

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039534**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.08

(51) Int. Cl. **C04B 38/02** (2006.01)
C04B 40/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201800195

(22) Дата подачи заявки
2016.08.30

(54) КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ ПЕНООБРАЗУЮЩИЙ ПОРОШОК

(31) **15002618.5**

(32) **2015.09.07**

(33) **EP**

(43) **2018.10.31**

(86) **PCT/CH2016/000112**

(87) **WO 2017/041189 2017.03.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДЕ КАВИС АГ (CH)

(72) Изобретатель:
**Гонзенбах Урс Т., Стурзенеггер
Филипп Ноах (CH)**

(74) Представитель:
Робинов А.А., Григорьева А.В. (RU)

(56) DE-A1-19717936
EP-A2-1857507
US-A1-2003110986
FR-A1-2986790
WO-A2-2014009299
WO-A1-9210440
DE-A1-2525611
US-A-3565647

FRANZISKA KRAUSS JULLERAT ET AL.:
"Microstructural control of self-setting particle-
stabilized ceramic foams", JOURNAL OF THE
AMERICAN CERAMIC SOCIETY, BLACKWELL
PUBLISHING, MALDEN, MA, US, vol. 94,
№ 1, 1 January 2011 (2011-01-01), p.
77-83, XP002669053, ISSN: 0002-7820, DOI:
10.1111/J.1551-2916.2010.04040.X [retrieved on
2010-09-29], the whole document
WO-A1-2011101386
DE-A1-19619986
WO-A1-2007068127

(57) Данное изобретение относится к пенообразованию и стабилизации, в частности к вспененным конструкционным материалам, таким как цемент. Раскрыты добавки, подходящие для получения минеральных пен при добавлении к соответствующим исходным материалам. Изобретение предлагает готовый к применению продукт в виде композиции твердых частиц, содержащей гидрофобизированные неорганические частицы (1) и каталитически активные частицы (2), как определено в п.1. Кроме того, в изобретении предлагаются способы производства таких готовых к применению продуктов.

B1**039534****039534****B1**

Область техники

Данное изобретение относится к пенообразованию и стабилизации, в частности к вспененным строительным материалам, таким как цемент. В изобретении предлагается готовый к применению продукт в виде композиции твердых частиц для получения таких конструкционных материалов. Кроме того, в изобретении предлагаются способы производства таких готовых к применению продуктов и таких конструкционных материалов.

Уровень техники

В традиционной промышленности и высокотехнологичной отрасли, так же как в строительном бизнесе, существует возрастающая потребность в минеральных пенах с высокой пористостью. Минеральные пены имеют комбинацию уникальных характеристик, таких как низкая плотность, тепло-, электро- и звукоизолирующие свойства, могут иметь высокую удельную прочность и в зависимости от химического состава чрезвычайную тепловую и химическую стабильность. Кроме того, использование пенообразования представляет эффективную стратегию экономии сырьевых материалов и снижения массы компонентов. Примером его применения в высокотемпературной сфере является изоляция печей, которые используются в производстве стали и стекла. Для производства пенобетона требуется намного меньше цемента, чем для плотных элементов. Он помогает снизить массу или улучшить изолирующие свойства конструкционных деталей. Помимо химического состава материала, свойства минеральных пен определяются микроструктурой и особенно размером, морфологией и распределением пор. В зависимости от применения размеры пор могут находиться в миллиметровом диапазоне или иметь порядок величины сотни микрометров. Для использования в сфере теплоизоляции предпочтительна в основном замкнутая структура пор, тогда как для звукоизоляции, предпочтительно формировать поры с отверстиями. Независимо от микроструктуры, которую требуется проектировать для определенного назначения, важно, чтобы вспененный продукт не имел случайных градиентов и был однородным по всему объему. Следовательно, совершенно необходимо управлять микроструктурой пены от начала ее формирования до конца процесса производства. Поскольку пена является термодинамически нестабильной системой и подвергается деструкции с момента ее формирования, существует потребность в технологии формирования пены и ее стабилизации, которая дает возможность эффективно управлять микроструктурой минеральных пен.

Уже были предприняты некоторые попытки производства пен с более чем 60 об.% пористостью из различных материалов. Тем не менее простую для реализации и надежную технологию, которая давала бы возможность точного управления микроструктурой пены, еще только предстоит разработать. Кроме того, известно, что существующая технология стабилизации пен может приводить к значительным задержкам схватывания и/или к снижению механических характеристик. Это считается недостатком.

Blum et al. (EP 2045227 A1) описывают пенообразование вспениванием содержащей поверхностно-активное вещество (ПАВ) суспензии минеральной смеси, содержащей быстротсхватывающийся цемент, с помощью разложения перекиси водорода. По способу, предложенному Blum et al., никаких готовых к применению вспенивающих порошков к смеси не добавляют. В документе подчеркивается, что быстрое схватывание материала сразу после пенообразования имеет ключевое значение для предотвращения схлопывания пены. На основании этого раскрытия устойчивость процесса и надежность продукта можно считать низкими.

Bean et al. (US 5605570) раскрыли способ вспенивания тонко измельченного стекловидного шлака с высоким содержанием кальция путем вспенивания суспензии при разложении перекиси натрия. Вспененный продукт получают только как результат резкого повышения вязкости и быстрого схватывания. В сравнительном примере использование поверхностно-активных веществ, которые обычно примешивают для улучшения пенообразования, приводит к значительному увеличению времени схватывания и неудовлетворительным механическим свойствам продукта. На основании этого раскрытия можно считать, что способ не дает возможности формировать заданную микроструктуру пены, которая определяет свойства материала.

Brothers et al. (US 2002/0050231) сообщают о вспенивании содержащего поверхностно-активное вещество кальцевоалюминатного цементного состава путем закачивания газа в систему труб, через которые помещают цемент. В документе раскрыты пористости конечного продукта, составляющие до 66 об.% включительно. В применениях для изоляции эксплуатационные характеристики материала повышаются с увеличением пористости. Таким образом, предпочтительно, чтобы доля объема порового пространства составляла более 70 об.%. Не приведена информация относительно структуры пор и возможностей управления структурой пор. Кроме того, отсутствуют данные по однородности пены.

Jezequel et al. (WO 2011/101386) описывают пенобетон с плотностью от 200 до 800 кг/м³ и способ его производства, в соответствии с которым сначала приготавливают суспензию для бетона, затем пропускают ее на второй этап через динамический смеситель, применяемый для диспергирования в суспензии определенной доли воздуха. Хотя этот способ является приемлемым, для его применения требуется суспензия с точно определенной реологией. Кроме того, способ непригоден ни для систем с высоким содержанием твердых частиц и, следовательно, с повышенной вязкостью, ни для составов, содержащих сравнительно крупные агрегаты.

Gartner et al. (WO 2013/034567) описывают частицы, модифицированные поверхностно-активным

веществом, и их применение в производстве стабильных цементсодержащих пен. Предложен широкий спектр частиц (особо упомянут известняк), при этом названы весьма специфические бифункциональные поверхностно-активные вещества. В документе подразумевается, что эти модифицированные частицы можно использовать в уменьшенных количествах.

Selinger et al. (FR 2986790) описали вспененные силикаты, применяемые в качестве раствора. В этом документе раскрыто скорее применение поверхностно-активных веществ, чем короткоцепочечных амфифильных молекул в качестве добавок для получения вспененных растворов. В документе не раскрыта готовая к применению композиция добавок, содержащая частицы, модифицированные амфифильными молекулами.

