(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202090376 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.07.31

(22) Дата подачи заявки
2017.08.04

(51) Int. Cl. ***C04B 28/14*** (2006.01)
C04B 11/00 (2006.01)

(54) УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ШТУКАТУРКИ ПОСРЕДСТВОМ СТАРЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ВЫСОКОМ УРОВНЕ ВЛАЖНОСТИ

(86) **PCT/EP2017/000946**
(87) **WO 2019/024971 2019.02.07**

(71) Заявитель:
КНАУФ ГИПС КГ (DE)

(72) Изобретатель:
Диц Штефан, Хартманн Алекандер (DE), Фрейзер Томас (AU), Байер Манфред, Фёртнер Зебастиан, Каракуссис Стергиос, Парасков Георги, Шнайдербангер Райнер (DE)

(74) Представитель:
Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)

(57) Изобретение относится к способу стабилизации штукатурки, в котором предоставляют свежую штукатурку, к свежей штукатурке добавляют воду для получения увлажненной штукатурки и увлажненную штукатурку выдерживают при температуре по меньшей мере 30°C, в течение промежутка времени по меньшей мере 30 мин для получения стабилизированной штукатурки. Указанный способ позволяет, помимо прочего, легко регулировать активность стабилизированной штукатурки, что применимо, например, для регулирования времени схватывания соответствующей суспензии штукатурки. Данное изобретение также относится к способу производства гипсокартонных листов, в котором используется стабилизированная штукатурка, полученная вышеуказанным способом.

202090376 A1

202090376 A1

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ШТУКАТУРКИ ПОСРЕДСТВОМ СТАРЕНИЯ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ВЫСОКОМ УРОВНЕ ВЛАЖНОСТИ

Данное изобретение относится к способу стабилизации свежей штукатурки. Кроме того, данное изобретение относится к способу производства гипсокартонных листов.

Гипс в своей наиболее стабильной форме, в которой он находится в природных источниках, представляет собой дигидрат сульфата кальция ($CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$). Для промышленного производства гипс добывают в карьерах, а затем обрабатывают для получения штукатурки в качестве материала, необходимого, например, при строительстве зданий. Гипс, добываемый из природных источников, обычно имеет чистоту по меньшей мере 80 масс.% дигидрата сульфата кальция (ДГ; $CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$) и обычно содержит известняк, глины или другие минералы в качестве примесей. Гипсовые отложения широко распространены по всему земному шару, а на сегодняшний день известно приблизительно 6 600 таких мест.

Дополнительным важным источником гипса является десульфуризация дымовых газов (ДГГ). При обработке дымовых газов $CaCO_3$ соединения серы, присутствующие в дымовых газах, осаждаются в виде дигидрата сульфата кальция. Такой ДДГ-гипс широко используют в качестве источника гипса при производстве гипсокартонных листов.

Сульфат кальция доступен в различных модификациях, которые отличаются количеством воды, связанной в кристаллической решетке.

После термической обработки вода диссоциирует от дигидрата сульфата кальция с образованием метастабильного гемигидрата сульфата кальция (ГГ; $CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O$). После продолжительной термической обработки получают ангидрит III (А-III; $CaSO_4$), который может обратимо поглощать воду с превращением в гемигидрат. Обратимое поглощение воды приводит к высвобождению значительного количества теплоты реакции. То, образуется ли во время обжига ангидрит III или гемигидрат сульфата кальция, зависит от температуры обжига, давления пара и времени пребывания в условиях обжига. Штукатурка представляет собой ряд сульфатов кальция, который

состоит в основном из β-гемигидрата, но также содержит меньшее количество других минералов сульфата кальция. Этот термин обычно используют для продукта обжига в котлах без регуляции давления пара.

Ангидрит II (A-II s) является полностью дегидратированной формой сульфата кальция. Он образуется при более высоких температурах и плохо растворяется в воде. Из-за своей низкой растворимости и реакционной способности ангидрит II нежелателен при производстве штукатурки, например, для производства гипсокартона.

Обжиг гипса с целью получения штукатурки проводят в сухих условиях посредством прямой обработки горячими газами или непрямой в нагреваемом сосуде для обработки. Из уровня техники известны различные способы и процессы обжига. В последнее время вследствие низких капитальных затрат и компактной структуры все более распространенными становятся печи для быстрого обжига. Как видно из названия, время выдержки гипса в этих агрегатах очень короткое, обычно в диапазоне нескольких секунд. Штукатурка, полученная этим способом, очень реакционноспособна и характеризуется коротким временем схватывания и высокой потребностью в воде при смешивании с водой. Способы обжига, в которых используется непрямой нагрев, например, в котельном процессе, являются более щадящими из-за намного большего времени выдержки. Полученная штукатурка является менее реакционноспособной.

Таким образом, условия, применяемые при обжиге, оказывают сильное влияние на природу штукатурки. В частности, на количество воды, необходимое для дополнительной обработки гипса, на удерживаемость гипсовой суспензии и поведение при схватывании влияют условия, применяемые во время обжига.

При обжиге размер и форма частиц дигидрата сульфата кальция по существу сохраняются. Однако, поскольку молекулы воды диффундируют из кристаллической решетки, а физически связанная вода десорбируется с поверхности частиц сульфата кальция, в частицах образуются трещины, и частицы становятся пористыми и хрупкими. Кроме того, в частности во время быстрого обжига, условия по всему объему частиц дигидрата кальция являются неоднородными вследствие короткого времени обработки в печи для быстрого обжига. Тогда как в областях на внешней поверхности частиц минерала сульфата кальция вода может быстро диффундировать и

покидать частицу, во внутренних областях объема мобилизация связанных молекул воды займет больше времени. Следовательно, после обжига частицы штукатурки могут иметь неоднородный состав и могут содержать, например, ангидрит III в областях оболочки частицы, помимо гемигидрата сульфата кальция в ее центральных областях. Процесс обжига обычно регулируют так, чтобы свежий продукт более не содержал дигидрат. Дигидрат может действовать как центр кристаллизации и, следовательно, приводить к очень короткому времени схватывания при обработке гемигидрата после добавления воды.

Гипс используют в разнообразных применениях, например, в производстве гипсокартонных листов, гипсокартонных плит, стенной штукатурки, в качестве стяжки для пола, для моделирования, если называть лишь некоторые. Для всех этих применений необходимы конкретные эксплуатационные свойства штукатурки. Например, при производстве гипсокартонных листов важно короткое время схватывания, чтобы иметь возможность быстро обрабатывать листовое полотно после нанесения штукатурной суспензии на подложку, в особенности, чтобы разрезать листовое полотно на отдельные листы. При использовании для стяжки полов необходима хорошая текучесть гипсовой суспензии с одновременным низким водопотреблением, чтобы получить пол с гладкой поверхностью и высокой прочностью. При использовании в штукатурных целях должна быть возможность легкого замедления схватывания штукатурки, чтобы можно было скорректировать определенное рабочее время.

Для схватывания штукатурку смешивают с водой для получения суспензии. Штукатурку растворяют в водной фазе с образованием перенасыщенного в отношении дигидрата раствора сульфата кальция. Поскольку растворимость дигидрата ниже, чем растворимость гемигидрата, 2,7 г/л по сравнению с 8 г/л, происходит быстрое образование зародышей кристаллизации и осаждение дигидрата сульфата кальция из насыщенного раствора. Соответственно, во время схватывания происходит перекристаллизация сульфата кальция и его затвердевание в этом процессе. Дигидрат кристаллизуется в виде иголок, которые образуют пористую, но стабильную структуру. После схватывания избыток воды, содержащейся в суспензии, остается в порах затвердевшего гипса, и его необходимо удалять. Например, для сушки гипсокартонных листов необходимо тепло для испарения избытка воды, а для обеспечения

необходимого тепла требуется соответствующее количество топлива. Соответственно, для экономии затрат и сокращения времени обработки желательно использовать минимальное количество воды, необходимое для процесса.

Чтобы уменьшить количество воды, необходимое для процесса схватывания, штукатурку стабилизируют после обжига путем добавления небольшого количества воды. Этот процесс также известен как «принудительное старение» гипса и используется повсеместно. Ангидрит III, содержащийся в штукатурке после обжига, превращается в гемигидрат сульфата кальция. Во время старения происходит исправление кристаллических дефектов и агломерация мелких частиц. Удельная площадь поверхности штукатурки снижается, тем самым уменьшая потребность в воде при образовании суспензии. Это «принудительное старение» выполняют в смесителе, в котором к штукатурке применяется вода в жидкой или парообразной форме. После старения стабилизированную штукатурку можно дополнительно обрабатывать путем добавления воды для получения суспензии.

В частности, во время быстрого обжига частицы гипса испытывают напряжение и становятся довольно нестабильными вследствие образования трещин в частицах гипса. При применении воды частицы штукатурки распадаются с образованием огромного количества очень мелких частиц, тем самым увеличивая потребность штукатурки в воде, т. е. количество воды, необходимое для получения гипсовой суспензии. Это также влияет на реологию суспензии сульфата кальция. Текучесть суспензии при заданном количестве воды, содержащейся в суспензии, снижается. Следовательно, для обработки суспензии требуется большое количество гиперстехиометрической воды, которую после схватывания необходимо снова удалять сушкой.

Во время старения размер частиц гемигидрата сульфата кальция увеличивается за счет агломерации, тогда как площадь поверхности уменьшается, и происходит исправление кристаллических дефектов. Как следствие, растворение частиц гемигидрата сульфата кальция в суспензии замедляется, тем самым увеличивая время схватывания. При производстве гипсокартонных листов этот эффект является нежелательным. Для достижения высокой производительности схватывание гипса необходимо осуществлять быстро и регулируемым, воспроизводимым образом. Это обеспечивает хорошую адгезию верхнего слоя и позволяет получать гипсокартонные листы постоянного качества. Колебания свойств штукатурки негативно влияют на стабильность

производства гипсокартона, поскольку они приводят к колебаниям времени схватывания.

Для безопасной регуляции процесса или для корректировки производительности затвердевшего гипса ($CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$) можно использовать химические добавки. Для ускорения процесса схватывания можно добавлять частицы измельченного гипса ($CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$), которые действуют как затравочные кристаллы. Сульфаты калия и алюминия можно добавлять в качестве химических ускорителей. Хелатообразующие агенты можно добавлять для замедления процесса гидратации. Такие хелатообразующие агенты препятствуют химической активности ионов кальция. Типичными замедлителями являются лимонная кислота, винная кислота или поликонденсированные аминокислоты. Такие замедлители коммерчески доступны на рынке и продаются, например, под торговыми марками PPE® или Retardan® (Sika AG, Baar, CH). Однако эти химические вещества приводят к дополнительным расходам и могут влиять, например, на коррозию оборудования.

