

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036441**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.11.11

(51) Int. Cl. **C01F 7/16** (2006.01)
C04B 7/32 (2006.01)

(21) Номер заявки
201890304

(22) Дата подачи заявки
2016.07.13

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АЛЮМИНАТОВ КАЛЬЦИЯ**

(31) **1556686**

(32) **2015.07.15**

(33) **FR**

(43) **2018.07.31**

(86) **PCT/FR2016/051811**

(87) **WO 2017/009581 2017.01.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КЕРНЕО (FR)

(72) Изобретатель:
**Валеро Реми, Дефрасне Филипп,
Север Лионель, Шрёдер Франк (FR)**

(74) Представитель:
Чекалкин А.Ю., Фелицына С.Б. (RU)

(56) DE-A1-2116495
FR-A-1013973
FR-A1-2291162
GB-A-146133

(57) Изобретение относится к способу изготовления алюминатов кальция в промышленной печи (1), в соответствии с которым в резервуар (15), изготовленный из огнеупорного материала, содержащий ванну (11) расплава, которую постоянно нагревают, непрерывно вводят мелкие частицы материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), характеризующиеся медианным диаметром d_{50} , меньшим или равным 6000 мкм, в целях расплавления упомянутых мелких частиц материала исходного сырья и на выпуске из резервуара непрерывно извлекают массу жидких алюминатов кальция (16).

B1

036441

036441

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к производству алюминатов кальция.

Говоря более конкретно, оно относится к способу непрерывного изготовления алюминатов кальция, воплощенному в промышленной плавильной печи.

Уровень техники

Алюминаты кальция вследствие своих гидравлических и вяжущих свойств делают возможным изготовление цементов или бетонов, которые обладают множеством качеств. Действительно, глиноземные цементы хорошо противодействуют воздействию агрессивных веществ и высоких температур. Они представляют собой источник множества технических продуктов, таких как специальные строительные растворы, огнеупорные бетоны и тому подобное. Они также могут быть использованы в качестве минерального реагента, связанного с другими компонентами. В связи с этим они используются в различных отраслях промышленности, таких как огнеупорная промышленность, строительная химия, металлургические потоки (улавливание примесей металлов при плавлении), или в промышленности труб и водопроводно-канализационных сетей.

Алюминаты кальция могут содержать различные минералогические фазы, такие как $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (С3А в обозначении цемента), $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (СА), $\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ (СА2), $\text{CaO}\cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$ (СА6) или $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ (С12А7). Данные минералогические фазы, которые выражают структуру в атомной шкале, а также химический состав алюминатов кальция, оказывают воздействие на конечные свойства, например реакционную способность, упомянутых алюминатов кальция.

Кроме того, конечные свойства, а, в частности, характеристики реакционной способности, продуктов на основе алюмината кальция отчасти обосновываются количеством оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и оксида кальция (или извести СаО) и/или кальция (Са), содержащихся в алюминате кальция. Алюминат кальция зачастую квалифицируют по его массовому соотношению Al/Ca, а именно, по соотношению между совокупной массой алюминия и совокупной массой кальция, содержащихся в алюминате кальция.

В настоящее время алюминаты кальция главным образом производят при использовании двух высокотемпературных способов, а именно, в соответствии со способом, осуществляемым в результате спекания, или в соответствии со способом, осуществляемым в результате плавления, в цементнообжигательных печах, таких как печи спекания, вращающиеся пламенные печи, вертикальные плавильные печи или электрические плавильные печи.

Например, в документе FR 2291162 раскрывается способ производства алюминатов кальция в результате спекания, который заключается в прокаливании, т.е. нагревании в твердом состоянии материалов исходного сырья, представляющих собой источники кальция, например извести СаО, и материалов исходного сырья, представляющих собой источники алюминия, например оксида алюминия Al_2O_3 , во вращающейся пламенной печи при температуре в диапазоне от 1400 до 1600°C.

В общем случае вращающаяся печь состоит из трубы, слегка наклоненной и покрытой на своей внутренней лицевой поверхности огнеупорными кирпичами, при этом пламя располагается на самом нижнем конце трубы. После этого в печь через ее самый верхний конец вводят источники кальция и алюминия. Затем их в общем случае нагревают до температуры в диапазоне от 1400 до 1600 градусов Цельсия (°C) в течение периода времени, составляющего приблизительно 30 мин, до выгрузки в нижнюю часть в окрестности пламени.

Такой способ, осуществляемый в результате спекания, состоит из поверхностной реакции между порошкообразными материалами исходного сырья, которые вступают в реакцию друг с другом без прохождения через обобщенное жидкое состояние.

В соответствии со способом, описанным в данном документе FR 2291162, используемые материалы исходного сырья должны характеризоваться гранулометрией, соответствующей менее чем 208 мкм, в целях обеспечения возможности их прокалывания. Полученный клинкер содержит более чем 80% минералогической фазы СА.

Поэтому материалы исходного сырья необходимо очень тонко размалывать, что дорого обходится и стеснено ограничениями.

Кроме того, из документа FR 1013973 известен способ производства алюминатов кальция в результате плавления, в соответствии с которым материалы исходного сырья, представляющие собой источники кальция и алюминия, нагревают вплоть до жидкого состояния во вращающейся пламенной печи при температурах в окрестности диапазона от 1430 до 1450°C.

Материалы исходного сырья, представляющие собой источники кальция (известняк CaCO_3) и алюминия (железистый боксит - минерализованную горную породу, обогащенную по оксиду алюминия и содержащую железо, диоксид кремния и другие соединения в переменных количествах), используемые в таком способе, сначала очень тонко размалывают в целях обеспечения прохождения через сито № 4900, после этого смешивают и уплотняют в целях формования брикетов. Брикетты в общем случае имеют средний размер в диапазоне от 15 миллиметров (мм) до 20 сантиметров (см).

В соответствии со способом, описанным в документе FR 1012973, способ является периодическим

и последовательным: сначала загружают брикеты материала исходного сырья, после этого данные брикеты материала исходного сырья нагревают в результате медленного вращения печи вплоть до получения однородной расплавленной массы и расплавленную массу дренируют через трубу для литейной массы. На практике, расплавленную массу собирают непосредственно после достижения температур плавления материалов исходного сырья.

С другой стороны, в документе DE 2116495 раскрывается способ производства сульфоалюминатов кальция в результате плавления в электрической печи.

Материалы исходного сырья, используемые в данном способе, представляют собой источник оксида алюминия, средняя гранулометрия для которого (т.е. максимальное значение для гранулометрического распределения) соответствует менее чем 5 мм, и источник оксида кальция, такой как известь, средняя гранулометрия для которого в от одного до десяти раз превышает гранулометрию для оксида алюминия.

Способ, описанный в данном документе DE 2116495, является последовательным способом, при этом последовательность соответствует загрузке материалов исходного сырья, их плавлению и частичной выгрузке расплавленной массы.

Таким образом, данные известные способы, осуществляемые в результате плавления, воплощают в печах, где необходимо проводить операции последовательным и периодическим образом.

Кроме того, известные плавильные печи имеют несколько рабочих режимов (например, рабочий режим для загрузки и рабочий режим для выгрузки), и их функционирование требует проведения множества переходов от одного рабочего режима к другому.

В заключение, как это известно, для реализации способов, осуществляемых в результате плавления, может быть использована вертикальная плавильная печь.

Данная вертикальная плавильная печь имеет вертикальную часть, высота которой может достигать приблизительно десяти метров, и в целом горизонтальную часть, из которой собирают жидкую массу полученных алюминатов кальция.

Говоря более конкретно, блоки известняка и боксита загружают через отверстие в верхней зоне печи в вертикальной части плавильной печи, и их нагревают при использовании пламени, расположенного в нижней зоне печи. Пламя нагревает блоки до температуры в окрестности 1500°C в целях их плавления и формирования жидкой массы, которую непосредственно собирают через проход для литейной массы.

Во время осуществления способа образуются газообразные продукты сгорания, которые перетекают в направлении против траектории движения блоков. Газы выпускают через дымовую трубу, расположенную в верхней зоне печи, в ее вертикальной части. Данные газообразные продукты сгорания, имеющие температуру, составляющую более чем 1500°C, циркулируют между блоками и предварительно их нагревают.

Таким образом, до вхождения в контакт с пламенем блоки материалов исходного сырья подвергаются высушиванию, после этого дегидратации и декарбонизации вследствие воздействия газообразных продуктов сгорания, поднимающихся через вертикальную часть плавильной печи.