Aberle (WO 2014/009299) описывают порошковую смесь и способ приготовления сухого раствора. Документ посвящен гидрофобизации и загущению вяжущих растворов для оптимизации их свойств при применении во влажных средах.

Уровень техники показывает, что существует потребность во вспененных конструкционных материалах и способах их производства. На существующем уровне техники особенно заметны недостатки существующих способов.

Сущность изобретения

Поэтому цель данного изобретения состоит в устранении по меньшей мере некоторых из этих недостатков, существующих на современном уровне техники. Соответственно в изобретении предлагается более эффективная технология образования и стабилизации пены. Конкретнее, существует потребность в легкой для внедрения и эффективной технологии стабилизации пены, которая дает возможность надежного формирования пены из различных минералов и особенно из составов строительных материалов. В частности, цель данного изобретения состоит в повышении устойчивости процесса и надежности продукта и в создании возможности образования пены из минеральных смесей, которые не склонны к быстрому схватыванию.

Эти цели достигнуты с помощью композиций, определенных в п.1, и способов, определенных в пп.8-10. Другие аспекты изобретения раскрыты в описании и независимых пунктах. Предпочтительные варианты реализации изобретения раскрыты в описании и зависимых пунктах патентной формулы.

Данное изобретение будет описано ниже более подробно. Понятно, что различные варианты реализации, предпочтения и диапазоны, представленные/раскрытые в данном описании, при желании можно комбинировать. Кроме того, в зависимости от конкретного варианта реализации выбранные определения, варианты реализации или диапазоны могут не применяться.

Если не указано иное, в данном описании будут применяться следующие определения.

В данном документе принято, что формы единственного числа, используемые в контексте данного изобретения (особенно в контексте патентной формулы), предназначены для охвата и единственного, и множественного числа, в случаях когда в данном документе не указано противоположное или когда это не вступает в явное противоречие с контекстом.

В данном документе принято, что термины "включающий", "содержащий" и "имеющий в своем составе" используются здесь в их открытом, неограничивающем смысле.

В данном документе принято, что проценты (%) являются массовыми процентами, в случаях когда не указано противоположное или когда это не вступает в явное противоречие с контекстом.

Краткое описание фигур

Понимание данного изобретения упрощается при обращении к фигурам.

Фиг. 1 иллюстрирует схематическое представление композиции твердых частиц по данному изобретению, которая ниже описана более подробно. Компонентами по данному изобретению являются гидрофобизированные частицы (1) (содержащие частицу (1.1) и амфифильные молекулы (1.2)) и каталитически активные частицы (2). Необязательные компоненты обведены пунктирной линией и представляют собой модификаторы pH (3) и добавки (4).

Фиг. 2 иллюстрирует схематическое представление одного возможного применения композиции по данному изобретению для получения вспененного конструкционного материала. На этой фигуре (i.c.) обозначает композицию по данному изобретению; (s.m.) обозначает известные исходные материалы, такие как вяжущая композиция; (b.a.) обозначает вспенивающее вещество, такое как H_2O_2 ; (f.c.m.) обозначает вспененный конструкционный материал, такой как пеноцемент. Как показано на этом схематическом представлении, чтобы получить вспененный конструкционный материал (f.c.m.), следует композицию по данному изобретению (i.c.) соединить в качестве добавки с исходным материалом (s.m.) и водой, что приведет к получению суспензии, в которую затем добавляется вспенивающее вещество (b.a.).

Фиг. 3 иллюстрирует полученные с помощью оптического микроскопа изображения материалов, которые описаны в примерах 1.1 (слева) и 1.2 (справа).

Фиг. 4 иллюстрирует фотографии конструкционных материалов, описанных в примерах 2.1, 2.2, 2.4 и 2.5 (слева направо).

Фиг. 5 иллюстрирует увеличенную фотографию материалов из примеров 2.1 и 2.2, приведенных на фиг. 4.

Подробное описание сущности изобретения

В более общем виде в первом аспекте изобретение относится к композиции твердых частиц, содержащей гидрофобизированные частицы (1) и каталитически активные частицы (2), причем названные гидрофобизированные частицы (1) определены ниже и гидрофобизированы амфифильными молекулами, как описано ниже, и при этом названные каталитически активные частицы (2) определены ниже. Композиция по данному изобретению может содержать дополнительные компоненты, в частности модификаторы pH (3) и добавки (4). Эти композиции пригодны для производства стабильных пен с определенными и воспроизводимыми свойствами, когда они примешаны к подходящему исходному материалу перед введением вспенивающего вещества. Соответственно, композиции по данному изобретению (i.c.) можно добавлять к подходящему исходному материалу (s.m.) для получения вспененного конструкционного материала (f.c.m.). Сами по себе композиции по данному изобретению не являются строительными материалами и, следовательно, не превращаются во вспененный конструкционный материал после добавления вспенивающего вещества. Таким образом, композиция по данному изобретению применяется в качестве добавки. Этот аспект изобретения будет подробно объяснен ниже.

В данном изобретении предлагаются каталитически активные композиции из неорганического порошка. Эти композиции специально спроектированы для создания возможности воспроизводимого образования пены при их применении со строительным материалом, составом с огнеупорными, керамическими или другими частицами, который диспергируют в жидкости и впоследствии вспенивают посредством разложения вспенивающего вещества. Пенообразующий порошок может применяться в виде неорганической добавки, содержащей два основных компонента (1) и (2), плюс необязательные модификаторы pH (3), плюс добавки (4). Компонент (1) представляет собой поверхностно-модифицированные частицы, которые могут определять реологию пены, ее стабильность и размер пор. Компонент (2) представляет собой катализатор, который способствует разложению вспенивающего вещества и определяет скорость выпуска газа в систему, подлежащую вспениванию (такую как исходные материалы, представленные на фиг. 2). Для дополнительного регулирования вязкости или pH состава, подлежащего вспениванию, так же как для регулирования времени схватывания затвердевающих в воде материалов, можно добавлять необязательные компоненты (3), (4).

Преимущества данной композиции состоят в том, что этот готовый к применению пенообразующий порошок применяется как единственный компонент, который добавляется к подлежащему вспениванию исходному материалу. Он определяет все значимые свойства пены за исключением пористости, которая задается количеством используемого вспенивающего вещества, при условии что система способна стабилизировать газ. Следовательно, композиция по данному изобретению значительно упрощает производство пены в лабораторных условиях, на промышленных предприятиях и особенно при применении на стройплощадках. Кроме того, ее использование обычно приводит к очень низким концентрациям органических веществ во вспененном конечном продукте. Это важно для вспененных продуктов с целевыми назначениями в сфере защиты от пожаров и огнестойких покрытий.

Простота обращения обеспечивает воспроизводимое пенообразование, которое особенно важно при вспенивании строительных материалов, поскольку обычно при этом времени слишком мало для выполнения сложных процедур подмешивания добавок. Поскольку пенообразующий порошок представляет собой сухое гомогенное вещество, он имеет продолжительный срок хранения. Применение композиций по данному изобретению обеспечивает надежное пенообразование и превосходную стабильность пены. Пены, приготовленные с использованием этой композиции по данному изобретению, имеют гомогенные микроструктуры по всему объему. Это принципиально важно для высокого качества и надежности продукта. Таким образом, композиции по данному изобретению могут также рассматриваться как функциональная добавка. Эта функциональная добавка представляет собой готовый к применению продукт, например, на строительной площадке.