Старение штукатурки после обжига используют уже достаточно давно. Осуществляют постоянные усовершенствования, чтобы дополнительно уменьшить потребность в воде и улучшить обрабатываемость штукатурки.

В патенте США 2 177 668 описан процесс быстрого и искусственного старения штукатурки. Воду применяют в виде пара, переносимого подходящим газом, воздействию которого подвергают штукатурку. Во время этого процесса штукатурку перемешивают так, чтобы она подвергалась воздействию газа, несущего доступную влагу, а влага поглощалась гипсом и химически соединялась с каждой частицей штукатурки. Для обработки газ можно поддерживать при температуре около 40 °C. Воздействие на штукатурку проводят в смесителе при достаточно быстром перемешивании. Во время обработки температура повышается от около 12 °C до около 70 °C в течение 10 минут. Общее время обработки составляет около 1 часа и 15 минут.

В патенте США 4 153 373 описан способ получения штукатурки, которая характеризуется низкой потребностью в воде. Штукатурку подают в смеситель, при этом штукатурка поступает в контейнер смесителя вблизи его верхней части. Воду добавляют в штукатурку сразу после того, как она попадает в контейнер смесителя, причем указанную воду вводят в штукатурку в виде свободно падающего

непрерывного потока воды, который непосредственно не контактирует с боковой стенкой контейнера или вращающимся пропеллером, расположенным на дне указанного контейнера. Влажная штукатурка соскальзывает вниз и по боковой стенке контейнера смесителя, затем проходит вокруг вращающегося пропеллера, чтобы затем выйти из смесителя через выпускное отверстие, расположенное в боковой стенке контейнера.

В WO 2008/074137 описан способ обработки бета-гемигидрата сульфата кальция, в котором бета-гемигидрат сульфата кальция подвергают воздействию пара при давлении выше атмосферного давления. Потребность в воде бета-гемигидрата сульфата кальция может быть снижена до 40%. Снижение потребности в воде можно увеличить за счет повышения температуры и давления пара. Начальная температура штукатурки составляет от 60 до 200 °C, а время пребывания штукатурки в атмосфере пара составляет от 5 до 900 секунд.

Гипсовое сырье, используемое в производстве штукатурки, содержит примеси в диапазоне приблизительно до 20 масс.%, такие как, например, известняк, глина и другие минералы. Это приводит к отклонениям в качестве штукатурки и получаемой из нее суспензии. Дополнительно, штукатурка должна отвечать двум важным требованиям:

1. Штукатурка должна характеризоваться низкой потребностью в воде для получения суспензии, чтобы минимизировать энергию, необходимую для сушки, например, гипсокартонного листа, после схватывания;

2. Штукатурка должна обладать достаточной реакционной способностью, чтобы обеспечить короткое время схватывания при производстве, например, гипсокартонных листов.

Оба требования в основном противоречат друг другу, поскольку для низкой потребности в воде необходимы стабильные частицы гипса, имеющие небольшую удельную площадь поверхности и низкую предрасположенность к разрушению зерен. Однако такая штукатурка обладает более низкой активностью и, следовательно, схватывание суспензии происходит медленно. Для штукатурки, характеризующейся низкой потребностью в воде, во время принудительного старения необходима высокая скорость исправления дефектов, тогда как для штукатурки с высокой реакционной

способностью преимущественным является меньший размер частиц с высокой удельной площадью поверхности, а скорость исправления дефектов можно поддерживать низкой.

Задача, которую решает заявляемое изобретение, заключается в создании способа стабилизации штукатурки, который позволяет регулировать активность стабилизированной штукатурки для дополнительной обработки так, чтобы при необходимости можно было регулировать время схватывания. В частности, должна быть возможность регулировать время схватывания до короткого времени схватывания, что необходимо, например, при производстве гипсокартона, причем полученная стабилизированная штукатурка в то же время характеризуется низкой потребностью в воде. Указанный способ должен позволять регулировать качество стабилизированной штукатурки надежным и воспроизводимым образом, и при этом существует возможность компенсировать отклонения, например, в качестве гипса, используемого в качестве сырья для обжига.

Эта задача решается с помощью способа, определенного в п. 1. Предпочтительные варианты реализации определены в зависимых пунктах формулы изобретения.

Авторы изобретения обнаружили, что посредством поддержания свежей штукатурки после добавления небольшого количества воды в течение продолжительного времени при повышенной температуре можно получить стабилизированную штукатурку. Реакционная способность стабилизированной штукатурки является достаточной для использования, например, в производстве гипсокартонных листов. В то же время потребность в воде стабилизированной штукатурки является очень низкой.

В соответствии с изобретением предложен способ стабилизации свежей штукатурки, в котором

- предоставляют свежую штукатурку;
- к свежей штукатурке добавляют воду для получения увлажненной штукатурки и
- увлажненную штукатурку выдерживают при температуре, составляющей по меньшей мере 30 °C, в течение интервала времени, составляющего по меньшей мере 30 мин, чтобы получить стабилизированную штукатурку.

Под свежей штукатуркой подразумевается материал сульфата кальция, состоящий в основном, т. е. на более чем из 60 масс.%, из β-гемигидрата, полученного путем обжига гипса в соответствии со способами, известными в данной области техники. Гипс, используемый для обжига, в соответствии с вариантом реализации может представлять собой гипс, добываемый из карьера, или ДДГ-гипс.

Свежая штукатурка содержит гемигидрат сульфата кальция в качестве основного компонента, помимо меньших количеств других фаз гипса, таких как ангидрит III, и примесей, например, минералов, и ее получают путем обжига гипса. Материал характеризуется высокой потребностью в воде и высокой активностью вследствие большой площади поверхности частиц штукатурки. Для осуществления способа можно предоставлять штукатурку, имеющую высокую температуру за счет тепла, все еще присутствующего в материале после обработки обжигом.

При этом свежую штукатурку также можно охлаждать перед дополнительной обработкой, например, когда свежую штукатурку хранят некоторое время перед дополнительной обработкой. Предпочтительно обрабатывать свежую штукатурку сразу после обжига, т. е., когда она еще горячая.

В соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку предоставляют при температуре менее 100 °C, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – при температуре менее 99 °C, в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – при температуре менее 90 °C, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – при температуре менее 80 °C. Чтобы скорректировать температуру, свежую штукатурку можно охлаждать. Охлаждение можно проводить в подходящем охлаждающем оборудовании, в котором свежую штукатурку, в соответствии с вариантом реализации, перемешивают для облегчения отвода тепла. Однако охлаждение свежей штукатурки до необходимой температуры также можно обеспечивать за счет простого периода покоя, когда тепло, содержащееся в свежей штукатурке, выделяется в окружающую среду.

В соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку предоставляют при температуре по меньшей мере 40 °C, в соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку предоставляют при температуре по меньшей мере 50 °C, в соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку предоставляют при температуре по

меньшей мере 60 °С и в соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку предоставляют при температуре по меньшей мере 65 °С.

Под увлажненной штукатуркой подразумевается свежая штукатурка, в которую была добавлена вода так, чтобы началась стабилизация штукатурки. Следовательно, увлажненная штукатурка имеет более высокое содержание воды, чем свежая штукатурка. Вода присутствует не только в форме, связанной в кристаллической структуре координационными связями (вода кристаллизации), но также присутствует в адсорбированной форме. Адсорбированную воду можно удалять из увлажненной штукатурки путем умеренного нагревания (например, от около 100 до 110 °С). В увлажненной штукатурке могли уже происходить процессы стабилизации, например процессы перекристаллизации или агломерации более мелких частиц с получением более крупных частиц, что снижает удельную площадь поверхности штукатурки. Потребность в воде увлажненной штукатурки ниже, чем в случае свежей штукатурки, получаемой непосредственно после обжига, вследствие инициации процессов исправления дефектов в кристаллической решетке, происходящих непосредственно после добавления воды.

Благодаря поглощению воды ангидрит III, содержащийся в свежей штукатурке, быстро превращается в гемигидрат сульфата кальция. Следовательно, увлажненная штукатурка содержит меньшее количество ангидрита III, чем свежая штукатурка непосредственно после обжига, и в соответствии с вариантом реализации вообще не содержит ангидрит III.

Под потребностью в воде подразумевается минимальное количество воды, которое необходимо добавить к свежей штукатурке для получения определенной текучести.

Потребность в воде можно определить путем получения суспензии штукатурки в воде и определения значения растекаемости суспензии, когда суспензию выливают на плоскую поверхность. Способ определения значения растекаемости объяснен ниже в примерах.

Под стабилизированной штукатуркой подразумевается штукатурка, полученная из увлажненной штукатурки, которая была обработана заявляемым способом и имеет активность ниже, чем свежая штукатурка и увлажненная штукатурка. Стабилизированная штукатурка имеет по меньшей мере одну из следующих

характеристик: меньшую удельную площадь поверхности по определению методом БЭТ, больший размер частиц вследствие агломерации, более низкую потребность в воде и/или более длительное время схватывания, чем в случае свежей штукатурки и увлажненной штукатурки.

Активность штукатурки можно определить путем определения времени схватывания суспензии штукатурки. В соответствии с вариантом реализации стабилизированная штукатурка имеет удельную площадь поверхности, определенную методом БЭТ, от 2,5 до 5,0 $м^2$/г. Метод БЭТ для определения удельной поверхности описан в примерах.

В соответствии с вариантом реализации после обработки свежей штукатурки способом в соответствии с изобретением удельная площадь поверхности по БЭТ стабилизированной штукатурки является по меньшей мере на 5% меньшей, чем удельная площадь поверхности по БЭТ свежей штукатурки. В соответствии с дополнительным вариантом реализации удельная площадь поверхности по БЭТ стабилизированной штукатурки является по меньшей мере на 8%, а в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации является по меньшей мере на 10% меньшей, чем удельная площадь поверхности по БЭТ свежей штукатурки. В соответствии с вариантом реализации удельная площадь поверхности по БЭТ стабилизированной штукатурки является не более чем на 50% меньшей, в соответствии с вариантом реализации – не более чем на 40% меньшей, чем удельная площадь поверхности по БЭТ свежей штукатурки.

В соответствии с вариантом реализации стабилизированная штукатурка имеет значение растекаемости, определенное способом, описанным в примерах, от 300 до 400 мм, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – от 320 до 390 мм.

В способе по изобретению в соответствии с вариантом реализации можно получать свежую штукатурку, имеющую низкую температуру, например, при комнатной температуре. Для осуществления способа по изобретению свежую штукатурку затем нагревают до выбранной температуры, составляющей по меньшей мере 30 °C.