Такой способ подразумевает использование материалов исходного сырья в виде блоков при исключении мелких частиц, которые приводили бы к закупориванию и повреждениям вертикальной части данной плавильной печи.

Таким образом, все известные способы производства алюминатов кальция в результате плавления или в результате спекания стеснены ограничениями в отношении гранулометрии для используемых материалов исходного сырья (тонкое размалывание материалов исходного сырья; размалывание, после этого уплотнение в форме брикетов; специфическое гранулометрическое соотношение между известью и оксидом алюминия; или использование блоков боксита).

В частности, в случае способа, осуществляемого в результате плавления в вертикальной плавильной печи, блоки боксита, представленные на рынке, становятся все менее и менее доступными. Кроме того, во время извлечения выход продукции в виде блоков боксита является низким. Действительно, на 100 т извлеченной руды получают только 10 т сырого боксита, который, в свою очередь, содержит 8 т мелких частиц, которые не могут быть использованы в способе, осуществляемом в результате плавления в вертикальной печи, и 2 т боксита в блоках, которые могут быть использованы, а также 90 т бесполезных материалов, которые не могут быть использованы в отраслях промышленности.

Раскрытие изобретения

В целях преодоления вышеупомянутых недостатков предшествующего уровня техники в данном изобретении предлагается способ изготовления алюминатов кальция в результате плавления, который не очень сильно стеснен ограничениями в отношении гранулометрии для материалов исходного сырья, который не требует использования блоков боксита и который делает возможным повышение ценности мелких частиц извлеченных материалов исходного сырья, которые доступны на рынке. Кроме того, в изобретении предлагается способ, в котором изменения рабочего режима печи являются ограниченными.

Говоря более конкретно, в изобретении предлагается способ изготовления алюминатов кальция в промышленной печи, в соответствии с которым:

- а) в резервуар, изготовленный из огнеупорного материала, содержащий ванну расплава, которую

постоянно нагревают, непрерывно вводят мелкие частицы материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), характеризующиеся медианным диаметром d_{50} , меньшим или равным 6000 мкм, в целях расплавления упомянутых мелких частиц материала исходного сырья; и

б) на выпуске из резервуара непрерывно собирают массу жидких алюминатов кальция.

Медианный диаметр d_{50} для любого набора частиц представляет собой физическую величину, которая представляет статистическое распределение данных частиц по размерам, говоря другими словами, гранулометрию для данного набора частиц.

Медианный диаметр d_{50} является сравнительным диаметром, определяемым в качестве диаметра, меньше которого, как это может быть установлено, имеют диаметр 50% использующихся мелких частиц при расчете на массу по отношению к совокупной массе для набора упомянутых мелких частиц.

Говоря другими словами, для набора мелких частиц, характеризующегося заданным медианным диаметром d_{50} , 50 мас.% данных мелких частиц имеют диаметр, меньший, чем данный заданный медианный диаметр d_{50} , а 50 мас.% данных мелких частиц имеют диаметр, больший, чем данный заданный медианный диаметр d_{50} .

В данном случае термин "диаметр" обозначает наибольший размер частицы вне зависимости от ее формы.

Медианный диаметр d_{50} для набора мелких частиц получают при использовании гранулометрической кривой, которая представляет статистическое распределение по размерам для каждого одного типа мелких частиц из данного набора.

На практике, медианный диаметр d_{50} для набора мелких частиц может быть определен при использовании различных методик, таких как метод седиментации (детектирование при использовании поглощения рентгеновского излучения) или метод лазерной дифракции (стандарт ISO 13320).

В рамках данного изобретения размер мелких частиц измеряют в соответствии со стандартом ISO 13320 при использовании метода лазерной дифракции с использованием, например, относящегося к лазерному типу гранулометра Mastersizer 2000 или 3000, продаваемого в компании Malvern company.

В выгодном варианте способ, соответствующий изобретению, делает возможным использование очень мелких частиц, а также мелких частиц материалов исходного сырья.

Говоря другими словами, благодаря способу, соответствующему изобретению, в значительной степени ослабляются гранулометрические ограничения, накладываемые на использующиеся материалы исходного сырья.

В частности, благодаря способу, соответствующему изобретению, отсутствует необходимость как использования частиц в форме блоков, так и уплотнения частиц, которые уже являются мелкими, а также измельчения частиц до формы очень мелкого порошка.

Кроме того, благодаря способу, соответствующему изобретению, введение материалов исходного сырья и сбор массы жидких алюминатов кальция проводят непрерывно, при этом все это осуществляют на всем протяжении функционирования печи. Поэтому печь функционирует, по существу, в соответствии со стабильным рабочим режимом без переключений от рабочего режима при "загрузке" к рабочему режиму при "выгрузке". В данном стабильном рабочем режиме печи, соответствующем способу изобретения, могут быть подстроены обычные рабочие параметры печи, такие как температура нагревания, гранулометрия для введенных частиц, химический состав введенных материалов исходного сырья.

В выгодном варианте, в способе изготовления, соответствующем изобретению, используют мелкие частицы материала исходного сырья, которые не ценятся в современной технологии, и которые поступают от извлечения и от обработки руды в целях изготовления алюминатов кальция в результате плавления.

Таким образом, способ, соответствующий изобретению, делает возможным использование материалов исходного сырья, которые не могут быть использованы в способе, осуществляемом в результате плавления в современных вертикальных плавильных печах.

Кроме того, в данном случае данные мелкие частицы непосредственно погружают в ванну алюминатов кальция, нагретых до температуры, делающей возможным их плавление. Таким образом, на выходе из резервуара собирается масса жидкого алюмината кальция, которая является гомогенной, т.е. при отсутствии нерасплавленных материалов.

Термин "нерасплавленные материалы" обозначает частицы материалов исходного сырья, которые все еще имеют твердую форму, и которые не вступили в реакцию в ходе осуществления способа.

В дополнение к этому в соответствии со способом, соответствующим изобретению, и в противоположность существующим способам предшествующего уровня техники возможным является избегание проведения предшествующих стадий дегидратации и декарбонизации использующихся материалов исходного сырья, при этом данная дегидратация и данная декарбонизация осуществляются непосредственно в ванне расплава.

Кроме того, в соответствии со способом, соответствующим изобретению, в перемешивании данной ванны расплава естественным образом принимают участие пузырьки, формируемые в результате декарбонизации материалов исходного сырья во время их плавления в ванне расплава. Данное естественное

перемешивание обеспечивает смешивание твердых мелких частиц с жидким веществом, содержащимся в ванне расплава, благоприятствуя в связи с этим плавлению упомянутых мелких частиц. Следовательно, данное естественное перемешивание принимает участие в улучшении гомогенности жидкой массы полученных алюминатов кальция. Таким образом, способ, соответствующий изобретению, стабилизирует качество полученных конечных продуктов.

В выгодном варианте на стадии а) способа изготовления, соответствующего изобретению, ванну расплава размещают в восстановительной атмосфере, содержащей монооксид углерода (СО).

В частности, упомянутая восстановительная атмосфера содержит в среднем приблизительно от 0,1 до 100% монооксида углерода (СО).

В выгодном варианте восстановительная атмосфера, в которой размещают ванну расплава, делает возможным контролируемое выдерживание, по меньшей мере частично, минералогических фаз полученных алюминатов кальция для заданного соотношения между известью и оксидом алюминия, содержащимся в упомянутом алюминате кальция.

Термин "минералогические фазы" описывает как структуру в атомной шкале, так и химический состав алюмината кальция. Например, данные минералогические фазы представляют собой фазу С3А ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), фазу СА ($\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$), фазу СА2 ($\text{CaO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$), фазу СА6 ($\text{CaO}\cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$) или фазу С12А7 ($12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$).

Алюминаты кальция, используемые в качестве гидравлических вяжущих веществ, т.е. в качестве материала, способного вступать в реакцию с водой с образованием пасты, которая отверждается на холоде и агломерирует совместно с некоторыми заполнителями, в общем случае содержат существенное количество минералогической фазы СА, которая делает возможным развитие высокого механического сопротивления после гидравлического схватывания.

Отверждение гидравлического вяжущего вещества называется "гидравлическим схватыванием".

Кроме того, минералогическая фаза С12А7 оказывает воздействие на реакционную способность алюмината кальция, используемого в качестве гидравлического вяжущего вещества.

Говоря более точно, минералогическая фаза С12А7 представляет собой ускоритель схватывания алюмината кальция, основная фаза которого является минералогической фазой СА. Говоря другими словами, алюминаты кальция будут отверждаться быстрее при контакте с водой в случае содержания ими большей доли минералогической фазы С12А7 по отношению к другим минералогическим фазам, которые могут содержаться в упомянутом алюминате кальция.

