

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **035570**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.07.08**

(51) Int. Cl. **C01F 11/46** (2006.01)  
**B01J 6/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201990457**

(22) Дата подачи заявки  
**2017.08.11**

---

(54) **ДВУХСТУПЕНЧАТЫЙ СПОСОБ КАЛЬЦИНАЦИИ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО  
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

---

(31) **16184511.0**

(56) **US-A1-2008069762**  
**US-A1-2011168061**  
**WO-A1-2009135688**

(32) **2016.08.17**

(33) **EP**

(43) **2019.06.28**

(86) **PCT/EP2017/070484**

(87) **WO 2018/033491 2018.02.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**КЛАУДИУС ПЕТЕРС ПРОДЖЕКТС  
ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Гёкке Фолькер, Раабе Маттиас (DE)**

(74) Представитель:  
**Ловцов С.В., Левчук Д.В., Вилесов  
А.С., Коптева Т.В., Ясинский С.Я.  
(RU)**

---

(57) В изобретении описаны способ кальцинации гипса, проводимый в две ступени, и установка для его осуществления. На первой ступени (3) проводят флэш-кальцинацию, а на второй ступени окончательную кальцинацию в реакционном сосуде (6). Гипс от первой ступени ко второй подводят через транспортирующий трубопровод (4). Согласно изобретению обеспечивают косвенный нагрев (65) реакционного сосуда (6) второй ступени, а также на второй ступени обеспечивают рециркуляцию водяного пара без подвода извне пара и/или воды. Выделенная кристаллизационная вода из второй ступени обеспечивает автономный источник снабжения водяным паром, который посредством рециркуляционной установки (7) может быть полностью утилизирован для снабжения второй ступени требуемым водяным паром. Это позволяет поддерживать более высокую долю водяного пара во второй ступени кальцинации без необходимости отдельной парогенерации. Благодаря этому ангидрит возникает лишь в очень небольшом количестве либо вовсе отсутствует. Результатом изобретения является сочетание сокращения затрат с повышением качества продукта. Также описан модернизированный реактор для непосредственной рециркуляции водяного пара.

---

**035570**  
**B1**

**035570**  
**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу кальцинации гипса, включающему первую ступень, на которой проводят флэш-кальцинацию, и вторую ступень, на которой проводят докальцинацию в реакционном сосуде, при этом гипс от первой ступени ко второй подводят через транспортирующий трубопровод.

### Уровень техники

Известны разнообразные способы кальцинации для производства гипса. При кальцинации влажный гипс (природный гипс и/или гипс из установок для обессеривания дымовых газов) преобразуется путем обезвоживания, состоящего в экстракции кристаллизационной воды. По своей химической сути это означает преобразование дигидрата ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) в полугидрат ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ) при помощи теплоты. При этом в зависимости от парциального давления водяного пара может возникать альфа- или бета-модификация полугидрата. Кроме того, в зависимости от уровня температуры, добавок может возникать еще так называемая ангидритная модификация. Для достижения высокого качества кальцинированного гипса следует вести тщательный контроль температурного профиля и хода процесса обезвоживания. Недопустимы какие-либо перегревы, и, кроме того, необходимо также в максимально возможной степени исключить возможность возникновения неоднородностей в плане подачи водяного пара или температуры. В противном случае это может привести к нежелательным местным фазовым превращениям, влекущим за собой ухудшение качества. Практическое значение при производстве полугидрата, в частности, имеет то, какой используется способ - прямой или непрямой. Под прямым здесь понимается то, что горячий газ, используемый для кальцинации, находится в непосредственном контакте с дигидратом. Под непрямым же понимается использование теплообменника для кальцинации.