Свежая штукатурка, полученная непосредственно после обжига и используемая в качестве исходного материала в способе по изобретению, содержит гемигидрат сульфата кальция ($CaSO_4 \cdot 0{,}5\ H_2O$) в качестве основного компонента. В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка содержит по меньшей мере 60 масс.%, в

соответствии с дополнительным вариантом реализации – по меньшей мере 80 масс.% и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – по меньшей мере 85 масс.% гемигидрата сульфата кальция. В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка содержит менее 100 масс.% гемигидрата сульфата кальция. В соответствии с дополнительным вариантом реализации свежая штукатурка содержит менее 98 масс.%, в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – менее 95 масс.% гемигидрата сульфата кальция.

Помимо гемигидрата сульфата кальция свежая штукатурка также может содержать ангидрит III сульфата кальция ($CaSO_4$) в меньших количествах. Количество ангидрита III зависит от условий, применяемых при обжиге гипса. По экономическим причинам количество ангидрита III, содержащегося в свежей штукатурке, стараются поддерживать на низком уровне, чтобы минимизировать потребление энергии при обжиге. Однако из-за неоднородности в составе гипса, используемого для обжига, а также из-за неоднородностей в условиях реакции, которым подвергаются конкретные частицы гипса во время обжига, свежая штукатурка также может содержать ангидрит III.

В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка содержит более 0 масс.% ангидрита III, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – более 0,5 масс.% ангидрита III, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – более 3 масс.% ангидрита III, в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит более 5 масс.% ангидрита III и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации содержит более 8 масс.% ангидрита III. По сути, способ по данному изобретению можно осуществлять с использованием свежей штукатурки, которая содержит ангидрит III в качестве основного компонента, поскольку ангидрит III превращается в гемигидрат сульфата кальция в ходе заявляемого способа. Однако по экономическим причинам количество ангидрита III предпочтительно поддерживают как можно более низким. В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка содержит менее 100 масс.% ангидрита III, в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит менее 50 масс.% ангидрита III, в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит менее 40 масс.% ангидрита III, в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит менее 30 масс.% ангидрита III и в

соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит менее 20 масс.% ангидрита III.

Свежая штукатурка в соответствии с вариантом реализации может содержать небольшие количества дигидрата сульфата кальция ($CaSO_4 \cdot 2\ H_2O$). Однако, поскольку дигидрат сульфата кальция сильно влияет на время схватывания штукатурки, количество дигидрата сульфата кальция, содержащегося в свежей штукатурке, обычно поддерживают низким. Кроме того, чтобы избежать схватывания свежей штукатурки при осуществлении способа в соответствии с данным изобретением, количество дигидрата сульфата кальция, содержащегося в свежей штукатурке, предпочтительно поддерживают низким. В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка содержит менее 5 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит менее 2 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит менее 1 масс.% и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации содержит менее 0,5 масс.% дигидрата сульфата кальция. В соответствии с дополнительным вариантом реализации свежая штукатурка вообще не содержит дигидрат сульфата кальция.

Процентное содержание гемигидрата сульфата кальция, ангидрита III и дигидрата сульфата кальция относится к общему количеству гемигидрата сульфата кальция, ангидрита III и дигидрата сульфата кальция, содержащемуся в штукатурке.

Количества гемигидрата сульфата кальция, ангидрита III сульфата кальция, дигидрата сульфата кальция и ангидрита II сульфата кальция можно определять подходящими способами, известными в данной области техники. Подходящий способ описан в примерах. В альтернативном варианте для анализа можно использовать рентгеновскую дифракцию. Предпочтительно для определения используют способ, описанный в примерах.

Кроме дигидрата сульфата кальция и ангидрита III свежая штукатурка может содержать примеси, а так же наполнители. Происхождение примесей связано с гипсом, используемым для обжига. Под примесью подразумевается каждое соединение в гипсе, которое не может преобразовываться в гемигидрат сульфата кальция или ангидрит III во время обжига. Типовыми примесями являются песок, глина, известняк, сульфат магния, доломит и т. д. Ангидрит II, т. е. ангидрит природного происхождения, также

может содержаться в свежей штукатурке как примесь. Наполнители представляют собой материалы, которые добавляют в гипс до или после обжига для корректировки характеристик свежей или стабилизированной штукатурки. Типичными наполнителями являются известняк, глины и природный ангидрит.

Примеси, а также наполнители, в соответствии с вариантом реализации, содержатся в свежей штукатурке в общем количестве менее 50 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в количестве менее 40 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в количестве менее 30 масс.%, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – в количестве менее 20 масс.%. В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка вообще не содержит примеси или наполнители. В соответствии с дополнительным вариантом реализации свежая штукатурка содержит более 1 масс.% примесей/наполнителей, а в соответствии с дополнительным вариантом реализации содержит более 5 масс.% примесей/наполнителей.

Указанные выше процентные значения относятся к образцу свежей штукатурки, которая была высушена при повышенной температуре до достижения постоянной массы. В соответствии с вариантом реализации повышенную температуру выбирают так, чтобы она составляла по меньшей мере 40 °C, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – по меньшей мере 60 °C, и в соответствии с вариантом реализации выбирают температуру менее 100 °C. В соответствии с вариантом реализации образец сушат при 100 °C до достижения постоянной массы. В соответствии с вариантом реализации образец сушат в сушильном шкафу. После сушки образец охлаждают в десикаторе. Во время взвешивания избегают доступа влаги.

В соответствии с вариантом реализации свежая штукатурка содержит воду в количестве менее 9 масс.%, в соответствии с вариантом реализации содержит воду в количестве менее 6 масс.%. Процентные значения соответствуют параметру «потери при прокаливании» (ППП). Количество воды, содержащейся в свежей штукатурке, в основном соответствует воде, связанной в виде гемигидрата сульфата кальция.

Свежая штукатурка в соответствии с вариантом реализации имеет размер частиц (D_{98}) менее 5 мм, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – менее 3 мм, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – менее 1 мм.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации свежая штукатурка имеет размер частиц (D_{80}) менее 1 мм, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – менее 500 мкм, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – менее 200 мкм. В соответствии с вариантом реализации размер частиц (D_{80}) составляет по меньшей мере 50 мкм.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации свежая штукатурка имеет размер частиц (D_{50}) менее 200 мкм, в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – менее 100 мкм. В соответствии с вариантом реализации размер частиц (D_{50}) составляет по меньшей мере 5 мкм.

Размер частиц «D_{80}» означает, что по меньшей мере 80 масс.% материала имеет размер частиц меньше, чем конкретный размер «D». Соответственно, размер частиц «D_{50}» означает, что по меньшей мере 50 масс.% материала имеет размер частиц меньше, чем конкретный размер «D», а размер частиц «D_{98}» означает, что 98 масс.% материала имеет размер частиц меньше, чем конкретный размер «D». Размер частиц «D_x» определяют способами, известными в данной области техники. Для частиц размером более 32 мкм распределение частиц по размерам можно определять путем просеивания образца через сито с конкретным размером ячеек, а затем взвешивания количества материала, прошедшего через сито, и количества материала, оставшегося в сите. Предпочтительно, распределение частиц по размерам определяют с помощью лазерной дифракции, которая также работает в случае частиц меньшего размера.

Обжиг можно проводить прямыми или непрямыми способами, известными в данной области техники, используя известное оборудование. Обжиг можно проводить посредством периодического обжига или посредством непрерывного обжига. В частности, обжиг можно проводить посредством быстрого обжига.

Температура, применяемая во время обжига, зависит от способа и оборудования, используемого для обжига. В то время как обжиг, проводимый в котлах, можно проводить при более низких температурах, например, при температурах в диапазоне от 120 °C до 160 °C, для быстрого обжига необходимы более высокие температуры вследствие меньшего времени контакта между частицами гипса и горячими газами, используемыми для обжига. Температуру для быстрого обжига обычно выбирают равной 200 °C. Температура относится к температуре горячего газа на входе в агрегат

для обжига. Условия обжига выбирают так, чтобы получить свежую штукатурку, описанную выше.

Затем свежую штукатурку приводят в контакт с небольшим количеством воды для получения увлажненной штукатурки.

В соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку подают в смеситель и перемешивают с добавлением воды, чтобы получить увлажненную штукатурку.

Воду можно добавлять в жидкой форме, при этом воду в соответствии с вариантом реализации распыляют на свежую штукатурку.

В соответствии с другим вариантом реализации воду добавляют в свежую штукатурку в парообразной фазе. В соответствии с вариантом реализации пар имеет температуру по меньшей мере 100 °C, в соответствии с вариантом реализации имеет температуру по меньшей мере 110 °C и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации имеет температуру менее 150 °C. В соответствии с дополнительным вариантом реализации пар имеет температуру менее 200 °C. В соответствии с вариантом реализации пар и свежую штукатурку приводят в контакт при атмосферном давлении. В смесителе могут быть предусмотрены подходящие форсунки для внесения пара или жидкой воды в смеситель.

В соответствии с вариантом реализации воду добавляют в жидкой и парообразной форме. При добавлении воды как в жидкой, так и в парообразной форме температуру увлажненной штукатурки можно регулировать и избегать чрезмерного смачивания увлажненной штукатурки.

Во время смешивания температуру свежей штукатурки/увлажненной штукатурки корректируют, в соответствии с вариантом реализации, по меньшей мере до 30 °C, в соответствии с вариантом реализации – по меньшей мере до 40 °C, в соответствии с дополнительным вариантом реализации корректируют по меньшей мере до 50 °C, в соответствии с дополнительным вариантом реализации корректируют по меньшей мере до 60 °C, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации корректируют до температуры по меньшей мере 65 °C. В соответствии с дополнительным вариантом реализации температуру свежей штукатурки корректируют во время смешивания до менее чем 100 °C, в соответствии с дополнительным

вариантом реализации – менее чем 99 °C, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – менее чем 90 °C, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – менее 80 °C.

В соответствии с вариантом реализации во время смешивания в соответствующем нагревательном/охлаждающем устройстве не проводят активное охлаждение/нагревание. Температуру во время смешивания можно регулировать путем регулирования температуры свежей штукатурки, добавляемой в смеситель, и количества добавляемой воды. Часть воды может испаряться, тем самым охлаждая свежую штукатурку.

Смешивание свежей штукатурки и воды можно выполнять периодически или непрерывно. В непрерывно работающем смесителе свежую штукатурку и воду непрерывно подают в смеситель, а увлажненную штукатурку непрерывно выгружают из смесителя.

В соответствии с вариантом реализации смешивание проводят до тех пор, пока не будет получена гомогенная смесь воды и свежей штукатурки и по сути будут отсутствовать колебания влажности по всему объему увлажненной штукатурки. Однако в соответствии с дополнительным вариантом реализации достаточно перемешивать воду и свежую штукатурку в течение очень короткого периода времени перед дополнительной обработкой.

