

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202292602 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.11.03

(51) Int. Cl. C04B 7/44 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.03.25

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

(31) BE2020/5226; 10 2020 204 519.4

(72) Изобретатель:

(32) 2020.04.08

Лаппе Томас, Вильмс Айке (DE)

(33) BE; DE

(74) Представитель:

(86) PCT/EP2021/057662

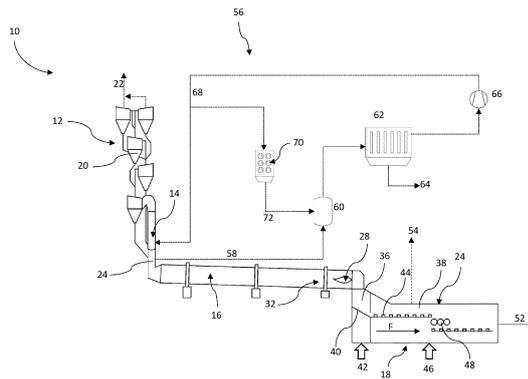
Фелицына С.Б. (RU)

(87) WO 2021/204549 2021.10.14

(71) Заявитель:

тиссенкрупп Индастриал Солюшнз
АГ (DE)

(57) Изобретение относится к способу производства цемента, включающему следующие этапы: подогрев сырьевой смеси в подогревателе (12), кальцинирование подогретой сырьевой смеси в кальцинаторе (14), обжиг подогретой и кальцинированной сырьевой смеси в печи (16) для получения цементного клинкера, охлаждение цементного клинкера в охладителе (18), отвод части отходящих газов, выходящих из печи (16), в виде байпасного газа, охлаждение байпасного газа в смешивательной камере (60) охлаждающим газом и отделение содержащейся в байпасном газе пыли, при этом охлаждающий газ по меньшей мере частично или полностью образуют из байпасного газа и/или отходящего газа кальцинатора, причем охлаждающий газ подают в смешивательную камеру (60) в соотношении с байпасным газом 2-10 к 1.



202292602
A1

202292602
A1

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Изобретение относится к способу и устройству для производства цементного клинкера, в которых отводится и обеспыливается байпасный газ.

Из уровня техники известна подача кислородсодержащего газа для сжигания топлива во вращающуюся печь или кальцинатор установки для производства цемента. Чтобы уменьшить количество отходящего газа и чтобы можно было отказаться от сложных способов очистки, например из документа DE 102018206673 A1 известно использование максимально богатого кислородом газа для сжигания, так что содержание CO_2 в отходящем газе высоко. В данном документе раскрыта подача богатого кислородом газа во впускную зону охладителя для подогрева газа и охлаждения клинкера.

В частности, при использовании топливозаменителей в печи установки для производства цемента необходима очистка отходящего газа печи в части потока отходящего газа, представляющем собой байпасный поток, чтобы отделить от байпасного газа вредные вещества. Возвращенный в процесс производства цемента байпасный газ нередко имеет слишком низкую концентрацию кислорода и CO_2 и слишком высокую концентрацию других компонентов отходящего газа, например азота, что способствует, например, образованию оксидов азота.

Задачей изобретения является создание устройства и способа производства цементного клинкера, которые обеспечивали бы высокую концентрацию CO_2 в отходящем газе и оптимизированное в отношении издержек использование концентрации кислорода в технологических газах внутри установки для производства цемента.

Согласно изобретению, эта задача решена посредством способа с признаками независимого п. 1 формулы и установки с признаками независимого п. 8 формулы. Предпочтительные варианты осуществления изобретения охарактеризованы в зависимых пунктах формулы.

Согласно первому аспекту способ производства цементного клинкера включает следующие, предпочтительно последовательные, этапы:

- подогрев сырьевой смеси в подогревателе,
- кальцинирование подогретой сырьевой смеси в кальцинаторе,
- обжиг подогретой и кальцинированной сырьевой смеси в печи для получения цементного клинкера,
- охлаждение цементного клинкера в охладителе,
- отвод части отходящих газов печи, выходящих из печи, в виде байпасного газа,
- охлаждение байпасного газа в смесительной камере охлаждающим газом,

- отделение пыли, содержащейся в байпасном газе, в пылеотделителе.

Охлаждающий газ по меньшей мере частично или полностью образован байпасным газом, и/или отходящим газом кальцинатора, и/или отходящим газом подогревателя. Под отходящим газом кальцинатора следует понимать выходящий из него отходящий газ. Предпочтительно, отходящий газ кальцинатора течет через подогреватель. Поэтому отходящий газ подогревателя включает в себя или состоит, например, полностью из отходящего газа кальцинатора. Например, часть отходящего газа подогревателя отводится и используется в качестве охлаждающего газа. Также возможно, чтобы одна часть охлаждающего газа была образована байпасным газом и/или отходящим газом кальцинатора, а, например, другая часть охлаждающего газа – газовым потоком, который не отбирался из процесса производства цемента. При этом речь может идти, например, о доменном отходящем газе. Газовый поток имеет, предпочтительно, низкую концентрацию азота, аргона и/или других неконденсируемых газов. Содержание последних, таких как азот и аргон, в газовом потоке составляет, предпочтительно, максимум 20%, предпочтительно менее 5%.

Установка для производства цемента, предпочтительно, включает в себя в направлении течения материала подогреватель, кальцинатор, печь и охладитель. В установке обрабатываемая сырьевая смесь загружается в подогреватель и подогревается. Подогреватель включает в себя несколько циклонных ступеней для отделения сырьевой смеси от газового потока. Обдуваемый газовым потоком подогреватель в противотоке сырьевой смеси служит для ее подогрева перед поступлением в кальцинатор и печь, причем газовый поток образован отходящими газами печи и кальцинатора. Подогретая в подогревателе сырьевая смесь направляется между последней и предпоследней в направлении течения материала циклонными ступенями в кальцинатор и кальцинируется там. Вслед за этим кальцинированная сырьевая смесь направляется в последнюю циклонную ступень, а оттуда – в печь. Отходящий газ печи протекает сначала через кальцинатор, затем через подогреватель и покидает его, предпочтительно, в направлении течения отходящего газа за первой циклонной ступенью в виде отходящего газа подогревателя.

