газа в систему мелкого помола,
- г) мелкий помол и высушивание крупнокускового материала внутри системы мелкого помола для получения мелкоизмельченного сухого материала,
- д) сбор смеси из сушильного газа и мелкоизмельченного сухого материала из системы мелкого помола и подача смеси на сепаратор для сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа, отличающийся тем, что он включает в себя также этап:
- е) рециркуляция по меньшей мере части сушильного газа из этапа (д) в качестве газа предварительной обработки и подача этого газа предварительной обработки в нижнюю часть накопительного бункера для предварительной обработки крупнокускового материала.

2. Способ по п.1, причем этап е) включает в себя подэтап е1) смешивания газа предварительной обработки с нагретым сушильным газом из источника сушильного газа перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера.

3. Способ по п.1 или 2, причем этап е) включает в себя подэтап е2) регулирования давления газа предварительной обработки перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера.

4. Способ по одному из пп.1-3, причем этап е) включает в себя подэтап е3) сбора газа предварительной обработки в верхней части накопительного бункера.

5. Способ по п.4, причем этап е) включает в себя подэтап е4) подачи собранного на подэтапе е3) газа предварительной обработки в другой сепаратор для сепарации любого остаточного мелкозернистого материала из газа предварительной обработки.

6. Способ по п.5, причем собранный на подэтапе е3) газ предварительной обработки смешивают с нагретым сушильным газом из источника сушильного газа перед подачей в другой сепаратор на подэтапе е4).

7. Способ по одному из пп.1-6, причем источник сушильного газа обеспечивает подачу горячих отходящих газов от других процессов, предпочтительно низкокалорийного газа с низким содержанием водорода, такого как доменный газ.

8. Способ по одному из пп.1-7, причем источник сушильного газа включает в себя систему горелки.

9. Способ по одному из пп.1-8, причем используемый на этапе е) сепаратор включает в себя один или более циклонов, предпочтительно два или более циклонов, параллельного расположения.

10. Способ по одному из пп.1-9, причем крупнокусковой материал представляет собой шлак, например доменный шлак, или уголь, например каменный уголь, лигнит или бурый уголь.

11. Размольно-сушильный комплекс для получения мелкоизмельченного сухого материала из крупнокускового материала, причем размольно-сушильный комплекс включает в себя источник нагретого сушильного газа для обеспечения нагретого сушильного газа с предварительно заданной температурой, накопительный бункер крупнокускового материала для временного хранения крупнокускового ма-

териала,

систему мелкого помола для мелкого помола и высушивания крупнокускового материала с получением мелкоизмельченного сухого материала,

систему подачи крупнокускового материала для подачи крупнокускового материала из накопительного бункера крупнокускового материала в систему мелкого помола,

трубопроводы для подачи нагретого сушильного газа в систему мелкого помола,

сепаратор ниже по потоку от системы мелкого помола для сбора и сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа,

отличающийся тем, что размольно-сушильный комплекс включает в себя расположенные ниже по потоку от сепаратора рециркуляционные трубопроводы для рециркуляции по меньшей мере части сушильного газа в качестве газа предварительной обработки в нижнюю часть накопительного бункера крупнокускового материала для предварительной обработки крупнокускового материала внутри накопительного бункера крупнокускового материала.

12. Размольно-сушильный комплекс по п.11, включающий в себя смешивающую установку в составе рециркуляционных трубопроводов для смешивания газа предварительной обработки с нагретым сушильным газом из источника сушильного газа перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера.

13. Размольно-сушильный комплекс по п.11 или 12, включающий в себя устройства регулирования давления для регулирования давления газа предварительной обработки перед подачей в нижнюю часть накопительного бункера.

14. Размольно-сушильный комплекс по одному из пп.11-13, причем накопительный бункер крупнокускового материала включает в себя выпускное отверстие для газа, расположенное в его верхней части для сбора газа предварительной обработки.

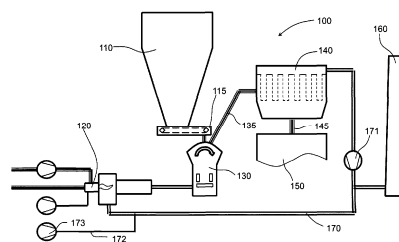
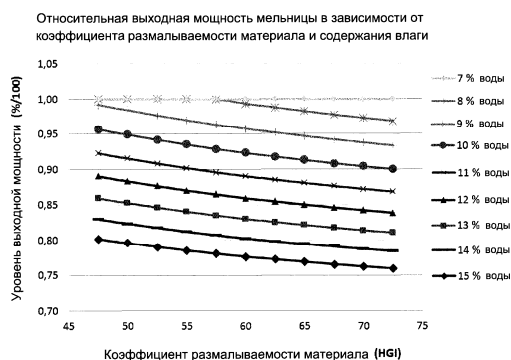
15. Размольно-сушильный комплекс по п.14, включающий в себя другой сепаратор ниже по потоку от выпускного отверстия для газа для сепарации любого остаточного мелкозернистого материала из собранного газа предварительной обработки.

16. Размольно-сушильный комплекс по одному из пп.11-15, причем источник сушильного газа выполнен для обеспечения подачи горячих отходящих газов от других процессов, предпочтительно низкокалорийного газа с низким содержанием водорода, такого как доменный газ.

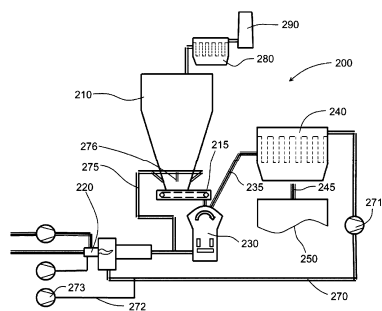
17. Размольно-сушильный комплекс по одному из пп.11-16, причем источник сушильного газа включает в себя систему горелки.

18. Размольно-сушильный комплекс по одному из пп.11-17, причем сепаратор для сбора и сепарации мелкоизмельченного сухого материала из сушильного газа включает в себя один или более циклонов, предпочтительно два или более циклонов, параллельного расположения.

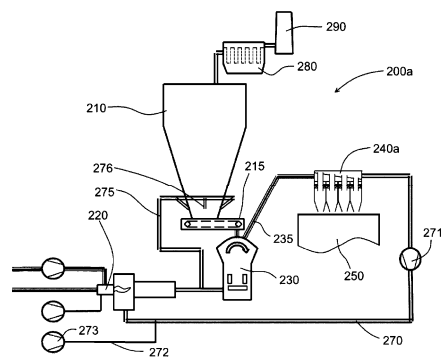
19. Размольно-сушильный комплекс по одному из пп.11-18 для размалывания и высушивания шлака, например доменного шлака, или угля, например каменного угля, лигнита или бурого угля.



Фиг. 2
(Уровень техники)



Фиг. 3



Фиг. 4