Время смешивания можно выбирать очень коротким, например, в диапазоне нескольких секунд. Однако подходят также более длительные времена смешивания. В соответствии с вариантом реализации смешивание проводят в течение по меньшей мере 1 секунды, в соответствии с вариантом реализации – в течение по меньшей мере 2 секунд. Продолжительность процедуры смешивания зависит от количества обработанной свежей штукатурки и типа используемого смесителя.

В соответствии с вариантом реализации используют смеситель непрерывного действия. Тогда время смешивания соответствует времени пребывания частицы штукатурки во время прохождения смесителя. Подходящие смесители известны в данной области техники. В непрерывном смесителе такого типа время смешивания в соответствии с вариантом реализации составляет менее 1 минуты, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – менее 30 секунд.

В соответствии с другим вариантом реализации используют смеситель периодического действия, в котором, в соответствии с вариантом реализации, время смешивания свежей штукатурки и воды выбирают так, чтобы оно составляло менее 5 минут, в соответствии с вариантом реализации составляло менее 2 минут.

Однако, в зависимости от количества обработанной штукатурки, также возможны более длительные времена смешивания.

После добавления воды и необязательного смешивания получают увлажненную штукатурку.

Увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре, составляющей по меньшей мере 30 °C, в течение промежутка времени, составляющего по меньшей мере 30 минут, чтобы получить стабилизированную штукатурку.

В соответствии с вариантом реализации увлажненную штукатурку переносят в контейнер для хранения.

В соответствии с вариантом реализации увлажненную штукатурку получают путем смешивания воды и свежей штукатурки в смесителе, а затем увлажненную штукатурку переносят в контейнер для хранения.

В соответствии с другим вариантом реализации свежую штукатурку и воду напрямую подают в емкость для хранения без пропускания через смеситель. Смешивание воды и свежей штукатурки происходит в контейнере для хранения.

В соответствии с вариантом реализации контейнер для хранения оборудован перемешивающим устройством для перемешивания увлажненной штукатурки при выдерживании увлажненной штукатурки при выбранной температуре.

Однако предпочтительно не перемешивать увлажненную штукатурку при поддержании при выбранной температуре.

Пока увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре, происходят процессы исправления и устранения кристаллических дефектов, например трещин в частицах штукатурки. Удельная площадь поверхности увлажненной штукатурки уменьшается, а частицы увлажненной штукатурки становятся физически

и/или химически более стабильными. Удельную площадь поверхности можно измерять в соответствии с методом БЭТ.

Не ограничиваясь теорией, предполагается, что в трещинах образуются новые маленькие кристаллы гемигидрата сульфата кальция, которые частично или полностью заполняют эти трещины, тем самым уменьшая площадь поверхности частицы.

Температуру регулируют по меньшей мере до 30 °С, в соответствии с дополнительным вариантом реализации регулируют по меньшей мере до 40 °С, в соответствии с дополнительным вариантом реализации регулируют по меньшей мере до 50 °С, в соответствии с дополнительным вариантом реализации регулируют по меньшей мере до 60 °С и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации регулируют по меньшей мере до 65 °С. В соответствии с дополнительным вариантом реализации температуру регулируют до менее чем 100 °С, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – до температуры менее чем 99 °С, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – до температуры менее чем 90 °С, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – до температуры менее 80 °С.

В соответствии с вариантом реализации температуру регулируют, регулируя температуру свежей штукатурки и/или увлажненной штукатурки перед тем, как увлажненную штукатурку вносят в контейнер для хранения.

Чтобы отрегулировать температуру, свежую штукатурку, в соответствии с вариантом реализации, можно охлаждать. Охлаждение можно проводить в подходящем охлаждающем оборудовании, в котором свежую штукатурку, в соответствии с вариантом реализации, перемешивают для облегчения отвода тепла. Однако охлаждение свежей штукатурки до необходимой температуры также можно обеспечивать за счет простого периода покоя, когда тепло, содержащееся в свежей штукатурке, выделяется в окружающую среду. Как объяснено выше, температуру увлажненной штукатурки можно регулировать, регулируя скорость воды, добавляемой в свежую штукатурку, и наоборот.

Чтобы поддерживать температуру на выбранном уровне, контейнер для хранения, в соответствии с вариантом реализации, имеет изоляцию, чтобы избежать потерь тепла.

Такую изоляцию можно обеспечить, окружив контейнер для хранения изоляционным материалом.

В соответствии с вариантом реализации контейнер для хранения может быть оборудован нагревательным устройством для нагревания увлажненной штукатурки для поддержания увлажненной штукатурки при выбранной температуре.

Пока увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре, температура может немного снижаться вследствие потерь тепла. Потери тепла, в соответствии с одним вариантом реализации, можно компенсировать нагреванием или, в соответствии с другим вариантом реализации, потери температуры можно компенсировать, выбирая, соответственно, более высокую температуру увлажненной штукатурки сразу после начала процесса стабилизации.

Увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре в течение по меньшей мере 30 минут. В соответствии с дополнительным вариантом реализации увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре в течение по меньшей мере 45 минут. В соответствии с вариантом реализации увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре в течение по меньшей мере 1 часа, а в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре в течение по меньшей мере 2 часов.

Неожиданно было обнаружено, что благодаря более длительному времени хранения при выбранной температуре получают стабилизированную штукатурку, которая характеризуется низкой потребностью в воде и в то же время обладает достаточной активностью для обеспечения короткого времени схватывания, что необходимо, например, при производстве гипсокартонных листов.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации увлажненную штукатурку выдерживают при выбранной температуре в течение менее 48 часов, в соответствии с другим вариантом реализации – в течение менее 24 часов, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в течение менее 20 часов, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в течение менее 15 часов, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – в течение менее 10 часов.

Увлажненную штукатурку можно выдерживать при выбранной температуре более 24 часов. Однако обычно дополнительный эффект стабилизации не наблюдается.

Исправление дефектов в увлажненной штукатурке прогрессирует с продолжительностью термической обработки, а активность стабилизированной штукатурки уменьшается, т. е. время схватывания стабилизированной штукатурки после добавления воды увеличивается. Относительное усиление эффекта стабилизации снижается со временем и достигает граничного значения, соответствующего максимальной стабилизации увлажненной штукатурки.

Процесс поддержания увлажненной штукатурки при выбранной температуре, следовательно, прекращают, когда штукатурка имеет активность, необходимую для конкретного применения, например, для производства гипсокартонных листов или как строительный раствор.

Пока увлажненную штукатурку поддерживают при выбранной температуре для стабилизации, испарение влаги в окружающую среду необходимо поддерживать низким, чтобы обеспечить прогрессирование процессов исправления дефектов. В соответствии с вариантом реализации контейнер для хранения является воздухонепроницаемым контейнером так, чтобы влага, содержащаяся в увлажненной штукатурке, оставалась в контейнере для хранения.

Хотя увлажненную штукатурку выдерживают при выбранной температуре для стабилизации, следует избегать преобразования гемигидрата сульфата кальция в дигидрат сульфата кальция. Следует избегать перенасыщения атмосферы внутри контейнера водой вследствие конденсации жидкой воды, способствующей схватыванию частей хранимого гемигидрата. Жидкая вода также может вызывать коррозию контейнера и другого оборудования. Следовательно, относительную влажность при выдерживании увлажненной штукатурки при выбранной температуре для стабилизации выбирают, в соответствии с вариантом реализации, ниже 100%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – ниже 90%. В соответствии с дополнительным вариантом реализации относительную влажность внутри контейнера для хранения выбирают выше 50%.

Стабильность и реакционную способность стабилизированной штукатурки можно регулировать, в соответствии с вариантом реализации, корректируя температуру и/или продолжительность термообработки.

Когда время обработки при поддержании увлажненной штукатурки при выбранной температуре является коротким, например, близким к 30 минутам, получают стабилизированную штукатурку с более высокой активностью и более коротким временем схватывания, содержащую большее количество мелких частиц гемигидрата сульфата кальция. Такая стабилизированная штукатурка применима, например, при производстве гипсокартонных листов. Соответственно, при больших временах обработки получают стабилизированную штукатурку с большим временем схватывания.

Активность стабилизированной штукатурки можно дополнительно регулировать, регулируя выбранную температуру, при которой поддерживают увлажненную штукатурку. Как правило, более высокая температура приводит к снижению активности стабилизированной штукатурки и наоборот.

Преимуществом заявляемого способа является возможность регулировать активность стабилизированной штукатурки до определенного уровня, регулируя температуру и корректируя продолжительность обработки увлажненной штукатурки. Следовательно, отклонения в качестве гипсового сырья, используемого для обжига, можно легко компенсировать, что является важным преимуществом, например, при непрерывном производстве гипсокартона.

В соответствии с вариантом реализации определяют активность стабилизированной штукатурки. Подходящий способ определения описан в примерах. Время схватывания и регидратации можно использовать для оценки активности стабилизированной штукатурки.

Количество воды, добавляемое в свежую штукатурку, выбирают так, чтобы достаточное количество воды было доступно для инициации исправления дефектов частиц штукатурки. Однако количество воды также выбирают так, чтобы избежать реакции гемигидрата сульфата кальция и воды с получением дигидрата сульфата кальция.

В соответствии с вариантом реализации количество воды, добавляемой к свежей штукатурке, выбирают так, чтобы количество свободной влаги, содержащейся в стабилизированной штукатурке, превышало 0,2 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – превышало 0,5 масс.%. В соответствии с дополнительным вариантом реализации количество воды, добавляемой к свежей штукатурке, выбирают так, чтобы количество воды, содержащейся в увлажненной штукатурке, составляло меньше чем 3 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации выбирают меньшим чем 2 масс.% и предпочтительно меньшим чем 1 масс.%. Процентные значения относятся к массе свежей штукатурки.

В соответствии с вариантом реализации воду добавляют к свежей штукатурке в форме пара. Пар подают при температуре по меньшей мере 100 °C и его также можно использовать для подогрева свежей штукатурки до выбранной температуры.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации свежую штукатурку предоставляют при комнатной температуре. После обжига свежую штукатурку можно хранить, например, благодаря производственным возможностям печи для обжига или контейнера для хранения. Затем свежую штукатурку охлаждают и хранят при комнатной температуре перед дополнительной обработкой.

Перед дополнительной обработкой свежую штукатурку, в соответствии с вариантом реализации, нагревают до выбранной температуры для стабилизации штукатурки. Нагревание можно осуществлять до или после добавления воды.

В соответствии с вариантом реализации перед внесением воды и поддержанием увлажненной штукатурки при выбранной температуре в соответствии с заявляемым способом свежую штукатурку нагревают до выбранной температуры, согласно заявляемому способу, например, до температуры по меньшей мере 30 °C. В соответствии с вариантом реализации свежую штукатурку нагревают до температуры более 30 °C, чтобы компенсировать охлаждение, которое происходит во время добавления воды для получения увлажненной штукатурки.