Композиция твердых частиц.

В одном варианте реализации изобретения композиция по данному изобретению находится в виде порошка, в частности готового к применению порошка. Это полезно, поскольку дает возможность непосредственного использования с обычным оборудованием и известными в отрасли этапами обработки. В одном альтернативном варианте реализации изобретения композиция по данному изобретению находится в виде гранул. Такие гранулы также дают возможность непосредственного использования с обычным оборудованием и известными в отрасли этапами обработки.

Композиции по данному изобретению являются сухими, поэтому они имеют низкую склонность к агломерации. Кроме того, они являются сыпучими и подвижными.

Гидрофобизированные частицы (1).

Термин гидрофобизированные частицы известен в отрасли и конкретно относится к твердому материалу в виде частиц (как определено ниже), в котором поверхность частиц модифицирована амфифильными молекулами (как определено ниже). Такая модификация имеет целью снижение гидрофильных свойств частиц.

Частицы (1.1).

Природа присутствующих частиц зависит от намеченного конечного применения пены, подлежа-

щей формированию, и, в частности, эти частицы включают неорганические материалы.

В связи с этим термин охватывает следующие типичные неорганические материалы:

оксиды, включая чистые и смешанные оксиды металлов (особенно оксид алюминия, диоксид кремния, шпинели, церий-гадолиний-оксид, оксид циркония, оксид магния, оксид олова, оксид титана и оксид церия);

гидроксиды (особенно гидроксид алюминия, гидроксид кальция, гидроксид магния в особой степени, гидроксид алюминия);

карбиды (особенно карбид кремния, карбид бора);

нитриды (особенно нитрид кремния, нитрид бора);

фосфаты (особенно фосфаты кальция, такие как трикальцийфосфат, гидроксипатит);

карбонаты (особенно карбонат никеля, карбонат кальция (молотый известняк или осажденный карбонат кальция), карбонат магния);

силикаты (особенно диоксид кремния, кварцевая пыль, зольный унос, кварц, измельченное стекло, шлак, силикаты кальция, муллит, кордиерит, глинистые минералы типа каолина или бентонита, силикат циркония, цеолиты, диатомитовая земля, в особой степени кварцевая пыль, глинистые минералы, силикат циркония; особенно глинистые минералы).

В еще одном варианте реализации изобретения термин охватывает оксиды, включая чистые и смешанные оксиды металлов, выбранные из группы, состоящей из оксидов алюминия (включая шпинели Al-Mg), диоксидов кремния, диоксидов циркония и оксидов цинка; особенно оксидов алюминия, диоксидов кремния и диоксидов циркония.

Такие неорганические материалы могут быть синтетическими материалами или природными минералами. Можно использовать также многокомпонентные композиции, содержащие смеси двух или более вышеуказанных соединений одного или разных типов.

Было обнаружено, что тщательный отбор неорганического материала улучшает эксплуатационные характеристики и свойства вспененного конструкционного материала.

Полезно выбирать неорганический материал таким образом, чтобы его химия поверхности отличалась от химии поверхности исходного материала в условиях, преобладающих в суспензии. Поступая таким образом, можно выбрать амфифильную молекулу (1.2) для селективной адсорбции на неорганической частице (1.1), а не на исходном материале (s.m. на фиг. 2). В результате описанная модификация поверхности не окажет влияния на кинетику отверждения и набора прочности конструкционного материала. Очевидно, это соображение является важным для затвердевающих строительных материалов, таких как цементы.

Для материалов, которые не затвердевают или не перекристаллизуются (минеральные материалы), таких как оксид алюминия, диоксид циркония, силикат циркония, диоксид кремния, более важны другие соображения. В случае выбора комбинаций, раскрытых в данном документе, суспензии (фиг. 2) можно производить проще. Конкретнее, было обнаружено, что при использовании композиций по данному изобретению (i.c.) коагуляция не происходит или, по меньшей мере, происходит в меньшей степени.

Особенно предпочтительным неорганическим материалом является карбонат кальция - либо синтетический CaCO_3 , либо природный известняк. В свете вышеописанного обсуждения карбонат кальция является особенно подходящим для исходных материалов из класса сульфата кальция, кальциевого силикатного цемента, алюмосиликатного геополимера, доменного шлака, кальциевого сульфоалюминатного цемента, гидроксипатита, бета-трикальцийфосфата.

Другой особенно предпочтительный материал представляет собой группу силикатов, особенно диоксид кремния и глину. В свете вышеописанного обсуждения силикаты являются особенно подходящими для исходных материалов из класса оксида алюминия, алюмината кальция, алюмосиликата, диоксида кремния, силиката циркония, гидроксипатита, бета-трикальцийфосфата.

Другой особенно предпочтительный неорганический материал представляет собой группу оксидов, таких как диоксид кремния и диоксид циркония. В свете вышеописанного обсуждения эти оксиды являются особенно подходящими для исходных материалов из класса оксида алюминия, кальциевоалюминатного цемента, алюмосиликата, диоксида циркония, силиката циркония, фосфатных цементов, кальциевофосфатного цемента, алюминиевофосфатных связующих, оксида алюминия, упрочненного диоксидом циркония, гидроксипатита, бета-трикальций фосфата.

Было обнаружено, что морфология частиц менее важна. Изобретение охватывает плотные частицы, пористые частицы или смеси плотных и пористых частиц. Было обнаружено, что можно использовать частицы многих различных форм, т.е. сферические частицы, многоугольные пластинки, иглы, волокна, прутки, сигарообразные частицы, монокристаллы и т.д., при условии что размер этих частиц находится внутри подходящего диапазона. Изобретение охватывает пенообразующий порошок, находящийся в виде первичных частиц или в виде порошковых компактов типа гранул или шариков. Средний размер частиц можно измерять с помощью устройств, которые часто используются в порошковой технологии, например, разделением на ситах или лазерной дифракцией. Для порошков (первичные частицы) подходящие размеры частиц находятся в диапазоне от 30 нм до 300 мкм, более предпочтительно от 100 нм до 250 мкм, еще более предпочтительно от 100 нм до 150 мкм, еще более предпочтительно от 100 нм до 100 мкм. В

еще одном варианте реализации изобретения подходящие размеры частиц находятся в диапазоне от 100 нм до 10 мкм, предпочтительно от 100 нм до 2 мкм. Было обнаружено, что распределение частиц по размерам имеет меньшее значение. Хорошие пены могут быть получены как с узкими, так и с широкими распределениями частиц по размерам. Для гранул или шариков подходящий размер находится в диапазоне 0,5-20 мм, предпочтительно 1-10 мм.

Амфифильные молекулы (1.2).

Термин амфифильные молекулы известен в отрасли и относится к органическим соединениям, имеющим неполярную часть (также называемую хвостовой группой или группой R) и полярную часть (также называемую головной группой). Соответственно подходящие амфифильные молекулы содержат хвост, соединенный с головной группой, обычно - ковалентными связями. Такие амфифильные молекулы обычно содержат одну хвостовую группу и одну головную группу, но могут также содержать более чем одну головную группу. Хвостовая группа выбрана из алифатической группы. Предпочтительные хвостовые группы представляют собой линейные углеродные цепи, содержащие от 2 до 8 атомов углерода. Неожиданно было обнаружено, что такие сравнительно маленькие молекулы (1.2) оказывают значительное влияние на гидрофобизацию частиц (1.1) и в комбинации с частицами (1.1) на стабильность пены.

