

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046246**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.02.20

(21) Номер заявки
202390897

(22) Дата подачи заявки
2021.10.14

(51) Int. Cl. **B65G 7/12** (2006.01)
B65G 15/30 (2006.01)
B65G 17/00 (2006.01)
B65G 47/44 (2006.01)
C21B 3/08 (2006.01)
F26B 11/04 (2006.01)
F26B 13/10 (2006.01)

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ МЕДЛЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НВИ**

(31) **63/092,015; 17/500,427**

(32) **2020.10.15; 2021.10.13**

(33) **US**

(43) **2023.09.20**

(86) **PCT/US2021/054940**

(87) **WO 2022/081819 2022.04.21**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
МИДРЭКС ТЕКНОЛОДЖИЗ, ИНК.
(US)

(72) Изобретатель:
Льюис Джр. Джеймс Ллойд, Фолкер
Брайан, Орлеан Лемуэль (US)

(74) Представитель:
Кузнецова С.А. (RU)

(56) **US-A1-20190161279**
US-B1-6340378
US-B1-6214086
DE-C-335987
WO-A1-202022623

(57) Предложена конвейерная система охлаждения брикетов, содержащая пластинчатый лотковый конвейер. Пластинчатый лотковый конвейер содержит: лоток-пластину с отверстиями, приспособленными для слива воды с пластинчатого лоткового конвейера, верхний лоток-пластину несущей ветви и нижний лоток-пластину возвратной ветви. Конвейерная система охлаждения брикетов дополнительно содержит промывочный бункер несущей ветви, расположенный между верхней несущей ветвью лотков-пластин и нижней возвратной ветвью лотков-пластин, при этом промывочный бункер несущей ветви выполнен с возможностью улавливания мелких частиц и воды из системы.

B1

046246

046246

B1

Перекрестная ссылка на родственную заявку

Настоящая заявка на патент США, не являющаяся предварительной, заявляет приоритет предварительной заявки на патент США №63/092015, поданной 15 октября 2020 г., содержание которой включено в данный документ посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение в целом относится к областям производства железа прямого восстановления (DRI). Более конкретно, настоящее изобретение относится к системам и способам медленного охлаждения брикетов.

Предпосылки изобретения

Горячее железо прямого восстановления (HDRI) распределяют из печи DRI в брикетирующие машины для формирования горячебрикетированного железа (HBI), уплотненной формы DRI, чье качество улучшается за счет охлаждения материала с температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты. HBI представляет собой уплотненную форму DRI, с которой легче обрабатывать, транспортировать и хранить.

Качество HBI измеряют по скорости охлаждения после операций брикетирования. Брикеты, медленно охлаждаемые приблизительно до 400°C, обычно представляет собой брикеты высокого качества, поскольку эти брикеты обычно демонстрируют большую прочность и более низкую склонность к разламыванию на основании испытаний на ударную прочность при падении. Часто применяемое конкретное испытание на ударную прочность при падении включает индивидуальное падение пяти образцов HBI в виде одного брикета с высоты 5 или 10 метров, последующий сбор фрагментов и измерение распределения по размерам в массовых долях. Историческим стандартом является испытание на ударную прочность при падении с высоты 10 метров, хотя в последнее время для удобства используют испытание на ударную прочность при падении с высоты 5 метров. Ключевым размером фракции для измерения качества является доля размера фракции +38 мм. За счет применения медленного охлаждения можно увеличить долю размера фракции +38 мм с 55-65% вплоть до 80-85%. Данный параметр качества означает, что большее количество брикетов остается целым при обработке, хранении и транспортировке, что обеспечивает конечному потребителю, например, оператору плавильной печи, постоянный поток продукции, состоящей в основном из целых брикетов и/или крупных фрагментов. Мелкие частицы и фрагменты часто считаются вредными по нескольким причинам, которые включают, но не ограничиваются ими, более высокие потери металла в результате более интенсивного повторного окисления; повышенные трудности при обработке; увеличенные потери из-за переноса отходящего газа; повышенное разделение фракций, приводящее к образованию мостов/закупорок; и повышенная сложность плавления.

В последние годы гарантии качества HBI основывались на испытании на удар, которое часто применяют совместно с испытанием на ударную прочность при падении или вместо него. Испытание на удар регулируется и определяется процедурой испытаний Международной организации по стандартизации (ISO) (процедура ISO № 15967-2007), в то время как испытание на ударную прочность при падении не регулируется и не определяется процедурой испытаний ISO. Испытание на удар включает загрузку определенного количества брикетов во вращающийся барабан, который переворачивает материал в течение сотен оборотов. Затем массу материала выгружают и просеивают для измерения массовых долей в зависимости от размеров сита. Типичной целью качества является 95% материала, имеющего измерение более 6,35 мм (95%+6,35 мм). В то время как результаты испытания на удар могут иметь несколько меньшее значение для конечного пользователя с точки зрения определения качества брикетов HBI, преимущества испытания на удар включают его простоту воспроизведения и то, что оно является официально признанным стандартом и может быть использовано в сочетании с испытанием на ударную прочность при падении.

Отмечается, что испытание на ударную прочность при падении было изначальным показателем, использовавшимся для определения качества процесса медленного охлаждения на нескольких установках по производству HBI, эксплуатируемых Kobe Steel. Процесс медленного охлаждения (т.е. охлаждение материала от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты) хорошо зарекомендовал себя на многих миллионах тонн продукта HBI, отгруженных с момента его реализации в начале 1990-х годов.

В последующие десятилетия устройство, используемое для реализации процесса медленного охлаждения, менялось. Однако каждое устройство может страдать от различных сочетаний высоких частот механического обслуживания, высокого механического износа и/или поломки различных частей устройства, нарушения охлаждения из-за накопления мелких частиц внутри устройства, недостаточной эффективности охлаждения брикетов устройством, недостаточного удаления пара из устройства и недостаточного отделения мелких частиц/воды устройством, среди прочего. Процесс медленного охлаждения HBI представляет собой экстремальное сочетание факторов, которые вызывают трудности при проектировании и внедрении экономичного и надежного механического устройства.

Соответственно сохраняется необходимость в создании улучшенного устройства и способа для достижения желаемого процесса медленного охлаждения.

Варианты осуществления настоящего изобретения устраняют эти и другие необходимости.

Суть изобретения

Способы, применяемые для медленного охлаждения брикетов для производства продукта НВІ, обычно используют воду в качестве основной охлаждающей среды. Водную дисперсию регулируют и управляют для достижения режима медленного охлаждения (охлаждение материала от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты). Водную дисперсию обычно осуществляют с использованием одного из переливных устройств водосливного типа, которое заставляет воду каскадом стекать по брикетам, и форсунок под давлением, которые распыляют воду на брикеты. Однако при использовании таких переливных устройств водосливного типа и форсунок под давлением проблема заключается в том, что компоненты пластинчатых лотковых конвейеров часто повреждаются в различной степени из-за погружения в воду и постоянного воздействия водораспыления. Повреждение включает повреждение роликов и цепей пластинчатых лотковых конвейеров из-за выхода из строя уплотнений, поврежденных водой, коррозию звеньев, приводящую к их ослаблению, накопление мелких частиц и истирание, вызванное мелкими частицами, переносимыми водой.

Брикеты транспортируют с использованием одной из сетчатых лент, пластинчатых лотковых конвейеров и вибрационных конвейеров. Пластинчатый лотковый конвейер является особенно предпочтительным способом транспортировки брикетов. Однако пластинчатые лотковые конвейеры, используемые в этом случае, имеют высокий уровень механических неисправностей, которые включают поломку поддерживающего ролика, поломку направляющей рейки опоры, износ лотка и поломку приводной цепи. В некоторых случаях установка вибрационных блоков на пластинчатом лотковом конвейере приводит к неисправностям, например, требующим полной замены или ограниченного использования другого пластинчатого лоткового конвейера. Кроме того, сетчатые ленты, используемые в пластинчатых лотковых конвейерах, требуют замены на регулярной основе, например, ежегодно или раз в два года.

Кроме того, сбор и удаление мелких частиц являются проблематичными и трудоемкими, что приводит к значительным проблемам в работе пластинчатых лотковых конвейеров. Например, в предыдущих версиях в пластинчатых лотковых конвейерах использовали полностью погруженную тяговую цепь, которая оказалась функциональной, но была подвержена высокому износу и поломкам. Высокий износ и поломки приводили к неоднократным ремонтам и заменам. В более поздних версиях систем пластинчатых лотковых конвейеров также возникали проблемы, такие как засорение мелкими частицами и недостаточное удаление мелких частиц, каждая из которых требовала значительного технического обслуживания для удаления мелких частиц из системы и поддержания систем в чистоте и функциональности. Наряду со значительными проблемами технического обслуживания, в некоторых случаях дополнительные системы, такие как вакуумная система, устанавливают с единственной целью очистки отстойников на регулярной основе. Данные системы требуют дополнительных капитальных вложений и для их использования может потребоваться плановое отключение системы.

С увеличением объема производства НВІ на установках также увеличились размеры системы медленного охлаждения. Увеличение размеров систем медленного охлаждения увеличивает вероятность неправильного распределения материала по конвейерам, что может повлиять на охлаждение брикетов и механические характеристики конвейеров. Например, увеличение размера системы медленного охлаждения приводит к увеличению количества точек загрузки на охлаждающий конвейер. Увеличение точек загрузки на конвейер может вызвать проблемы с правильным распределением брикетов по конвейеру и надлежащим выравниванием брикетов на конвейере. Кроме того, увеличение точек загрузки может привести к повышенному износу лотка, что указывает на необходимость в улучшенной загрузке.

Удаление и вывод пара также сложны и могут потребовать значительных капитальных вложений для их улучшения с использованием существующих методик. Кроме того, обработка мелких частиц металла и оксидов, захваченных насыщенным паром, по своей сути проблематична из-за сальтации мелких частиц, скапливающихся в перемычках и заглушках воздухопроводов. Кроме того, при охлаждении отходящих газов НВІ выделяется небольшое количество монооксида углерода (СО), которое также следует контролировать. Наконец, следует также осуществлять контроль за выбросами и совершенствовать его, чтобы соответствовать все более строгим нормативным уровням, как в отношении выбросов твердых частиц, так и газообразных.

С учетом вышеизложенного и как отмечено выше, сохраняется необходимость в создании улучшенного устройства и способа для достижения желаемого процесса медленного охлаждения. Варианты осуществления настоящего изобретения устраняют эти и другие необходимости.

Например, согласно вариантам осуществления системы и способы медленного охлаждения НВІ по настоящему изобретению содержат преимущественное перепроектирование для достижения желаемых параметров процесса, при одновременном смягчении негативных воздействий, реализуемых в течение примерно тридцатилетнего периода эксплуатации установок. В частности, в данном документе системы и способы медленного охлаждения НВІ отвечают требованиям жесткой эксплуатации с помощью компонентов, специально адаптированных для преодоления известных режимов отказа.