Нагревание можно осуществлять с помощью подходящего нагревательного оборудования, например, смесителя, оснащенного нагревательным оборудованием. В соответствии с вариантом реализации нагревание обеспечивают путем подачи пара в свежую штукатурку, при этом пар нагрет до температуры по меньшей мере 100 °C, в

соответствии с дополнительным вариантом реализации – по меньшей мере до 140 °C. Необходимо позаботиться о том, чтобы количество влаги, вносимой паром, не становилось слишком высоким, и, в частности, избегать конденсации пара, приводящей к большим локальным количествам жидкой воды.

В соответствии с вариантом реализации заявляемого способа увлажненную штукатурку выдерживают во влажной атмосфере при поддержании при выбранной температуре в течение определенного периода времени.

Как уже обсуждалось выше, в соответствии с вариантом реализации увлажненную штукатурку выдерживают в атмосфере по меньшей мере 50% отн. влажности, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в атмосфере по меньшей мере 70% отн. влажности.

При поддержании увлажненной штукатурки при температуре по меньшей мере 30 °C в течение по меньшей мере 30 минут увлажненную штукатурку в соответствии с вариантом реализации перемешивают для гомогенизации увлажненной штукатурки. Перемешивание увлажненной штукатурки позволяет избежать, насколько возможно, температурного градиента внутри контейнера так, чтобы вся увлажненная штукатурка, содержащаяся в контейнере, находилась в равномерных условиях реакции и, следовательно, имела равномерную скорость исправления дефектов так, чтобы получить гомогенную стабилизированную штукатурку.

В соответствии с вариантом реализации количество воды, добавляемое к свежей штукатурке, является таким, чтобы стабилизированная штукатурка содержала свободную влагу в количестве по меньшей мере 0,2 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в количестве по меньшей мере 0,5 масс.%. В соответствии с вариантом реализации стабилизированная штукатурка содержит свободную влагу в количестве менее 5 масс.%, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – менее 3 масс.%, в соответствии с еще одним вариантом реализации – менее 1,5 масс.% по отношению к массе стабилизированной штукатурки. Эта свободная влага образуется за счет молекул воды, абсорбированных на поверхности стабилизированной штукатурки и содержащихся, например, в очень мелких трещинах, присутствующих в частицах штукатурки, или в пространстве, предусмотренном в кристаллической структуре кристаллов гемигидрата сульфата

кальция. Эта вода физически связана и содержится в стабилизированной штукатурке в дополнение к воде, связанной в гемигидрате сульфата кальция.

Стабилизированную штукатурку можно измельчать, чтобы получить свежие кристаллические поверхности, чтобы тем самым увеличить активность штукатурки.

Стабилизированную штукатурку можно сушить, чтобы отрегулировать влажность стабилизированной штукатурки.

Чтобы скорректировать активность и другие параметры стабилизированной штукатурки, стабилизированную штукатурку, в соответствии с вариантом реализации, можно смешивать с наполнителями, например известняком, ангидритом II или глинами, или, в соответствии с вариантом реализации, можно смешивать со свежей штукатуркой, т. е. штукатуркой, которую не нужно стабилизировать, чтобы в случае необходимости уменьшить, например, время схватывания.

Стабилизированную штукатурку, полученную способом по данному изобретению, можно использовать во всех применениях для сульфата кальция, известных в данной области техники. Стабилизированную штукатурку добавляют в воду для получения суспензии, которую можно дополнительно обрабатывать, например, при производстве гипсокартонных листов.

В соответствии с вариантом реализации суспензия, полученная из стабилизированной штукатурки, имеет время схватывания менее 10 минут, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – менее 8 минут, и в соответствии с еще одним дополнительным вариантом реализации – менее 5 минут. В соответствии с вариантом реализации суспензия имеет время схватывания по меньшей мере 1 минуту, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – по меньшей мере 2 минуты, и в соответствии с дополнительным вариантом реализации – по меньшей мере 4 минуты.

В соответствии с дополнительным аспектом данное изобретение относится к способу производства гипсокартонных листов, включающему по меньшей мере следующие этапы:

- предоставление стабилизированной штукатурки, полученной способом, описанным выше;

- получение суспензии штукатурки путем добавления воды к стабилизированной штукатурке;
- формовку суспензии штукатурки для получения гипсокартонного листа.

Указанный способ в основном соответствует способам, известным в данной области техники, при этом, однако, используют стабилизированную штукатурку, полученную способом, описанным выше. Стабилизированную штукатурку обрабатывают в основном так же, как и в известных способах производства гипсокартонных листов. Однако из-за более низкой потребности в воде стабилизированной штукатурки количество воды, добавляемой в стабилизированную штукатурку, адаптируют соответствующим образом. Специалист в данной области техники может определить количество воды, добавляемой к стабилизированной штукатурке, известными способами. Например, для получения суспензии штукатурки, имеющей примерно такие же характеристики и обрабатываемость, что и в известных способах, отношение вода-гипс, консистенцию суспензии и/или значение растекаемости можно регулировать, выбирая количество воды, используемой для получения суспензии штукатурки, соответственно.

Для корректировки характеристик суспензии штукатурки можно добавлять добавки, известные в данной области техники, в соответствии с вариантом реализации. В соответствии с вариантом реализации в суспензию штукатурки можно добавлять ожижитель, известный в данной области техники и доступный на рынке. Подходящими ожижителями являются, например, меламиновые смолы, поликарбоксилаты или частичные гидролизаты целлюлозы. Количество ожижителя, добавляемого в суспензию штукатурки, определяют известными способами, например, по отношению вода-гипс, консистенции суспензии, значению растекаемости. Количество ожижителя зависит от характеристик штукатурки и его нужно определять индивидуально.

В соответствии с вариантом реализации в суспензию штукатурки добавляют пену. Можно использовать вспенивающие агенты, доступные на рынке и применяемые в области производства гипсокартонных листов. Типовыми поставщиками вспенивающих агентов для производства гипсовой штукатурки являются Sika Deutschland GmbH, Leimen, Berolan GmbH, Arbing, DE, Kao Corp., JP. Вспенивающие агенты позволяют изменять удельную массу или массу на единицу площади гипсокартонных листов. Количество вспенивающего агента, добавляемого в суспензию

штукатурки, зависит от типа используемого вспенивающего агента, т. е. используемого поверхностно-активного вещества, необходимой массы на единицу площади гипсокартонного листа, и ударопрочности, необходимой для гипсокартонного листа, например, определяемой разрушающим напряжением при изгибе и модулем Юнга.

Добавление пены в суспензию штукатурки приводит к наличию пор в гипсовом слое гипсокартонного листа после схватывания. Размер пор определяется размером пузырьков, содержащихся в пене. Использование стабильных пен приводит к образованию мелких пор в гипсовом слое. Под стабильной пеной подразумевается пена, в которой пузырьки в основном не разрушаются после контакта с суспензией штукатурки.

В соответствии с дополнительным вариантом реализации в суспензию штукатурки добавляют вспенивающий агент, при этом вспенивающий агент дает нестабильную пену. Нестабильные пузырьки пены разрушаются после контакта с суспензией штукатурки так, что образуются более крупные пузырьки. Это приводит к тому, что гипсокартонные листы имеют более крупные поры с более широкими перегородками, расположенными между соседними порами. Средний диаметр пор пор, образуемых пеной, находящихся в гипсовых слоях, в соответствии с вариантом реализации, находится в диапазоне от 50 мкм до 2 мм, в соответствии с дополнительным вариантом реализации – в диапазоне от 100 мкм до 1,5 мм.

Более крупные поры также можно индуцировать путем одновременного добавления стабильной пены и противовспенивающего агента. Добавление пены и противовспенивающего агента можно проводить одно за другим, или же добавлять оба компонента одновременно. В соответствии с вариантом реализации в суспензию штукатурного гипса сначала добавляют стабильную пену, а после распределения пены в суспензии штукатурки добавляют противовспенивающий агент. Можно использовать коммерчески доступные противовспенивающие агенты.

Неожиданно было обнаружено, что количество вспенивающего агента, необходимое для определенной пористости готового гипсокартонного листа, можно значительно уменьшить, если для изготовления листа использовать стабилизированную штукатурку в соответствии с данным изобретением.

В контексте данного документа средний размер пор (также используется термин средний диаметр пор) рассчитывают по наибольшему диаметру отдельных пор в ядре. Наибольший диаметр равен диаметру Фере. Наибольший диаметр каждой поры можно получить из изображения образца. Изображения можно получать, используя любую подходящую методику, такую как сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), которая обеспечивает двухмерные изображения. По СЭМ-изображению можно определить большое количество размеров пор, так что случайный выбор поперечных сечений (пор) пор может обеспечить средний диаметр. Измерение пор по нескольким изображениям, случайно расположенным по всему ядру образца, может улучшить этот расчет. Кроме того, построение трехмерной стереологической модели ядра на основании нескольких двумерных СЭМ-изображений также может улучшить расчет среднего размера пор. Другой методикой является рентгеновский КТ-анализ (РКТ), который обеспечивает трехмерное изображение. Другой методикой является оптическая микроскопия, в которой можно использовать контрастирование света для определения, например, глубины пор. Поры можно измерять вручную или используя программное обеспечение для анализа изображений, например, Image!, разработанное N1H. Специалисту в данной области техники понятно, что ручное определение размеров и распределения пор по изображениям можно осуществлять путем визуальной оценки размеров каждой поры. Образец можно получить путем разрезания гипсокартонного листа.

Стабилизированную штукатурку, полученную в соответствии с изобретением, можно использовать для всех гипсовых изделий, традиционно изготавливаемых из штукатурки. Это особенно применимо для производства строительных гипсовых плит, например, гипсокартонных плит или древесноволокнистых плит, а также для гипсовых блоков, стяжек, особенно самовыравнивающихся стяжек для полов, уплотняющих составов, отделочных составов, штукатурки для стен, формовочной штукатурки или любого другого продукта на основе гипса.

Данное изобретение будет описано более подробно со ссылкой на следующие примеры.

Примеры:

Описание способов испытаний:

Фазовый анализ гипса:

Отдельные составляющие сульфата кальция в образцах, т. е. дигидрат, гемигидрат, ангидрит (III), свободную воду и другие материалы, определяли с помощью процедуры гравиметрического фазового анализа гипса следующим образом:

Ангидрит III (A III; водорастворимый ангидрит) и свободная влага

$CaSO_4$ (III) + 0,5 $H_2O \rightarrow CaSO_4 \bullet 0{,}5\ H_2O$

Примерно 7 г образца взвешивают в фарфоровом тигле (W_A). Взвешенный тигель оставляют на ночь в сушильном шкафу при 40 °C. Затем образец в тигле нагревали до 80 °C и сушили при этой температуре еще 2 часа. Затем тигель переносят в десикатор для охлаждения до комнатной температуры. Затем тигель взвешивают (W_B).