Печь, предпочтительно, представляет собой вращающуюся печь с вращающейся вокруг своей продольной оси трубой, которая, предпочтительно, слегка наклонена в направлении транспортировки обжигаемого материала, так что последний движется в направлении транспортировки за счет вращения вращающейся трубы и силы тяжести. Предпочтительно, на одном своем конце печь имеет впускное отверстие для материала, предназначенное для ввода через него подогретой сырьевой смеси, а на конце,

противоположном впускному отверстию для материала, – выпускное отверстие для материала, предназначенное для вывода через него обожженного клинкера в охладитель. На конце печи со стороны выпускного отверстия для материала, предпочтительно, расположена головка печи, которая содержит горелку для обжига материала и, предпочтительно, впускное отверстие для топлива, предназначенное для ввода через него топлива в печь, предпочтительно к горелке. Печь, предпочтительно, имеет зону спекания, в которой материал по меньшей мере частично расплавляется и имеет, в частности, температуру 1500–1800°C, предпочтительно 1450–1700°C. Зона спекания включает в себя, например, головку печи, предпочтительно последнюю треть или последние две трети печи в направлении подачи материала.

Газ для сжигания полностью или частично вводится в головку печи, причем головка печи имеет, например, впускное отверстие для газа для сжигания. Предпочтительно, газ для сжигания полностью или частично вводится в печь через ее выпускное отверстие для материала.

К выпускному отверстию для материала печи, предпочтительно, примыкает охладитель для охлаждения цементного клинкера. Охладитель, предпочтительно, имеет камеру для охлаждающего газа, обдуваемую потоком охлаждающего газа для охлаждения сыпучего материала в поперечном потоке, причем камера для охлаждающего газа имеет первую секцию с первым потоком охлаждающего газа и примыкающую к ней в направлении транспортировки клинкера вторую секцию со вторым потоком охлаждающего газа, причем подаваемый в печь газ для сжигания полностью или частично образован первым потоком охлаждающего газа.

Охладитель содержит транспортирующее устройство для транспортировки сыпучего материала в направлении транспортировки через камеру для охлаждающего газа. Последняя имеет первую секцию с первым потоком охлаждающего газа и примыкающую к ней в направлении транспортировки сыпучего материала вторую секцию со вторым потоком охлаждающего газа. Вверху камера для охлаждающего газа, предпочтительно, ограничена перекрытием, а внизу – подвижной и/или неподвижной решеткой, предпочтительно лежащим на ней сыпучим материалом. Камера для охлаждающего газа представляет собой, в частности, общее пространство охладителя над сыпучим материалом, через которое протекает охлаждающий газ. Поток охлаждающего газа течет через подвижную и/или неподвижную решетку, в частности через транспортирующее устройство и сыпучий материал, в камеру для охлаждающего газа. Ее первая секция расположена, предпочтительно, в направлении течения охлаждаемого сыпучего материала непосредственно за впускным отверстием охладителя, в частности

выпускным отверстием для материала печи. Предпочтительно, клинкер падает из печи в первую секцию камеры для охлаждающего газа.

Первая секция камеры для охлаждающего газа, предпочтительно, содержит неподвижную и/или подвижную решетку, расположенную под выпускным отверстием для материала печи, так что выходящий из печи клинкер падает на неподвижную решетку, что обусловлено действием силы тяжести. Неподвижная решетка представляет собой, например, решетку, установленную под углом $10\text{--}35^\circ$, предпочтительно $12\text{--}33^\circ$, в частности $13\text{--}21^\circ$, к горизонтали и обдуваемую снизу первым потоком охлаждающего газа. В первую секцию камеры для охлаждающего газа, предпочтительно, поступает только первый поток охлаждающего газа, ускоренный, например, вентилятором. Вторая секция камеры для охлаждающего газа примыкает в направлении транспортировки сыпучего материала к первой секции и газонепроницаемо отделена от первой секции разделительным устройством. Во вторую секцию, предпочтительно, попадает только второй поток охлаждающего газа, ускоренный, например, вентилятором.

Вторая секция камеры для охлаждающего газа, предпочтительно, содержит подвижную решетку для транспортировки сыпучего материала через камеру для охлаждающего газа. Подвижная решетка включает в себя транспортирующее устройство для транспортировки материала в направлении транспортировки, причем транспортирующее устройство содержит, например, обдуваемый охлаждающим газом вентилируемый пол с множеством проходных отверстий для впуска охлаждающего газа. Последний создается, например, расположенными под вентилируемым полом вентиляторами, так что охлаждаемый сыпучий материал в направлении, поперечном направлению транспортировки, обдувается охлаждающим газом, например охлаждающим воздухом. Вентилируемый пол, предпочтительно, образует плоскость, на которой лежит сыпучий материал. Транспортирующее устройство дополнительно содержит множество подвижных в направлении транспортировки и против направления транспортировки транспортирующих элементов. Предпочтительно, вентилируемый пол полностью или частично образован транспортирующими элементами, которые, будучи расположены рядом друг с другом, образуют плоскость для размещения сыпучего материала.

Первый поток охлаждающего газа, протекающий через первую секцию камеры для охлаждающего газа, представляет собой, например, поток чистого кислорода или газа с содержанием азота менее 35 об.%, в частности менее 21 об.%, предпочтительно 15 об.% или менее, и/или содержанием кислорода более 20,5%, в частности более 30%, предпочтительно более 95%. Первая секция камеры для охлаждающего газа примыкает, предпочтительно непосредственно, к выпускному отверстию для материала печи,

предпочтительно к головке печи, так что охлаждающий газ нагревается в охладителе, а затем течет во вращающуюся печь и используется в качестве газа для сжигания. Второй поток охлаждающего газа представляет собой, например, поток воздуха.

Охладитель, предпочтительно, содержит разделительное устройство для газонепроницаемого отделения друг от друга секций камеры для охлаждающего газа.