Головные группы, которые соединены с хвостовой группой, предпочтительно представляют собой ионные группы. Примеры возможных головных групп указаны в приведенной ниже таблице (в которой хвостовая группа обозначена как R). Там же указаны соответствующие соли.

фосфаты X: H, C _n H _{2n+1} (n<7), щелочные металлы	
фосфонаты X: H, C _n H _{2n+1} (n<7), щелочные металлы	
сульфаты	
сульфонаты	
спирты	R—OH
амины X: H, C _n H _{2n+1} (n<7)	
амиды	
пирролидины	
галлаты	
карбоновые кислоты	

Предпочтительные головные группы выбраны из карбоновых кислот, галлатов, аминов и сульфатов.

Особенно предпочтительные головные группы выбраны из карбоновых кислот, галлатов и аминов, где X предпочтительно обозначает H или метил.

В предпочтительном варианте реализации изобретения амфифильные молекулы снижают поверхностное натяжение границы раздела воздух-вода до значений, более низких чем или равных 65 мН/м для концентраций, более низких чем или равных 0,5 моль/л.

В предпочтительном варианте реализации изобретения амфифильные молекулы имеют критическую концентрацию мицеллообразования (CVC) выше чем 10 мкмоль/л и/или они имеют растворимость выше чем 1 мкмоль/л.

Каталитически активные частицы (2).

Можно использовать широкий спектр каталитически активных материалов. Подходящие катализаторы включают соединения, которые вступают в реакцию со вспенивающим веществом, вызывая образование газа.

Выбор катализатора зависит от используемого вспенивающего вещества.

В случае когда в качестве вспенивающего вещества используется пероксид водорода, катализатор (2) выбирают из разлагающих пероксид водорода агентов.

Такие агенты включают пиролюзит (MnO_2).

Особенно предпочтительным катализатором является диоксид марганца - либо синтетический MnO_2 , либо природный минерал, такой как пиролюзит.

Из-за их различных функций частицы (2) и (1.1) отличаются друг от друга. Частицы (1.1) модифицированы амфифильными молекулами (1.2) для стабилизации газовых пузырьков, тогда как частицы (2) не модифицируют, чтобы сохранить их каталитические свойства.

Модификаторы pH (3).

Можно использовать широкий спектр известных модификаторов, включая кислоты, основания и буферные системы. Выбор модификатора pH зависит от предполагаемого применения. Подходящие модификаторы pH могут быть выбраны из группы

гидроксидов (особенно NaOH, KOH);

неорганических кислот (особенно HCl, HNO_3);

фруктовых кислот (особенно лимонная кислота, винная кислота);

фосфатов.

Приведенные выше модификаторы pH широко известны, имеются в продаже или их можно получить по известным методикам.

Добавки (4).

Можно использовать широкий спектр добавок, известных в отрасли. Добавки включают ускорители и замедлители реакций схватывания гидратируемых материалов. Примеры ускорителей реакций гидратизации включают соли кальция (такие как хлорид кальция и нитрид кальция), соли лития и гидроксид лития, триэтаноламин, Sigunit. Примеры замедлителей реакций гидратизации включают лимонную кислоту, целлюлозу, Retardan, сахара, винную кислоту и ее соли.

Кроме того, добавки включают диспергирующие агенты, например поликарбоксилатные эфиры, лимонную кислоту, ViscoCrete, меламинсульфонат, нафталинсульфонат и лигнинсульфонат.

Кроме того, добавки включают реологические модификаторы, например целлюлозу и ее производные, поливиниловый спирт, полиэтиленмин, полиэтиленоксид, полиэтиленгликоль, ксантановую камедь, бентонит, микрокремнезем, мелкие фракции карбоната кальция.

Приведенные выше добавки широко известны, имеются в продаже или их можно получить по известным методикам.

Количества.

Количество заместителей (1)... (4) в композиции частиц по данному изобретению может варьироваться в широком диапазоне, особенно в зависимости от предполагаемого применения и конкретных выбранных заместителей. Подходящие количества можно определить с помощью обычных экспериментов.

В предпочтительном варианте реализации изобретение относится к композиции, в которой количество частиц (1) составляет по меньшей мере 20%, предпочтительно по меньшей мере 40%, наиболее предпочтительно по меньшей мере 60% всех частиц композиции.

В другом предпочтительном варианте реализации изобретение относится к композиции, в которой количество частиц (2) составляет от 0,2 до 80%, предпочтительно от 0,2 до 80%, наиболее предпочтительно от 0,2 до 40% всех частиц композиции. Большая ширина диапазона связана с тем, что количество катализатора зависит от количества используемого вспенивающего вещества. Если желательна высокая пористость и требуется меньшая стабильность, количество катализатора увеличивают. Кроме того, плотность катализатора (2) и плотность частицы (1) может изменяться вдвое, что также расширяет диапазон. Тем не менее идентификация подходящего количества катализатора (2) входит в сферу обычной деятельности квалифицированного персонала.

В другом предпочтительном варианте реализации изобретение относится к композиции, в которой количество частиц (3) находится в диапазоне 0-10%, предпочтительно 0-5% относительно всех частиц композиции.

В другом предпочтительном варианте реализации изобретение относится к композиции, в которой количество частиц (4) находится в диапазоне 0-30%, предпочтительно 0-20%, более предпочтительно 0-10% относительно всех частиц композиции.

В одном варианте реализации изобретения сумма количества частиц (1) и (2) составляет до включительно 100%. В еще одном варианте реализации изобретения сумма количества частиц (1), (2), (3) и (4)

составляет до включительно 100%.

Количество амфифильных молекул (1.2) на частицах (1.1) может варьироваться в широком диапазоне. Подходящий диапазон включает 0,5-160 мкмоль (1.2)/м² частицы (1.1), предпочтительно 3-90 мкмоль (1.2)/м² частицы (1.1), более предпочтительно 5-60 мкмоль (1.2)/м² частицы (1.1).

Количество амфифильных молекул (1.2) на частицах (1.1) может варьироваться в широком диапазоне. Подходящий диапазон включает 0,1-20% (1.2) относительно частицы (1.1), предпочтительно 0,4-12% (1.2) относительно частицы (1.1), более предпочтительно 0,8-7% (1.2) относительно частицы (1.1).

Количество композиции по данному изобретению, применяемое для вспенивания определенного количества исходного материала, может варьироваться в широком диапазоне. Подходящие количества находятся в диапазоне 0,2-50%, предпочтительно 0,2-30%, более предпочтительно 0,5-20% композиции по данному изобретению относительно сухой массы исходного материала (5).

Композиция частиц по данному изобретению (i.c.) может проявлять следующие полезные свойства: дает возможность вспенивать минеральные суспензии (s.m.) с сильной тенденцией к загущению или коагуляции при химической и/или физической модификации;

способствует пенообразованию минеральных суспензий, которые вспенивают химически особенно управляемым пенообразованием;

определяет стабильность пены по всему процессу производства;

дает возможность управлять скоростью распространения пены и микроструктурой пены;

приводит к созданию гомогенных микроструктур пены, не имеющих градиентов;

представляет собой готовую к применению смесь, добавление которой может быть интегрировано в обычный производственный процесс;

не создает или по существу не создает помех реакциям гидратации конструкционных материалов; благодаря этим свойствам, добавление композиции по данному изобретению не оказывает влияния на начало схватывания;

приводит к низким концентрациям сгораемых веществ в конечном продукте;

экономична и проста в производстве;

представляет собой сухую композицию, которую легко транспортировать и которая имеет продолжительный срок хранения.