Таким образом, минералогическая фаза С12А7 оказывает большое воздействие на удобообрабатываемость гидравлического вяжущего вещества и на его отверждение в течение короткого периода времени. В частности, вариация массовой доли фазы С12А7 в алюминате кальция на несколько процентных пунктов, даже на менее чем 1%, может иметь измеримые последствия в отношении удобообрабатываемости и отверждения гидравлического вяжущего вещества.

Поскольку алюминаты кальция могут быть использованы в различных областях применения, в соответствии с которыми потребитель предпочитает быстрое или медленное гидравлическое схватывание, в особенности интересным является наличие возможности регулирования доли минералогической фазы С12А7, содержащейся в алюминатах кальция. Целевую долю минералогической фазы С12А7, содержащейся в алюминате кальция, предназначенном для заданной области применения, определяют, например, с точностью, находящейся в диапазоне от 0,1 до 0,5%, равной, например, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5%.

В выгодном варианте способ, соответствующий изобретению, делает возможным такое регулирование.

Другие неограничивающие и выгодные характеристики способа, соответствующего изобретению, взятые индивидуально или в любой технически возможной комбинации, представляют собой нижеследующее:

температура ванны расплава алюминатов кальция находится в диапазоне от 1300 до 1700°C;

температура ванны расплава алюминатов кальция находится в диапазоне от 1400 до 1600°C;

время пребывания упомянутых мелких частиц материала исходного сырья в упомянутой ванне расплава алюминатов кальция составляет менее чем 24 ч;

время пребывания упомянутых мелких частиц материала исходного сырья в упомянутой ванне расплава алюминатов кальция находится в диапазоне от 30 мин до 9 ч;

на стадии а) материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия и/или алюминия, вводимый в резервуар, выбирают из боксита, корундовых шлифовальных кругов, носителей катализаторов, огнеупорных кирпичей, гидроксидов, металлургических оксидов алюминия, прокаленных и плавленых оксидов алюминия, побочных продуктов алюминиевого сектора и материалов, не согласующихся с требованиями к изготовлению, характеризующихся высоким уровнем содержания оксида алюминия, или одной из их смесей, а материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция и/или кальция, вводимый в резервуар, выбирают из известняка, извести и побочных продуктов, поступающих из способов, которые потребляют известняк и известь, таких как взвеси или шлаки в сталеплавильном производстве или электрометаллургии, или одной из их смесей;

мелкие частицы материала исходного сырья характеризуются медианным диаметром d_{50} в диапазоне от 100 до 1000 мкм;

мелкие частицы материала исходного сырья характеризуются медианным диаметром d_{50} в диапазоне от 150 до 500 мкм;

после стадии b) массу жидких алюминатов кальция, собранных на выходе из резервуара, охлаждают;

охлаждение проводят естественным образом;

охлаждение проводят контролируемым образом;

охлажденную массу алюминатов кальция раздробляют в целях получения кальциево-алюминатного цемента;

упомянутые мелкие частицы материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), вводят в резервуар в форме свободнотекущего порошка.

Осуществление изобретения

Следующее далее описание изобретения в связи с прилагающимися чертежами, приведенное в рамках неограничивающих примеров, будет подходящим для использования при лучшем понимании того, из чего изобретение состоит, и того, как это может быть достигнуто.

На прилагающихся чертежах

фиг. 1 представляет собой гранулометрическую кривую для первого набора частиц боксита, подходящего для использования в способе, соответствующем настоящему изобретению;

фиг. 2 - гистограмму, демонстрирующую распределение по диаметрам для второго набора частиц боксита, подходящего для использования в изобретении;

фиг. 3 - гистограмму, демонстрирующую распределение по диаметрам для третьего набора частиц боксита, подходящего для использования в изобретении;

фиг. 4 - гистограмму, демонстрирующую распределение по диаметрам для четвертого набора частиц боксита, подходящего для использования в изобретении; и

фиг. 5 - схематический вид в поперечном сечении для печи, делающей возможным воплощение способа изготовления алюминатов кальция в соответствии с изобретением.

В остальной части описания изобретения и в случае отсутствия указания на другое приведение интервала значений в виде "от X до Y" или "между X и Y" обозначает включение значений X и Y.

Устройство.

Фиг. 5 частично и схематически демонстрирует один пример печи 1, подходящей для воплощения способа изготовления алюминатов кальция в соответствии с настоящим изобретением.

В целом данная печь 1 содержит горизонтальный резервуар 15 - что-то вроде ванны, покрытый сводом 5, и отверстие для выпуска дымов (не показано).

Данный резервуар 15 выполнен с возможностью вмещения ванны 11 расплава, получаемой и поддерживаемой в жидком состоянии при использовании системы 10 нагревания печи 1.

Резервуар 15 также выполнен с возможностью приема через впускное отверстие 9 твердых материалов 7 исходного сырья и выгрузки через выпускное отверстие 12 расплавленных материалов, а именно, массы жидких алюминатов кальция 16.

С этой целью печь 1 содержит систему 2 загрузки, предназначенную для загрузки материалов 7 исходного сырья и соединенную с впускным отверстием 9 резервуара 15, и систему 3 выгрузки, предназначенную для выгрузки расплавленных материалов и соединенную с выпускным отверстием 12 резервуара 15.

В соответствии с подробным разъяснением изобретения, представленным ниже в настоящем документе, данная компоновка создает течение материала между впуском 9 в резервуар 15 и выпуском 12 из данного резервуара 15.

Поэтому в данной печи 1 имеет место реальное течение материала, поставляемого материалами 7 исходного сырья, непрерывно вводимыми через впускное отверстие 9, которые преобразуются в ванне 11 расплава в жидкие алюминаты кальция, которые сами выгружаются через выпускное отверстие 12.

Термин "время пребывания" должен использоваться в следующем далее изложении для обозначения времени, которое проходит между введением частиц материала исходного сырья в ванну 11 расплава резервуара 15 печи 1 и их выгрузкой через выпускное отверстие 12.

Говоря более точно, как это продемонстрировано на фиг. 5, резервуар 15 в данном случае определяет в целом параллелепипедальный объем.

Стенки данного резервуара 15 включают, в частности, под 4, образующий дно резервуара 15, и периферийную стенку 14, которая вертикально поднимается от пода 4.

Под 4 в данном случае имеет прямоугольную форму таким образом, что периферийная стенка 14 включает четыре панели, скомпонованные в конфигурации "два на два" под прямыми углами.

Само собой разумеется, в соответствии с другими вариантами осуществления печи резервуар может иметь и другую форму. В частности, под и периферийная стенка могли бы иметь другие формы и образовывать другие углы друг с другом в целях оптимизирования течения между впуском в резервуар и выпуском из него, но также и распределения материала исходного сырья в ванне расплава и выгрузки расплавленного материала.

Одна из данных четырех панелей периферийной стенки 14, называемая впускной панелью, содержит впускное отверстие 9 резервуара 15, которое дает возможность доступа в резервуар 15 для системы 2 загрузки материалов 7 исходного сырья.

Панель, противоположная впускной панели и называемая выпускной панелью, содержит выпускное отверстие 12 резервуара 15, также называемое проходом для литевой массы, что делает возможным соединение резервуара 15 с системой 3 выгрузки расплавленных материалов.

Таким образом, осуществляют прохождение течения материалов в продольном направлении печи 1, от впускного отверстия 9 до выпускного отверстия 12 резервуара 15.

Материал исходного сырья пребывает в резервуаре 15 в течение более или менее продолжительного периода времени в соответствии с размером данного резервуара 15.

Камеральная поверхность резервуара 15, т.е. внутренняя поверхность резервуара 15, предназначенная для нахождения в контакте с ванной 11 расплава, составляет в диапазоне от 20 до 200 м², предпочтительно она равна приблизительно 100 м².

Стенки резервуара 15 и свод 5 покрыты по внутренней поверхности огнеупорным материалом, который является химически инертным по отношению к алюминатам кальция.

Огнеупорный материал резервуара 15 и/или свода 5 выбирают из агломерированных огнеупорных материалов или электроплавленных литых огнеупорных материалов и/или одной из их смесей.

Говоря более точно, природа использующихся огнеупорных материалов может зависеть от их местоположения в печи (свод, резервуар) и от сопутствующих напряжений. Таким образом, возможным является использование агломерированных или электроплавленных литых огнеупорных материалов для свода 5 и электроплавленных литых огнеупорных материалов для резервуара 15.