Смесительная камера для охлаждения байпасного газа имеет, например, впускное отверстие для байпасного газа, отведенного от отходящего газа печи или отходящего газа кальцинатора. Кроме того, смесительная камера имеет дополнительное впускное отверстие для охлаждающего газа. Охлаждающий и байпасный газы смешиваются в смесительной камере, в результате чего байпасный газ охлаждается, например, до температуры 200–600°C, в частности 400–500°C. Также возможно расположить выше по потоку или ниже по потоку относительно смесительной камеры охлаждающее устройство внутри байпасной системы, в результате чего байпасный газ внутри смесительной камеры или в расположенном ниже по потоку охлаждающем устройстве охлаждается до вышеназванной температуры.

Охлаждающий газ, образованный байпасным газом и/или отходящим газом подогревателя, дает то преимущество, что он имеет высокую долю CO_2 и/или низкую долю неконденсируемых газов, поэтому байпасный газ даже после охлаждения в смесительной камере может быть возвращен в процесс производства цемента, в частности в кальцинатор, без существенного снижения содержания CO_2 в отходящем газе или повышения содержания неконденсируемых газов. Высокое содержание CO_2 в отходящем газе обеспечивает его эффективную и простую очистку, причем он может использоваться также в последующих процессах, например при сушке размолотого материала.

Согласно первому варианту, охлаждающий газ полностью или частично образован частью обеспыленного и охлажденного байпасного газа, причем часть байпасного газа, не подаваемая в смесительную камеру, подается в кальцинатор, печь и/или охладитель. Например, обеспыленный байпасный газ подается в головку печи или первую секцию камеры для охлаждающего газа. Обеспыленный байпасный газ представляет собой по меньшей мере частично обеспыленный газовый поток. Предпочтительно, охлаждающий газ образован из части обеспыленного и охлажденного байпасного газа, составляющей 0–70%, в частности 20–50%. Байпасный газ разделяется в направлении течения газа, предпочтительно за смесительной камерой и расположенным за ней пылеотделителем, на поток охлаждающего газа и газовый поток кальцинатора, причем поток охлаждающего газа, предпочтительно, охлаждается и подается в смесительную камеру, а газовый поток

кальцинатора подается в кальцинатор. Пылеотделитель представляет собой, например, фильтре горячего газа, электрофильтр или циклон-сепаратор.

Согласно другому варианту байпасный газ отводится между печью и кальцинатором или ниже по потоку относительно кальцинатора. Отведенный между печью и кальцинатором байпасный газ имеет температуру, предпочтительно, 1070°C, причем байпасный газ, отведенный ниже по потоку относительно кальцинатора, имеет температуру, предпочтительно, 920°C.

Согласно другому варианту перед поступлением в смесительную камеру охлаждающий газ охлаждается. При поступлении в смесительную камеру охлаждающий газ имеет температуру, например, 100–200°C, в частности 100–120°C. Согласно другому варианту охладитель, расположенный выше по потоку относительно смесительной камеры, является испарительным охладителем или газо-газовым теплообменником.

Охлаждающий газ подается в смесительную камеру в соотношении с байпасным газом 2–10 к 1, в частности 3–8 к 1, предпочтительно 5 к 1. Это обеспечивает надежное охлаждение байпасного газа, так что может происходить следующее за смесительной камерой пылеотделение.

Согласно другому варианту по меньшей мере часть охлажденного и обеспыленного байпасного газа подается в кальцинатор, печь и/или охладитель. Например, после охлаждения и обеспыливания байпасный газ полностью подается в кальцинатор, печь и/или охладитель. В этом случае охлаждающий газ, например, полностью образован отходящим газом кальцинатора, в частности отходящим газом подогревателя. Охлаждающий газ отводится, предпочтительно, от отходящего газа подогревателя и, например, перед поступлением в смесительную камеру охлаждается в охладителе.

Согласно другому варианту в печь и кальцинатор подается газ для сжигания с содержанием кислорода более 20,5%, в частности более 30%, предпочтительно более 95%. Газ для сжигания состоит, например, полностью из чистого кислорода, причем содержание кислорода в газе для сжигания составляет 100%.

Изобретение относится также к установке для производства цемента, содержащей подогреватель (12) для подогрева сырьевой смеси, кальцинатор (14) для кальцинирования подогретой сырьевой смеси, печь (16) для обжига сырьевой смеси для получения цементного клинкера, охладитель (18) для охлаждения цементного клинкера и байпасную систему, содержащую - байпасный трубопровод, присоединенный ниже по потоку в направлении течения отходящего газа печи, для отвода части отходящего газа печи в виде байпасного газа,

- смесительную камеру для охлаждения байпасного газа охлаждающим газом и
- пылеотделитель для отделения пыли, содержащейся в байпасном газе.

Пылеотделитель, и/или подогреватель, и/или кальцинатор соединены со смесительной камерой для подачи в нее охлаждающего газа. Описанные в отношении способа производства цементного клинкера варианты и преимущества в части устройства относятся также к установке для производства цемента. Смесительная камера выполнена таким образом, что охлаждающий газ подается в смесительную камеру в соотношении с байпасным газом 2–10 к 1. В частности, смесительная камера содержит устройство управления, выполненное с возможностью регулирования количества подаваемого в нее охлаждающего газа, в частности управления и/или регулирования. Например, смесительная камера содержит дозирующее устройство, такое как клапан, посредством которого регулируется количество охлаждающего газа и которое, предпочтительно, соединено с устройством управления.

Согласно одному варианту, байпасная система содержит ответвление для отвода одной части байпасного газа, которое расположено ниже по потоку относительно пылеотделителя и соединено со смесительной камерой для подачи в нее одной части байпасного газа и с кальцинатором, печью и/или охладителем для подачи в них другой части байпасного газа.

Согласно другому варианту, байпасный трубопровод расположен между печью и кальцинатором или ниже по потоку относительно кальцинатора.

Согласно другому варианту, байпасная система содержит охладитель, расположенный выше по потоку относительно смесительной камеры. Согласно другому варианту, охладителем является испарительный охладитель или газо-газовый теплообменник.

Краткое описание чертежей

Ниже изобретение более подробно поясняется с помощью нескольких примеров его осуществления со ссылкой на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 схематично показана установка для производства цемента с байпасной системой в соответствии с одним примером;

на фиг. 2 – установка для производства цемента с байпасной системой в соответствии с другим примером;

на фиг. 3 – установка для производства цемента с байпасной системой.