Из документа WO 2009/135688 A1 известен способ кальцинации посредством двухступенчатого процесса. При упоминании первой ступени речь идет о так называемой флэш-кальцинации, обеспечивающей в пределах очень короткого времени (исчисляющегося только несколькими секундами) кальцинацию до желательной величины рекристаллизационной воды в конечном продукте. На последующей за этим второй ступени предусмотрен реактор для дополнительной обработки, доводящий кальцинацию до конца. При этом реактор для дополнительной обработки не имеет собственного нагрева, а выполнен термически пассивным и имеет только подвод (горячего) влажного газа. Этот способ приводит к получению весьма высококачественного гипса, однако у него имеется недостаток, состоящий в том, что подача горячего влажного газа может быть весьма неэкономичной. Во-первых, для этого нужно относительно много энергии, а во-вторых, данный способ требует высокого качества регулирования для создания желательного высокого качества продукта.

### Раскрытие изобретения

Задача настоящего изобретения состоит в разработке усовершенствованного способа и соответствующей установки, обеспечивающих повышение экономической эффективности.

Поставленная задача согласно изобретению решается способом и установкой с отличительными признаками, изложенными в независимых пунктах формулы изобретения. В зависимых пунктах формулы изобретения приведены предпочтительные варианты осуществления изобретения.

В предлагаемом в изобретении способе кальцинации гипса, включающем первую ступень, на которой проводят флэш-кальцинацию, и вторую ступень, на которой проводят окончательную кальцинацию в реакционном сосуде, при этом гипс от первой ступени ко второй подводят через транспортирующий трубопровод, на второй ступени предусматривают косвенный нагрев, причем на второй ступени обеспечивают рециркуляцию водяного пара без подвода пара и/или воды извне. Предпочтительно, чтобы кальцинацию на второй ступени осуществляли в виде медленной кальцинации.

Основопологающей для настоящего изобретения стала идея создания комбинации флэш-кальцинации на первой ступени с непрямой полной кальцинацией на второй ступени. Косвенный нагрев обеспечивает возможность проведения в значительной степени замкнутого технологического процесса, согласно изобретению реализованного за счет рециркуляции водяного пара в реакционном сосуде второй ступени. Из-за наличия рециркуляции стала излишней подача дополнительно пара во вторую ступень, как требовалось в упомянутых решениях, относящихся к уровню техники. Согласно изобретению ее даже удалось избежать, ведь за счет рециркуляции возникает такой замкнутый контур, который имеет существенно более благоприятный характер регулирования.

Флэш-кальцинация происходит при температурах, значительно превышающих температуру кальцинации, равную  $90^\circ\text{C}$ , в частности при температурах свыше  $130^\circ\text{C}$ . Срок пребывания находится в секундном диапазоне, составляя, в частности, от 1 до 30 с. Повышенное давление, как правило, отсутствует.

Под медленной кальцинацией понимается кальцинация, длящаяся по меньшей мере на порядок дольше, чем флэш-кальцинация, предпочтительно по меньшей мере в сорок раз. В частности, хорошо зарекомендовали себя сроки пребывания от 6 до 40 мин, предпочтительно от 10 до 25 мин. Этот процесс может происходить при условиях давления окружающей среды, однако, как один из возможных вариантов, и в условиях повышенного давления, в частности, при избыточном давлении от 2 до 4,5 бар, предпочтительно от 2,5 до 3,5 бар. Температура несколько превышает температуру кальцинации, в частности,

равна максимум 160°C.

Основой изобретения стало осознание того факта, что в лице выделенной кристаллизационной воды из второй ступени имеется в распоряжении автономный источник снабжения водяным паром, которым за счет рециркуляции можно воспользоваться для полного снабжения второй ступени требующимся водяным паром. Это позволяет поддерживать более высокую долю водяного пара во второй ступени кальцинации без необходимости отдельной парогенерации. Благодаря этому ангидрит возникает лишь в очень небольшом количестве либо вообще отсутствует. Технический результат изобретения состоит в том, что удалось устранить необходимость внешней парогенерации или подачи ставшего доступным водяного пара иного происхождения. Это означает сокращение затрат на проведение процесса, результатом чего является возможность снижения энергозатрат. Тем самым изобретение дает сочетание уменьшения затрат с одновременным повышением качества продукта.