Более конкретно, согласно вариантам осуществления системы и способы медленного охлаждения НВИ по настоящему изобретению преимущественно приспособлены для того, чтобы избежать воздействия постоянных водяных брызг на компоненты, при этом обеспечивая то, что компоненты не погружаются в воду.

Согласно одному аспекту настоящего изобретения конвейерная система для охлаждения брикетов содержит пластинчатый лотковый конвейер. Пластинчатый лотковый конвейер содержит: а) лоток-пластину или множество лотков-пластин, содержащих отверстия, приспособленные для слива воды с пластинчатого лоткового конвейера; б) верхнюю несущую ветвь лотков-пластин; и с) нижнюю возвратную ветвь лотков-пластин. Конвейерная система также содержит промывочный бункер несущей ветви, расположенный между верхней несущей ветвью лотков-пластин и нижней возвратной ветвью лотков-пластин. Промывочный бункер несущей ветви выполнен с возможностью улавливания мелких частиц и воды из системы. Также система может быть выполнена с возможностью медленного охлаждения горячих брикетов от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты. Система может содержать промывочный бункер возвратной ветви, расположенный под возвратной ветвью, и при этом промывочный бункер несущей ветви содержит: вымывающие распылители, приспособленные для смачивания сторон промывочного бункера несущей ветви, и форсунку с потоком в канале, выполненную с возможностью создания потока воды в канале для промывки твердых частиц до желаемого выхода, при этом поток составляет от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин. Промывочный бункер несущей ветви может содержать по меньшей мере один шнековый классификатор, а каждый шнековый классификатор содержит желоб для перелива воды. Промывочный бункер несущей ветви может содержать дно бункера, которое может быть дугообразным, v-образным или трапециевидным. Конвейерная система может содержать систему охлаждения, при этом система охлаждения включает множество форсунок для крупного распыления, выполненных с возможностью распыления воды на брикеты в виде крупных капель воды диаметром от приблизительно 0,8 до приблизительно 2 мм. Промывочный бункер несущей ветви и промывочный бункер возвратной ветви могут быть выполнены с возможностью отвода потока во впадинную смонтированный классификатор, а классификатор выполнен с возможностью отвода воды в отстойник насоса. Система может быть выполнена с возможностью рециркуляции воды в вымывающие распылители и для очистки воды. Конвейер может быть наклонен на одном уровне, а система содержит желоб для загрузки горячебрикетированного железа, соединенный с конвейером, и устройство для выравнивания нагрузки на конвейере, выполненное с возможностью равномерного растягивания железа, причем устройство для выравнивания нагрузки содержит спиральный шнек. Возвратная ветвь может быть оснащена чистящими распылительными форсунками для вымывания любого остаточного материала с лотка-пластины в промывочный бункер возвратной ветви.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения способ охлаждения горячебрикетированного железа включает: предоставление конвейерной системы охлаждения брикетов. Система содержит: пластинчатый лотковый конвейер. Пластинчатый лотковый конвейер содержит: а) лоток-пластину или множество лотков-пластин, содержащих отверстия для слива воды с пластинчатого лоткового конвейера; и б) верхнюю несущую ветвь лотков-пластин; и с) нижнюю возвратную ветвь лотков-пластин. Система также содержит промывочный бункер несущей ветви, расположенный между верхней несущей ветвью лотков-пластин и нижней возвратной ветвью лотков-пластин, при этом промывочный бункер несущей ветви улавливает мелкие частицы и воду из системы. Способ дополнительно включает охлаждение горячебрикетированного железа по мере перемещения железа по пластинчатому лотковому конвейеру от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты, при этом температура выгрузки составляет приблизительно больше 85°C и меньше приблизительно 130°C. Конвейерная система может содержать промывочный бункер возвратной ветви, расположенный под возвратной ветвью, причем промывочный бункер несущей ветви содержит: вымывающие распылители для смачивания сторон промывочного бункера несущей ветви и форсунку с потоком в канале для создания потока воды в канале для промывки твердых частиц до желаемого выхода, и поток составляет от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин. Промывочный бункер несущей ветви может содержать по меньшей мере один шнековый классификатор, а каждый шнековый классификатор содержит желоб для перелива воды. Промывочный бункер несущей ветви может содержать дно бункера, которое может быть дугообразным, v-образным или трапециевидным. Система может содержать систему охлаждения, содержащую множество форсунок для крупного распыления для распыления воды на брикеты в виде крупных капель воды диаметром от приблизительно 0,8 до приблизительно 2 мм. Промывочный бункер несущей ветви и промывочный бункер возвратной ветви могут отводить поток во впадинную смонтированный классификатор, а классификатор отводит воду в отстойник насоса. Система может рециркулировать воду в вымывающие распылители и очищать воду. Конвейер может быть наклонен на одном уровне, а система содержит желоб для загрузки горячебрикетированного железа, соединенный с конвейером, и устройство для выравнивания нагрузки на конвейере, выполненное с возможностью равно-

мерного растягивания железа, причем устройство для выравнивания нагрузки содержит спиральный шнек. Возвратная ветвь может быть оснащена чистящими распылительными форсунками для вымывания любого остаточного материала с лотка-пластины в промывочный бункер возвратной ветви. После охлаждения в выгруженном железе может сохраняться уровень влажности меньше чем приблизительно 1,5% по весу.

Также согласно вариантам осуществления и как дополнительно описано ниже, лоток-пластина может быть таким же, как описано выше, а поток промывки может быть выше приблизительно 150 галлонов/мин и без классификатора в промывочном бункере несущей ветви. Более высокий поток промывки может спускать весь шлам во в плотную смонтированный классификатор, который отделяет твердые частицы от мелких частиц конвейера, а вода переливается в отстойник для перекачки, как описано выше. Отличия от первого аспекта могут включать: а) отсутствие классификаторов в бункере и б) более высокие потоки для отвода всего шлама в один классификатор в конце.

Краткое описание графических материалов

Настоящее изобретение проиллюстрировано и описано со ссылкой на различные графические материалы, на которых:

на фиг. 1 представлено схематическое изображение в поперечном разрезе, иллюстрирующее иллюстративный вариант осуществления системы медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению;

на фиг. 2 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее сторону системы медленного охлаждения НВИ по фиг. 1;

на фиг. 3 представлено схематическое изображение в поперечном разрезе, иллюстрирующее другой иллюстративный вариант осуществления системы медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению;

на фиг. 4 представлено схематическое изображение в поперечном разрезе, иллюстрирующее другой иллюстративный вариант осуществления системы медленного охлаждения НВИ или конвейерной системы охлаждения брикетов согласно настоящему изобретению, в частности, иллюстрирующее охлаждающие распылительные форсунки;

на фиг. 5 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вид сверху иллюстративного варианта осуществления системы медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению, в частности, иллюстрирующее зону охлаждения и точки загрузки;

на фиг. 6 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вид сбоку по фиг. 5;

на фиг. 7 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее частичный вид сбоку иллюстративного варианта осуществления системы медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению, в частности, иллюстрирующее форсунки с потоком в канале;

на фиг. 8 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее иллюстративный вариант осуществления части лотка-пластины, в частности, иллюстрирующее насечки на нем;

на фиг. 9 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее иллюстративный вариант осуществления части лотка-пластины, в частности, удлиненные пазы на нем;

на фиг. 10 представлена схематическая блок-схема иллюстративного варианта осуществления способа медленного охлаждения согласно настоящему изобретению; и

на фиг. 11 представлено схематическое изображение иллюстративного варианта осуществления устройства для выравнивания согласно настоящему изобретению, в частности, иллюстрирующее спиральный шнек в нем.

Подробное описание

Опять же, системы и способы медленного охлаждения НВИ по настоящему изобретению содержат преимущественное перепроектирование для достижения желаемых параметров процесса, при одновременном смягчении негативных воздействий, реализуемых в течение примерно тридцатилетнего периода операций.

В частности, в данном документе системы и способы медленного охлаждения НВИ отвечают требованиям жесткой эксплуатации с помощью компонентов, специально адаптированных для преодоления известных режимов отказа. Преимущественно системы и способы медленного охлаждения НВИ по настоящему изобретению приспособлены для того, чтобы ограничить воздействия постоянных водяных брызг на компоненты, при этом обеспечивая то, что компоненты не погружаются в воду.

Как дополнительно объясняется ниже и согласно вариантам осуществления, в системах и способах настоящего изобретения промывочный бункер (или шлюз) 3 несущей ветви преимущественно зажат между несущей и возвратной ветвями 26, 28, так что мелкие частицы и вода, образующиеся в процессе охлаждения, улавливаются в промывочном бункере (шлюзе) 3 несущей ветви, не задевая возвратную ветвь 28, и избегая проблем, возникающих при вымывании шлама во внешнюю канаву, где трудно поддерживать скорость потока и твердые частицы оседают обычным образом, вызывая значительные проблемы с техническим обслуживанием.

Преимущественно улавливание и транспортировка воды и мелких частиц в промывочный бункер (шлюз), а не, например, в резервуар, позволяет сохранить колеса и цепи непогруженными, тем самым

избегая проблем, встречавшихся в предыдущих конструкциях.

Таким образом, преимущества вариантов осуществления включают улучшенную обработку мелких частиц, например, исключение попадания мелких частиц в каналы, уменьшение потока воды в один отстойник и насос, и снижение механической сложности за счет отказа от длинных тяговых цепей или шнековых конвейеров, одновременно минимизируя вероятности закупорки водосливов и форсунок.

Дополнительные преимущества вариантов осуществления включают изменение размера лотка-пластины 20 до желаемой длины, допускающей, например, четыре точки загрузки или возможно больше, и замену переливных водосливов на форсунки 46 для крупного распыления, такие как форсунки скруббера, для получения крупных размеров капель, как дополнительно описано ниже.

Со ссылкой далее на фиг. 1 и 2, на фиг. 1 представлено схематическое изображение в поперечном разрезе, иллюстрирующее иллюстративный вариант осуществления системы медленного охлаждения НВИ или конвейерной системы 10 охлаждения брикетов согласно настоящему изобретению и на фиг. 2 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вид сбоку системы 10 по фиг. 1. Согласно вариантам осуществления система медленного охлаждения НВИ или система 10 охлаждения брикетов содержит пластинчатый лотковый конвейер 1, дополнительное устройство 2 для выравнивания нагрузки, промывочный бункер 3 (промывочный бункер в данном документе также может называться "шлюзом") несущей ветви, колпак 5 для удаления пара, систему 8 скруббера пара, промывочный бункер 4 для остаточного материала (промывочный бункер в данном документе также может называться "шлюзом", как отмечено выше) возвратной ветви, загрузочный желоб в сборе 7 и систему 6 охлаждения. Каждый из этих элементов более подробно описан ниже согласно вариантам осуществления.