На фиг. 1 изображена установка 10 для производства цемента, содержащая подогреватель 12 для подогрева сырьевой смеси, кальцинатор 14 для кальцинации

сырьевой смеси, печь 16, в частности вращающаяся печь, для обжига сырьевой смеси для получения клинкера и охладитель 18 для охлаждения обожженного в печи 16 клинкера.

Подогреватель 12 содержит несколько циклонов 20 для отделения сырьевой смеси от газового потока сырьевой смеси. Например, подогреватель 12 содержит пять циклонов 20, расположенных друг под другом в четыре циклонные ступени. Подогреватель 12 имеет впускное отверстие (не показано) для материала, предназначенное для ввода через него сырьевой смеси в самую верхнюю циклонную ступень подогревателя 12, содержащую два циклона 20. Сырьевая смесь проходит последовательно через циклоны 20 циклонных ступеней в противотоке отходящему газу печи и за счет этого нагревается. Между последней и предпоследней циклонными ступенями расположен кальцинатор 14. Он содержит стояк с по меньшей мере одной горелкой для нагрева сырьевой смеси, в результате чего в кальцинаторе 14 происходит кальцинация сырьевой смеси. Кроме того, кальцинатор 14 имеет впускное отверстие для топлива, предназначенное для ввода через него топлива в стояк. Кальцинатор 14 имеет также впускное отверстие, предназначенное для ввода через него газа для сжигания в стояк кальцинатора 14. Газ для сжигания представляет собой, например, чистый кислород или газ с содержанием кислорода по меньшей мере 85%. Отходящий газ кальцинатора подается в подогреватель 12, предпочтительно в последнюю циклонную ступень, и покидает подогреватель 12 за самой верхней циклонной ступенью в виде отходящего газа 22 подогревателя.

Ниже по потоку сырьевой смеси относительно подогревателя 12 подсоединена печь 16, так что подогретая в подогревателе 12 и кальцинированная в кальцинаторе 14 сырьевая смесь попадает в печь 16. Выпускное отверстие 24 для отходящего газа печи 16, в частности впускное отверстие для материала печи 16, соединено непосредственно со стояком кальцинатора 14, так что отходящий газ печи течет в кальцинатор 14, а затем в подогреватель 12. Печь 16 представляет собой, например, вращающуюся печь, которая имеет трубу, вращающуюся вокруг своей продольной оси и расположенную слегка под наклоном. На конце со стороны выпускного отверстия для материала печь 16 содержит внутри вращающейся трубы горелку 28 и соответствующее впускное отверстие 30 для топлива. Выпускное отверстие для материала печи 16 расположено на конце вращающейся трубы, противоположном впускному отверстию для материала, так что сырьевая смесь за счет вращения вращающейся трубы транспортируется внутри нее в направлении горелки 28 и выпускного отверстия для материала. Сырьевая смесь обжигается внутри печи 16 для получения цементного клинкера, причем сырьевая смесь нагревается, например, в первой трети вращающейся трубы и обжигается, в частности спекается, в примыкающем к ней участке вращающейся трубы. Участок внутри

вращающейся трубы, в котором сырьевая смесь спекается, в частности расплавляется, называется зоной 32 спекания. Она представляет собой дальний участок, расположенный со стороны выпускного отверстия для материала вращающейся трубы, предпочтительно заднюю треть в направлении течения материала, в частности задние две трети, вращающейся трубы.

К выпускному отверстию для материала печи 16 примыкает охладитель 18 для охлаждения клинкера. Охладитель 18 содержит камеру 34 для охлаждающего газа, в которой клинкер охлаждается потоком охлаждающего газа. Клинкер транспортируется через камеру 34 в направлении F транспортировки. Камера 34 содержит первую секцию 36 и вторую секцию 38, примыкающую в направлении F транспортировки к первой секции 36. Печь 16 соединена с охладителем 18 через свое выпускное отверстие для материала, так что обожженный в печи 16 клинкер падает в охладитель 18.

Первая секция 36 камеры 34 расположена под выпускным отверстием для материала печи 16, так что клинкер падает из печи 16 в первую секцию 36. Она представляет собой впускную зону охладителя 18 и, предпочтительно, содержит неподвижную решетку 40, принимающую выходящий из печи 16 клинкер. Неподвижная решетка 40 расположена, в частности, полностью в первой секции 36 охладителя 18. Предпочтительно, клинкер падает из печи прямо на неподвижную решетку 40. Последняя проходит, предпочтительно, полностью под углом 10–35°, предпочтительно 14–33°, в частности 21–25°, к горизонтали, так что клинкер скользит по неподвижной решетке 40 в направлении транспортировки.

К первой секции 36 охладителя 18 примыкает его вторая секция 38. В первой секции 36 охладителя 18 клинкер охлаждается, в частности, до температуры менее 1100°C, причем охлаждение происходит таким образом, что имеющиеся в клинкере жидкие фазы полностью переходят в твердые фазы. Покидая первую секцию 36 охладителя 18, клинкер, предпочтительно, полностью находится в твердой фазе и имеет температуру максимум 1100°C. Во второй секции 36 охладителя 18 клинкер продолжает охлаждаться, предпочтительно, до температуры менее 100°C. Предпочтительно, второй поток охлаждающего газа может быть разделен на несколько отдельных газовых потоков разной температуры.

Неподвижная решетка 40 первой секции 36 имеет, например, проходы, через которые охлаждающий газ поступает в охладитель 18 и клинкер. Охлаждающий газ создается, например, по меньшей мере одним вентилятором, расположенным под неподвижной решеткой 40, так что снизу через нее в первую секцию 36 течет первый поток 42 охлаждающего газа. Первый поток 42 охлаждающего газа представляет собой,

например, поток чистого кислорода или поток газа с содержанием азота 15 об.% или менее и содержанием кислорода 50 об.% или более. Первый поток 42 охлаждающего газа течет через клинкер, а затем в печь 16. Первый поток 42 охлаждающего газа образует, например, частично или полностью газ для сжигания. Из-за высокого содержания кислорода в газе для сжигания отходящий газ печи состоит по существу из CO_2 , кислорода и водяного пара.