Данные два семейства агломерированных и электроплавленных литых огнеупорных материалов, прежде всего, дифференцируют по способам их формования: относящиеся к типу плавки литые для электроплавленных литых огнеупорных материалов и спекание в случае агломерированных огнеупорных материалов.

Таким образом, агломерированные огнеупорные материалы являются спеченными керамическими материалами, имеющими большие или маленькие зерна, полученными в результате однонаправленного или изостатического прессования, в результате вибролитья или в результате шликерного литья. Они характеризуются наличием открытой пористости, которая может достигать 20%, которая является уменьшенной в случае изостатически спрессованных материалов. В данной категории различаются несколько химических составов огнеупорных продуктов. Наиболее широко распространенные химические составы агломерированных огнеупорных материалов обобщенно представлены ниже в настоящем документе в табл. 1.

Данные химические составы представлены при выражении через уровень массового процентного содержания. Уровень массового процентного содержания для соединений (MgO, CrO₃, Al₂O₃, ZrO₂, SiO₂, CaO, FeO₃) иногда приводится в виде А/В, что означает то, что рассматриваемый агломерированный огнеупорный материал содержит при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутого агломерированного огнеупорного материала от А до В% указанного соединения.

Таблица 1

Компонент	MgO	CrO ₃	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	SiO ₂	CaO	FeO ₃
Магнезия	95/98	-	0,5	-	0,4/3	1,5/1,8	0,5
Магнезитохромит	50/81	15/30	4/10	-	0/1,5	0,6/1,8	7/18
Магнезиоциркон	73/78	6/18	1	13	6/11	-	0,8
Шпинель	29,5	-	70	-	0,2	0,5	0,5
Хромит	25	35	-	-	-	-	15
Алюмосиликат			50/65		30/40		0/1
Алюмохромит		10/30	60/85	1/4	1/3		0/1
Алюмошпинель	4/6		90/96				

Электроплавленные литые огнеупорные материалы характеризуются меньшей пористостью в сопоставлении с агломерированными огнеупорными материалами. Они также демонстрируют организацию кристаллической структуры, которая делает возможным существенное увеличение их стойкости к коррозии.

Главным образом, проводят различие между четырьмя семействами электроплавленных литых огнеупорных материалов: алюмо-циркониево-силикатные (AZS), алюмо-циркониево-силикатно-хромовые (AZSC), с очень высоким уровнем содержания диоксида циркония (THTZ) и с высоким уровнем содержания оксида алюминия (HA).

В приведенной ниже в настоящем документе табл. 2 обобщаются химические составы нескольких электроплавленных литых огнеупорных материалов. Данные химические составы представлены при выражении через уровень массового процентного содержания. Как и в табл. 1, уровень массового процентного содержания для соединений иногда приводится в виде А'/В', что означает то, что рассматриваемый электроплавленный литой огнеупорный материал содержит при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутого электроплавленного литого огнеупорного материала от А' до В'% указанного соединения.

Таблица 2

Компонент	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	SiO ₂	Na ₂ O	CaO, TiO ₂ , Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
AZS	46/51	32/41	12/15	1,13	0,3	-
THTZ	0,85	94	4,5	0,4	0,3	-
AZSC	28	27	14	1,1	2,4	27
HA	95			4	0,5	

Резервуар 15, сформированный таким образом, выполнен с возможностью вмещения ванны 11 расплава. Данная ванна 11 расплава в данном случае является ванной расплавленного алюмината кальция.

Система 10 нагревания выполнена с возможностью постоянного нагревания ванны 11 расплава, содержащейся в резервуаре 15.

В данном случае системой 10 нагревания оснащена внутренняя лицевая поверхность свода 5.

Предпочтительно это система 10 нагревания, функционирующая в результате сгорания, которая включает пламенные горелки, такие как нефтяные или газовые горелки.

Например, это система нагревания, функционирующая в результате сгорания при использовании воздуха, где реагент сгорания представляет собой молекулярный кислород (O₂), поступающий из воздуха.

Также может быть предусмотрена и система нагревания, функционирующая в результате сгорания при использовании кислорода, где реагент сгорания представлял бы собой молекулярный кислород (O₂), поступающий из источника чистого молекулярного кислорода.

Кроме того, печь 1, возможно, может содержать систему регенерации тепла, которая не продемонстрирована в данном случае.

Данная система регенерации изготовлена из огнеупорных материалов, таких как соответствующие материалы, используемые для свода 5 или резервуара 15.

В выгодном варианте, данную систему регенерации тепла в общем случае объединяют с системой 10 нагревания в целях повторного использования теплоты сгорания. Это делает возможным увеличение выходов тепла для печи. Это, например, представляет собой стопки огнеупорных кирпичей, пронизанных множеством каналов, где поочередно циркулируют газы, поступающие от сгорания, и воздух или чистый молекулярный кислород, используемые для сгорания: газы передают свою энергию кирпичам, которые отдают ее обратно во время прохождения воздуха или чистого молекулярного кислорода.

В соответствии с не показанным альтернативным вариантом печи может быть предусмотрено то, что система нагревания ванны расплава является электрической.

Данная система нагревания могла бы, например, содержать погружные электроды или электроды, скомпонованные на дне резервуара.

Данными электродами могли бы быть электроды, изготовленные из молибдена.

Кроме того, с глобальной точки зрения, резервуар 15, перекрываемый сводом 5, образует частично закрытую камеру, вмещающую ванну 11 расплава.

Возможным является выбор композиции газов, содержащихся в данной камере над резервуаром 15.

В выгодном варианте в данном случае указанная частично закрытая камера выполнена с возможностью приема смеси из газов, содержащей монооксид углерода (CO), что формирует восстановительную атмосферу над резервуаром 15.

Говоря более точно, упомянутая восстановительная атмосфера содержит газы, находящиеся в контакте с поверхностью ванны 11 расплава, содержащейся в резервуаре 15.

В случае системы 10 нагревания, функционирующей в результате сгорания, для печи 1, описанной выше в настоящем документе, а именно, системы нагревания, функционирующей в результате сгорания при использовании воздуха, или системы нагревания, функционирующей в результате сгорания при использовании кислорода, атмосфера в камере естественным образом будет содержать монооксид углерода (CO), поступающий от сгорания.

В частности, возможным является контролируемое выдерживание уровня содержания монооксида углерода (CO) в газах, содержащихся в камере, в результате точно контролируемого поддержания прохождения реакции сгорания, а, в частности, стехиометрии реагентов сгорания (O₂) и топливных (нефтяных, газовых) реагентов.

В выгодном варианте также может быть предусмотрено и добавление системы подачи, предназначенной для подачи в камеру монооксида углерода (CO) (не показано).

В печи 1, которая имеет систему нагревания 10, функционирующую в результате сгорания, уровень содержания монооксида углерода (CO) не является однородным по всему объему камеры, т.е. он не является идентичным во всех точках в камере. В общем случае по причинам стехиометрии, упомянутым выше в настоящем документе, он, как правило, является более высоким поблизости от пламенных горелок.

Далее это называется "средним" уровнем содержания монооксида углерода (CO). Данный "средний" уровень содержания монооксида углерода (CO) оценивают в газах, выпускаемых из камеры через отверстие для выпуска дымов (не показано) печи 1. Его, например, измеряют при использовании датчика, скомпонованного в магистрали для выпуска дыма, в которую раскрывается упомянутое отверстие для

выпуска дыма.

В случае с альтернативным вариантом, содержащим электрическую систему нагревания, печь обязательно будет снабжена искусственной системой для добавления монооксида углерода (CO).

Электрическая печь также может содержать средство для отслеживания уровня содержания монооксида углерода (CO) в атмосфере, содержащейся в камере.

Данное средство отслеживания уровня содержания монооксида углерода (CO) делает возможным точное подстраивание уровня содержания монооксида углерода (CO) в камере.

Монооксид углерода (CO), например, нагнетают в чистом виде в камеру, где он смешивается с воздухом окружающей среды. Он также может быть введен непосредственно в виде смеси с воздухом.

Его также можно нагнетать в чистом виде таким образом, чтобы камера содержала бы только монооксид углерода (CO).

Кроме того, как это продемонстрировано на фиг. 5, система 2 загрузки печи 1 соединяется с выпускным отверстием 9 резервуара 15.

Данная система 2 загрузки содержит бункер 6 в форме воронки, который делает возможным хранение и даже гомогенизирование материалов 7 исходного сырья, и устройство 8 наклонного ввода, делающее возможным введение данных материалов 7 исходного сырья в резервуар 15 через выпускное отверстие 9 данного резервуара 15.

Устройство 8 наклонного ввода представляет собой магистраль, у которой один конец соединяется с выпуском из бункера 6, а другой конец которой раскрывается во выпускное отверстие 9 резервуара 15.