Во втором аспекте изобретение относится к способу производства композиции, описанной в данном документе как первый аспект изобретения. Этот аспект изобретения будет подробно объяснен ниже.

Сырьевые материалы, частицы (1.1), амфифильные молекулы (1.2), каталитически активные частицы (2), модификаторы pH (3) и добавки (4) имеются в продаже или могут быть получены по известным методикам.

Каталитически активный пенообразующий порошок приготавливают перемешиванием частиц (1.1), короткоцепочечных амфифильных молекул (1.2) и каталитически активных частиц (2) плюс дополнительные добавки (3), (4) с помощью подходящего оборудования до получения гомогенной смеси. Соответственно способ по данному изобретению включает этап объединения сырьевых материалов в подходящих количествах для получения композиции твердых частиц, описанной в данном документе. Объединение сырьевых материалов может осуществляться по известным методикам. Подходящий способ включает подачу сырьевых материалов в шаровую мельницу и их перемалывание в течение продолжительного периода времени. Подходящее время перемешивания составляет 1-100 ч, предпочтительно 12-24 ч.

В предпочтительном варианте реализации изобретения способ осуществляется сухим образом, т.е. без добавления растворителей в реакционную систему. Неожиданно обнаружилось, что частицы (1.1) гомогенно и в достаточной мере гидрофобизируются в результате их простого смешивания с амфифильными молекулами (1.2). Это избавляет от необходимости использовать и удалять растворители, что делает производство простым и надежным.

В третьем аспекте изобретение относится к применению композиций, описанных в данном документе (первый аспект), в производстве вспененных конструкционных материалов, таких как вспененные цементы. Этот аспект изобретения будет подробно объяснен ниже.

Как уже обсуждалось выше, композиции по данному изобретению пригодны для генерирования пен в присутствии вспенивающего агента. Соответственно их можно применять для генерирования минеральных пен. Такие минеральные пены могут использоваться в качестве конструкционных материалов и, следовательно, включают минеральные пены цемента. Таким образом, в изобретении предлагается использование композиции, описанной в данном документе, в качестве готового к применению продукта для производства вспененных конструкционных материалов, особенно вспененного цемента.

Термин "вспенивающее вещество" известен и относится к любому материалу, который при подходящих условиях выделяет газ, такой как кислород.

Предпочтительные вспенивающие вещества включают пероксиды, такие как пероксид водорода.

Вспененные конструкционные материалы могут быть подстроены к специфическим потребностям конечного потребителя выбором подходящей композиции по данному изобретению.

Во-первых, можно воздействовать на пористость. В случае вспененного цемента пористость можно доводить до включительно 98 об.%. Ключевыми параметрами являются количество вспенивающего ве-

щества и состав каталитически активного пенообразующего порошка.

Во-вторых, можно воздействовать на тип пор. Вспененные конструкционные материалы могут демонстрировать преимущественно открытую структуру пор или преимущественно замкнутую структуру пор. Ключевым параметром является количество и состав каталитически активного пенообразующего порошка.

В третьих, можно воздействовать на распределение пор по размерам. Обычно для конечного применения требуется узкое и однородное распределение по размерам. Это является постоянным свойством, которое обеспечивает композиция по данному изобретению.

В четвертом аспекте изобретение относится к способу производства вспененных конструкционных материалов (f.c.m.) с применением композиций, описанных в первом аспекте изобретения (i.c.). Этот аспект будет подробно объяснен ниже. Кроме того, он представлен на фиг. 2.

Описанные выше недостатки существующих способов устраняются путем применения готового к применению продукта по данному изобретению (i.c.). Это упрощает процесс, задействованный в пенообразовании, до этапов примешивания определенного количества композиции по данному изобретению к исходному материалу, подлежащему вспениванию (s.m.). Добавление можно производить перед, во время или после диспергирования исходного материала. На конечном этапе вводят подходящее вспенивающее вещество (b.a.) для инициации вспенивания.

Таким образом, композиции по данному изобретению совместимы с существующим оборудованием и их можно применять непосредственно без дополнительного обучения задействованных в процессе строительных рабочих.

Благодаря стабильности пены, получаемой при использовании композиции по данному изобретению, можно применять широкое разнообразие исходных материалов. Отсутствуют ограничения для систем с коротким началом схватывания. Скорее, любое естественно происходящее начало схватывания исходных материалов подстраивается к композициям по данному изобретению.

В противоположность известным вспенивающим продуктам готовый к использованию продукт по данному изобретению не продлевает начало схватывания. Это минимизирует любые потери прочности и долговечности вспененного продукта.

Следовательно, предложен способ производства вспененных конструкционных материалов, который обеспечивает (a) повышенную эксплуатационную надежность процесса и (b) повышенное качество и надежность продукта по сравнению с известными способами.

Примеры

Для дополнительной иллюстрации изобретения приведены следующие примеры. Эти примеры приведены без намерения ограничить объем изобретения.

Пример 1: кальциево-алюминатная пена.

Пример 1.1: с замкнутой структурой пор.

Композиция твердых частиц (готовый к применению продукт).

Массовые доли компонентов были следующими: микрокремнезем - 97,56%; гептиламин - 1,33%; оксид марганца (IV) - 1,02%.

Микрокремнезем, гептиламин и оксид марганца (IV) поместили в сосуд для размолва из полиэтилена высокого давления емкостью 500 мл, содержащий 230 г мелющих шариков из оксида алюминия диаметром 15 мм и перемалывали в течение 18 ч. Затем гомогенизированный порошок высыпали в лабораторный стакан. Мелющие шарики извлекли и очистили с помощью полимерного сита.

Приготовление пены.

Кальциево-алюминатную пену приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: порошок алюмината кальция - 65,23%; вода - 38,88%; пенообразующий порошок - 3,75%; карбонат лития - 0,11%; пероксид водорода (50%-ный раствор) - 1,04%.

Пенообразующий порошок поместили в лабораторный стакан с водой и гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем суспензию охладил до 5°C, добавили порошок алюмината кальция и продолжали перемешивание суспензии до достижения гомогенности. Впоследствии примешали карбонат лития. После 2 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в форму, в которой расширение пены происходило до завершения разложения пероксида водорода.

Приготовленная влажная пена была стабильной до тех пор, пока через 42 мин не началась реакция схватывания цемента и пена не затвердела. Кальциево-алюминатная пена хранилась во влажной атмосфере в течение 2 дней, чтобы создать возможность должного схватывания. После этого ее извлекли из формы и высушили.

Результаты.

Полученная деталь из кальциево-алюминатной пены имела диаметр 120 мм и высоту 60 мм. Ее плотность составляла 336 кг/м³. Для кальциево-алюминатных пен такая плотность считается необычно низкой. Медиана размера пор составляет 0,72 мм с 10%-ным квантилем 0,21 мм и 90%-ным квантилем 1,48 мм. Пена имеет в основном закрытые поры.