Внутри охладителя 18 охлаждаемый клинкер движется в направлении F транспортировки. Вторая секция 38, предпочтительно, содержит подвижную, в частности перемещающуюся, решетку 44, которая в направлении F транспортировки примыкает к неподвижной решетке 40. Подвижная решетка 44 содержит, в частности, транспортирующее устройство, которое транспортирует клинкер в направлении F транспортировки. Транспортирующее устройство представляет собой, например, транспортер с перемещающимся полом, содержащим несколько транспортирующих элементов для транспортировки сыпучего материала. В случае транспортера с перемещающимся полом транспортирующие элементы представляют собой планки, предпочтительно планки решетки, образующие вентилируемый пол. Транспортирующие элементы расположены рядом друг с другом с возможностью движения в направлении F транспортировки и против направления F транспортировки. Выполненные в виде транспортирующих планок или планок решетки транспортирующие элементы, предпочтительно, обдуваются потоком охлаждающего воздуха, расположены по всей длине второй секции 38 охладителя 18 и образуют поверхность, к которой прилегает клинкер. Транспортирующим устройством может быть также перемещающийся транспортер, при этом транспортирующее устройство содержит неподвижный вентилируемый пол, обдуваемый потоком охлаждающего газа, и несколько перемещающихся относительно него транспортирующих элементов. Транспортирующие элементы перемещающегося транспортера расположены, предпочтительно, над вентилируемым полом и содержат захваты, проходящие поперек направления транспортировки. Для транспортировки клинкера вдоль вентилируемого пола транспортирующие элементы выполнены с возможностью перемещения в направлении F транспортировки и против направления F транспортировки. Транспортирующие элементы перемещающегося транспортера и транспортера с перемещающимся полом могут быть выполнены с возможностью движения по принципу «подвижный пол», причем транспортирующие элементы движутся в направлении транспортировки все одновременно, а против направления транспортировки неодновременно. В качестве

альтернативы этому возможны также иные принципы транспортировки, используемые для сыпучих материалов.

Под подвижной решеткой 44 расположены, например, несколько вентиляторов, посредством которых второй поток 46 охлаждающего газа продувается снизу через подвижную решетку 44. Второй поток 46 охлаждающего газа представляет собой, например, поток воздуха.

К подвижной решетке 44 второй секции 38 на фиг. 1 примыкает измельчающее устройство 48. Измельчающее устройство 48 представляет собой, например, дробилку с по меньшей мере двумя дробильными валками встречного вращения и образованным между ними дробильным зазором, в котором происходит измельчение материала. К измельчающему устройству 48 примыкает вторая подвижная решетка 50, расположенная ниже измельчающего устройства 48. Покидая охладитель 18, холодный клинкер 52 имеет, предпочтительно, температуру 100°C или менее.

Установка 10 для производства цемента дополнительно содержит байпасную систему 56. Она включает в себя байпасный трубопровод 58 для отвода части отходящих газов печи, протекающих в кальцинатор, в виде байпасного газа. Байпасный трубопровод 58 соединен с выпускным отверстием 24 для отходящих газов печи, так что одна часть выпускаемого из печи 16 отходящего газа направляется в кальцинатор 14, а другая в байпасный трубопровод 58. Кроме того, байпасная система включает в себя охлаждающее устройство 60 для охлаждения байпасного газа охлаждающим газом. Охлаждающее устройство 60 байпасным трубопроводом 58 непосредственно соединено с выпускным отверстием 24 для отходящих газов печи. Охлаждающим устройством 60 является, например, смесительная камера. Например, охлаждающее устройство 60 имеет впускное отверстие для ввода охлаждающего газа в охлаждающее устройство 60 и выпускное отверстие для вывода байпасного газа из охлаждающего устройства 60. Покидающий охлаждающее устройство 60 охлажденный байпасный газ имеет, например, температуру 200–600°C, в частности 400–500°C, и направляется в пылеотделитель 62, расположенный ниже по потоку относительно охлаждающего устройства 60. Последний имеет выпускное отверстие для твердого вещества, предназначенное для вывода через него отделенной пыли 64, и выпускное отверстие для газа, предназначенное для вывода через него обеспыленного и охлажденного байпасного газа. За пылеотделителем 62 расположен вентилятор для ускорения охлажденного и обеспыленного байпасного газа. Ниже по потоку относительно вентилятора байпасная система 56 дополнительно содержит ответвление 68 для отвода части обеспыленного и охлажденного байпасного газа, которое соединено с кальцинатором 14 и охладителем 70, так что одна часть обеспыленного и

охлажденного байпасного газа направляется в кальцинатор 14, а другая в охладитель 70. Охладитель представляет собой, например, испарительный охладитель или газо-газовый теплообменник. Подаваемый в кальцинатор 14 обеспыленный и охлажденный байпасный газ имеет температуру, например, 200–600°C, в частности 400–500°C. Охладитель 70 соединен с охлаждающим устройством 60, выполненным, например, в виде смесительной камеры. Отведенный охлажденный и обеспыленный байпасный газ покидает охладитель 70 в виде охлаждающего газа 72 и подается в охлаждающее устройство 60 для охлаждения байпасного газа, отведенного из выпускного отверстия 24 для отходящего газа печи. Охлаждающий газ 72 имеет температуру, например, 100–200°C, в частности 100–120°C.

В примере на фиг. 1 охлаждающий газ для охлаждения байпасного газа в охлаждающем устройстве 60 образован в направлении течения байпасного газа за охлаждающим устройством 60 и пылеотделителем 62 байпасным газом, который дополнительно охлаждается охладителем 70. Таким образом, нет необходимости в дополнительной подаче охлаждающего воздуха в охлаждающее устройство 60, благодаря чему содержание неконденсируемых газов в байпасном газе не возрастает, а, например, содержание CO₂ в возвращаемом в кальцинатор 14 байпасном газе остается постоянным и высоким.