Увеличение массы соответствует ангидриту III, а уменьшение массы считается свободной влагой.

Ангидрит III [%] = [($W_B - W_A$)/($W_A - W_{тигель}$)] x 15,11 x 100

Свободная влага [%] = [($W_A - W_B$)/($W_A - W_{тигель}$)] x 100

Гемигидрат сульфата кальция (ГГ)

$CaSO_4 \bullet 0{,}5\ H_2O + 1{,}5\ H_2O \rightarrow CaSO_4 \bullet 2\ H_2O$

Примерно 7 г образца взвешивают в фарфоровом тигле (W_C). Деионизированную воду добавляют в количестве, при котором образец тщательно смачивается и едва покрывается водой. После 60 минут ожидания тигель переносят в сушильный шкаф и сушат при 40 °C до постоянной массы. Затем тигель переносят в десикатор для охлаждения до комнатной температуры. Тигель взвешивают (W_D), количество гемигидрата сульфата кальция рассчитывают по увеличению массы.

а) $(W_B) > (W_A)$

ГГ [%] = {[(W_D – W_C)/(W_C – $W_{тигель}$)] - 4 [(W_B – W_A)/(W_A – $W_{тигель}$)]} x 5,37 x 100

b) (W_A) > (W_B)

ГГ [%] = {[(W_D – W_C)/(W_C – $W_{тигель}$)] + [(W_A – W_B)/(W_A – $W_{тигель}$)]} x 5,37 x 100

Ангидрит II (умеренно растворимый ангидрит) (A II-s)

$CaSO_4$ (II-s) + 2 H_2O → $CaSO_4$ • 2 H_2O

Определение ангидрита II проводят, следуя способу определения гемигидрата сульфата кальция. Примерно 7 г образца взвешивают в фарфоровом тигле (W_E). Образец тщательно смачивают деионизированной водой и затем выдерживают в десикаторе в течение 72 часов. Затем тигель переносят в сушильный шкаф, нагретый до 40 °C, до достижения постоянной массы. Затем тигель охлаждают до комнатной температуры в десикаторе и взвешивают (W_F).

A II-s [%] = {[(W_F – W_E)/(W_E – $W_{тигель}$)] - [(W_D – W_C)/(W_C – $W_{тигель}$)]} x 3,78 x 100

Вода кристаллизации (W_k)

Взвешенный тигель (W_a) наполняют до около ¾ его объема образцом, а заполненный тигель снова взвешивают (W_b). Затем тигель переносят в муфельную печь для нагревания до 330-360 °C в течение 60 минут. Тигель переносят в десикатор для охлаждения до комнатной температуры, а затем снова взвешивают (W_c).

Для определения свободной влаги образец сушат при 80 °C в сушильном шкафу и рассчитывают свободную влагу (F [%]).

Из разницы массы рассчитывают количество кристаллической воды.

a. Свободная влага не найдена

W_k [%] = {[(W_b – W_c)/ (W_b – W_a)] x 100

b. Свободная влага обнаружена

W_k [%] = {{[(W_b – W_c)/(W_b – W_a) x 100] - (F [%])}/(100 - F [%])} x 100

Для более детального определения образец анализируют методом дифракции рентгеновских лучей.

Анализ размера частиц

Распределение частиц по размерам определяли, используя Malvern Mastersizer 2000 (Herrenberg, Germany). Испытание проводили, диспергируя образец в растворе изопропилового спирта в увлажненной дисперсионной установке, работающей при 2350 об/мин. Устанавливали настройку плотности материала «гипс (средн.)», а измерение поводили при затенении от 10 до 20 после вычитания фона.

Величина растекаемости

Образец штукатурки (400 г) добавляли в течение 30 секунд в воду, уравновешенную до комнатной температуры, содержащую 1,0 г цитрата натрия, в смесителе (Kitchen Aid) с последующим смешиванием в течение 7 секунд при наибольшей скорости. Количество воды определяют по величине отношения воды и гипса. Затем смешанную суспензию выливали в латунный цилиндр (диаметр 5 см, высота 10 см), помещенный на чистую стеклянную пластину. Через 50 секунд после добавления латунный цилиндр поднимали быстрым вертикальным движением, позволяя жидкому раствору растекаться лепешкой. Величину растекаемости определяли путем определения диаметра лепешки.

Время схватывания

Образец готовили, как описано для определения значения растекаемости, но без добавления цитрата натрия, и выливали в кольцо из твердой резины (высота 40 мм). Начальное и окончательное схватывание определяли с помощью модифицированного прибора Vicat (в соответствии с DIN EN 13279-2). На глубине проникновения < 40 мм достигалось начальное схватывание. Для окончательного схватывания падающую массу увеличивали на 1 кг. Окончательное схватывание достигалось при глубине проникновения 8 мм.

Удельная площадь поверхности по Блейну

Удельную площадь поверхности по Блейну определяли в соответствии с DIN EN 196-6.

Дезинтеграция

Определение степени дезинтеграции

Приблизительно от 150 до 200 мл суспензии из миксера (т. е. отобранной непосредственно перед нанесением суспензии на подложку во время процесса производства) выливают в порошковую колбу, заполненную 300 мл спирта (от 94 до 96%). Порошковую колбу плотно закрывают, а затем энергично встряхивают.

Все содержимое колбы выливают в большую воронку Бюхнера (Ø 180 мм), снабженную фильтровальной бумагой Sartorius 392, и создают вакуум для отсасывания жидкой фазы. Отсасывание должно быть ровным и быстрым.

Фильтровальную лепешку помещают в порошковую колбу, заполненную 200 мл ацетона. Порошковую колбу хорошо закрывают, а ее содержимое энергично встряхивают. Суспензию фильтруют через фильтровальную бумагу Sartorius 392, а осадок на фильтре промывают ацетоном.

Фильтровальную лепешку переносят на предметное стекло, а затем сушат при 40 °C в сушильном шкафу до достижения постоянной массы.

Сухой материал просеивают через 0,2 мм сито. Агломераты аккуратно продавливают через сито с помощью щетки. Затем остаток на сите и прошедший через сито материал гомогенизируют. После этого определяют значение Блейна и проводят анализ размера частиц.

Расчет коэффициента дезинтеграции – De

De = значение Блейна дезинтегрированного образца/значение Блейна свежего образца

Прочность при сжатии:

Прочность при сжатии определяли в соответствии с DIN EN 13279-2.

Отношение вода-гипс

Отношение вода-гипс определяли в соответствии с DIN EN 13279-2.

БЭТ-площадь поверхности

Удельную площадь поверхности определяли с помощью Flow Sorb 2300 II (Micromeritics) по методу БЭТ с азотом методом одной точки в соответствии с DIN 61131.

Регидратация

Взвешенный образец (около 7 г), содержащий известные количества гемигидрата и дигидрата сульфата кальция, суспендировали в воде (20 мл) и оставляли при комнатной температуре. Секундомер включают, когда образец добавляют в воду. Образцы отбирали через определенные промежутки времени.

Образцы отбирали примерно за 1 минуту до истечения предопределенного промежутка времени, переносили в ступку и измельчали пестиком. После истечения этого промежутка времени в ступку заливают около 100 мл спирта (от 94 до 96%) и продолжают измельчение.

Фильтровальную бумагу помещают в воронку Бюхнера и увлажняют водой, а затем промывают спиртом. Мелко измельченное содержимое ступки переносят на фильтровальную бумагу, а жидкую фазу отсасывают, применяя к воронке Бюхнера пониженное давление. Фильтровальную лепешку снова промывают спиртом, а затем ацетоном для удаления остаточной воды. Фильтровальную лепешку помещают на предметное стекло и сушат в сушильном шкафу при 40 °C до постоянной массы. Количество воды кристаллизации определяют, как описано выше.

Расчет

Степень регидратации [%] = Вода кристаллизации [%] x 4,7785

Консистенция суспензии/тест разбрызгивания

Тестер разбрызгивания (капельный консистометр) содержит полую воронку высотой 60 мм, нижним внутренним диаметром 70 мм и верхним внутренним диаметром 100 мм. Нижнее отверстие может быть закрыто пластиной, которую можно откидывать, чтобы открыть нижнее отверстие воронки. Конус подвижно крепится к вертикальному стержню, закрепленному на базовой пластине, чтобы скорректировать высоту падения

до 125 мм. Высота падения представляет собой расстояние между нижним отверстием воронки и базовой пластиной.

Секундомер запускают с началом приготовления суспензии. Воронку, закрытую с нижней стороны пластиной, наполняют суспензией. Избыток материала соскребают ножом (шпателем с головкой молотка).

Через 10 секунд пластину откидывают с воронки так, чтобы суспензионная лепешка могла упасть на базовую пластину.

Диаметр лепешки определяют в двух вертикально противоположных направлениях, и рассчитывается среднее значение.

Пример 1

Свежая штукатурка непрерывно поставлялась из агрегата для обжига в смеситель, оснащенный форсункой для подачи пара и мешалкой для перемешивания штукатурки. Дозировку корректировали до 30 кг/мин. Пар подавали на уровне 2 масс.% пара по массе свежей штукатурки с целью получения увлажненной штукатурки. Затем увлажненную штукатурку переносили в контейнер, нагретый до температуры 80 °C, без перемешивания. Образцы отбирали сразу после того, как образец покидал смеситель после гидратации (0 ч), после 4 ч обработки при 80 °C и после 24 ч обработки при 80 °C. Значение растекаемости определяли, как описано выше.

Результаты обобщены в таблице 1.

Таблица 1: Значение растекаемости образца увлажненной штукатурки после обработки 2 масс.% пара и хранения при 80 °C

	Т свежей штукатурки °C	Температура после смесителя °C	значение растекаемости (мм)		
			0 ч	4 ч	24 ч
Без пара	66	43	269	н. д.	н. д.
2% пара	73	93	283	338	380
Без пара	33	37	262	н. д.	н. д.
2% пара	33	71	299	380	409

Температура свежей штукатурки, подаваемой в смеситель, не влияет на исправление дефектов штукатурки. В обоих экспериментах с использованием свежей штукатурки, имеющей температуру 66 °C и 33 °C соответственно, но без обработки паром, получали приблизительно такое же значение растекаемости для штукатурки, отобранной после смесителя. Для этих образцов получили значения растекаемости 269 мм и 262 мм.

При подаче пара в смеситель наблюдали увеличение значения растекаемости уже сразу после обработки паром. Увеличение значения растекаемости обусловлено процессами исправления дефектов гемигидрата сульфата кальция. После хранения образцов увлажненной штукатурки при 80 °C наблюдается значительное увеличение значения растекаемости. После 4 часов обработки наблюдается увеличение до 338 мм и 380 мм соответственно. После 24 ч обработки наблюдается дополнительное увеличение значения растекаемости в обоих образцах.