Для предлагаемого в изобретении способа особенно хорошо зарекомендовало себя установление чрезмерного содержания кристаллизационной воды в транспортирующем трубопроводе. Под чрезмерным понимается содержание кристаллизационной воды, превышающее целевое содержание кристаллизационной воды на следующей, второй ступени. Тем самым содержание кристаллизационной воды при переходе от первой ко второй ступени запланированно устанавливается слишком высоким. Это кажется бессмысленным, поскольку по сути дела с помощью кальцинации должно достигаться уменьшение кристаллизационной воды. Тем не менее, авторы изобретения обнаружили, что это установление чрезмерного содержания кристаллизационной воды дает возможность заметного улучшения результата кальцинации на второй ступени с использованием предлагаемой в изобретении рециркуляции.

Целесообразно, чтобы рециркуляция осуществлялась с возможностью варьирования. Под варьированием понимается, что рециркуляция происходит с различной степенью рециркуляции. Уменьшению степени рециркуляции соответствует увеличение доли отходящего воздуха, отводимого прочь из реакционного сосуда и более уже не идущего на рециркуляцию. Целесообразно, чтобы это происходило путем отведения отходящих газов для приравнивания содержания воды во второй ступени. При необходимости, нагрев соответствующим образом корректируется, что компенсирует теплотери из-за понижения степени рециркуляции, и наоборот.

Предпочтительно, чтобы рециркуляционный водяной пар возвращался обратно в реакционный сосуд посредством устройства псевдооживления. За счет возвращения посредством устройства псевдооживления получается особенно благоприятное перемешивание рециркуляционного водяного пара с подлежащим кальцинации материалом. Это гарантирует равномерный подвод водяного пара, что исключает возможность появления местных неоднородностей. Это оказывает очень благоприятное влияние на сохранение высокого качества.

Целесообразно, чтобы в системе рециркуляции имелся регулируемый вентилятор. Это дает возможность простого и эффективного выставления степени рециркуляции путем изменения управляющих настроек вентилятора. Этим обеспечивается методика, отличающаяся надежностью и простотой регулирования. Это особенно предпочтительно, когда регулирование вентилятора служит для выставления желательной степени рециркуляции и/или значения для целевой доли водяного пара.

Предпочтительно, чтобы кальцинацию на второй ступени осуществляли при температуре ниже 160°C, более предпочтительно от 120 до 150°C. Этот диапазон температур, во-первых, гарантирует полноту кальцинации, во-вторых, же исключение чрезмерной температуры дает решительное снижение опасности нежелательного образования ангидрита.

Предпочтительно, чтобы содержание кристаллизационной воды в транспортирующем трубопроводе устанавливали на значении от 8 до 20%, предпочтительно от 10 до 16%. Это установление гарантирует наличие водяного пара в достаточном для рециркуляции количестве, что дает возможность удовлетворительной работы второй ступени кальцинации. Во-вторых, тем самым закладывается фундамент для благоприятного регулирования на второй ступени, поскольку при таком положении вещей оно служит исключительно для уменьшения содержания кристаллизационной воды. Это дает возможность улучшения компенсации колебаний.

Целесообразно, чтобы целевое содержание кристаллизационной воды устанавливали на значении от 5 до 7 %, более предпочтительно от 5,5 до 6,5%. Это обеспечивает получение высококачественного полугидрата, имеющего малую потребность в воде в ходе дальнейшей обработки продукта.

Другим объектом изобретения является установка кальцинации, предназначенная для кальцинации гипса, содержащая в качестве первой ступени кальцинатор, выполненный для флэш-кальцинации, и, в качестве второй ступени, находящийся по технологической цепочке производственного процесса за ним реакционный сосуд, выполненный для окончательной кальцинации, при этом гипс от первой ступени ко второй подается через транспортирующий трубопровод, эвакуируется из второй ступени посредством отводящего приспособления и, что является отличительной особенностью изобретения, реакционный сосуд снабжен аппаратом косвенного нагрева и выполнен автономным по пару по отношению к рециркуляционному устройству для водяного пара, не имея с ним никакого парообмена.