На фиг. 2 изображен другой вариант выполнения установки 10 для производства цемента, которая в целом соответствует установке, показанной на фиг. 1. Одинаковые элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями. В отличие установки, показанной на фиг. 1, установка 10, показанная на фиг. 2, содержит байпасный трубопровод 58, соединенный с подогревателем 12. В частности, байпасный трубопровод 58 расположен в направлении течения отходящего газа печи за самой нижней циклонной ступенью, предпочтительно между кальцинатором 14 и предпоследней циклонной ступенью. Протекающий через подогреватель 12 отходящий газ имеет в этом месте температуру, например, 920°C. Также возможно расположение байпасного трубопровода 58 в другом месте в пределах подогревателя 12, предпочтительно выше по потоку относительно самой верхней циклонной ступени.

На фиг. 3 изображен другой вариант выполнения установки 10 для производства цемента, которая в целом соответствует установке, показанной на фиг. 1. Одинаковые элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями. В отличие от фиг. 1, протекающий в охлаждающее устройство 60 охлаждающий газ 72 образован газовым потоком из отходящего газа 22 подогревателя. В отличие от фиг. 1, ответвление 68 расположено выше по потоку относительно подогревателя 12 для отвода части отходящего газа 22 подогревателя. Отводимый отходящий газ подогревателя направляется

в охладитель 70 байпасной системы 56 и охлаждается, предпочтительно, до температуры 100–200°C, в частности 100–120°C. Затем он подается в выполненное в виде смесительной камеры охлаждающее устройство 60 для охлаждения байпасного газа, отведенного из выпускного отверстия 24 для отходящего газа печи.

Необязательно, охлажденный и обеспыленный байпасный газ на фиг. 1–3, кроме подачи в кальцинатор 14, частично подается в печь 16 и/или охладитель 18. Для наглядности соответствующие линии на фиг. 1–3 не показаны. Охлажденный и обеспыленный байпасный газ подается, например, в первую секцию 36 камеры для охлаждающего газа и по меньшей мере частично образует первый поток 42 охлаждающего газа. Также возможна подача части охлажденного и обеспыленного байпасного газа в печь 16, предпочтительно в головку печи и/или в зону 32 спекания.

Перечень ссылочных позиций

- 10 – установка для производства цемента
- 12 – подогреватель
- 14 – кальцинатор
- 16 – печь
- 18 – охладитель
- 20 – циклон
- 22 – отходящий газ подогревателя
- 24 – выпускное отверстие для отходящего газа печи
- 28 – горелка печи
- 30 – впускное отверстие для топлива печи
- 32 – зона спекания
- 34 – камера для охлаждающего газа
- 36 – первая секция камеры для охлаждающего газа
- 38 – вторая секция камеры для охлаждающего газа
- 40 – неподвижная решетка
- 42 – первый поток охлаждающего газа
- 44 – подвижная решетка
- 46 – второй поток охлаждающего газа
- 48 – измельчающее устройство
- 50 – подвижная решетка
- 52 – холодный клинкер
- 54 – отходящий воздух охладителя
- 56 – байпасная система

58 – байпасный трубопровод

60 – смесительная камера

62 – пылеотделитель

64 – отделенная пыль

66 – вентилятор

68 – ответвление

70 – охладитель

72 – охлаждающий газ

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ производства цементного клинкера, включающий следующие этапы:
 - подогрев сырьевой смеси в подогревателе (12),
 - кальцинирование подогретой сырьевой смеси в кальцинаторе (14),
 - обжиг подогретой и кальцинированной сырьевой смеси в печи (16) для получения цементного клинкера,
 - охлаждение цементного клинкера в охладителе (18),
 - отвод части отходящих газов, выходящих из печи (16), в виде байпасного газа,
 - охлаждение байпасного газа в смесительной камере (60) охлаждающим газом и
 - отделение пыли, содержащейся в байпасном газе,отличающийся тем, что охлаждающий газ по меньшей мере частично или полностью образуют из байпасного газа, и/или отходящего газа кальцинатора, и/или отходящего газа подогревателя, при этом охлаждающий газ подают в смесительную камеру (60) в соотношении с байпасным газом 2–10 к 1.
2. Способ по п. 1, в котором охлаждающий газ частично или полностью образуют из части обеспыленного и охлажденного байпасного газа, при этом любую часть байпасного газа, не подаваемую в смесительную камеру (60), подают в кальцинатор (14), печь (16) и/или охладитель (18).
3. Способ по п. 1 или 2, в котором байпасный газ отводят между печью (16) и кальцинатором (14) или ниже по потоку относительно кальцинатора (14).
4. Способ по любому из пп. 1–3, в котором охлаждающий газ охлаждают в охладителе (70) перед поступлением в смесительную камеру (60).
5. Способ по п. 4, в котором охладитель (70), расположенный выше по потоку относительно смесительной камеры (60), является испарительным охладителем или газогазовым теплообменником.
6. Способ по любому из пп. 1–5, в котором по меньшей мере часть охлажденного и обеспыленного байпасного газа подают в кальцинатор (14), печь (16) и/или охладитель (18).
7. Способ по любому из пп. 1–6, в котором в печь (16) и в кальцинатор (14) подают газ для сжигания с содержанием кислорода более 20,5%, в частности более 30%, предпочтительно более 95%.
8. Установка (10) для производства цемента, содержащая подогреватель (12) для подогрева сырьевой смеси,

кальцинатор (14) для кальцинирования подогретой сырьевой смеси,
печь (16) для обжига сырьевой смеси для получения цементного клинкера,
охладитель (18) для охлаждения цементного клинкера и
байпасную систему (56), содержащую

- байпасный трубопровод (58), присоединенный ниже по потоку относительно печи (16) в направлении течения отходящего газа, для отвода части отходящих газов печи в виде байпасного газа,

- смесительную камеру (60) для охлаждения байпасного газа охлаждающим газом и

- пылеотделитель (62) для отделения пыли, содержащейся в байпасном газе,

отличающаяся тем, что

пылеотделитель (62), и/или подогреватель (12), и/или кальцинатор (14) соединены со смесительной камерой (60) для подачи в нее охлаждающего газа,

при этом смесительная камера (60) выполнена с возможностью подачи в нее охлаждающего газа в соотношении с байпасным газом 2–10 к 1.