Влияние времени хранения и температуры, применяемой во время хранения, на значение растекаемости обобщено в таблице 2.

Таблица 2: значение растекаемости образцов увлажненной штукатурки (отношение вода-гипс «ОВГ» = 0,70)

	значение растекаемости (мм)
Сразу после обработки паром (2 масс.%)	282
24 ч хранения при комнатной температуре	290
24 ч хранения при 80 °C	380
96 ч хранения при 80 °C	383

Когда после обработки паром образец хранили при комнатной температуре, значение растекаемости оставалось практически таким же. Наблюдали лишь незначительное увеличение от значения 282 мм, полученного сразу после обработки паром, до 290 мм после 24 ч хранения при комнатной температуре.

Значительное увеличение значения растекаемости, соответствующее исправлению дефектов образца штукатурки, наблюдается после хранения при 80 °C. Через 24 часа наблюдается увеличение от 282 мм до 380 мм. Через 24 часа хранения процесс исправления дефектов в основном завершен. После общего времени хранения 96 ч при 80 °C почти не наблюдалось дополнительного увеличения значения растекаемости.

Пример 2: масштабная стабилизация штукатурки

Для масштабного эксперимента контейнер для хранения штукатурки производственной линии был оборудован электрическим нагревателем, размещенным на внешней стенке бункера, и изоляционным слоем, окружающим бункер снаружи. Блок предварительного смешивания для подачи штукатурки в контейнер для хранения был оборудован входными отверстиями для воды и для пара. Гипс, используемый для обжига при производстве штукатурки, представлял собой смесь 50:50 (масс./масс.) добытого гипса и гипса, полученного в результате десульфуризации дымовых газов.

53 тонны свежей штукатурки, имеющей температуру 82 °C, обрабатывали в смесителе непрерывного действия путем добавления 1,4 масс.% воды и 0,25 масс.% пара для получения увлажненной штукатурки. Увлажненную штукатурку переносили в

контейнер для хранения, оснащенный изолирующим слоем, окружающим все внешние поверхности контейнера. Температура увлажненной штукатурки перед загрузкой в контейнер для хранения составляла 75 ± 5 °C. Контейнер для хранения герметично закрывали, а увлажненную штукатурку хранили в течение 3 часов для стабилизации. После стабилизации стабилизированную штукатурку удаляли из контейнера для хранения для переработки в гипсокартонные листы на стандартной конвейерной линии. Температура стабилизированной штукатурки при удалении из контейнера для хранения составляла > 65 °C.

Для контроля образец увлажненной штукатурки отбирали сразу после добавления воды и пара в свежую штукатурку. Образец переносили в сушильный шкаф и хранили при 80 °C.

Значение растекаемости образцов определяли способом, описанным выше. Для определения значения растекаемости образцы штукатурки смешивали с деионизированной водой при отношении вода-гипс (ОВГ) 0,64:

Свойства образцов обобщены в таблице 3.

Таблица 3: Стабилизация свежей штукатурки

	Свежая штукатурка	Увлажненная штукатурка, стабилизированная при 80 °C в сушильном шкафу	Увлажненная штукатурка, стабилизированная в контейнере для хранения при 75 °C
Свободная влага (масс.%)	0,0	1,1	0,8
Гемигидрат (масс.%)	83,5	82,7	83,1
Кристаллическая вода (масс.%)	5,76	6,62	6,38
Дигидрат (масс.%)	н. д.	0,09	0,36
Блейн ($см^2/г$)	4788	4722	4632
БЭТ ($м^2/г$)	7,7	3,7	3,9
D_{50} (мкм)	29,9	28,5	30,9
Значение растекаемости (мм)			
0 ч	140	295	
1 ч		360	
2 ч		375	
3 ч			355
24 ч		395	

Можно обеспечить значительную стабилизацию штукатурки. После 3 часов хранения в контейнере для хранения при температуре около 75 °C может наблюдаться увеличение значения растекаемости от 140 мм для свежей штукатурки до 360 мм для стабилизированной штукатурки.

Стабилизация увлажненной штукатурки в крупномасштабных условиях в контейнере для хранения была значительной. Мелкомасштабный образец, стабилизированный в лабораторных условиях в сушильном шкафу, имел значение растекаемости 360 мм после 1-часовой стабилизации. После 24 ч хранения образец лабораторного масштаба имел значение растекаемости 395 мм.

Стабилизационный эффект также можно наблюдать при значительно сниженной дезинтеграции образцов. В то время как свежая штукатурка характеризовалась дезинтеграцией 2,24, после стабилизационной обработки дезинтеграция была снижена до 1,76.

Пример 3: получение суспензии штукатурки

Стабилизированную штукатурку, полученную в примере 4 после хранения в контейнере для хранения при 75 °C, использовали для получения суспензии штукатурки на промышленной производственной линии.

Стабилизированную штукатурку смешивали с водой и добавляли ожижитель, чтобы скорректировать вязкость суспензии штукатурки. Количество воды и ожижителя корректировали так, чтобы вязкость суспензии штукатурки соответствовала вязкости суспензии штукатурки, используемой на стандартной крупномасштабной производственной линии гипсовой штукатурки.

После хранения стабилизированную штукатурку смешивали с водой и добавляли ожижитель. Полученные гипсокартонные листы имели толщину 12,4, полученную в стандартных производственных условиях.

Данные, полученные для стабилизированной суспензии штукатурки, обобщены в таблице 4. Для сравнения в таблицу 4 также включены данные для стандартной производственной линии гипсовой штукатурки.

Таблица 4: данные по суспензии штукатурки

	Стандартная производственная линия	Стабилизированная штукатурка
Отношение вода-гипс	0,69	0,65
Ожижитель (мл/м^2)	48,8	13,3
Схватывание (исходное/конечное)	- /3:10 мин	30 с/3,25 мин
Консистенция суспензии (мм) Тест разбрызгивания	205	205
Регидратация (%)		
10 мин		84,77
20 мин		87,83
24 ч		89,84
Эффективность (%)		94,4
Блейн (см^2/г)		8163
дезинтеграция	2,24	1,76
D_{50}	--	26,3

Для достижения приблизительно таких же времени схватывания и консистенции суспензии, что и для стандартной линии по производству гипсовой штукатурки, количество воды и ожижителя, содержащихся в суспензии с использованием стабилизированной штукатурки, можно значительно уменьшать. Отношение вода-гипс можно снизить от 0,69 для стандартного производства до 0,65 при использовании штукатурки, в которой исправление дефектов происходило при более высокой температуре в течение более длительного периода времени.

Низкий уровень дезинтеграции отражает более низкий уровень дезинтеграции зерна, достигаемый в результате исправления дефектов. Более низкая дезинтеграция приводит к снижению потребности штукатурки в воде при использовании, например, для производства гипсокартонных листов.

Пример 4: производство гипсокартонных листов

Суспензию штукатурки, полученную в примере 3, использовали для производства гипсокартонных листов толщиной 12,5 мм на стандартной производственной линии. Свойства гипсокартонных листов обобщены в таблице 5. Для сравнения также включены параметры для стандартной производственной линии. Массу листов, разрушающую нагрузку при изгибе и модуль Юнга определяли в соответствии с DIN 18180. SSL: длина лицевой стороны; RSQ: сечение задней стороны; термины подробно объяснены в DIN 18180.

Таблица 5 свойства гипсокартонных листов

	Стандартная производственная линия		Пример 4	
Масса на единицу площади (кг/м^2)	8,5 кг/м^2		8,5 кг/м^2	
	SSL	RSQ	SSL	RSQ
Разрушающая нагрузка при изгибе (Н)	615	249	602	232
Модуль Юнга (Н/мм^2)	3178	2545	2894	2174
Адгезия к картонной подложке				
Влажный	1/1		1/1	
Сухой	1/1		1/1	
24 ч, увлажненная атмосфера	1/1		1/1	
Регидратация (%)				
После сушилки	85,4		81,6	
Гидратированный	89,0		87,7	
Эффективность (%)	95,6		93,0	

Адгезию картонного слоя оценивали с помощью метода внутренней оценки, приписывая оценки 1 до 5. В картонной подложке острым ножом делают поперечный надрез, а затем картонную подложку отрывают от подлежащего гипсового слоя, потянув за один угол, образованный на пересечении надреза. Оценку 1 присваивают,

если адгезия картона к гипсовому слою настолько сильна, что картонная подложка рвется так, что сторона, прилипшая к гипсовому слою, остается прочно связанной, а верхняя сторона картонной подложки отрывается. Оценку 5 присваивают, если картонную подложку можно полностью оторвать от гипсового слоя без остатков картона, остающихся на поверхности гипсового слоя. Гипсокартонным листам, которые будут выпускаться для продажи потребителям, в тесте должны присваиваться оценки 1 или 2.

Требования к качеству гипсокартонных листов:

DIN EN 18180	SSL	RSQ
Разрушающая нагрузка при изгибе (Н)	> 610	> 210
Модуль Юнга ($Н/мм^2$)	> 2800	> 2200

Адгезия гипсовой сердцевины, изготовленной из стабилизированной суспензии штукатурки, к подложке была эквивалентной с гипсокартонными листами, полученными на стандартной производственной линии, как сразу после нанесения суспензии штукатурки на подложку, так и после секции нарезки и после сушки.

Количество воды, которое должно было испаряться из гипсокартонных листов в сушилке, можно было снизить в среднем на 8%. Количество ожижителя, необходимого для равномерного распределения суспензии на подложке, можно даже было снизить на 73% по сравнению с производством гипсокартонных листов из традиционно используемой штукатурки.

Для оценки регидратации образец, отобранный после сушилки, хранили в воде комнатной температуры в течение 24 часов. Впоследствии поглощенную воду выпаривали. Количество воды кристаллизации определяли, как описано выше. Определенное количество воды кристаллизации считали 100% регидратацией, и из этого рассчитывали эффективность регидратации.

Степень исправления дефектов

Степень исправления дефектов, обеспечиваемую способом по данному изобретению, определяли по значению растекаемости. Были определены следующие значения растекаемости:

F_{SS}: значение растекаемости, определенное после хранения стабилизированной штукатурки в течение менее 24 часов;

F_{ST}: значение растекаемости, определенное для штукатурки, обработанной в стандартном процессе; образец отбирают после предварительного смесителя, сразу после добавления воды для принудительного старения;

$F_{80°C, 24 ч}$: значение растекаемости, определенное для образца штукатурки, состариваемого в течение 24 ч в паронепроницаемом контейнере в сушильном шкафу при 80 °C (считается получившим максимальную степень исправления дефектов)

Степень исправления дефектов затем рассчитывали с помощью уравнения:

Степень исправления дефектов (%) = $[(F_{SS} – F_{ST}) / (F_{80°C, 24 ч} - F_{ST})]$ x 100

Найденные значения растекаемости обобщены в таблице 6:

Таблица 6: значения растекаемости для определения степени исправления дефектов

F_{SS}	F_{ST}	$F_{80°C, 24 ч}$
357,5 мм	295 мм	395 мм

Степень исправления дефектов была определена как составляющая 63%.