Еще одним объектом изобретения является модернизированный реактор, установленный в технологической линии после флэш-кальцинатора и сообщающийся с ним посредством транспортирующего

трубопровода, как описано выше. Модернизированный реактор включает в себя отводящее приспособление для кальцинированного гипса и, предпочтительно, специальный вытяжной канал для отвода пара. Кроме того, модернизированный реактор имеет в составе собственное рециркуляционное устройство, при помощи которого обеспечена рециркуляция извлеченного таким образом водяного пара. За счет его введения заново напрямую в модернизированный реактор можно обеспечить его непосредственный вклад в продолжение протекающей в этом реакторе реакции. Более целесообразно, чтобы рециркуляционное устройство содержало вентилятор для возврата обратно водяного пара.

Для получения более полного описания и за дополнительными более подробными сведениями следует обратиться к изложенным выше разъяснениям касательно способа.

#### **Краткое описание чертежей**

Ниже приведено подробное описание изобретения на примере варианта его осуществления, сделанное со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых показано:

на фиг. 1 - схематический общий вид варианта осуществления изобретения;

на фиг. 2 - в разрезе представлен реакционный сосуд, входящий в состав установки кальцинации, показанной на фиг. 1.

#### **Осуществление изобретения**

Ниже со ссылками на фиг. 1 приведено подробное описание варианта осуществления установки для кальцинации гипса.

Исходное сырье для кальцинируемого гипса вводят в установку кальцинации в загрузочном узле 1. Под исходным сырьем может иметься в виду сырой гипс или утилизируемые, вторично используемые гипсосодержащие продукты, такие как гипсоволокнистые плиты, а также гипс из установок для обессеривания дымовых газов (так называемый REA-гипс). Область применения изобретения не ограничивается только таким гипсом, а простирается и на другие типы синтетического гипса.

От загрузочного узла 1 гипсовое исходное сырье через участок 12 транспортирования проходит в флэш-кальцинатор, который в рассматриваемом варианте осуществления выполнен в виде кальцинационной мельницы 3. Там происходит измельчение и кальцинация гипса. Кальцинация осуществляется как флэш-кальцинация. Это означает короткое время пребывания менее 30 с при выходной температуре от 150 до 160°C, т.е. выше собственно температуры кальцинации. Для этого к кальцинационной мельнице 3 через подводящий трубопровод 32 присоединен генератор 31 горячего газа, обеспечивающий подачу горячего газа с температурой около 620°C.

После проведенной флэш-кальцинации (которая, согласно изобретению не должна быть полной) со сроком пребывания, например, только 20 с, все еще разогретый до температуры выше 150°C гипс направляется по стояку 33 от кальцинационной мельницы 3 к фильтровальной системе 34. Оттуда транспортирующий трубопровод 4 ведет к предлагаемому в изобретении реакционному сосуду (реактору) 6, где гипс пребывает в течение 20 мин и за это время происходит его окончательная кальцинация. Это осуществляется без подвода извне дополнительного водяного пара, только с использованием влаги подведенного гипса, остающейся после флэш-кальцинации. Более подробное описание действия реакционного сосуда 6 приведено далее. Из реакционного сосуда 6 все еще горячий гипс через отводящее устройство 63, в состав которого входит шлюзовая камера 64, отводят на последующее охлаждение (на чертежах не показано). Для отведения отходящего воздуха предусмотрено устройство 8 для отходящего воздуха системы. К нему присоединены кальцинационная мельница 3, фильтр 34 и реакционный сосуд 6.

Кроме того, предусмотрена рециркуляционная установка 7. Вытяжка отходящего воздуха из реакционного сосуда 6 обеспечена вытяжным каналом 66 для отвода отходящего воздуха, расположенным сверху реакционного сосуда, и далее этот воздух вентилятором 73 возвращается обратно, проходя через клапан 71 регулировки давления и рециркуляционный трубопровод 76, для повторного нагнетания в реакционный сосуд 6 через расположенное на его днище устройство 67 псевдооживления, содержащее сопла 68 псевдооживления и участвующее в оживлении днище 66а в нижней области реакционного сосуда 6. Для нагрева реакционного сосуда 6 предусмотрен теплообменник 65, посредством которого производится косвенный нагрев. Из-за косвенного нагрева происходит это "всухую", т.е. без подвода влаги. Кальцинация внутри реакционного сосуда 6 осуществляется только с использованием косвенного подвода теплоты и влаги поступившего туда гипса, наличие которой в процессе неизменно обеспечивается рециркуляционной установкой 7.