Пластинчатый лотковый конвейер 1 может содержать цепи, ролики, лоток-пластину, систему натяжения с балансировкой натяжения, ведущий рельс, несущую и возвратную ветви конвейера и систему привода. Конвейер 1 преимущественно сконструирован с одним наклоном, обычно 3 градуса при максимальном отклонении от горизонтали на 19 градусов, что способствует промывке мелких частиц/воды и особенно хорошо работает с НВИ и круглыми окатышами. Скорость конвейера 1 обычно составляет приблизительно от 0,05 до 0,3 м/с, например, 0,2 м/с, а может быть даже быстрее, и предназначена для обеспечения гибкого управления. Следует понимать, что могут быть использованы другие подходящие скорости. Преимущественно скорость может варьироваться, например, чтобы соответствовать желаемой производительности и охлаждению. Пластинчатый лотковый конвейер 1 обычно предназначен для обезвоживания перед выгрузкой.

Цепи 12, лучше всего видны на фиг. 7, приспособлены для сопротивления теплу, коррозии, истиранию и любой влаге, встречающихся в системе 10 медленного охлаждения НВИ, включая диапазон температур от 100°C до 700°C, воздействию углекислого газа, мелких частиц железа и оксидов, а также водяных брызг.

Ролики 14, также лучше всего видны на фиг. 7, приспособлены для сохранения герметичности и смазки в тех же условиях, что и цепи 12, описанные выше. Ролики 14 расположены за пределами области попадания воды. Преимущественно эти ролики 14 или колеса лотка-пластины не погружены в воду согласно вариантам осуществления. Например, как показано на фиг. 6, ролики 14 расположены значительно выше уровня 16 воды. В предпочтительном варианте осуществления ролики 14 могут быть прикреплены к цепи на каждом другом звене для поддержки лотков-пластин, прикрепленных на каждом звене. Альтернативно система 10 медленного охлаждения НВИ может содержать ролики 14 в сочетании с цепями 12, комбинация которых приспособлена для уменьшения износа звездочек 18 привода.

Лоток-пластина 20, рассчитанный на воздействие высоких температур и воды, аналогично приспособлен для работы в тех же условиях, что и цепи 12 и ролики 14, описанные выше. Лоток-пластина 20 также приспособлен для выдерживания нагрузок при загрузке НВИ, которые могут вызывать эрозийный износ, отклонение при ударе и неравномерное распределение. Лоток-пластина 20 содержит настил 22 лотка-пластины с отверстиями 24, как лучше всего видно на фиг. 8 и 9. На фиг. 8 и 9 представлены схематические изображения, иллюстрирующие иллюстративные варианты осуществления части лотка-пластины 20, в частности, иллюстрирующие отверстия 24 в нем. На фиг. 8 отверстия 24 показаны в виде насечек, расположенных на задней кромке. Подходящий размер может составлять приблизительно $\frac{1}{4}$ дюйма на 1 дюйм, однако могут быть использованы и другие подходящие размеры. Подобным образом, на фиг. 9 показаны отверстия 24 в виде удлиненных пазов. Подходящие размеры этих пазов могут составлять приблизительно $\frac{1}{4}$ дюйма на 2 дюйма, однако, могут быть использованы и другие подходящие размеры. Лоток-пластину 20 можно рассматривать как сборку из горизонтальной несущей плиты настила и боковых опорных стенок для размещения более глубокого пласта материала. Множество лотков-пластин перекрывают друг друга согласно вариантам осуществления. Дополнительно показаны на фиг. 8 и 9 цепь 12, лоток-пластина или несущий ролик 14 и боковая стенка 74.

Таким образом, лоток-пластина 20 содержит отверстия 24, такие как проемы, дырочки, насечки, зазоры, щели и т.п., которые приспособлены для обеспечения постоянного слива воды из лотка-пластины 20. Например, задняя кромка может перекрывать переднюю кромку позади нее. Таким образом, множество лотков-пластин 20 могут перекрывать друг друга. Отверстия 24 могут быть преимущественно вырезаны в лотке 20, например, на задней кромке, чтобы вода могла стекать в бункер или шлюз ниже.

Такая конструкция является преимущественной и решает проблему скопления воды в лотке-пластине 20 и переохлаждения нижнего слоя материала. Также было преимущественно и неожиданно установлено то, что использование отверстий 24 является выгодным для получения желаемого продукта с точки зрения удержания влажности. Например, преимущественно поддерживать удержание влажности в выгружаемом продукте/материале на уровне менее приблизительно 2 вес.%, например, приблизительно от 1 до 1,5 вес.%, поскольку было обнаружено, что при более высоких уровнях удержания влажности материал может начать повторно окисляться. Таким образом, если вода не сливается, например, через отверстия 24, согласно вариантам осуществления, уровень удержания влажности в нижнем слое материала брикета может значительно увеличиться.

Система натяжения с балансировкой натяжения приспособлена для поддержания одинакового натяжения цепей 12, что сохраняет выравнивание пластинчатого лоткового конвейера 1 и уравнивает нагрузки на систему привода.

Система привода содержит головную и хвостовую звездочки 18 конвейера 1 с цепной передачей. Звездочки 18 расположены на валу, приводимом в движение мотором-редуктором или системой снижения скорости с приводом от мотора. Более конкретно, система привода может содержать привод электромотора, который приводит в движение вал головки, содержащий две указанные звездочки 18. Звездочки 18 могут входить в зацепление с левой и правой конвейерной цепями 12 при соединении лотка-пластины 20 и его компонентов на нем. Следует дополнительно отметить, что согласно вариантам осуществления звездочки 18 сконструированы и имеют такие размеры, чтобы подходить к промывочному бункеру (шлюзу) 3 несущей ветви между несущей и возвратной ветвями 26, 28, а также расположить промывочный бункер/шлюз 3 несущей ветви и промывочный бункер/шлюз 4 возвратной ветви, дополнительно описанные ниже.

Ведущие рельсы приспособлены для работы в тех же условиях, что и цепи 12, описанные выше.

Необязательное устройство 2 для выравнивания нагрузки, лучше всего видно на фиг. 2 и 11, приспособлено для растягивания и выравнивания любых неравномерно загруженных брикетов или шихты в более равномерную стопку по ширине лотка-пластины 20. В вариантах осуществления устройство 2 для выравнивания нагрузки содержит по меньшей мере одно из зафиксированного гребкового механизма и лопатки, приспособленных для растягивания брикетов по ширине лотка-пластины 20 и формирования равномерной стопки. В некоторых вариантах осуществления устройство 2 для выравнивания нагрузки также содержит по меньшей мере одно из вращающихся и колебательных устройств, которое приспособлено для растягивания брикетов по лотку-пластине 20. Например, на фиг. 11 представлено схематическое изображение иллюстративного варианта осуществления устройства 2 для выравнивания нагрузки, включая спиральный шнек 9. Как показано на фиг. 11, согласно варианту осуществления устройство 2 для выравнивания нагрузки содержит спиральный шнек 9 для равномерного растягивания брикетов. Спиральный шнек 9 может быть двунаправленным шнеком, например, с двумя спиралями в противоположных направлениях, прикрепленными к валу 13, как показано на фиг. 11. Устройство 2 для выравнивания нагрузки по фиг. 11 дополнительно содержит вал 13, установленный на двух поворотных рамах 15, которые перемещаются вверх и вниз. Его хомут установлен вертикально и обеспечивает точку поворота. Прутья 17 являются зафиксированной частью корпуса 11 и не перемещаются вверх и вниз. Пазовое отверстие 23 является частью зафиксированного корпуса 11 и обеспечивает пространство для перемещения вала уравнивателя вверх и вниз. Закругленная крышка также зафиксирована и не перемещается ни вверх, ни вниз. Как также лучше всего видно вблизи системы 21 приводной цепи, прутья 17 могут быть прерваны для обеспечения пазового отверстия 23. При работе системы 21 приводной цепи приводит в движение вал 13, а устройство 2 для выравнивания нагрузки распределяет или растягивает горячие брикеты 40, полученные из желоба 42 загрузочного желоба в сборе 7 на лотке-пластине 20, обеспечивая более равномерное распределение по нему, что способствует более эффективному охлаждению. Поскольку вал 13 и спиральный шнек 9 вращаются медленно и с высоким крутящим моментом во время обычной работы, спирали или спиральные лезвия могут сбивать верхний материал горячих брикетов 40 в сторону и растягивать материал для более равномерного распределения. Вращение обычно осуществляется против потока материала и при низких скоростях вращения от приблизительно 0,5 об/мин до приблизительно 3 об/мин, включая приблизительно 2 об/мин, в качестве неограничивающих примеров. Вращение обычно осуществляется вперед и вниз, что преимущественно обеспечивает скребковое воздействие на материал. Далее следует понимать, что, как и в случае компонентов системы 10, компоненты устройства 2 для выравнивания могут быть изготовлены из любых подходящих материалов, включая подходящий металл.

Как отмечено выше, согласно вариантам осуществления, в системах и способах настоящего изобретения промывочный бункер (или шлюз) 3 несущей ветви преимущественно зажат или расположен между несущей и возвратной ветвями 26, 28, так что мелкие частицы и вода, образующиеся в процессе охлаждения, улавливаются в промывочном бункере (шлюзе) 3 несущей ветви, не задевая возвратную ветвь 28, и избегают проблем, возникающих при вымывании шлама во внешнюю канаву, где трудно поддерживать скорость потока и твердые частицы оседают обычным образом, вызывая значительные проблемы с техническим обслуживанием. Преимущественно улавливание и транспортировка воды и мелких частиц в

промывочный бункер (шлюз), а не, например, в резервуар, позволяет сохранить колеса и цепи непогруженными, тем самым избегая проблем, встречавшихся в предыдущих конструкциях.

Несущая ветвь 26 и возвратная ветвь 28 лучше всего видны на фиг. 1, иллюстрирующей нагрузку продукта на пластинчатый лотковый конвейер 1, и могут быть рассмотрены, например, как конвейерная лента или ее часть. Например, несущая ветвь 26 и возвратная ветвь 28 могут соответственно относиться к верхней и нижней части соответственно такой конвейерной системы. Таким образом, как следует понимать, ветви 26, 28 являются частью непрерывного пластинчатого лоткового конвейера 1. Возвратная ветвь 28 может иметь такое же поперечное сечение, что и несущая ветвь 26, и может быть рассмотрена как ее перевернутое или зеркальное отображение. Несущая сторона/несущая ветвь 26, расположенная в виде верхней части, несет нагрузку продукта, а возвратная сторона/возвратная ветвь 28 является частью конвейера 1 или ленты, которая перемещается, поворачивает хвостовую звездочку и закручивается обратно в непрерывный контур. Обычно только верхняя часть, несущая ветвь 26, несет нагрузку продукта.