Пример 1.2: с открытой структурой пор.

Композиция твердых частиц (готовый к применению продукт).

Массовые доли компонентов были следующими: порошок оксида алюминия (CT3000SG) - 97,47%; пропилгаллат - 1,33%; диоксид марганца - 1,02%.

Порошок оксида алюминия, пропилгаллат и диоксид марганца поместили в сосуд для размолла из полиэтилена высокого давления емкостью 500 мл, содержащий 305 г мелющих шариков из оксида алюминия диаметром 15 мм, и перемалывали в течение 18 ч. Затем гомогенизированный порошок высыпали в лабораторный стакан. Мелющие шарики извлекли и очистили с помощью полимерного сита.

Приготовление пены.

Кальциево-алюминатную пену приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: порошок алюмината кальция - 54,48%; вода - 37,43%; пенообразующий порошок - 6,49%; карбонат лития - 0,60%; перекись водорода (50%-ный раствор) - 1,00%.

Пенообразующий порошок поместили в лабораторный стакан, содержащий воду с NaOH в концентрации 15,25 мМоль/л. Вспенивающий порошок и воду гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем суспензию охладили до 5°C, добавили порошок алюмината кальция и продолжали перемешивание суспензии до достижения гомогенности. Впоследствии примешали карбонат лития. После 2 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в форму, в которой расширение пены происходило до завершения разложения пероксида водорода. Приготовленная влажная пена была стабильной до тех пор, пока через 50 мин не началась реакция схватывания цемента и пена не затвердела. Кальциево-алюминатная пена хранилась во влажной атмосфере в течение 2 дней, чтобы создать возможность должного схватывания. После этого ее извлекли из формы и высушили.

Результаты.

Полученная деталь из кальциево-алюминатной пены имела диаметр 120 мм и высоту 55 мм. Ее плотность составляла 367 кг/м³. Для кальциево-алюминатных пен такая плотность считается необычно низкой. Медиана размера пор составляет 0,26 мм с 10%-ным квантилем 0,12 мм и 90%-ным квантилем 0,52 мм. Пена имеет в основном открытую поровую структуру.

Полученные результаты приведены в следующей таблице.

	Пр. 1.1	Пр. 1.2
Исходный материал	Кальциево-алюминатный цемент	Кальциево-алюминатный цемент
Размер образца (мм)	цилиндрический, 120 x 60	цилиндрический, 120 x 55
Микроструктура	гомогенная, закрытые поры	гомогенная, открытые поры
Плотность (кг/м ³)	336	367
d ₁₀ (мм)	0,21	0,12
d ₅₀ (мм)	0,72	0,26
d ₉₀ (мм)	1,48	0,52
Начало схватывания (ч)	0,70	0,83

d₁₀, d₅₀ и d₉₀ представляют 10, 50 и 90%-ные квантили распределения пор по размерам соответственно.

Пример 2: портландцементная пена (w/z 0,55).

Пример 2.1: с мелкими порами.

Композиция твердых частиц (готовый к применению продукт).

Массовые доли компонентов были следующими: карбонат кальция - 82,447%; диоксид марганца - 13,592%; гептановая кислота - 3,960%.

Все компоненты поместили в сосуд для размолла из полиэтилена высокого давления емкостью 500 мл, содержащий 250 г мелющих шариков из оксида алюминия диаметром 15 мм, и перемалывали в течение 18 ч. Затем гомогенизированный порошок высыпали в лабораторный стакан. Мелющие шарики извлекли и очистили с помощью полимерного сита.

Приготовление пены.

Цементную пену (CEM I, 52.5) приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: цемент - 58,859%; вода - 32,427%; пенообразующий порошок - 6,433%; перекись водорода (50%-ный раствор) - 2,280%.

Пенообразующий порошок поместили в лабораторный стакан с водой и гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем эту суспензию добавили к цементному порошку при перемешивании. После 10 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в форму, в которой расширение пены происходило до завершения разложения пероксида водорода. Цементную пену извлекли из формы через 4 дня, затем высушили.

Результаты.

Приготовленная влажная пена была стабильной. Начало схватывания происходило через 2,40 ч после добавления воды к цементному порошку. Полученная деталь из цементной пены имела размеры 200×200×50 мм. Ее плотность составляла 173 кг/м³. Для портландцементных пен такая плотность считается необычно низкой. Пористая структура была гомогенной, без градиентов. Медиана размера пор составляла 0,82 мм с 10%-ным квантилем 0,34 мм и 90%-ным квантилем 1,35 мм.

Пример 2.2: с крупными порами.

Композиция твердых частиц (готовый к применению продукт).

Массовые доли компонентов были такими же, как в примере 2.1.

Все компоненты поместили в сосуд для размолла из полиэтилена высокого давления емкостью 500 мл, содержащий 250 г мелющих шариков из оксида алюминия диаметром 15 мм, и перемалывали в течение 18 ч. Затем гомогенизированный порошок высыпали в лабораторный стакан. Мелющие шарики извлекли и очистили с помощью полимерного сита.

Приготовление пены.

Цементную пену (СЕМ I, 52.5) приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: цемент - 60,628%; вода - 33,391%; пенообразующий порошок - 3,683%; пероксид водорода (50%-ный раствор) - 2,299%.

Пенообразующий порошок поместили в лабораторный стакан с водой и гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем эту суспензию добавили к цементному порошку при перемешивании. После 10 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в форму, в которой расширение пены происходило до завершения разложения пероксида водорода. Цементную пену извлекли из формы через 4 дня, затем высушили.

Результаты.

Приготовленная влажная пена была стабильной. Начало схватывания происходило через 2,74 ч после добавления воды к цементному порошку. Полученная деталь из цементной пены имела размеры 200×200×50 мм. Ее плотность составляла 174 кг/м³. Для портландцементных пен такая плотность считается необычно низкой. Пористая структура была гомогенной, без градиентов. Медиана размера пор составляла 1,64 мм с 10%-ным квантилем 0,45 мм и 90%-ным квантилем 2,57 мм.

Пример 2.3: стабильность пены.

Композиция твердых частиц (готовый к применению продукт).

Массовые доли компонентов для каталитически активного пенообразующего порошка были следующими: карбонат кальция - 82,447%; диоксид марганца - 13,592%; гептановая кислота - 3,960%.

Все компоненты поместили в сосуд для размолла из полиэтилена высокого давления емкостью 500 мл, содержащий 250 г мелющих шариков из оксида алюминия диаметром 15 мм, и перемалывали в течение 18 ч. Затем гомогенизированный порошок высыпали в лабораторный стакан. Мелющие шарики извлекли и очистили с помощью полимерного сита.

Приготовление пены.

Цементную пену (СЕМ I, 52.5) приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: цемент - 58,769%; вода - 31,356%; замедлитель схватывания - 1,175%; пенообразующий порошок - 6,423%; пероксид водорода (50%-ный раствор) - 2,277%.

Для мониторинга стабильности пены с течением времени реакцию схватывания замедлили с помощью Mapei Mapetard D.

Пенообразующий порошок поместили в лабораторный стакан с водой и гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем эту суспензию добавили к цементному порошку при перемешивании. После 10 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в прозрачную цилиндрическую форму (диаметром 12 см и высотой 30 см) и полностью заполнили пеной. Мониторинг стабильности пены с течением времени осуществляли, делая снимки образца через каждые 2 мин.