Для регулирования рециркуляции предусмотрен блок 70 управления. С помощью своей линии 75 выходных сигналов он воздействует на клапан 71 регулировки давления и вентилятор 73. Клапан 71 регулировки давления регулирует давление в реакционном сосуде 6 и посредством тройника присоединен к рециркуляционному трубопроводу 76 и выпускному газопроводу 81 для отходящих газов, ведущему к дымовой трубе 8 для отработанного воздуха. Посредством блока 70 управления, путем перенастройки рабочих параметров вентилятора 73 (выставляя нужную его производительность) можно варьировать объемы рециркулируемого газа, а тем самым и степень рециркуляции рециркуляционной установки 7. В рециркуляционном трубопроводе 76 дополнительно еще расположена вентиляционная заслонка 78 забора воздуха извне, служащая для получения достаточного количества оживающего газа даже при низких

степенях рециркуляции за счет подачи наружного воздуха.

Вариант выполнения реакционного сосуда 6 более подробно показан на фиг. 2. В качестве главных компонентов реакционный сосуд 6 содержит корпус 60, внутри которого заключена рабочая полость 61, расположенное на верхнем конце подводящее приспособление 62, состыкованное с транспортирующим трубопроводом 4, и расположенное внизу отводящее приспособление 63, осуществляющее отгрузку теперь уже полностью кальцинированного гипса. В рассматриваемом варианте выполнения корпус 60 имеет цилиндрическую форму, при этом подводящее приспособление 62 расположено на верхнем торце, а отводящее приспособление 63 - вблизи днища. Внутри рабочей полости 61, также цилиндрической, расположено участвующее в ожигении днище 66а, ориентированное в горизонтальном направлении. Это участвующее в ожигении днище 66а содержит по существу днище с расположенными под ним полыми камерами для подвода ожигающего газа, который через отверстия в днище 66а может выходить наверх, при этом протекая через прилегающий к днищу 66а слой обрабатываемого материала и ожигая его. Ожигающий газ нагнетается через сопла устройства 67 псевдоожигения, расположенные на нижнем конце реакционного сосуда 6.

На оси цилиндрической рабочей полости 61 ниже подводящего приспособления 62 предусмотрена проходящая снизу вверх подъемная труба 69, сформированная из отрезка металлической трубы, корпус которой имеет свободное поперечное сечение, составляющее примерно пятую часть длины подъемной трубы. Протекающая в подъемной трубе 69 газовая смесь увлекает частицы обрабатываемого материала из окружающей среды, вследствие чего эти увлеченные частицы материала снова переносятся в верхнюю область рабочей полости 61. Тем самым образуется циркуляционное движение, позволяющее достичь эффективной посткальцинации с использованием влаги газовой смеси и производимого посредством теплообменника 65 косвенного нагрева материала, поступающего через подводящее приспособление 62.

Блок 70 управления связан с системой 9 управления, также выполненной с возможностью управления температурой и временем пребывания в реакционном сосуде 6. В реакционном сосуде 6 установлено несколько датчиков, в том числе датчик 90 температуры, датчик 91 влажности и датчик 92 уровня, подключенные к системе 9 управления. Система 9 управления объединяет измеренные значения и для регулирования температуры и времени пребывания воздействует на производимое посредством теплообменника 65 нагревание и на шлюзовую камеру 64 отводящего приспособления. Кроме того, блок 70 управления посредством клапана 71 регулировки давления регулирует давление в реакционном сосуде 6. Для повышения влажности повышается степень рециркуляции, а для понижения влажности степень рециркуляции уменьшается и, при необходимости, подается окружающий воздух. Результатом повышения степени рециркуляции является улучшение температурного режима в реакционном сосуде 6, поскольку возникают меньшие потери за счет отходящего воздуха.