Несущая и возвратная ветви 26, 28 конвейера обычно расположены вертикально на достаточном расстоянии, чтобы избежать погружения в воду компонентов системы 10 медленного охлаждения НВИ, за счет внедрения промывочного бункера несущей ветви или шлюза 3 (в качестве неограничивающего примера, выполненного в виде треугольного бункера) между ветвями 26, 28 для сбора и промывки воды и мелких частиц в виде шлама.

Согласно вариантам осуществления несущая ветвь 26 и возвратная ветвь 28 растянуты или расположены отдельно с использованием упомянутой выше более крупной звездочки 18 привода для лотка-пластины 20 и размещением между ними промывочного бункера или шлюза 3 несущей ветви.

Промывочный бункер (или шлюз) 3 несущей ветви обычно содержит по меньшей мере одну из форсунок 32 с потоком в канале, боковой промывочный или вымывающий распылитель 34, дно бункера, конечную точку сброса сточных вод и люк для технического обслуживания. Каждый признак более подробно описан ниже согласно вариантам осуществления.

Вариант осуществления форсунки 32 с потоком в канале лучше всего виден на фиг. 7. Форсунка 32 с потоком в канале может быть частью трубы или другого подходящего устройства для обеспечения потока и авторы изобретения определили, что желательно работать в определенном режиме потока, как дополнительно описано ниже. Форсунка 32 с потоком в канале или форсунка трубы создает начальный поток в канале вниз по центральной части промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви. Согласно вариантам осуществления следует отметить, что три потока обычно могут поступать в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви: 1) указанный поток в канале из форсунки 32 с потоком в канале, который переносит твердые частицы к желаемому выходу; 2) боковые промывочные или вымывающие распылители 34, лучше всего видны на фиг. 4, которые сохраняют стенки промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви влажными, так чтобы любой материал, который может попасть внутрь, желательно смылся вниз; и 3) остаточная охлаждающая вода, поступающая в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви сверху.

Согласно вариантам осуществления и как лучше всего видно на фиг. 1, промывочный бункер (или шлюз) 3 несущей ветви также может содержать по меньшей мере один шнековый классификатор 30. Включение или встраивание шнекового классификатора 30 в промывочный бункер 3 несущей ветви, например, с одной из его сторон, может быть отнесено к варианту 1 в данном документе для простоты ссылки. Установка шнекового классификатора 30 в бункер 3 обладает удивительными преимуществами, и, насколько известно авторам изобретения, такая конструкция ранее не выполнялась. Например, авторы изобретения определили, что предпочтительно управлять потоком в канале канальной форсунки 32 в определенном режиме потока, и что шнековый классификатор 30 может находиться в собственной канавке и быть встроен в боковую часть промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви. Канавка обеспечивает точку замедления скорости канала, из которой могут выпадать твердые частицы. Согласно результатам испытаний, для надлежащего осаждения твердых частиц в канавке шнекового классификатора 30 предпочтительно регулировать поток воды в канале канальной форсунки 32 в минимальном и максимальном диапазоне, чтобы обеспечить достаточную скорость выпадения твердых частиц в шнековом классификаторе 30. Примером подходящего диапазона является поток воды от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин. Было обнаружено, что такой диапазон для форсунок 32 с потоком в канале позволяет замедлять поток шлама в канавке классификатора для выпадения более приблизительно 50% твердых частиц для удаления шнеком классификатора. При скоростях потока, превышающих приблизительно 150 галлонов/мин, скорость выпадения твердых частиц может снизиться таким образом, что использование классификаторов станет менее эффективным.

Таким образом, согласно вариантам осуществления шнековый классификатор 30, находящийся в собственной канавке, встроенной в боковую часть промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, преимущественно обеспечивает точку замедления скорости канала, в которой твердые частицы могут выпадать. Чтобы облегчить регулирование потока воды в указанном выше диапазоне, некоторый объем воды может быть удален из шнекового классификатора 30 с использованием желоба (не показан на фиг. 1) или точки перелива, встроенной в боковую часть канавки. Без такого признака поток в канале может продолжать накапливаться в бункере, например, из-за других потоков, поступающих в него, что потенци-

ально увеличивает диапазон выше желаемого максимального потока воды, составляющего приблизительно 150 галлонов/мин.

Согласно вариантам осуществления и как лучше всего видно на фиг. 1, нижний конец шнекового классификатора 30 предпочтительно находится ниже основного канала промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, обеспечивая эффект канавки, так что по мере обхода потока в канале, он замедляется и твердые частицы выпадают из шлама. Поддержание потока воды через форсунку 32 с потоком в канале в указанном выше диапазоне от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин преимущественно позволяет 50% или более твердых частиц выпадать в канавку шнекового классификатора 30, что лучше всего видно на фиг. 1. Преимущественно согласно вариантам осуществления и варианту 1 в данном документе шнековый классификатор 30 работает по принципу шнекового конвейера, закручивая или завинчивая твердые частицы до верхней части классификатора 30, где твердые частицы выпадают через желоб 36, а вода может быть удержана в бункере 3.

Боковые промывочные или вымывающие распылители 34 приспособлены для смачивания сторон промывочного бункера (или шлюза) 3 несущей ветви, а также сторон промывочного бункера (или шлюза) 4 возвратной ветви, чтобы избежать накопления мелких частиц. Как показано в варианте осуществления на фиг. 4, распылители 34 могут содержать ряд плоских распылительных форсунок, расположенных на верхней кромке бункера 3, а также бункера 4 с каждой стороны. Распылители 34 могут создавать листообразный поток воды, стекающий вниз по стенкам бункеров 3, 4, так что любой материал, такой как твердые частицы и/или жидкости, которые могут попасть в бункеры 3, 4, может стекать вниз, тем самым избегая накопления в бункерах 3, 4. Такой материал может преимущественно смываться вниз листообразным потоком воды в основной канал.

Дно промывочного бункера (или шлюза) 3 несущей ветви, а также дно бункера 4 обычно дугообразное и закругленное по радиусу, но может иметь острую v-образную или узкую трапецевидную форму. Дно бункера может быть снабжено одной или более форсунками (промывочными) с продольным потоком в канале для смывания твердых частиц вниз в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви.

Множество описанных выше шнековых классификаторов 30 также могут быть расположены через равные интервалы, приспособленные для частичного улавливания шлама в отстойниках, обезвоживания твердых частиц и их удаления из промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви. Согласно вариантам осуществления дно бункера, таким образом, может быть приспособлено для смыва твердых частиц в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви в отстойники классификатора. В каждом шнековом классификаторе 30 упомянутый выше желоб для перелива воды может регулировать суммарный каналный поток в промывочном бункере (шлюзе) 3 несущей ветви, поскольку увеличивающийся поток в канале может снизить эффективность обезвоживания классификатора.

Люки для технического обслуживания промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, а также промывочного бункера (шлюза) 4 возвратной ветви обычно расположены на одинаковом расстоянии друг от друга и обеспечивают доступ в процессе эксплуатации для устранения любых засоров канала, а также полный доступ для ремонта в условиях остановки.

Конечная точка сброса сточных вод может содержать трубы в конце промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, а также промывочный бункер (шлюз) 4 возвратной ветви, ведущие, например, к отстойнику или системе отделения.

Согласно вариантам осуществления конечные сточные воды могут улавливаться в промывочном бункере (шлюзе) 3, сливаться по трубопроводу и направляться в отстойник продувочной воды для дополнительного осаждения твердых частиц и их отделения с помощью тяговой цепи или шнекового классификатора. Отстойник продувочной воды приспособлен для осаждения перед рециркуляцией воды в промывочную систему с помощью в плотную смонтированных насосов на переливе отстойника. Чтобы сбалансировать систему в целом, некоторая часть рециркулируемого потока может быть перенаправлена в систему технической воды в качестве продувки охлаждающей конвейерной системы.

Согласно дополнительным вариантам осуществления промывочный бункер (шлюз) 3 приспособлен для промывки захваченной воды и мелких частиц в единый слив во в плотную смонтированный отстойник классификатора для обезвоживания, удаления твердых частиц и рециркуляции воды обратно в промывочную систему и продувки в систему технической воды. В данном документе поток в канале разработан таким образом, чтобы использовать преимущества полного суммарного увеличения потока для захвата и транспортировки всех захваченных твердых частиц в классификатор для осаждения и удаления. Классификатор, который может быть спирально-шнекового типа со встроенным отстойником и желобами для перелива, выгружает отделенные твердые частицы на конвейер для мелких частиц для транспортировки в общий бункер или другой приемник. Перелив воды из желобов классификатора затем сливается в более глубокую часть отстойника, где насосы могут рециркулировать воду обратно в промывочную систему.

Как отмечено выше, согласно вариантам осуществления промывочный бункер 3 несущей ветви преимущественно зажат между несущей и возвратной ветвями 26, 28, так что мелкие частицы и вода, образующиеся в процессе охлаждения, могут улавливаться в промывочном бункере 3 несущей ветви, не задевая возвратную ветвь 26, и избегая проблем, возникающих при вымывании шлама во внешнюю ка-

наву, где трудно поддерживать скорость потока и твердые частицы оседают обычным образом, вызывая значительную проблему с техническим обслуживанием. В таких вариантах осуществления поток рециркуляционной воды из отстойника может быть уравновешен поступающей охлаждающей водой из зон охлаждения (улавливаемой в промывочных бункерах 3). Данный баланс может быть достигнут путем направления некоторой части рециркуляционного потока в качестве продувки в систему очистки технологической воды для дополнительной очистки. Эта доля продувки приблизительно эквивалентна охлаждающему потоку, подаваемому в зоны охлаждения из системы подачи технологической воды. В этой связи следует отметить, что тот же принцип балансировки применим и к первому варианту осуществления. Отличие, согласно вариантам осуществления, заключается в том, что вода из желобов для перелива на каждой стороне классификатора может быть направлена в конечный отстойник для рециркуляции, как описано здесь.

Колпак 5 для удаления пара соединен через промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви с пластинчатым лотковым конвейером 1. Колпак 5 для удаления пара обычно содержит нижние кромки, газозод, вымывающие распылители и систему измерения и балансировки.

Нижние кромки обычно соединены в виде лабиринтного расположения с боковыми стенками лотка-пластины. Лабиринтное расположение нижних кромок с боковыми стенками лотка-пластины ограничивает выход твердых частиц, воды и пара из зон охлаждения.