Материалы 7 исходного сырья могут циркулировать под воздействием силы тяжести из бункера 6 ко впуску в резервуар 15 через устройство 8 наклонного ввода. В целях стимулирования данного циркулирования может быть предусмотрена система выталкивания (не показана).

На практике, в данном случае упомянутые материалы 7 исходного сырья содержат материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca).

Упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), обозначает любое химическое соединение, которое содержит группу атомов Al_2O_3 и/или атом алюминия.

Подобным образом, упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), обозначает любое химическое соединение, которое содержит группу атомов CaO, CaO и/или атом кальция.

В альтернативном варианте, в связи с этим, бункер 6, возможно, может содержать два отдельных отсека (не показано), способные, соответственно, принимать упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca). Как это могло бы, например, быть рассмотрено, данные отдельные отсеки раскрываются ниже по ходу технологического потока в общую часть бункера 6, расположенную выше по ходу технологического потока от выпуска из упомянутого бункера 6. После этого в данной общей части упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), смешиваются в целях получения материалов 7 исходного сырья.

Вне зависимости от альтернативного варианта, рассматриваемого для системы 2 загрузки, данная система 2 загрузки делает возможными подачу в ванну 11 расплава материалов 7 исходного сырья и это осуществляется непрерывно.

В дополнение к этому, как это уже продемонстрировано на фиг. 5, система 3 выгрузки печи 1 соединяется с выпускным отверстием 12 резервуара 15.

Система 3 выгрузки массы жидких алюминатов кальция 16 содержит магистраль 13 выгрузки, соединенную на одной стороне с выпускным отверстием 12 резервуара 15, и которая раскрывается на другой стороне в зону охлаждения (не показано) алюминатов кальция.

Выпускное отверстие 12 резервуара 15 представляет собой так называемый выпуск "переполнения", через который расплавленный материал, а именно расплавленный алюминат кальция, выгружают из резервуара 15 в результате переливания через край последнего в магистраль 13 выгрузки.

В выгодном варианте данное выпускное отверстие 12 переполнения является совместимым с очень высокими температурами ванны 11 расплава.

Способ.

В остальной части описания изобретения заявители должны конкретно предоставить более подробную информацию в отношении способа изготовления алюминатов кальция, воплощаемого оператором в промышленной печи 1, описанной выше в настоящем документе.

Примечательно то, что в соответствии с данным способом:

а) в резервуар 15, изготовленный из огнеупорного материала и вмещающий ванну 11 расплава, которую постоянно нагревают, непрерывно вводят мелкие частицы упомянутого материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и упомянутого

материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), характеризующиеся медианным диаметром d_{50} , меньшим или равным 6000 мкм, в целях расплавления упомянутых мелких частиц материала исходного сырья; и

б) на выпуске из резервуара 15 непрерывно собирают массу жидких алюминатов кальция 16.

На стадии, предшествующей стадии а), оператор получает ванну 11 расплава. Для этого при запуске печи 1 в резервуар 15 первоначально загружают предварительную смесь алюминатов кальция.

Данную предварительную смесь нагревают при использовании системы 10 нагревания таким образом, чтобы получить жидкую массу расплавленного алюмината кальция при отсутствии нерасплавленных материалов. После этого данная жидкая масса формирует первоначальную ванну расплава, присутствующую в резервуаре 15 в начале воплощения способа изготовления, соответствующего изобретению.

Ванна 11 расплава формируется при использовании данной первоначальной ванны расплава, в которую добавляют упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), которые, в свою очередь, будут плавиться.

Таким образом, в остальной части описания изобретения термин "ванна 11 расплава" обозначает жидкую массу расплавленного алюмината кальция при отсутствии нерасплавленных материалов.

Объем первоначальной ванны расплава является таким, чтобы уровень данной ванны располагался бы вровень с выпускным отверстием 12 переполнения резервуара 15.

Массовое соотношение Al/Ca для предварительной смеси алюмината кальция, первоначально загруженной в резервуар 15, а именно, соотношение между совокупной массой алюминия (Al) и совокупной массой кальция (Ca), содержащихся в данной предварительной смеси, является близким к соответствующему соотношению для алюмината кальция, которое оператор желает получать на выходе из резервуара 15, но необязательно идентичным последнему.

Действительно, массовое соотношение Al/Ca для алюмината кальция, содержащегося в резервуаре 15, т.е. формирующего ванну 11 расплава, изменяется в ходе осуществления способа в результате введения на стадии а) материалов 7 исходного сырья. Таким образом, необходимо понимать то, что массовое соотношение Al/Ca для алюмината кальция, собранного на выпуске из резервуара 15, может быть отличным от соответствующего соотношения для алюмината кальция, первоначально загруженного в резервуар 15.

Массовое соотношение Al/Ca для алюмината кальция, собранного на выпуске из резервуара 15, имеет тенденцию к достижению равенства с массовым соотношением Al/Ca для введенных материалов исходного сырья.

Таким образом, имеет место переходный режим, в ходе которого массовое соотношение Al/Ca для алюмината кальция, собранного на выпуске из резервуара, отличается от массового соотношения Al/Ca для введенных материалов исходного сырья.

В конце переходного режима массовое соотношение Al/Ca для алюмината кальция, собранного на выпуске из резервуара, становится равным массовому соотношению Al/Ca для материалов исходного сырья, введенных на впуске в резервуар.

Обычно, как это представляется, продолжительность переходного режима является, самое большее, равной 5-кратному времени пребывания частиц в резервуаре 15.

Например, для времени пребывания, составляющего приблизительно 1 ч, как это представляется, переходный режим завершается по истечении 5 ч.

На стадии а) оператор загружает в систему 2 загрузки материал 7 исходного сырья, содержащий материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca).

На данной стадии а) оператор вводит в печь 1 через впускное отверстие 9 резервуара 15 частиц упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и упомянутый материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), в форме мелких.

В данном случае термин "мелкие частицы" обозначает свободнотельный порошок, характеризующийся медианным диаметром d_{50} , меньшим или равным 6000 мкм.

Свободнотельный порошок рассматривается в качестве фракционированного состояния твердого материала, которое после этого имеет форму очень маленьких кусков.

В выгодном варианте свободнотельный порошок, который характеризуется таким медианным диаметром d_{50} , демонстрирует большую площадь удельной поверхности, благоприятную для его плавления в ванне 11 расплава.

Наборами мелких частиц, характеризующимися медианным диаметром d_{50} , меньшим или равным 6000 мкм, являются, например, соответствующие наборы, характеризующиеся следующими далее медианными диаметрами d_{50} : 6, 5, 4, 3, 2, 1 мм; 500, 250, 150, 100, 50, 25 мкм и менее.

Предпочтительно медианный диаметр d_{50} для мелких частиц, подходящих для использования в способе, соответствующем изобретению, является большим или равным 25 мкм и меньшим или равным 6 мм.

Действительно, мелкие частицы, которые характеризуются медианным диаметром d_{50} , составляющим менее чем 25 мкм, могли бы в результате приводить к закупориванию печи 1. Мелкие частицы, ха-

рактирующиеся медианным диаметром d_{50} , составляющим более чем 6 мм, могли бы уменьшить производительность и/или качество для алюминатов кальция в результате формирования нерасплавленных материалов в ванне 11 расплава, а после на выпуске из резервуара.

Более предпочтительно мелкие частицы характеризуются медианным диаметром d_{50} , находящимся в диапазоне от 100 до 1000 мкм.

Еще более предпочтительно они характеризуются медианным диаметром d_{50} , находящимся в диапазоне от 150 до 500 мкм.

В идеальном варианте, медианный диаметр d_{50} для мелких частиц составляет 250 мкм.

Кроме того, еще один характеристический размер, который делает возможным выбор мелких частиц, которые являются наиболее подходящими для использования при осуществлении изобретения, представляет собой максимальный диаметр для мелких частиц.

Максимальный диаметр является сравнительным диаметром, определяемым в качестве диаметра, меньше которого имеют диаметр 100% использующихся мелких частиц.

Говоря другими словами, все мелкие частицы из рассматриваемого набора частиц имеют диаметр меньший, чем максимальный диаметр.

Предпочтительно мелкие частицы характеризуются максимальным диаметром, меньшим или равным 20000 мкм, т.е. меньшим или равным 2 см.