Пример 5: крупномасштабная стабилизация штукатурки

Для дополнительного крупномасштабного эксперимента использовали то же оборудование, что и в примере 2. Гипс, используемый для производства штукатурки, представлял собой смесь 50:50 (масс./масс.) добытого гипса и гипса, полученного в результате десульфуризации дымовых газов.

Количество штукатурки составляло 60 т, которые обрабатывали в течение 150 минут. Температура свежей штукатурки составляла 85 °C. Воду добавляли в количестве 1,5 масс.%. Температура штукатурки при хранении в бункере составляла 75 ± 5 °C. Температура штукатурки после хранения и перед добавлением воды и ожижителя составляла > 65 °C. Изготовленные гипсокартонные листы имели толщину 12,5 мм.

Характеристики полученной штукатурки обобщены в таблице 7. Для сравнения также включены характеристики штукатурки, полученной на стандартной промышленной производственной линии, без стабилизации штукатурки путем старения при повышенной температуре.

Таблица 7: характеристики штукатурки после старения при повышенной температуре

	Стандартное производство		Пример 5		
образец	Перед блоком предваритель ного смешивания	После блока предваритель ного смешивания	Свежая штукатурка	Увлажненная штукатурка, стабилизиров анная при 80 °C в сушильном шкафу	Увлажненная штукатурка, стабилизиров анная в контейнере для хранения при 65 °C
A-III (масс.%)	--	--	1,5	--	--
Влажность (масс.%)	0,1	1,0	0,0	1,1	0,9
ГГ (масс.%)	85,1	84,9	83,4	85,9	85,9
A-II (масс.%)	0,7	--	1,5	--	--
W_k (масс.%)	5,9	6,7	5,9	6,9	6,7
ДГ (масс.%)	0,11	--	--	0,15	--
Блейн ($см^2/г$)	3389	3040	3791	4099	4272
БЭТ ($м^2/г$)	7,6			3,5	3,8
Значение растекаемости (мм)					
0 ч			160	285	
1 ч				360	
2 ч				380	
3 ч					349
24 ч				395	

Пример 6: Получение суспензии штукатурки

Штукатурку, полученную после старения в примере 5, использовали для получения суспензии штукатурки.

Для создания пор использовали коммерчески доступные вспенивающие агенты. Для образования небольших пор использовали вспенивающий агент для стабильной пены (пример 6.1 и 6.2). Для создания более крупных пор и более широких перегородок между порами в гипсе использовали вспенивающий агент для стабильной пены в комбинации с противовспенивающим агентом. В качестве альтернативного варианта реализации для создания более крупных пор использовали коммерчески доступный вспенивающий агент для нестабильной пены (пример 6.4). После контакта с суспензией штукатурки образовавшиеся маленькие пузырьки разрушались, в результате чего образовывались более крупные пузырьки, образующие более крупные поры.

Данные по суспензиям штукатурки обобщены в таблице 8. Для сравнения также включены данные для производства стандартной гипсовой штукатурки.

Таблица 8: Композиция штукатурного раствора, используемого для производства гипсокартонных листов

	Стандарт	Пр. 6.1	Пр. 6.2	Пр. 6.3	Пр. 6.4
Стабилизированная штукатурка (масс.%)	0	100	80	100	100
Свежая штукатурка (масс.%)	100	0	20	0	0
ОВГ	0,69	0,65	0,65	0,65	0,65
Вспенивающий агент	стабильный	стабильный	стабильный	стабильный	нестабильный
Количество (мл/м^2)	1,4	1,35	1,4	2,3	3,4
Ожижитель (мл/м^2)	48	13,2	21,2	8,9	10,8
Ускоритель (г/м^2)	116	104	104	110	109
Противовспенивающий агент	--	--	--	17,8 г/м^2	--
Схватывание (мин) (исходное/конечное)	-/3:15	0:25/3:00	0:20/2:55	0:25/2:50	0:25/2:50
Тест разбрызгивания (мм)	180	200	180	180	180
Регидратация (%)					
10 мин	87,4	87,3	87,2		
20 мин	90,8	89,7	87,8		
24 ч	93,2	92,1	92,0		
Блейн	11430	7783	8437		
Дезинтеграция	3,76	1,82	1,91		
D_{50}	21,2	25,4	23,3		

Ускоритель: измельченный дигидрат сульфата кальция

Ожижитель: Натрий-нафталин-сульфонат

Пример 7: снижение потребления воды и вспенивающего агента

Количество вспенивающего агента, необходимое для производства гипсокартона определенной плотности, в общем случае варьируется в зависимости от качества (натуральная, синтетическая, количество и тип примесей, тип обжига, размер зерна и т. д.) используемой штукатурки. Эти параметры могут меняться изо дня в день, так что для каждого эксперимента в качестве эталона брали «стандартный гипсокартон», изготовленный непосредственно перед отбором образцов. Для производства стандартных и экспериментальных листов использовали идентичные вспенивающие агенты. Разницу между количеством вспенивающего агента, используемого для стандартного листа и для листа в соответствии с примером, обозначали Δ, смотрите табл. 9. Все изготовленные листы, стандартные листы, а также экспериментальные литы, имеют массу на единицу площади 8,5 кг/м^2 и размер 1,25 м x 2 м x 12,5 мм.

Количество воды для образования суспензии, а также количество ожижителя были снижены на идентичные количества во всех образцах, полученных со штукатуркой в соответствии с данным изобретением, по сравнению со стандартным производством. Эти снижения были необходимы для достижения значений растекаемости, оптимальных для производства на соответствующей производственной линии. Поскольку величина снижения была одинаковой во всех образцах, она дополнительно подробно не описана.

Таблица 9: Относительное снижение необходимого количества вспенивающего агента как результат времени хранения при стабилизации

	Пр. 7.1	Пр. 7.2	Пр. 7.3	Пр. 7.4
Δ Вспенивающего агента (масс.%)	15	15	5	2
Время хранения для стабилизации (часы)	24	24	< 3	< 3

Из значений в таблице 9 становится очевидным, что более длительное время хранения для стабилизации позволяет изготавливать листы с той же плотностью, что и у

стандартных листов, но при этом нужно использовать значительно меньшие количества вспенивающего агента, что значительно снижает общие затраты.

Пример 8: получение гипсокартонных листов

Суспензию штукатурки, полученную в примерах 6.1–6.4, использовали на стандартной промышленной производственной линии для производства гипсокартонных листов. Свойства полученных гипсокартонных листов обобщены в таблице 10. Массу гипсокартонных листов, разрушающую нагрузку при изгибе и модуль Юнга определяли в соответствии с DIN 18180. Адгезию подложки к гипсовому слою определяли, как описано в примере 4. Регидратацию определяли, как описано выше.

Таблица 10 Свойства гипсокартонных листов

Пример	стандарт		8,1		8,2		8,3		8,4	
Суспензия штукатурки в соответствии с примером	стандарт		6,1		6,2		6,3		6,4	
Масса на единицу площади (кг/м^2)	8,53		8,58		8,49		8,64		8,52	
	SSL	RSQ	SSL	RSQ	SSL	RSQ	SSL	RSQ	SSL	RSQ
Разрушающая нагрузка при изгибе (Н)	619	237	606	242	613	240	615	239	636	243
Модуль Юнга (Н/мм^2)	2841	2320	2705	2168	2787	2210	2951	2317	3062	2318
Адгезия к картонной подложке										
Влажный	1/1		1/1		1/1		1/1		1/1	
Сухой	1/1		1-2/1-2		1/1		1/1		1/1	
24 ч, увлажненная атмосфера	1/1		2-3/1-3		1/1		1/1		1/1	
Регидратация (%)										
После сушилки	85,5		82,9		83,1		84,3		83,4	
Гидратированный*	91,1		89,8		90,8		90,3		91,5	
Эффективность	93,8		92,3		91,5		93,4		91,1	

* после 24 часов погружения в воду

Степень исправления дефектов

Определенные значения растекаемости обобщены в таблице 11:

Таблица 11: значения растекаемости для определения степени исправления дефектов

F_{SS}	F_{ST}	$F_{80°C, 24 ч}$
349,5 мм	285 мм	395 мм

Степень исправления дефектов была определена как составляющая 59%.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ стабилизации штукатурки, отличающийся тем, что

   - предоставляют свежую штукатурку;
   - к свежей штукатурке добавляют воду для получения увлажненной штукатурки и
   - увлажненную штукатурку выдерживают при температуре по меньшей мере 30 °C, в течение интервала времени по меньшей мере 30 мин, для получения стабилизированной штукатурки.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что к свежей штукатурке добавляют воду в таком количестве, чтобы стабилизированная штукатурка содержала свободную влагу в количестве от 0,2 до 5 масс.%, предпочтительно от 0,5 до 1,5 масс.% по массе стабилизированной штукатурки.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что воду предоставляют в форме пара.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что свежую штукатурку предоставляют при комнатной температуре.

5. Способ по по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что свежую штукатурку нагревают до температуры по меньшей мере 30 °C, перед добавлением воды.

6. Способ по по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что увлажненную штукатурку поддерживают в атмосфере по меньшей мере 50% отн. влажности.

7. Способ по по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что увлажненную штукатурку выдерживают при температуре по меньшей мере, 40 °C, в течение периода времени менее 48 часов.

8. Способ по по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что размер частиц D_{98} стабилизированной штукатурки корректируют до менее чем 1 мм.

9. Способ по по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что стабилизированную штукатурку измельчают.

10. Способ по по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что стабилизированную штукатурку смешивают со свежей штукатуркой.

11. Способ производства гипсокартонных листов, включающий по меньшей мере следующие этапы:

- предоставление стабилизированной штукатурки, полученной способом по пп. 1–10;
- получение суспензии штукатурки путем добавления воды к стабилизированной штукатурке;
- формование суспензии штукатурки для получения гипсокартонного листа.

12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что в суспензию штукатурки добавляют пену.

13. Способ по п. 12, отличающийся тем, что пена представляет собой нестабильную пену.

14. Способ по п. 12, отличающийся тем, что пена представляет собой стабильную пену, а в суспензию штукатурки добавляют противовспенивающий агент.

15. Применение стабилизированной штукатурки, полученной по одному из предыдущих пунктов, для производства строительных плит, а также гипсовых блоков, стяжек, уплотняющих составов, отделочных составов, штукатурки для стен, формовочной штукатурки или любого другого продукта на основе гипса.