Газозод приспособлен для улавливания пара и мелких частиц в газозодный поток, который направляется в систему 8 скруббера пара.

Вымывающие распылители приспособлены для периодического смачивания колпака 5 для удаления пара и поверхностей газозода, что может свести к минимуму накопление на нем мелких частиц.

Система измерения и балансировки потока приспособлена для обнаружения нарушений в условиях потока, например, когда более крупные накопления фрагментов или твердых частиц попадают в канал потока и оседают в нем, создавая засор. Система измерения и балансировки потока приспособлена для предоставления указания на такое состояние оператору для технического обслуживания, такой как оповещение, аварийная сигнализация и т.п.

Как лучше всего видно на фиг. 1, система 8 скруббера пара приспособлена для гашения потока пара, конденсации пара в жидкую воду и удаления мелких частиц в сточных водах. Система 8 скруббера паров обычно содержит шламовый сток, отстойник, дымосос, датчик выбросов и специальный шламоотстойник.

Шламовый сток приспособлен для продувки в отстойник для дальнейшего отделения воды и твердых частиц.

Дымосос приспособлен для отвода оставшихся газообразных выбросов через него в систему сбора пыли или в трубу для отвода газа.

Датчик выбросов приспособлен для контроля газообразных выбросов, сбрасываемых системой 8 скруббера паров, на предмет регулируемых уровней выбросов. Продувочный шлам обычно перекачивается в специальный шламоотстойник. После осаждения сточные воды могут быть перекачаны для очистки воды, где из воды удаляются любые остаточные твердые частицы. За счет удаления мелких и других частиц из сточных вод, система 8 скруббера паров ограничивает выбросы частиц системой 10 медленно охлаждения НВИ.

Преимущественно система 8 скруббера паров приспособлена для отвода потоков газа и шлама значительно ниже 100°C и обычно в диапазоне от 50°C до 75°C.

Промывочный бункер (шлюз) 4 возвратной ветви представляет собой вторичный улавливающий бункер, расположенный под возвратной ветвью 28. Промывочный бункер (шлюз) 4 возвратной ветви может быть описан, как выше описан промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви. Однако следует отметить, что согласно вариантам осуществления, в которых небольшие классификаторы 30 расположены на стороне промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, такие классификаторы обычно не используют в промывочном бункере (шлюзе) 3 возвратной ветви ввиду меньшего количества твердых частиц, которые, как ожидается, будут улавливаться в нем. Например, промывочный бункер (шлюз) 4 возвратной ветви обычно предназначен для улавливания любого материала (твердых частиц/жидкостей), который переносится конвейером 1 по мере прохождения им возвратного пути.

Промывочный бункер (шлюз) 4 возвратной ветви обычно содержит один или более каналов бункера, промывочную форсунку и люк для технического обслуживания.

Канал бункера приспособлен для удержания остаточных мелких частиц и воды из возвратной ветви 28 конвейера и отделения их от верхней, несущей ленты 26. Канал бункера также приспособлен для улавливания и промывки остатков из системы 10 и, в частности, возвратной ветви 28 конвейера таким же или аналогичным образом, что и промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви. Таким образом, можно избежать погружения возвратной ветви 28, а также отложения мелких частиц и воды во внешнем отстойнике.

Согласно вариантам осуществления и варианту 1 в данном документе канал бункера приспособлен для промывки остатков в шнековый классификатор 30. В вариантах осуществления шнековый классификатор 30 расположен вблизи хвостового конца пластинчатого лоткового конвейера 1. В некоторых вари-

антах осуществления промывочный бункер 4 возвратной ветви содержит только одношнековый классификатор 30. Согласно вариантам осуществления возвратный бункер 4 может шлюзовать в тот же насос, что и указанный выше, с помощью одного механизма обезвоживания твердых частиц, такого как, например, один классификатор или тяговая цепь. Другие методы отделения твердых частиц также могут быть применены, включая, но не ограничиваясь этим, использование гидроциклона или наклонного пластинчатого сепаратора.

Люки для технического обслуживания обычно расположены на одинаковом расстоянии друг от друга и обеспечивают доступ в процессе эксплуатации для устранения любых засоров канала, а также полный доступ для ремонта в условиях остановки.

Загрузочный желоб в сборе 7 обычно содержит желоб 42, распределитель и точки загрузки. Желоб 42 приспособлен для минимизации высоты падения на лоток-пластину 20 и содержит угловой выход, который приспособлен для обеспечения скользящего отложения брикетов на лоток-пластину 20.

Необязательный распределитель (выравнивающее устройство 2), такой как зафиксированный гребковый механизм или лопатка, приспособлен для обеспечения равномерного распределения по лотку-пластине 20 на выходе из желоба 42. В вариантах осуществления загрузочный желоб в сборе 7 приспособлен для сведения к минимуму количества точек загрузки на основе компоновочных потребностей конкретной установки для получения НВИ.

Касательно системы 6 охлаждения опыт и испытания показывают, что наиболее равномерного охлаждения НВИ можно достичь с помощью хорошо распределенного одного слоя брикетов, взаимодействующего с участком с мелким распылением, тщательно контролируемого для минимизации водопоглощения. Однако на практике достичь такого распределения трудно, если вообще возможно, из-за случайного генерирования "пакетов" брикетов или агрегирование брикетов в количестве двух (спаренные/парные), четырех (четверка) или шести (шестерка). Данные агрегирования могут отрицательно сказаться на методе охлаждения распылением, что приведет к снижению производительности. Таким образом, практичная конструкция должна вмещать несколько слоев брикетов. В некоторых системах используют каскады воды, переливающиеся из резервуаров с водосливом, для охлаждения двух-четырёхслойного глубокого пласта НВИ. Хотя эти водосливы могли быть эффективными для охлаждения, они были подвержены засорению и выходу из строя из-за накопления мелких частиц.

В данном документе было определено, что крупные капли воды способны проникать в пласт для одновременного охлаждения нескольких слоев, в отличие от охлаждения "сверху вниз", осуществляемого за счет мелких распылений. Таким образом, соответственно варианты осуществления настоящего изобретения, подкрепленные исследованиями эффективных типов форсунок, преимущественно используют форсунки 46 для крупного распыления, например, установленные в коллекторах для покрытия пласта НВИ, когда он проходит по длине зон 44 охлаждения системы 6 охлаждения. Кроме того, эти форсунки 46 приспособлены для "грязной воды" или воды с относительно высоким содержанием TSS (общее количество суспендированных твердых частиц), так что засорение распылительных форсунок также снижается. Данные форсунки 46 предпочтительно выбирают на основе испытаний, чтобы обеспечить, например, "полноконусную" форму распыления с крупными (~0,8-2 мм в диаметре, основа Dp50) каплями для лучшего проникновения в пласт НВИ. Такие форсунки 46 были испытаны на более тонких распылительных форсунках, чтобы сделать этот выбор.

Таким образом, система 6 охлаждения, как лучше всего видно на фиг. 1, 2, 5 и 6, обычно содержит манифольды, форсунки 46, устройства для измерения температуры и дополнительную систему сливных форсунок. Согласно вариантам осуществления пластинчатый лотковый конвейер 1 разделен на зоны 44 охлаждения, и над каждой зоной 44 охлаждения расположен манифольд. Форсунка 46 может быть установлена на каждом манифольде над зоной 44 охлаждения и ориентирована для обеспечения оптимального охлаждения брикетов в соответствующей зоне 44 охлаждения. Форсунки 46 приспособлены для сведения к минимуму образования налета из-за скопления в них мелких частиц и приспособлены для работы с обычной технологической водой установки, рециркулирующей и содержащей в себе известные уровни примесей.

Форсунки 46 обычно расположены на высоте над пластинчатым лотковым конвейером 1, к которому легко получить доступ, например, без использования дополнительного оборудования для облегчения быстрой замены форсунок и очистки.

Устройство для измерения температуры может содержать кожух вокруг него и обычно приспособлено для оценки температуры брикетов в каждой зоне 44 охлаждения. Согласно вариантам осуществления температура может быть измерена на входе в первую зону охлаждения и возможно снова в промежуточном положении, таком как, например, зона 72 измерения промежуточной температуры на фиг. 6, а затем в зоне выгрузки перед выходом конвейера. Вышеизложенное преимущественно обеспечивает пространство для высыхания любой нанесенной воды с поверхности перед бесконтактной зоной.

Дополнительная система сливных форсунок предназначена для быстрого гашения брикетов в случае перегрева или другого случая сбоя. В частности, дополнительная система сливных форсунок приспособлена для гашения брикетов в случаях сбоя в работе, таких как обработка горячим переплавом/оксидом, серьезные проблемы с предшествующим технологическим процессом или другие условия,

при которых существует необходимость быстрого гашения транспортируемого материала. Форсунки дополнительной системы сливных форсунок обычно закрыты кожухом (потоком инертного газа) и приспособлены для того, чтобы оставаться сухими во время общей работы системы 10 до тех пор, пока не возникнет необходимость в их использовании, например, во время условия сбоя. Дополнительная система сливных форсунок содержит быстродействующий клапан системы затопления, который приспособлен для открытия и пропускания достаточного потока воды для затопления дополнительной системы сливных форсунок.

При работе согласно вариантам осуществления и с конкретной ссылкой на фиг. 2, горячие брикеты 40 поступают и сползают вниз по желобу 42 загрузочного желоба в сборе 7. Там горячие брикеты 40 обычно укладываются на пласт или другую поверхность на пластинчатом лотке 20 пластинчатого лоткового конвейера 1, работающего по непрерывной продолговатой петле. При необходимости устройство 2 для выравнивания нагрузки растягивает материал для получения более равномерного распределения. Затем пласт материала непрерывно передвигают в зоны 44 охлаждения системы 6 охлаждения. Зоны 44 охлаждения также изображены на фиг. 6 как включающие колпаки трапециевидной формы. Трапециевидная форма колпака предпочтительно обеспечивает желаемый охват, чтобы обеспечить постоянное отрицательное давление во всех зонах 44 охлаждения и достаточно низкую скорость газа, позволяющую более крупным частицам и избыточной воде выпадать обратно на конвейер 1 вместо втягивания в газопровод для удаления пара. Однако следует понимать, что могут быть использованы другие подходящие конструкции. Как показано на фиг. 2, 5 и 6, согласно вариантам осуществления секция охлаждения разделена на шесть зон 44 охлаждения. Однако можно применять большее или меньшее количество зон в зависимости от желаемых размеров системы и т.д. Как правило, в каждой зоне 44 охлаждения имеются трубные коллекторы с вышеописанными охлаждающими распылительными форсунками 46. Преимущественно скорость потока из этих форсунок 46 может варьироваться, но обычно каждая из них работает с установленным потоком для заданной производительности.