В связи с этим подходящими для использования при осуществлении изобретения могут оказаться наборы мелких частиц, характеризующиеся следующими далее максимальными диаметрами: 20000, 19000, 18000, 17000, 16000, 15000, 14000, 13000, 12000, 11000, 10000, 9000, 8000, 7000, 6000, 5000, 4000, 3000, 2000 мкм и менее.

В общем случае максимальный диаметр для мелких частиц выбирают таким образом, чтобы обеспечить полное расплавление всех мелких частиц в течение времени пребывания данных мелких частиц в резервуаре печи. Поэтому данный максимальный диаметр зависит от размера резервуара печи.

Чем большим будет максимальный диаметр для мелких частиц, тем больше будет увеличиваться время пребывания, которое делает возможным полное расплавление данных мелких частиц, и тем больше должен будет быть увеличен размер печи.

В очень выгодном варианте способ, соответствующий изобретению, легко и быстро может быть адаптирован ко множеству размеров частиц.

Максимальный диаметр для использующихся мелких частиц определяют в соответствии с ценой приобретения и/или производства данных мелких частиц и размером печи 1.

На сегодняшний день частицы являются тем более дорогостоящими, чем они меньше, поскольку они в общем случае требуют проведения стадии дробления. Поэтому с точки зрения экономики интересным является использование частиц, которые являются настолько крупными, насколько это возможно, которые не требуют проведения какого-либо специального дробления или специального уплотнения. Но большая длина резервуара, требуемая для расплавления наиболее крупных частиц, подразумевает большой размер печи, поэтому увеличенную стоимость конструирования и обслуживания данной печи.

В случае уменьшения цены приобретения и/или производства наименьших частиц, вероятно, выгодным стало бы использование данных частиц, а не крупных частиц, и максимальный диаметр для частиц мог бы быть уменьшен.

В порядке примера фиг. 1 демонстрирует гранулометрическую кривую для первого набора мелких частиц боксита, который может быть использован в способе, соответствующем изобретению.

На данной фиг. 1 ось ординат представляет количество частиц при выражении через уровень массового процентного содержания по отношению к совокупной массе частиц, а ось абсциссы представляет диаметр частиц в микрометрах (мкм) в логарифмической шкале.

Гранулометрическая кривая, продемонстрированная в данном случае, является так называемой "кумулятивной" кривой, т.е. каждая точка на данной гранулометрической кривой представляет уровень процентного содержания частиц, которые имеют диаметр, меньший или равный диаметру, который соответствует точке исследуемой кривой.

Например, данная гранулометрическая кривая указывает на то, что 70% частиц из первого набора частиц имеют диаметр, меньший или равный 100 мкм.

Подобным образом, в данном первом наборе частиц медианный диаметр d_{50} является равным 60 мкм, т.е. 50% частиц из первого набора имеют диаметр, меньший или равный 60 мкм.

Максимальный диаметр частиц в данном случае составляет 300 мкм, что означает то, что 100% частиц из данного первого набора частиц имеют диаметр, меньший или равный 300 мкм.

Фиг. 2-4 демонстрируют гранулометрические диаграммы для второго, третьего и четвертого наборов мелких частиц, которые могут быть использованы в способе, соответствующем изобретению.

Гистограммы на фиг. 2-4 представляют уровень массового процентного содержания частиц, которые имеют диаметр, меньший или равный диаметру, указанному в нижней части каждого столбца.

Например, гистограмма на фиг. 2 указывает на то, что медианный диаметр d_{50} для второго набора частиц, подходящего для использования в изобретении, находится в диапазоне от 0,5 миллиметра (мм) до 1 мм. Согласно возможному аппроксимированию упомянутый медианный диаметр d_{50} в данном слу-

чае составляет приблизительно 0,9 мм.

На данной фиг. 2, как это можно видеть, максимальный диаметр частиц из данного второго набора составляет 2 мм.

Подобным образом, гистограммы на фиг. 3 и 4, соответственно, указывают на то, что медианный диаметр d_{50} для третьего набора мелких частиц, подходящего для использования в изобретении, находится в диапазоне от 1 до 2 мм и что медианный диаметр d_{50} для четвертого набора мелких частиц, подходящего для использования в изобретении, находится в диапазоне от 2 до 3,15 мм.

Согласно возможному аппроксимированию упомянутый медианный диаметр d_{50} составляет приблизительно 1,4 мм для третьего набора частиц, соответствующего диаграмме, продемонстрированной на фиг. 3, и приблизительно 3 мм для четвертого набора частиц, соответствующего диаграмме, продемонстрированной на фиг. 4.

Максимальный диаметр для частиц из третьего набора, соответствующего схеме, продемонстрированной на фиг. 3, составляет 4 мм. Он составляет 20 мм для четвертого набора частиц, соответствующего схеме, продемонстрированной на фиг. 4.

В общем случае медианный диаметр d_{50} для мелких частиц может варьироваться в соответствии с типом материалов 7 исходного сырья, использующихся во время воплощения способа изобретения.

В частности, медианный диаметр d_{50} для мелких частиц материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия и/или алюминия, может отличаться от соответствующей характеристики для мелких частиц, представляющих собой источник оксида кальция и/или кальция.

В выгодном варианте в соответствии с изобретением до введения в ванну 11 расплава материалов исходного сырья, представляющих собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), может быть предусмотрено их приведение к указанному гранулометрическому размеру при использовании дробилки.

Говоря другими словами, может быть предусмотрено уменьшение диаметра частиц материалов исходного сырья таким образом, чтобы получить набор мелких частиц, медианный диаметр d_{50} для которого является таким, который будет желаемым.

Кроме того, предпочтительно материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), содержит при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутого материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), по меньшей мере 30%, даже по меньшей мере 40 или 50%, оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al).

Предпочтительно материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), содержит при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутого материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), по меньшей мере 50%, даже по меньшей мере 70 или 90%, оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca).

В способе изготовления, соответствующем изобретению, материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), предпочтительно выбран из боксита, такого как моногидрат боксита и/или тригидрат боксита, белый боксит, красный боксит, корундовых шлифовальных кругов, носителей катализаторов, огнеупорных кирпичей, гидроксидов, металлургических оксидов алюминия, прокаленных и плавящихся оксидов алюминия, побочных продуктов алюминиевого сектора и материалов, не согласующихся с требованиями к изготовлению и характеризующихся высоким уровнем содержания оксида алюминия, или одной из их смесей.

Предпочтительно во время воплощения способа, соответствующего изобретению, в альтернативном варианте печи, которая имеет электрические средства нагревания, материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), содержит мало железа (Fe).

Также предпочтительно материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), выбран из известняка, извести и побочных продуктов, поступающих из способов, которые потребляют известняк и/или известь, таких как взвеси или шлаки в сталеплавильном производстве или электрометаллургии, или одной из их смесей.

Материалы исходного сырья, представляющие собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), также могут содержать железо (Fe) и диоксид кремния (SiO_2) в переменных количествах. Например, тригидрат боксита может содержать при расчете на массу от 46 до 50% оксида алюминия (Al_2O_3), от 14 до 20% оксида железа в различных степенях окисления и от 7 до 12% диоксида кремния (SiO_2).

Кроме того, материалы исходного сырья, представляющие собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), введенные на стадии а) способа, соответствующего изобретению, предпочтительно дозируют таким образом, чтобы массовое соотношение Al/Ca в конечном продукте, т.е. в алюминате кальция, собранном на выпуске из резервуара 15, находилось бы в диапазоне от 0,5 до 1,7, а предпочтительно от 0,9 до 1,5.

Более предпочтительно массовое соотношение между алюминием (Al) и кальцием (Ca) в алюминате кальция, собранном на выпуске из резервуара 15, находится в диапазоне от 1 до 1,1.

В целях соблюдения данного массового соотношения материал исходного сырья, представляющий

собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), дозируют либо при их нахождении в состоянии мелких частиц, характеризующихся желаемым медианным диаметром d_{50} , либо до их измельчения в целях получения упомянутого желаемого медианного диаметра d_{50} .

После этого их смешивают в смесителе в целях получения материалов 7 исходного сырья, которые вводят в резервуар 15 печи 1. Данное смешивание проводят в отношении материалов исходного сырья, измельченных до состояния мелких частиц, характеризующихся желаемым медианным диаметром d_{50} .

Материалы 7 исходного сырья более предпочтительно содержат при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутых материалов 7 исходного сырья, по меньшей мере 70% набора, образованного оксидом кальция (CaO), оксидом алюминия (Al_2O_3), оксидом железа (например, Fe_2O_3) и диоксидом кремния (SiO_2).