Результаты.

Приготовленная влажная пена оставалась мягкой в течение 7 ч после добавления воды к цементу. В течение этого времени не происходило изменений в микроструктуре пены (распределение пор по размеру, плотность), не сформировались градиенты и изменение высоты пены было менее чем 5%.

Пример 2.4: использование пенообразующего порошка без амфифильных молекул (сравнительный пример, не относящийся к изобретению).

Композиция твердых частиц (без амфифильных молекул (1.2)).

Массовые доли компонентов были следующими: карбонат кальция - 85,847%; диоксид марганца - 14,153%.

Все компоненты поместили в сосуд для размолла из полиэтилена высокого давления емкостью 500 мл, содержащий 250 г мелющих шариков из оксида алюминия диаметром 15 мм, и перемалывали в течение 18 ч. Затем гомогенизированный порошок высыпали в лабораторный стакан. Мелющие шарики извлекли и

очистили с помощью полимерного сита.

Приготовление пены.

Цементную пену (СЕМ I, 52.5) приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: цемент - 60,476%; вода - 33,307%; пенообразующий порошок - 3,924%; пероксид водорода (50%-ный раствор) - 2,293%.

Пенообразующий порошок поместили в лабораторный стакан с водой и гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем эту суспензию добавили к цементному порошку при перемешивании. После 10 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в форму, в которой расширение пены происходило до завершения разложения пероксида водорода. Цементную пену извлекли из формы через 4 дня, затем высушили.

Результаты.

Приготовленная влажная пена была нестабильной и разрушалась уже в течение вспенивания. Начало схватывания происходило через 2,74 ч после добавления воды к цементному порошку. Полученная деталь из цементной пены имела размеры 200×200×25 мм. Ее плотность составляла 690 кг/м³. Структура пор была сильно неомогенной, с очень крупными и очень мелкими порами и с градиентами.

Пример 2.5: без гидрофобизированных частиц (сравнительный пример, не относящийся к изобретению).

Приготовление пены.

Цементную пену (СЕМ I, 52.5) приготовили из следующих составов сырьевых материалов, приведенных в массовых долях: цемент - 62,418%; вода - 34,376%; диоксид марганца - 0,888%; пероксид водорода (50%-ный раствор) - 2,317%.

Диоксид марганца поместили в лабораторный стакан с водой и гомогенизировали энергичным перемешиванием суспензии. Затем эту суспензию добавили к цементному порошку при перемешивании. После 10 мин перемешивания инициировали вспенивание суспензии добавлением пероксида водорода. Полученную таким образом суспензию поместили в форму, в которой расширение пены происходило до завершения разложения пероксида водорода. Цементную пену извлекли из формы через 4 дня, затем высушили.

Результаты.

Приготовленная влажная пена была нестабильной и разрушалась уже в течение вспенивания. Начало схватывания происходило через 3,06 ч после добавления воды к цементному порошку. Полученная деталь из цементной пены имела размеры 200×200×20 мм. Ее плотность составляла 804 кг/м³. Структура пор была сильно неомогенной, с очень крупными и очень мелкими порами и с градиентами.

Выводы.

Полученные результаты приведены в следующей таблице.

Во всех случаях исходный материал - портландцемент; размер образца (мм) прямоугольный, 200×200×50.

	Пр. 2.1	Пр. 2.2	Пр. 2.4	Пр. 2.5
Микро структура	гомогенная, закрытые поры	гомогенная, закрытые поры	негомогенная, градиенты	негомогенная, градиенты
Плотность (кг/м ³)	173	174	690	804
d ₁₀ (мм)	0,34	0,45	-	-
d ₅₀ (мм)	0,82	1,64	-	-
d ₉₀ (мм)	1,35	2,57	-	-
Начало схватывания	2,40 ч	2,74 ч	2,74 ч	3,06 ч

d₁₀, d₅₀ и d₉₀ представляют 10, 50 и 90%-ные квантили распределения пор по размерам соответственно.

Рассматривая пример 2 и сопоставляя выполненные индивидуально эксперименты 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 и 2.5, можно сделать следующие выводы.

2.1. При использовании 10,93 мас.% композиции по данному изобретению (на основе массы сухих материалов) получается пена с мелкими порами.

2.2. При использовании только 6,07 мас.% (вместо 10,93 мас.%, т.е. 1/2 от (1)) получается гомогенная пена со значительно увеличенным размером пор; уменьшение количества композиции по данному изобретению не оказывает влияния ни на начало схватывания, ни на плотность конечной детали;

2.3. Путем использования композиции по данному изобретению можно приготавливать цементные пены, которые стабильны дольше чем 7 ч. В результате получают пены с легко управляемыми микро-структурами и свойствами, для производства которых нет необходимости в быстром схватывании.

2.4. В отсутствие амфифильных молекул (1.2) стабильные пены не получают. Кроме того, в этом случае плотность оказывается выше, а пористая структура - менее гомогенной. Влияние на начало схва-

тивания отсутствует или незначительно.

2.5. В отсутствие гидрофобизированных частиц стабильные пены не получаются. Кроме того, в этом случае плотность оказывается даже выше, а пористая структура - менее гомогенной. Влияние на начало схватывания отсутствует или незначительно.

Общие выводы.

Амфифильные молекулы (1.2) в комбинации с частицами (1.1) имеют основополагающее значение для получения стабильных пен с управляемыми микроструктурами. Амфифильные молекулы (1.2) в комбинации с частицами (1.1) не влияют на начало схватывания.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композиция твердых частиц для производства минеральной пены, содержащая первую группу гидрофобизированных неорганических частиц (1) и вторую группу каталитически активных частиц (2), причем

первая указанная группа неорганических частиц (1) выбрана из группы, состоящей из оксидов, гидроксидов, карбидов, нитридов, фосфатов, карбонатов, силикатов (1.1), и при этом поверхность частиц модифицирована амфифильными молекулами (1.2), которые содержат по меньшей мере одну головную группу и одну хвостовую группу, причем

указанная хвостовая группа выбрана из алифатической группы, содержащей от 2 до 8 атомов углерода; и

указанная головная группа выбрана из фосфатов, фосфонатов, сульфатов, сульфонов, спиртов, аминов, амидов, пирролидонов, галлатов, карбоновых кислот; и

указанная вторая группа частиц (2) выбрана из реагентов, разлагающих пероксид водорода, выбранных из оксида марганца (IV) MnO_2 либо природных минералов оксида марганца (IV), при этом указанные частицы (2) и (1.1) разные, причем

количество указанных частиц (1) находится в диапазоне от 20,0 до 99,8% и/или количество указанных частиц (2) находится в диапазоне от 0,2 до 80%; и

количество амфифильных молекул (1.2) на частицах (1.1) находится в диапазоне от 0,5 до 160 мкмоль (1.2)/м² частицы (1.1).

2. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что находится в форме

порошка предпочтительно с размером частиц от 30 нм до 300 мкм;

гранулированного материала предпочтительно с размером гранул 0,5-20 мм.

3. Композиция по п.1 или 2, дополнительно содержащая модификаторы pH (3) и/или добавки (4), причем

указанные модификаторы pH (3) выбраны из группы, состоящей из кислот, оснований и их смесей (буферов); и

указанные добавки (4) выбраны из группы, состоящей из ускорителей, замедлителей, диспергирующих агентов, реологических модификаторов.