Как отмечено выше, в вариантах осуществления преимущественно используют распылительные форсунки 46, которые могут быть установлены в коллекторах для покрытия пласта НВІ по мере его прохождения по длине зон 44 охлаждения системы 6 охлаждения. Кроме того, эти форсунки 46 приспособлены для "грязной воды" или воды с относительно высоким содержанием TSS (общее количество суспендированных твердых частиц), так что засорение распылительных форсунок также снижается. Данные форсунки 46 предпочтительно выбирают на основе испытаний, чтобы обеспечить, например, "полноконусную" форму распыления с крупными (~0,8-2 мм в диаметре, основа Dp50) каплями для лучшего проникновения в пласт НВІ. Такие форсунки 46 были испытаны на более тонких распылительных форсунках, чтобы сделать этот выбор. Форсунки 46 могут иметь перекрывающуюся треугольную форму, как показано, например, на фиг. 1, продолговатую конструкцию распылителя, как показано на фиг. 4, или конструкцию коллектора, как показано на фиг. 5 среди других подходящих конструкций. В качестве примера и со ссылкой на фиг. 5, каждая труба может иметь ряд форсунок, направленных вниз к конвейеру 1. Опять же, было определено, что выбор форсунки 46 для обеспечения размера крупных капель, такого как указанный выше размер крупных капель, является предпочтительным и может обеспечить эффект каскадного водопада на пласте горячих брикетов 40, которые могут быть в несколько слоев, движущихся по конвейеру 1. Данный эффект крупного распыления в отличие от разбрызгивания при мелком распылении, достигаемый за счет использования форсунок 46 для крупного распыления, таких как распылительные форсунки полноконусной формы, обеспечивающие указанный выше размер крупных капель в качестве неограничивающего примера, эффективно охлаждает слои материала, проникая глубоко в пласт. Такие функции также заменяют и решают предыдущие проблемы, связанные с заполнением канавок водослива мелким материалом и последующим засорением, что приводит к незначительному потоку воды.

Когда пласт брикетов проходит через зоны 44 охлаждения и охлаждается, он соответственно выделяет пар, который может быть удален колпаком 5 для удаления пара через газопровод 48, поступающий в систему 8 скруббера паров, лучше всего видимую на фиг. 1. Этот "грязный" пар, содержащий воду и некоторое количество мелкого материала, может поступать в систему 8 скруббера паров, где горячий пар охлаждается, вода конденсируется и "грязный" материал удаляется с помощью скруббера. Затем пласт охлажденного материала перемещается к головному концу конвейера 1, где охлажденные брикеты могут быть выгружены, например, на другой конвейер для хранения, транспортировки и т.д. В связи с этим следует отметить, что в вариантах осуществления можно, таким образом, предпочтительно охлаждать НВІ от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты, после чего температура материала может быть снижена еще больше до приблизительно 85°C и ниже приблизительно 130°C при выгрузке.

Как дополнительно описано ниже, любому материалу, проходящему через лоток-пластину 20 через отверстия или пазы 24, преимущественно может стекать и собираться в промывочном бункере (шлюзе) 3 несущей ветви. Таким образом, под несущей стороной конвейера 1 расположен промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви и любая охлаждающая вода, не испарившаяся, может быть отфильтрована вниз

через пласт материала и лоток-пластину 20, и преимущественно попадать в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви, неся мелкие частицы и прочее вместе с ним. Как описано выше, промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви оснащен боковыми промывочными или вымывающими распылителями 34 и форсунками с потоком в канале для улавливания и транспортировки такой воды и мелкого материала к хвостовому концу конвейера 1, где такой материал может быть выгружен, например, в отстойник сепаратора или шнековые классификаторы 30 промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, где твердые частицы могут быть отделены, как описано выше.

Под вышеуказанным расположена возвратная ветвь 28 (возвратная сторона конвейера 1). По мере движения конвейера 1 обратно к хвостовому концу, остаточные мелкие частицы и другие остаточные твердые частицы могут выпасть во время процесса и улавливаться в промывочном бункере (шлюзе) 4 возвратной ветви, где этот материал предназначен для промывки до конца, например, в отстойник 48.

Следует дополнительно отметить, что по мере движения конвейера 1 по возвратной стороне, можно использовать чистящее устройство 50, такое как, например, распылители или вращающиеся щетки, для очистки возвратной стороны (возвратной ветви 28 конвейера 1) по мере ее движения вокруг звездочки 18 на головном конце. Преимущество таких распылителей или вращающихся щеток заключается в том, что они позволяют первоначально удалять любой материал на более раннем этапе и сбрасывать его, например, в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви.

Что касается дальнейшей эксплуатации и конкретной ссылки на фиг. 1 и 2, по мере движения конвейера 1 через зоны 44 охлаждения, скорость потока охлаждающих форсунок 46 можно регулировать для соответствия со скоростью охлаждения, желаемой для конкретной производительности материала. Опять же, согласно вариантам осуществления тип форсунки охлаждающих форсунок 46 предпочтительно выбран таким образом, чтобы обеспечить указанный выше крупный размер капель, чтобы избежать переохлаждения верхнего слоя брикетов и недостаточного охлаждения нижнего слоя, тем самым достигая сбаластированного эффекта охлаждения.

Со ссылкой далее на фиг. 3, фиг. 3 представляет собой схематическое изображение, иллюстрирующее другой иллюстративный вариант осуществления системы 10 медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению, который является дополнительной модификацией по фиг. 1 и зеркально отражает фиг. 1. Таким образом, фиг. 3 можно описать так же, как в случае с фиг. 1. Однако на фиг. 3 и желоб 52 для перелива или водослив присутствуют ниже, например, каждый классификатор 30. Желоб 52 для перелива преимущественно действует как чистящий механизм, позволяя более чистой воде переливаться, оставляя "грязную" воду. Как отмечено выше, было определено, что предпочтительно регулировать поток воды в канале канальной форсунки 32 в минимальном и максимальном диапазоне, чтобы обеспечить достаточную скорость выпадения твердых частиц в шнековом классификаторе 30. Примером подходящего диапазона является поток воды от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин. Было обнаружено, что такой диапазон для форсунок 32 с потоком в канале обеспечивает выпадение твердых частиц при более чем 50% удержании твердых частиц в желобе шнекового классификатора. При использовании желоба 52 определенное количество воды может быть удалено из каждого классификатора 30 и способствовать поддержанию желаемой скорости потока.

На фиг. 3 дополнительно проиллюстрирована транспортировка 54 мелких твердых частиц, которая может включать конвейер, который забирает твердые частицы, которые падают на желоб 36 и опорную конструкцию 51. На фиг. 3 дополнительно проиллюстрирован угол приблизительно 35 градусов (приблизительный минимальный угол от горизонтали) для стенок 29 как промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, так и промывочного бункера (шлюза) 4 возвратной ветви. Преимущественно было обнаружено, что 35 градусов или более было бы достаточным.

С дополнительной ссылкой на фиг. 3, система 10 медленного охлаждения НВИ дополнительно содержит отвод 56 для пара над вышеописанным колпаком 5 для удаления пара. Форсунки 46 зоны охлаждения показаны здесь в виде манифольда распылительных форсунок с полноконусными форсунками для крупного распыления, также описанными выше. Лоток-пластина 20 на стороне нагрузки (несущая ветвь 26) и лоток-пластина 20 возвратной ветви (возвратная ветвь 28) дополнительно проиллюстрированы с начальным диаметром 58 между ними, который изменяется в зависимости от глубины бункера (шлюза) 3. Дополнительно показаны промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви и промывочный бункер (шлюз) 4 возвратной ветви, разгружающие трубы 60, которые проходят в отстойник (не показан на фиг. 3). Ширина для установки наружных колес и ширина рамы 62, 64 соответственно показаны на ней дополнительно.

Следует дополнительно отметить, что колпак 5 для удаления пара сконструирован согласно вариантам осуществления для зацепления с боковыми стенками пластинчатого лоткового конвейера 20. Может существовать подъем для достижения боковой стенки, которая может перекрывать ту, что находится за ней, и в нижней части колпака 5 для удаления пара находится лабиринтное уплотнение 66 между колпаком и боковой стенкой также показано на фиг. 3, чтобы сохранить внутри как можно больше пара и твердых частиц.

Со ссылкой далее на фиг. 4, в этом варианте осуществления системы медленного охлаждения НВИ или системы 10 охлаждения брикетов охлаждающие распылительные форсунки 46 показаны над лотком-

пластиной 20 на стороне нагрузки (несущая ветвь 26). В этом варианте осуществления классификаторы 30 могут быть не установлены в промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви, а поток воды не регулироваться в указанном выше диапазоне приблизительно от 50 галлонов/мин до 150 галлонов/мин. Вместо этого поток в канале канальной форсунки 32 достаточен для отвода мелких частиц и другого материала, например, в отстойник. Этот поток в канале усиливается за счет предпочтительных боковых промывочных или вымывающих распылителей 34.

На фиг. 5 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вид сверху иллюстративного варианта осуществления системы 10 медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению, в частности, иллюстрирующее зоны 44 охлаждения и точки 68 загрузки; и на фиг. 6 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее вид сбоку по фиг. 5. Фиг. 5 и 6 можно описать так же, как в случае с фиг. 2. Кроме того, на фиг. 6 показаны четыре точки 68 загрузки и желоба 42 для введения брикетов на хвостовом конце конвейера 1. Однако следует отметить, что количество точек 68 загрузки может варьироваться в зависимости от конструкции, особенно для более крупных установок, потенциально требующих большего количества точек 68 загрузки. На фиг. 5 и 6 дополнительно показана зона 70 измерения температуры, которая способствует получению начального измерения перед входом в зоны 44 охлаждения и на выходе из зон охлаждения, поскольку было установлено, что это более точно, чем полученные измерения температуры внутри зон 44 охлаждения. Согласно дополнительному варианту осуществления промежуточная зона 72 измерения температуры может присутствовать, например, между любыми двумя зонами 44 охлаждения в их сухой секции для дополнительной точности. Как дополнительно показано на фиг. 5 и 6, насосная система, такая как продувочный или шламовый сепаратор и отстойник 76 насоса, может быть расположена в непосредственной близости от конвейера 1, чтобы свести к минимуму расстояние для протекания такого шлама из бункеров (шлюзов) 3, 4. В связи с этим и как также показано на фиг. 3, разгружающие трубы 60 бункера (шлюза) 3, 4 представляют собой трубы на концах бункера (шлюза) 3, 4, которые могут проходить в отделение шлама и отстойник 76 насоса, и множество этих труб затем могут быть соединены с большой системой очистки для приема шлама (например, мелких частиц и воды), где твердые частицы отделяются от потока, а переливная вода может быть подана в секцию отстойника насоса.