Говоря по-другому, оксид кальция (CaO), оксид алюминия (Al_2O_3), оксид железа (например, Fe_2O_3) и диоксид кремния (SiO_2) представляют собой по меньшей мере 70% материалов 7 исходного сырья при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутых материалов 7 исходного сырья.

Под термином "по меньшей мере 70%" подразумевается то, что материалы 7 исходного сырья могут содержать 70, 75, 80, 85, даже 90% набора, образованного оксидом кальция (CaO), оксидом алюминия (Al_2O_3), оксидом железа (например, Fe_2O_3) и диоксидом кремния (SiO_2), при расчете на массу по отношению к совокупной массе упомянутых материалов 7 исходного сырья.

Материалы исходного сырья или топливные реагенты могут содержать и другие неосновные фазы и/или примеси, такие как сульфаты SO_3 . Например, совместимым с данным изобретением является уровень содержания сульфата SO_3 , составляющий менее чем 4% при расчете на массу по отношению к совокупной массе материалов 7 исходного сырья, в частности менее чем 3%, менее чем 2%, в частности менее чем 1%.

Материалы 7 исходного сырья не содержат какого-либо материала исходного сырья, который бы конкретно представлял собой источник сульфата кальция $CaSO_4$ или конкретно представлял собой источник фторированных соединений.

Говоря другими словами, к материалам 7 исходного сырья специально не добавляют сульфат кальция $CaSO_4$ или фторированное соединение. Однако упомянутые материалы 7 исходного сырья содержат примеси и, следовательно, могут содержать следовые количества фторированных соединений или сульфата кальция.

Материалы 7 исходного сырья могут, например, иметь композиции, описанные в следующих далее табл. 3 и 4.

Таблица 3. Первый пример использующихся материалов 7 исходного сырья

Компоненты	d_{50} (мкм)	Массовая доля
Известняк	250	48%
Так называемый белый боксит	100	48%
Диоксид кремния	250	4%

Таблица 4. Второй пример использующихся материалов 7 исходного сырья

Компоненты	d_{50} (мкм)	Массовая доля
Известняк	250	38%
Так называемый белый боксит	100	62%

Оператор может проводить дозирование и смешивание материалов исходного сырья, представляющих собой источник оксида алюминия и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), до транспортирования упомянутых материалов исходного сырья, представляющих собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), в систему 2 загрузки печи 1, а, в частности, в бункер 6 для хранения. Данное транспортирование может быть осуществлено при использовании промежуточного звена в виде насоса или другого средства переноса.

В альтернативном варианте, дозирование и смешивание упомянутых материалов исходного сырья, представляющих собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), могут быть проведены непосредственно в бункере 6 системы 2 загрузки печи 1, при этом последний снабжен двумя отдельными отсеками, которые раскрываются в общую часть бункера 6.

В выгодном варианте в соответствии со способом изготовления, соответствующим изобретению, на стадии а) температура ванны 11 расплава находится в диапазоне от 1300 до 1700°C.

Более предпочтительно данная температура находится в диапазоне от 1400 до 1600°C.

Кроме того, в особенно выгодном варианте в данном изобретении предлагается контролируемое выдерживание парциальных давлений газа, содержащегося в камере, образованной сводом 5 и резервуаром 15 печи 1, таким образом, чтобы получить алюминаты кальция, которые имеют контролируемый

минералогический состав.

Таким образом, в выгодном варианте, также и на стадии а) ванну 11 расплава помещают в восстановительную атмосферу.

В химии, в очень общем случае, восстановитель представляет собой химическое вещество, которое может передавать один или несколько электронов другому химическому веществу, называемому окислителем, во время прохождения окислительно-восстановительной реакции. Наоборот, окислитель представляет собой химическое вещество, способное захватывать один или несколько электронов во время прохождения окислительно-восстановительной реакции.

Термин "восстановительная атмосфера" в данном случае обозначает атмосферу, окислительная способность которой была уменьшена в результате понижения доли окислителя, который она содержит.

В частности, в данном случае восстановительная атмосфера в сопоставлении с воздухом характеризуется уменьшенным уровнем содержания молекулярного кислорода O_2 , который представляет собой соединение окислителя.

Кроме того, в данном случае восстановительная атмосфера содержит долю газов, которые являются более восстанавливающими, чем воздух, в общем случае, и чем молекулярный кислород O_2 , в частности.

В данном случае упомянутая восстановительная атмосфера, в которую помещают ванну 11 расплава, содержит монооксид углерода (СО).

В частности, в способе, соответствующем изобретению, предлагается контролируемое выдерживание уровня содержания монооксида углерода (СО), содержащегося в атмосфере, расположенной над ванной 11 расплава.

Упомянутый средний уровень содержания монооксида углерода (СО) в восстановительной атмосфере в данном случае находится в диапазоне приблизительно от 0,1 до 100%.

Уровень содержания монооксида углерода (СО) в восстановительной атмосфере может, например, быть равным 0,09, 0,1, 0,15, 0,2, 0,5, 0,8, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 или 100%, в молях по отношению к количеству совокупного вещества анализируемого газа.

В особенно выгодном варианте контролируемое выдерживание уровня содержания монооксида углерода (СО) в восстановительной атмосфере, расположенной над ванной 11 расплава, делает возможным контролируемое выдерживание минералогических фаз, а, в частности, минералогической фазы С12А7, алюминатов кальция, полученных на выпуске из резервуара 15.

Действительно, как это обнаружил заявитель, в случае обогащения атмосферы, расположенной над 11 ванной расплава, по монооксиду углерода (СО) полученные алюминаты кальция будут обогащенными по фазе С12А7. Также верно и обратное.

Тем не менее, в особенности выгодным является контролируемое выдерживание доли минералогической фазы С12А7, содержащейся в алюминате кальция, собранном на выпуске из резервуара 15, поскольку данная минералогическая фаза С12А7 оказывает воздействие на реакционную способность данного алюмината кальция, использующегося в качестве гидравлического вяжущего вещества.

Говоря более точно, минералогическая фаза С12А7 представляет собой ускоритель схватывания алюминатов кальция. Говоря другими словами, алюминаты кальция отверждаются тем быстрее при контакте с водой, чем большую долю минералогической фазы С12А7 они содержат в сопоставлении с другими минералогическими фазами, которые могут содержать данные алюминаты кальция.

Таким образом, способ, соответствующий изобретению, в выгодном варианте, делает возможным регулирование скорости схватывания произведенных алюминатов кальция.

Кроме того, в выгодном варианте в соответствии с изобретением на стадии а) время пребывания упомянутых мелких частиц в упомянутой ванне 11 расплава составляет менее чем 24 ч.

Данное время пребывания предпочтительно находится в диапазоне от 30 мин до 9 ч, а более предпочтительно оно равно 8 ч.

Данные времена пребывания являются короткими, что делает возможным обеспечение удовлетворительной выработки продукции.

Частицы, не все из которых имеют в точности один и тот же диаметр, не вытесняются все с одной и той же скоростью в резервуаре 15. Следовательно, время пребывания в данном случае является средним временем пребывания упомянутых мелких частиц в ванне 11 расплава.

По истечении данного времени пребывания оператор получает на выпуске из резервуара 15 желаемый продукт, а именно, массу жидких алюминатов кальция 16, при отсутствии какого-либо нерасплавленного материала исходного сырья.

Масса жидких алюминатов кальция 16 представляет собой результат прохождения набора последовательных физико-химических реакций, которые делают возможными высушивание, дегидратацию, декарбонизацию материалов исходного сырья, представляющих собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al) и источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), в целях получения алюмината кальция.

В ходе осуществления способа, соответствующего изобретению, данные физико-химические реакции протекают в ванне 11 расплава, содержащегося в резервуаре 15 печи 1, и это осуществляется в одну стадию, что представляет собой преимущество в отношении эксплуатационных расходов.

Во время протекания данных физико-химических реакций и во время плавления материалов 7 исходного сырья в ванне 11 расплава формируются пузырьки.

Данные пузырьки в результате перемешивания принимают участие в гомогенизировании ванны 11 расплава, а именно, ванны расплава алюмината кальция.

В альтернативном варианте, как это может быть предусмотрено, высушивание, дегидратация и декарбонизация мелких частиц будут инициироваться на стадии предварительного нагревания до стадии а). В соответствии с данным альтернативным вариантом, в ванне 11 расплава не формируются какие-либо пузырьки, поскольку в ней не стимулируется прохождение декарбонизации.

На стадии б) мелкие частицы материала исходного сырья после их пребывания в ванне 11 расплава становятся массой жидких алюминатов кальция 16, объем ванны 11 расплава увеличивается таким образом, что масса жидкого алюмината кальция 16 перетекает через выпускное отверстие 12 резервуара 15.