4. Композиция по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что

указанная головная группа выбрана из карбоновых кислот, галлатов, аминов и сульфонов; и/или

указанная хвостовая группа выбрана из линейных углеродных цепей с 2-8 атомами углерода; и/или

указанные частицы (1.1) выбраны из карбоната кальция, диоксида кремния, глины, глинозема и диоксида циркония.

5. Композиция по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что

указанные частицы (1.1) выбраны из синтетического карбоната кальция и природного известняка;

указанная головная группа выбрана из карбоновых кислот, галлатов, аминов и сульфонов; и/или

указанная хвостовая группа выбрана из линейных углеродных цепей с 2-8 атомами углерода; и/или

указанные частицы (2) выбраны из синтетического оксида марганца (IV) и природных минералов оксида марганца (IV).

6. Композиция по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что

указанные частицы (1.1) выбраны из оксида алюминия и диоксида циркония;

указанная головная группа выбрана из карбоновых кислот, галлатов, аминов и сульфонов; и/или

указанная хвостовая группа выбрана из линейных углеродных цепей с 2-8 атомами углерода; и/или

указанные частицы (2) выбраны из синтетического оксида марганца (IV) и природных минералов оксида марганца (IV).

7. Композиция по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что

указанные частицы (1.1) выбраны из диоксида кремния и глины;

указанная головная группа выбрана из карбоновых кислот, галлатов, аминов и сульфонов; и/или

указанная хвостовая группа выбрана из линейных углеродных цепей с 2-8 атомами углерода; и/или

указанные частицы (2) выбраны из синтетического оксида марганца (IV) и природных минералов оксида марганца (IV).

8. Способ производства композиции по любому из пп.1, 2, включающий этап объединения амфи-

фильных молекул (1.2) указанных частиц (1.1) с каталитически активными частицами (2).

9. Способ производства композиции по любому из пп.3, 4, включающий этап объединения амфифильных молекул (1.2) указанных частиц (1.1), а также каталитически активных частиц (2) с дополнительным объединением модификаторов pH (3) и/или дополнительных добавок (4).

10. Способ по п.8 или 9, отличающийся тем, что указанные этапы указанного объединения выполняют в сухой среде.

11. Применение композиции по любому из пп.1-4 в качестве готового продукта в производстве минеральной пены.

12. Применение по п.11, отличающееся тем, что указанная минеральная пена представляет собой вспененный строительный материал.

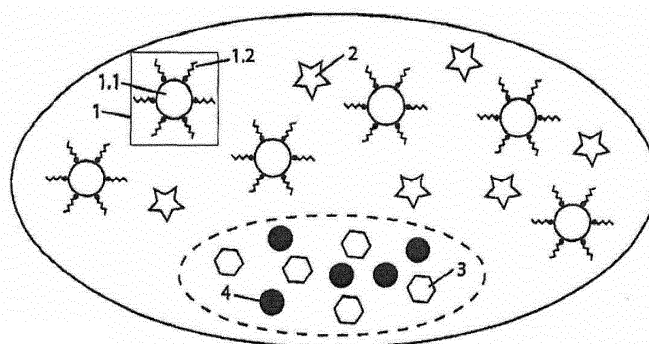
13. Применение по п.12, отличающееся тем, что указанный вспененный строительный материал представляет собой вспененный цемент.

14. Применение по любому из пп.11-13, отличающееся тем, что указанные частицы (1.1) выбраны из карбоната кальция, диоксида кремния, глины, оксида алюминия и диоксида циркония; и/или

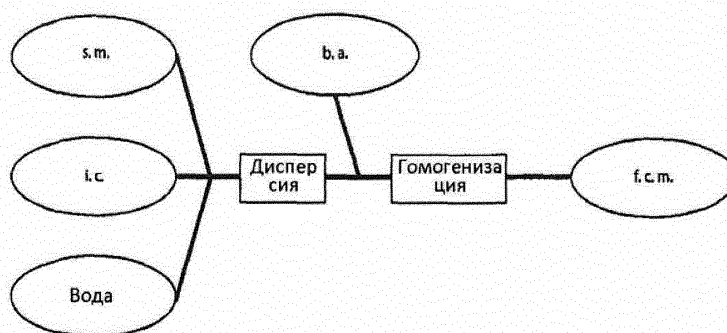
указанная головная группа выбрана из карбоновых кислот, галлатов, аминов и сульфонов; и/или

указанная хвостовая группа выбрана из линейных углеродных цепей с 2-8 атомами углерода; и/или

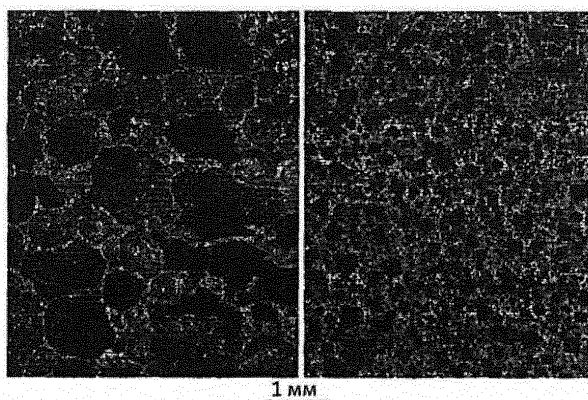
указанные частицы (2) выбраны из оксида марганца (IV) MnO_2 либо природных минералов оксида марганца (IV).



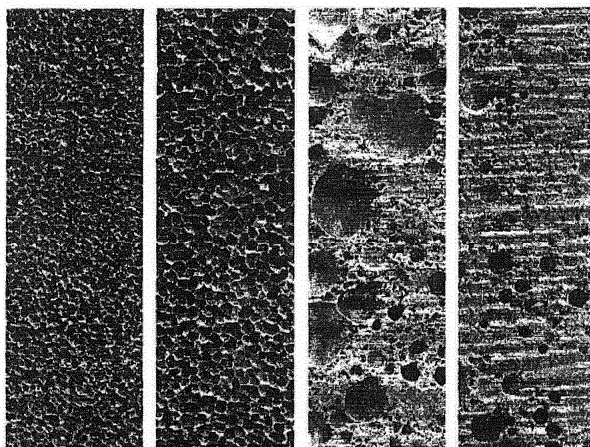
Фиг. 1



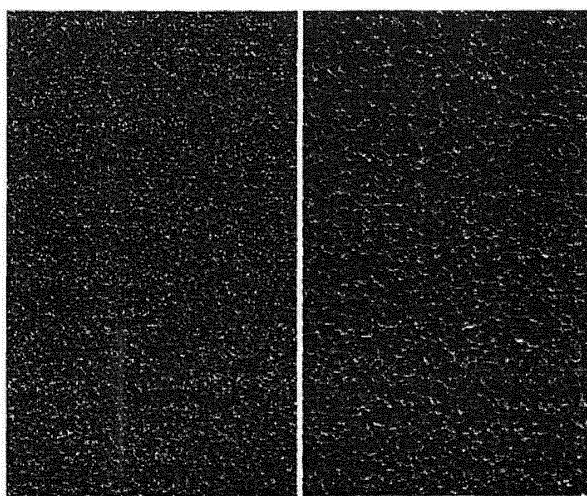
Фиг. 2



Фиг. 3



1 мм
Фиг. 4



10 мм
Фиг. 5