Гипс, только частично кальцинированный кальцинационной мельницей 3, подвергается окончательной кальцинации, т.е. происходит полное превращение дигидрата в полугидрат и, при необходимости, имевшегося ангидрита (АIII) - в полугидрат.

Это позволяет достичь контролируемости окончательной кальцинации приходящего из кальцинационной мельницы 3 гипса с использованием его собственной влаги. Таким образом, благодаря рециркуляционной установке 7 и теплообменнику 65 стало возможным выставлять желательное целевое содержание кристаллизационной воды и задавать желательное качество для кальцинированного гипса.

Это позволяет достичь гомогенизации и улучшения качества кальцинированного гипса. Во-первых, удается достичь гомогенизации за счет компенсации кратковременных колебаний благодаря буферному действию, получающемуся за счет задержки в рабочей полости 61. Кроме того, получается уменьшение нежелательных растворимых ангидритных долей, а также дигидратных долей. Следующее значительное преимущество состоит в возможности регулирования величин воды и гипса, времени схватывания и рекристаллизационной воды за счет управления степенью рециркуляции и временем пребывания в рабочей полости 61.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ кальцинации гипса, включающий первую ступень, на которой проводят флэш-кальцинацию, и вторую ступень, на которой проводят окончательную кальцинацию в реакционном сосуде, при этом гипс от первой ступени ко второй подводят через транспортирующий трубопровод, отличающийся тем, что обеспечивают косвенный нагрев, осуществляемый на второй ступени, причем на второй ступени обеспечивают рециркуляцию водяного пара без подвода извне пара и/или воды.

2. Способ по п.1, отличающийся наличием установления чрезмерного содержания кристаллизационной воды в транспортирующем трубопроводе, превышающего целевое содержание кристаллизационной воды второй ступени.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся переменной рециркуляцией с разной степенью рециркуляции, при этом предпочтительно проводят регулирование по желательному целевому содержанию кристаллизационной воды в гипсе, причем предпочтительно степень рециркуляции модифицируют за счет отведения отходящего газа для адаптации содержания водяного пара на второй ступени.

4. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что для второй ступени рециркуляционный водяной пар возвращают обратно в реакционный сосуд посредством устройства псевдооживления, при этом предпочтительно реакционный сосуд нагружают повышенным давлением.

5. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в системе рециркуляции обеспечивают регулируемый вентилятор, при этом предпочтительно путем регулирования вентилятора устанавливают желательную степень рециркуляции.

6. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что окончательную кальцинацию в реакционном сосуде проводят в условиях повышенного давления, в частности при избыточном давлении от 2 до 4,5 бар, предпочтительно от 2,5 до 3,5 бар.

7. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что срок пребывания гипса на второй ступени назначают от 6 до 40 мин, предпочтительно от 10 до 25 мин, еще более предпочтительно от 15 до 20 мин.

8. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что кальцинацию на второй ступени осуществляют при температуре ниже 160°C, предпочтительно от 120 до 150°C.

9. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что содержание кристаллизационной воды в транспортирующем трубопроводе устанавливают в диапазоне от 8 до 20%, предпочтительно от 10 до 16%, при этом предпочтительно целевое содержание кристаллизационной воды устанавливают на значение от 5 до 7%, более предпочтительно от 5,5 до 6,5%.

10. Способ по одному из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что его осуществляют непрерывно.

11. Установка кальцинации, предназначенная для кальцинации гипса, содержащая в качестве первой ступени кальцинатор (3), выполненный для флэш-кальцинации, и в качестве второй ступени находящийся по технологической цепочке производственного процесса за ним реакционный сосуд (6), выполненный для окончательной кальцинации, при этом гипс от первой ступени ко второй подается через транспортирующий трубопровод (4) и эвакуируется из второй ступени посредством отводящего приспособления (63), отличающаяся тем, что реакционный сосуд (6) снабжен аппаратом (65) косвенного нагрева и выполнен автономным по пару по отношению к рециркуляционному устройству (7) для водяного пара, не имея с ним никакого парообмена.