На фиг. 7 представлено схематическое изображение, иллюстрирующее частичный вид сбоку иллюстративного варианта осуществления системы 10 медленного охлаждения НВИ согласно настоящему изобретению, в частности, иллюстрирующее вышеописанные преимущественные форсунки 32 с потоком в канале. Таким образом, согласно вариантам осуществления, которые могут быть отнесены как вариант 2 в данном документе, вместо использования классификатора 30 на стороне, например, промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви, как показано на фиг. 1, структуру потока регулируют таким образом, что материал (например, твердые частицы, такие как мелкие частицы и жидкости) промывается или направляется в хвостовой конец конвейера 1 и, например, в отделение шлама и отстойник 76 насоса, как показано на фиг. 6. Такая конструкция особенно предпочтительна при периодической обработке больших количеств мелких частиц и особенно полезна на крупных установках. Таким образом, в этом варианте осуществления промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви по-прежнему зажат между возвратной и несущей ветвями 26, 28, однако шнековый классификатор 30 может быть не использован.

На фиг. 8 и 9 представлены схематические изображения, иллюстрирующие иллюстративные варианты осуществления части лотка-пластины 20, в частности, иллюстрирующие отверстия 24 в нем. На фиг. 8 отверстия 24 показаны в виде насечек, расположенных на задней кромке. Подходящий размер может составлять приблизительно $\frac{1}{4}$ дюйма на 1 дюйм, однако могут быть использованы и другие подходящие размеры. Подобным образом, на фиг. 9 показаны отверстия 24 в виде удлиненных пазов. Подходящие размеры этих пазов могут составлять приблизительно $\frac{1}{4}$ дюйма на 2 дюйма, однако могут быть использованы и другие подходящие размеры. Дополнительно показаны на фиг. 8 и 9 цепь 12, лоток-пластина или несущий ролик 14 и боковая стенка 74.

На фиг. 10 представлена схематическая блок-схема иллюстративного варианта осуществления способа медленного охлаждения согласно настоящему изобретению. Согласно варианту осуществления способ 84 включает по меньшей мере 86 предоставление конвейерной системы охлаждения брикетов, при этом система содержит: пластинчатый лотковый конвейер, содержащий: а) лоток-пластину или множество лотков-пластин, содержащих отверстия для слива воды с пластинчатого лоткового конвейера; б) верхнюю несущую ветвь лотков-пластин; и с) нижнюю возвратную ветвь лотков-пластин; и промывочный бункер несущей ветви, расположенный между верхней несущей ветвью лотков-пластин и нижней возвратной ветвью лотков-пластин, при этом промывочный бункер несущей ветви улавливает мелкие частицы и воду из системы; и охлаждение горячебрикетированного железа по мере перемещения железа по пластинчатому лотковому конвейеру от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 минуты и не менее чем за 1,5 минуты, при этом температура выгрузки составляет приблизительно больше 85°C и меньше приблизительно 130°C.

Таким образом, преимущества варианта осуществления настоящего изобретения включают использование отверстий 24 лотка-пластины 20 конвейера 1, обеспечивающих достаточный слив в бункеры

(шлюзы) 3, 4, как описано выше, и при этом лоток-пластина 20 и компоненты конвейера 1 не погружены в воду. В попытке достичь желаемого медленного охлаждения в предыдущих системах использовался лоток-пластина, полностью погруженный в резервуар для воды, например, по меньшей мере на половину длины вращения конвейера, что может привести к механическим поломкам, износу и повреждению. В некоторых известных системах твердые частицы, такие как мелкие частицы, падали бы на дно резервуара для воды, оснащенного тяговой цепью, которая вытягивала бы материал, например, на забирающий конвейер. Согласно вариантам осуществления, такой резервуар для воды и эксплуатация предпочтительно заменяются использованием вышеописанных бункеров (шлюзов) 3, 4.

Дополнительные преимущества вариантов осуществления включают возможность удерживать цепи 12 и ролики 14 в непогруженном состоянии; и надлежащее и улучшенное обращение с водой и мелким материалом. Вышеуказанное может быть преимущественно достигнуто, например, размещением промывочного бункера (шлюза) 3 несущей ветви между несущей и возвратной ветвями 26, 28 пластинчатого лоткового конвейера 1.

Еще дополнительные преимущества вариантов осуществления включают выбор охлаждающей форсунки 46 для предоставления капель крупного размера. Данный эффект крупного распыления в отличие от разбрызгивания при мелком распылении, достигаемый за счет использования форсунок 46 для крупного распыления, эффективно охлаждает слои брикетов, проникая глубоко в пласт. Такие функции также заменяют и решают предыдущие проблемы, связанные с заполнением канавок мелким материалом и последующим засорением материалом.

Дополнительные преимущества включают использование классификатора 30, встроенного в боковую часть бункера (шлюза) 3, как показано на фиг. 1; использование боковых промывочных или вымывающих распылителей 34 в бункерах (шлюзах) 3, 4; и преимущественные потоки в канале, все из которых помогают обеспечить улучшенную очистку системы 10, согласно вариантам осуществления и как описано выше.

Еще дополнительные преимущества и признаки различных вариантов осуществления настоящего изобретения содержат: промывочный бункер (шлюз) 3 несущей ветви, включающий последовательно расположенные водосливы и включающий шнековые классификаторы 30, при этом каждый классификатор 30 может содержать желоб для перелива воды для регулирования суммарного потока в канале бункера с известными рабочими параметрами; бункер 3 выгружает во впадину смонтированный классификатор, который отводит воду в насос отстойника, а насосная система рециркулирует воду в вымывающие распылители с частью для продувки для очистки технологической воды; промывочный бункер 3 несущей ветви и промывочный бункер 4 возвратной ветви выполнены с возможностью отвода потока во впадину смонтированный классификатор 78, а классификатор 78 выполнен с возможностью отвода воды в отстойник 80 насоса; при этом система выполнена с возможностью рециркуляции воды в вымывающие распылители и очистки воды (показано на фиг. 82); поток продувки уравновешивается потоком охлаждающей струи в зоне охлаждения; конвейер 1 наклонен на одном уровне, чтобы обеспечить поток шлюза обратно в систему классификации; загрузочные желоба НВИ расположены по длине и в местах в соответствии с уклоном; секция охлаждения оснащена одной или более зонами без распыления для облегчения бесконтактного контроля температуры с помощью датчика с широким полем обзора; система управления, выполненная с возможностью контроля массового потока и температуры поступающего НВИ, а также регулирования скорости конвейера и потока охлаждения для достижения желаемой цели охлаждения в точке выгрузки; где целевая температура охлаждения составляет более чем приблизительно 85°C и менее чем 130°C на выходе для сохранения достаточного количества энергии в НВИ для снижения уровня остаточной влажности до менее чем приблизительно 1,5% по весу. Согласно дополнительным преимущественным и неограничивающим вариантам осуществления пластинчатый лотковый конвейер содержит: а) множество лотков-пластин, при этом лотки-пластины содержат отверстия, приспособленные для слива воды из лотков-пластин; б) пара конвейерных цепей, которые соединяют лотки-пластины с обеих сторон в непрерывную ветвь, образуя сторону опоры или ветвь, которая выносит продукт с конвейера, и возвратную сторону или ветвь после того, как продукт выгружен с конвейера и цепь выходит из звездочек привода; в) ролики, которые поддерживают лоток-пластину при его перемещении для транспортировки продукта; г) опорные рельсы, по которым проходят ролики; е) пара звездочек привода на головном валу обеспечивают тягу цепи для перемещения продукта; и ф) пара хвостовых звездочек на хвостовом валу для направления лотков-пластин назад для улавливания продукта, выгружаемого на конвейер.

Хотя настоящее изобретение проиллюстрировано и описано со ссылкой на его предпочтительные варианты осуществления и конкретные их примеры, специалистам в данной области техники будет очевидно, что другие варианты осуществления и примеры могут выполнять подобные функции и/или достигать подобных результатов. Все такие эквивалентные варианты осуществления и примеры находятся в рамках идеи и объема настоящего изобретения и предусмотрены им. Кроме того, все признаки и элементы, описанные в данном документе, могут быть использованы в любой комбинации друг с другом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Конвейерная система охлаждения брикетов, содержащая:
пластинчатый лотковый конвейер, содержащий: а) множество лотков-пластин, содержащих отверстия, приспособленные для слива воды с пластинчатого лоткового конвейера; б) верхнюю несущую ветвь лотков-пластин; и с) нижнюю возвратную ветвь лотков-пластин; и промывочный бункер несущей ветви, расположенный между верхней несущей ветвью лотков-пластин и нижней возвратной ветвью лотков-пластин, при этом промывочный бункер несущей ветви выполнен с возможностью улавливания мелких частиц и воды из системы.
2. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.1, отличающаяся тем, что система выполнена с возможностью медленного охлаждения горячих брикетов от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 мин и не менее чем за 1,5 мин.
3. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.1, отличающаяся тем, что содержит промывочный бункер возвратной ветви, расположенный под возвратной ветвью, при этом промывочный бункер несущей ветви содержит:
вымывающие распылители, приспособленные для смачивания сторон промывочного бункера несущей ветви, и форсунку с потоком в канале, выполненную с возможностью создания потока воды в канале для промывки твердых частиц до желаемого выхода, при этом поток составляет от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин.
4. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.1, отличающаяся тем, что промывочный бункер несущей ветви содержит по меньшей мере один шнековый классификатор, а каждый шнековый классификатор содержит желоб для перелива воды.
5. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.3, отличающаяся тем, что промывочный бункер несущей ветви содержит дно бункера, которое является дугообразным, v-образным или трапециевидным.
6. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.1, отличающаяся тем, что содержит систему охлаждения, при этом система охлаждения содержит множество форсунок для крупного распыления, выполненных с возможностью распыления воды на брикеты в виде крупных капель воды диаметром от приблизительно 0,8 до приблизительно 2 мм.
7. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.3, отличающаяся тем, что промывочный бункер несущей ветви и промывочный бункер возвратной ветви выполнены с возможностью отвода потока во впитывающий смонтированный классификатор, а классификатор выполнен с возможностью отвода воды в отстойник насоса.
8. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.3, отличающаяся тем, что система выполнена с возможностью рециркуляции воды в вымывающие распылители и очистки воды.
9. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.1, отличающаяся тем, что конвейер наклонен на одном уровне, а система содержит желоб для загрузки горячебрикетированного железа, соединенный с конвейером, и устройство для выравнивания нагрузки на конвейере, выполненное с возможностью равномерного растягивания железа, причем устройство для выравнивания нагрузки содержит спиральный шнек.
10. Конвейерная система охлаждения брикетов по п.1, отличающаяся тем, что возвратная ветвь оснащена чистящими распылительными форсунками для вымывания любого остаточного материала с лотка-пластины в промывочный бункер возвратной ветви.
11. Способ охлаждения горячебрикетированного железа включает:
предоставление конвейерной системы охлаждения брикетов, при этом система содержит:
пластинчатый лотковый конвейер, содержащий: а) множество лотков-пластин, содержащих отверстия для слива воды с пластинчатого лоткового конвейера; и б) верхнюю несущую ветвь лотков-пластин; и с) нижнюю возвратную ветвь лотков-пластин; и
промывочный бункер несущей ветви, расположенный между верхней несущей ветвью лотков-пластин и нижней возвратной ветвью лотков-пластин, при этом промывочный бункер несущей ветви улавливает мелкие частицы и воду из системы; и
охлаждение горячебрикетированного железа по мере перемещения железа по пластинчатому лотковому конвейеру от температур брикетирования приблизительно 650-700°C до 400°C приблизительно за 2 мин и не менее чем за 1,5 мин, при этом температура выгрузки составляет приблизительно больше 85°C и меньше приблизительно 130°C.
12. Способ по п.11, отличающийся тем, что конвейерная система охлаждения брикетов содержит промывочный бункер возвратной ветви, расположенный под возвратной ветвью, и при этом промывочный бункер несущей ветви содержит:
вымывающие распылители для смачивания сторон промывочного бункера несущей ветви и форсунку с потоком в канале для создания потока воды в канале для промывки твердых частиц до желаемого выхода, при этом поток составляет от приблизительно 50 галлонов/мин до приблизительно 150 галлонов/мин.
13. Способ по п.11, отличающийся тем, что промывочный бункер несущей ветви содержит по