9. Установка (10) по п. 8, в которой байпасная система (56) содержит ответвление (68) для отвода части байпасного газа, которое расположено ниже по потоку относительно пылеотделителя (62) и соединено со смесительной камерой (60) для подачи в нее одной части байпасного газа и с кальцинатором (14), печью и/или охладителем для подачи в них другой части байпасного газа.

10. Установка (10) по п. 8 или 9, в которой байпасный трубопровод (58) расположен между печью (16) и кальцинатором (14) или ниже по потоку относительно кальцинатора (14).

11. Установка (10) по любому из пп. 8–10, в которой байпасная система (56) содержит охладитель (70), расположенный выше по потоку относительно смесительной камеры (60).

12. Установка (10) по п. 11, в которой охладитель (70) является испарительным охладителем или газо-газовым теплообменником.

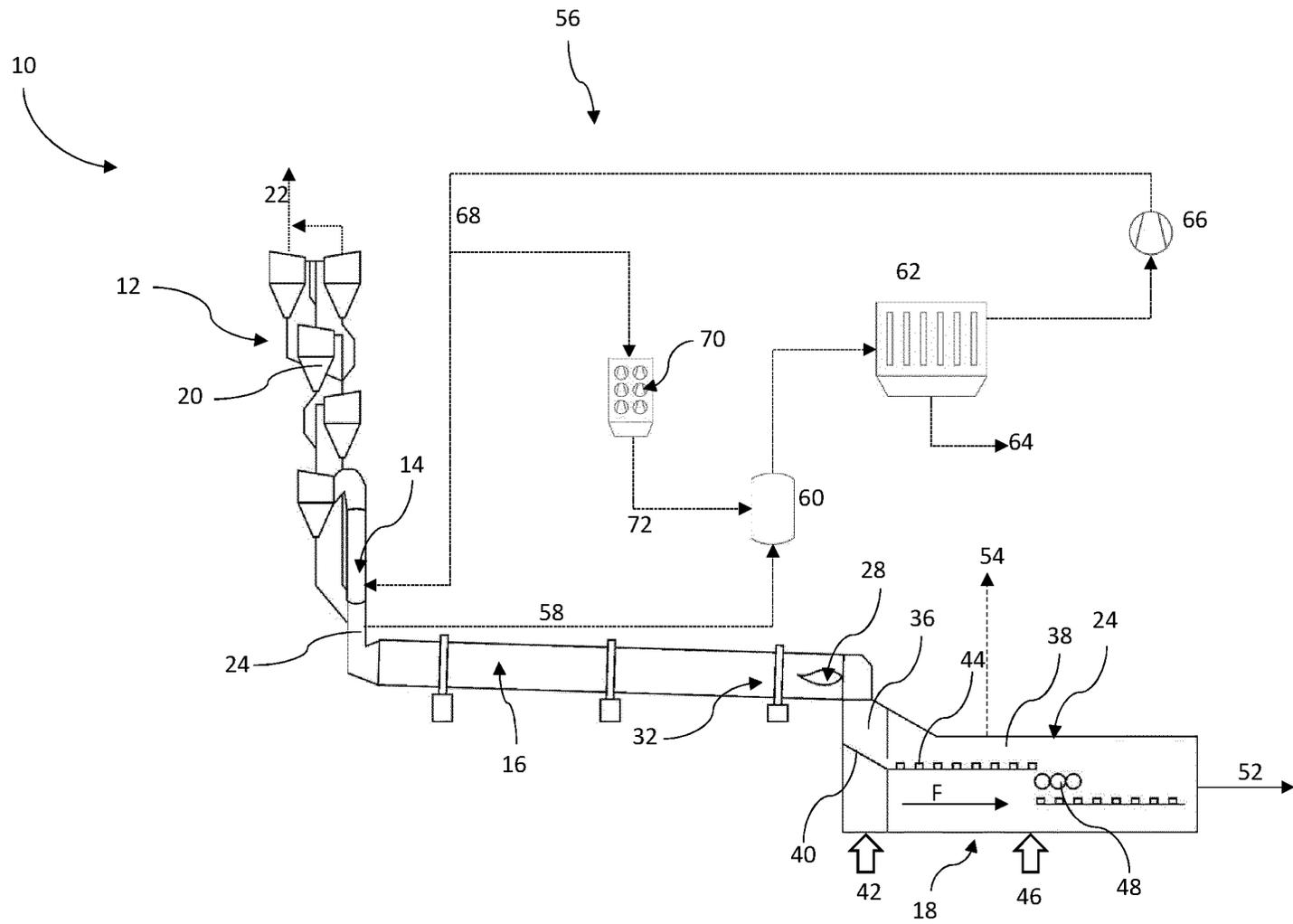


Fig. 1

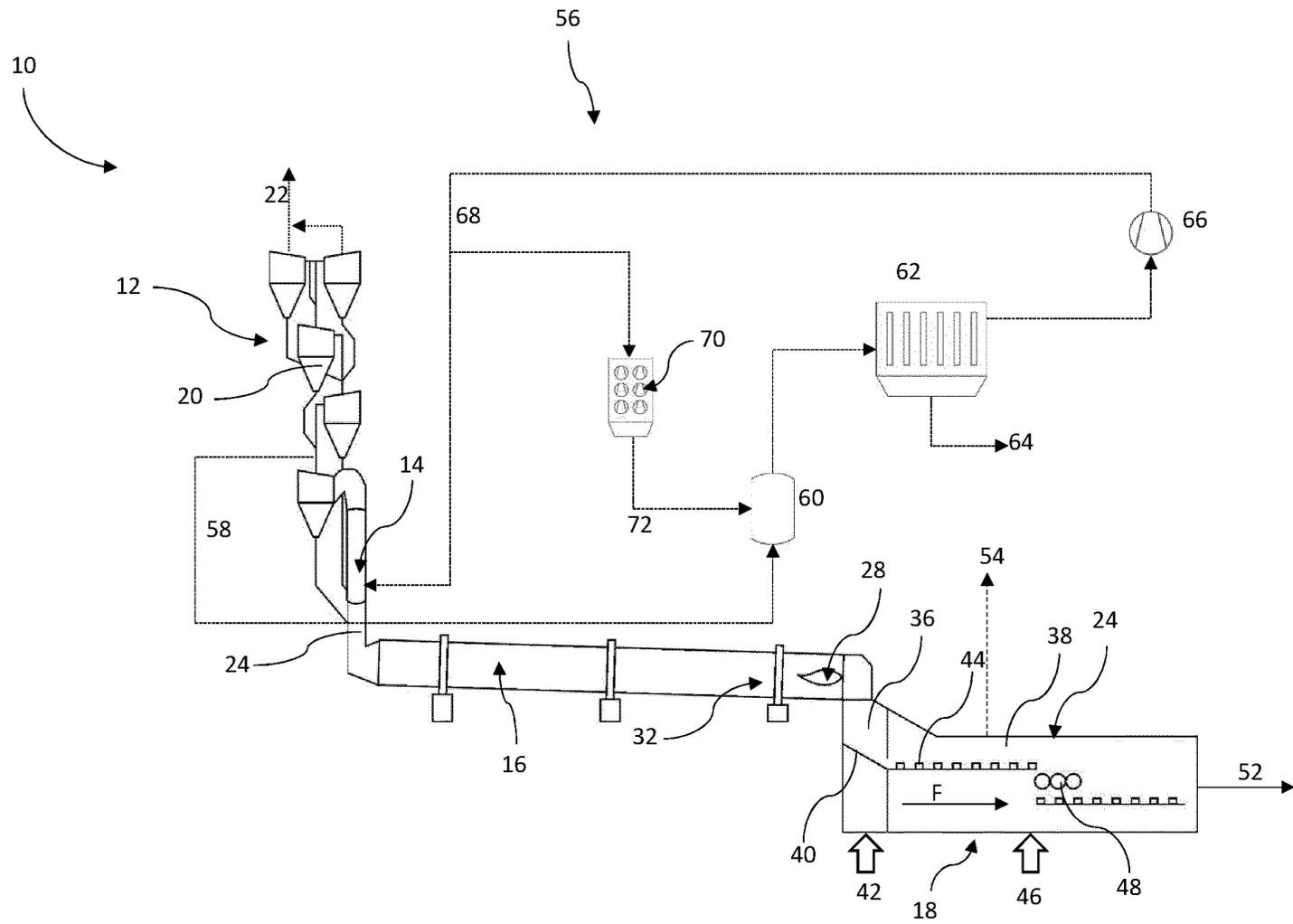


Fig. 2

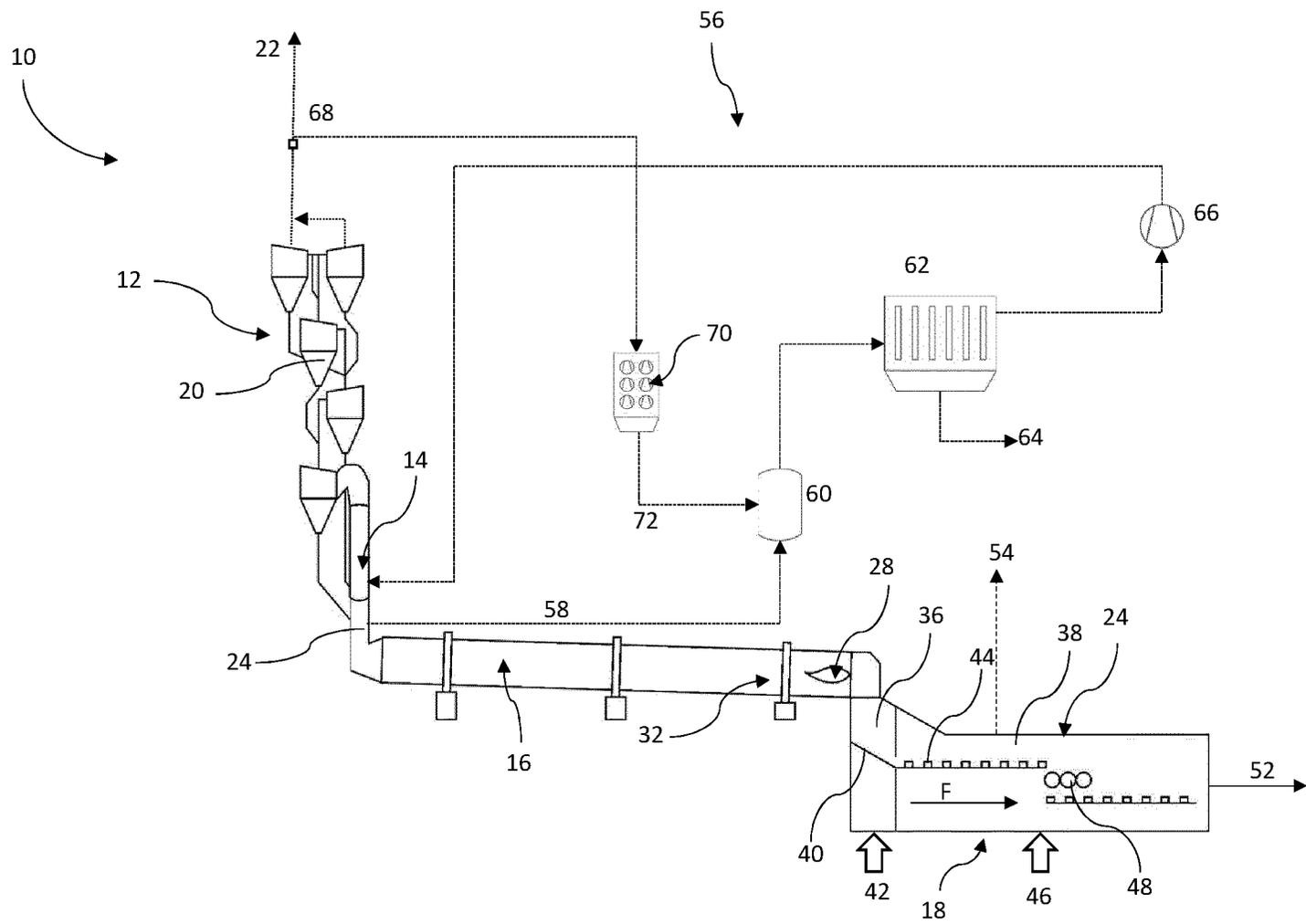


Fig. 3