12. Установка по п.11, отличающаяся тем, что предусмотрена система (70) регулирования, выполненная с возможностью обеспечения переменной рециркуляции в реакционном сосуде (6) с различной степенью рециркуляции, предпочтительно за счет отведения отходящего газа для адаптации содержания водяного пара на второй ступени.

13. Установка по п.12, отличающаяся тем, что система (70) регулирования дополнительно настроена по чрезмерному содержанию кристаллизационной воды в транспортирующем трубопроводе (4), превышающему целевое содержание кристаллизационной воды второй ступени.

14. Установка по одному из пп.11-13, отличающаяся тем, что реакционный сосуд (6) выполнен в виде сосуда, работающего под избыточным давлением.

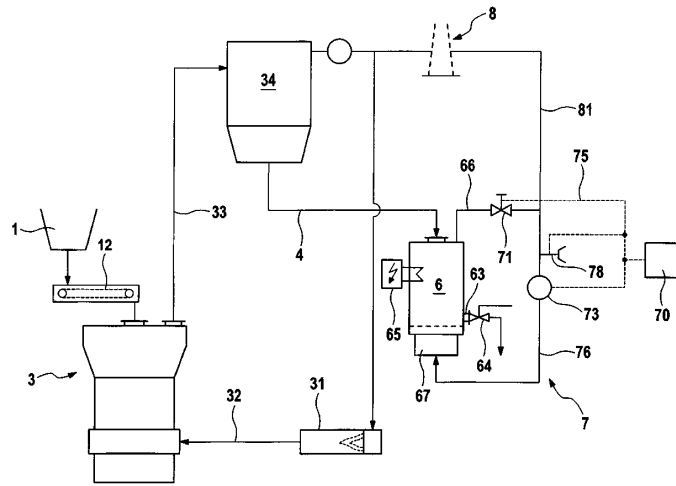
15. Модернизированный кальцинационный реактор, содержащий соединитель (62) для транспортирующего трубопровода (4), выполненного для подачи гипса из флэш-кальцинатора (3) в модернизированный реактор (6), установленный в технологической линии после флэш-кальцинатора (3), в качестве второй ступени, отличающийся тем, что модернизированный реактор (6) снабжен аппаратом (65) косвенного нагрева и выполнен автономным по пару по отношению к рециркуляционному устройству (7) для водяного пара, не имея с ним никакого парообмена.

16. Модернизированный реактор по п.15, отличающийся тем, что он имеет конструктивное исполнение в виде сосуда, работающего под избыточным давлением, и/или предусмотрена система регулирования по п.12 или 13.

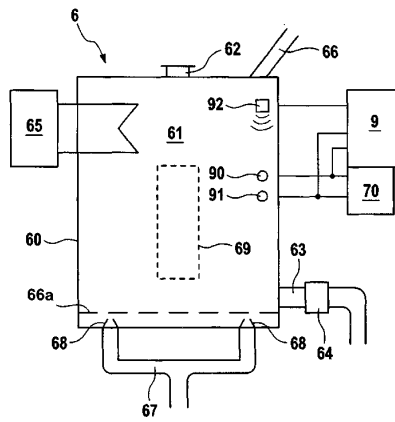
17. Модернизированный реактор по п.15 или 16, отличающийся тем, что на нем расположены отводящее приспособление (63) для кальцинированного гипса и, кроме того, вытяжной канал (66) для отвода пара.

18. Модернизированный реактор по п.17, отличающийся тем, что вытяжной канал (66) для отвода пара соединен с рециркуляционным устройством (7) таким образом, что пар непосредственно снова вводится в реактор.

19. Модернизированный реактор по одному из пп.15-18, отличающийся тем, что рециркуляционное устройство (7) содержит вентилятор (73), предпочтительно регулируемый.



Фиг. 1



Фиг. 2