меньшей мере один шнековый классификатор, а каждый шнековый классификатор содержит желоб для перелива воды.

14. Способ по п.12, отличающийся тем, что промывочный бункер несущей ветви содержит дно бункера, которое является дугообразным, v-образным или трапециевидным.

15. Способ по п.11, отличающийся тем, что конвейерная система охлаждения брикетов содержит систему охлаждения, при этом система охлаждения содержит множество форсунок для крупного распыления для распыления воды на брикеты в виде крупных капель воды диаметром от приблизительно 0,8 до приблизительно 2 мм.

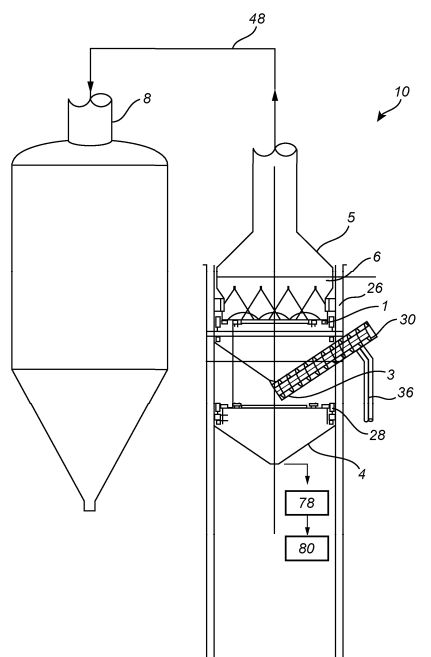
16. Способ по п.12, отличающийся тем, что промывочный бункер несущей ветви и промывочный бункер возвратной ветви отводят поток во впитывающую смонтированный классификатор, а классификатор отводит воду в отстойник насоса.

17. Способ по п.12, отличающийся тем, что система охлаждения брикетов рециркулирует воду в вымывающие распылители и очищает воду.

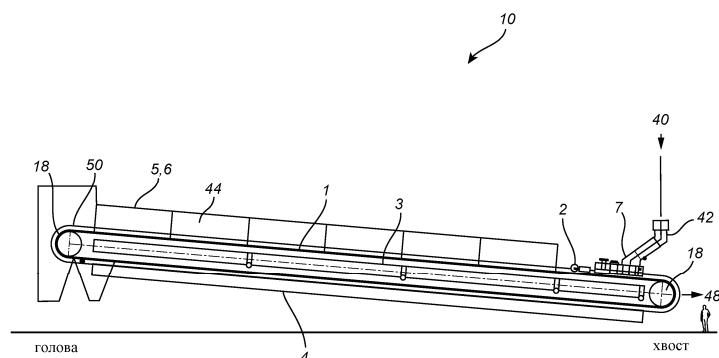
18. Способ по п.11, отличающийся тем, что конвейер наклонен на одном уровне, а система содержит желоб для загрузки горячебрикетированного железа, соединенный с конвейером, и устройство для выравнивания нагрузки на конвейере, выполненное с возможностью равномерного растягивания железа, причем устройство для выравнивания нагрузки содержит спиральный шнек.

19. Способ по п.11, отличающийся тем, что возвратная ветвь оснащена чистящими распылительными форсунками для вымывания любого остаточного материала с лотка-пластины в промывочный бункер возвратной ветви.

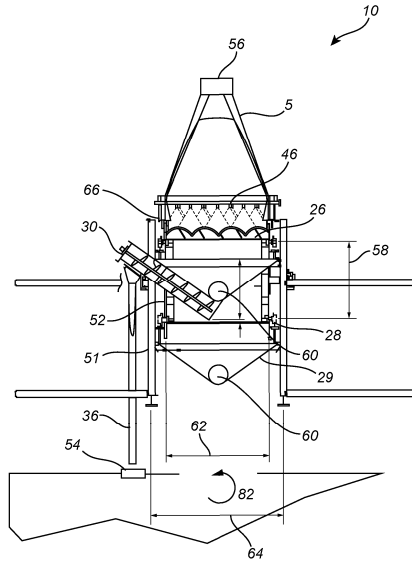
20. Способ по п.11, отличающийся тем, что после охлаждения в выгруженном железе сохраняется уровень влажности меньше чем приблизительно 1,5% по весу.



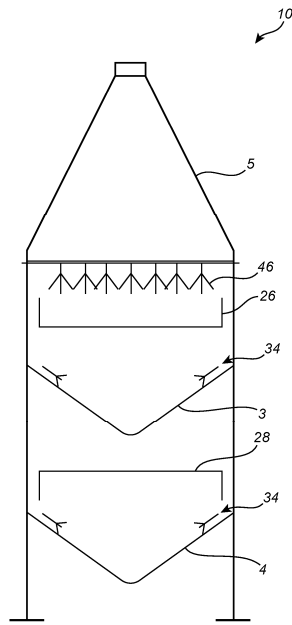
Фиг. 1



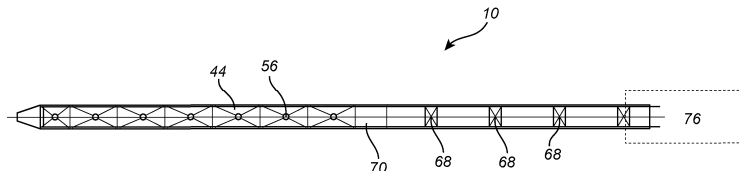
Фиг. 2



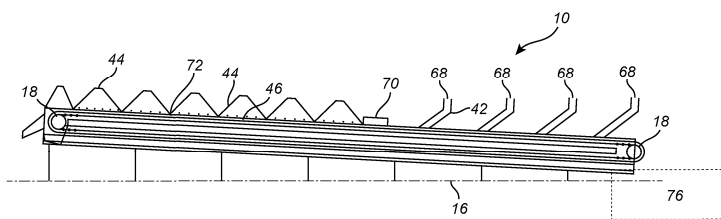
Фиг. 3



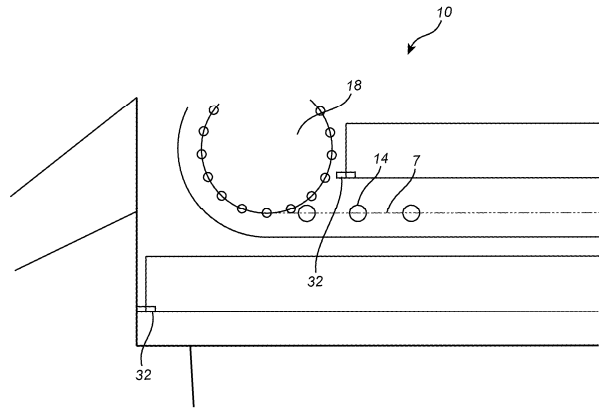
Фиг. 4



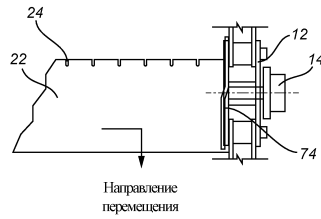
Фиг. 5



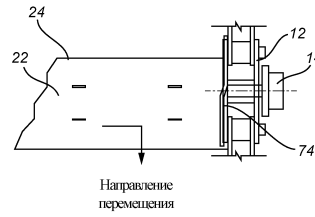
Фиг. 6



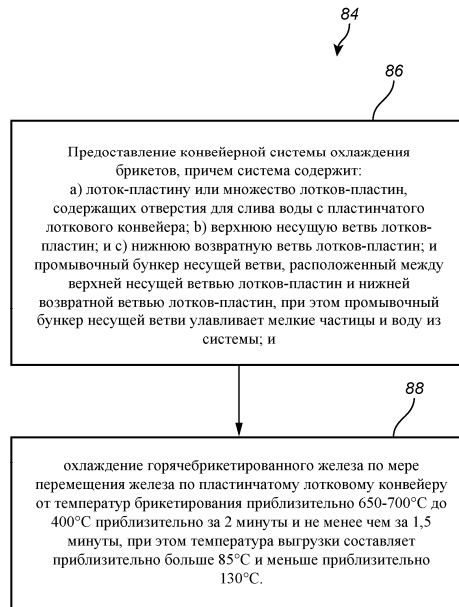
Фиг. 7



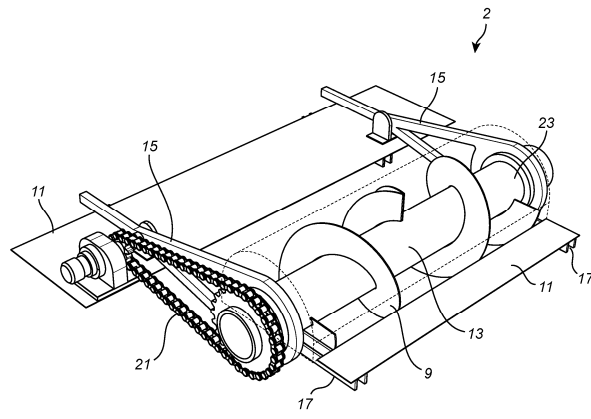
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11