Данную массу жидкого алюмината кальция 16 выгружают через магистраль 13 выгрузки системы 3 выгрузки печи 1.

Таким образом, во время функционирования печи 1 введение твердых мелких частиц материала исходного сырья в резервуар 15 приводит к увеличению объема ванны 11 расплава, и часть массы жидких алюминатов кальция 16, присутствующих в упомянутом резервуаре 15, оказывается перетекающей через выпускное отверстие 12 резервуара 15.

Стадии а) и б) обе проводят непрерывно и одновременно.

Таким образом, одновременно на впускном отверстии 9 резервуара 15 в резервуар 15 вводят твердые мелкие частицы (стадия а), а на выпускном отверстии 12 собирают массу жидкого алюмината кальция 16 (стадия б) без прерывания.

Течение материала, созданное между впуском в печь и выпуском из нее, непрерывно направляется от впуска к выпуску.

Вследствие вязкости ванны 11 расплава мелкие частицы медленно циркулируют между впускным отверстием 9 и выпускным отверстием 12. В связи с этим они пребывают в резервуаре 15 достаточно долго для расплавления в нем и вступления в реакцию, что приводит к увеличению массы жидкого алюмината кальция 16.

Течение материала в резервуаре 15 от впускного отверстия 9 к выпускному отверстию 12 формируется в результате выгрузки массы алюмината кальция 16 через выпускное отверстие 12.

Таким образом, примечательным является то, что способ, соответствующий изобретению, делает возможным непрерывное получение алюминатов кальция.

На стадии, следующей после стадии б), оператор охлаждает массу жидких алюминатов кальция 16.

Предпочтительно данное охлаждение происходит естественным образом, т.е. при температуре окружающей среды, в зоне охлаждения, соединенной с системой 3 выгрузки.

В альтернативном варианте, может быть предусмотрено охлаждение массы жидких алюминатов кальция контролируемым образом. В частности, может быть предусмотрено охлаждение массы жидких алюминатов кальция в соответствии с любым способом, известным для специалистов в соответствующей области техники, таким как продувание сжатым воздухом, отпуск в воде или способы, используемые для гранулирования взвесей в шахтных печах или производства минеральной ваты.

Сразу после завершения охлаждения масса алюминатов кальция 16 имеет форму клинкера. Клинкер представляет собой отвержденную массу алюмината кальция. В соответствии с выбранным типом охлаждения клинкер может иметь различные формы и размеры. В общем случае данный клинкер имеет форму блоков или твердых гранул, которые имеют диаметр в диапазоне, достигающем вплоть до нескольких десятков сантиметров.

После этого клинкер, полученный таким образом, более предпочтительно выгружают при использовании транспортной ленты или любого другого средства перемещения на склад или в бункер, где он может храниться.

Данный клинкер, возможно, может быть раздроблен, более или менее мелко, в целях получения кальциево-алюминатного цемента, а именно, алюмината кальция в форме порошка, который обладает активными гидравлическими свойствами.

Предпочтительно дробление упомянутого клинкера проводят при использовании шаровой мельницы (цилиндрического устройства, приводимого во вращение, облицованного экранированными пластинами и загруженного стальными шарами).

В альтернативном варианте, дробление может быть проведено в дробилках, имеющих вертикальные шлифовальные круги, или в любом типе дробилки, которая характеризуется стойкостью к износу и раздиранию, которая является достаточной и адаптированной для измельчения до маленьких диаметров.

Кальциево-алюминатные цементы, полученные таким образом, могут быть использованы в областях применения, например, в строительной химии или химии огнеупоров.

Кроме того, после этого кальциево-алюминатные цементы могут быть подвергнуты воздействию различных обработок или смешаны с другими соединениями. Например, в целях повышения ценности кальциево-алюминатного цемента в различных областях применения возможным является добавление добавок, таких как сульфат кальция, зольная пыль, пуццолан, гипсы.

Примеры

Следующие далее примеры от 1 до 4 делают возможным осознание важности уровня содержания монооксида углерода (СО) в атмосфере камеры в целях контролируемого выдерживания минералогических фаз полученных кальциево-алюминатных цементов.

Кроме того, как это доказывают данные примеры, способ, соответствующий изобретению, делает возможным получение алюминатов кальция, которые характеризуются контролируемым уровнем содержания минералогической фазы C12A7.

Ниже в настоящем документе табл. 5 демонстрирует все экспериментальные условия, воплощенные в целях реализации примеров от 1 до 4.

В частности, в данной табл. 5 уровень содержания монооксида углерода (СО) приводится в виде уровня массового процентного содержания, т.е. при расчете на массу монооксида углерода (СО) по отношению к совокупной массе компонентов атмосферы.

Кроме того, массовое соотношение Al/Ca соответствует соотношению между совокупной массой алюминия и совокупной массой кальция, содержащихся в конечном полученном алюминате кальция. Таким образом, количества глиноземных и известковых материалов исходного сырья, введенных в печь, рассчитывают таким образом, чтобы соблюсти данное массовое соотношение Al/Ca в конечном продукте. До введения данных материалов исходного сырья в печи их смешивают и гомогенизируют.

В примерах от 1 до 4 материалы 7 исходного сырья получают в результате гомогенного смешивания: белого боксита, содержащего при расчете на массу по отношению к совокупной массе порошкообразного белого боксита 86,5% оксида алюминия Al_2O_3 , 5,6% диоксида кремния SiO_2 , 2,1% оксида железа Fe_2O_3 и 0,1% потерь при прокаливании, и

известняка, содержащего при расчете на массу по отношению к совокупной массе порошкообразного известняка 54,1% оксида кальция CaO и 42% потерь при прокаливании, при массовом соотношении боксит:известняк 1:1,68.

Потери при прокаливании в данном случае объединяют вместе летучие элементы, такие как остаточная влага в случае боксита, или диоксид углерода CO_2 в случае известняка.

Материалы исходного сырья, таким образом введенные на впуске в печь, делают возможным получение массового соотношения между известью и оксидом алюминия C/A в конечном алюминате кальция, полученном на выпуске из резервуара, находящегося в диапазоне от 1 до 1,1 (см. табл. 5).

Диаметр d_{50} соответствует приведенному в микрометрах медианному диаметру всех мелких частиц материалов исходного сырья, введенных в печи. На практике в примерах 1-4 мелкие частицы известняка и боксита характеризуются медианным диаметром d_{50} 250 мкм.

В заключение, время пребывания соответствует среднему времени пребывания мелких частиц в ванне расплава. Оно приводится в часах.

В примере 1 используемой печью является нагревательная пламенная печь. Сгоранию в печи присуще наличие уровня содержания монооксида углерода (СО). Его измеряют в отверстиях для выпуска дыма из печи. Используемые материалы исходного сырья представляют собой так называемые белые бокситы, которые содержат очень мало или даже совершенно не содержат железа, т.е. менее чем 10%, предпочтительно менее чем 5%, железа и известняка.

В примерах 2-4 используемой печью является электрическая печь, снабженная системой добавления газа. Используемые материалы исходного сырья также представляют собой белые бокситы и известняк.

В примере 2 уровень содержания монооксида углерода (СО) выбирают равным 100%. Данный монооксид углерода (СО) непосредственно вводят в печь при использовании системы добавления газа.

В примерах 3 и 4 уровень содержания монооксида углерода выбирают равным 0%.

В примере 3 система добавления газа обеспечивает введение молекулярного азота (N_2) таким образом, чтобы ванна расплава находилась бы в атмосфере 100%-ного азота.

В примере 4 система добавления газа обеспечивает введение воздуха при атмосферном давлении таким образом, чтобы ванна расплава находилась бы в атмосфере воздуха.

Таблица 5

	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4
Тип печи	Нагревательная пламенная	Электрическая	Электрическая	Электрическая
Материал исходного сырья	- белые бокситы, - известняк	- белые бокситы, - известняк	- белые бокситы, - известняк	- белые бокситы, - известняк
d50 (мкм)	250	250	250	250
Температура (°C)	1500-1600	1400	1400	1400
Уровень содержания CO (%)	0,1	100	0	0
Время пребывания (час)	8	1	1	1
Массовое соотношение C/A	1-1,1	1-1,1	1-1,1	1-1,1

Конечный состав полученных кальцево-алюминатных цементов оценивают в соответствии с методом дифракции рентгеновского излучения.

Данный метод дифракции рентгеновского излучения более подробно описывается в публикации Calcium Aluminate Cement: Proceeding of the Centenary Conference Avignon 30 June 2008 "Quantitative mineralogical chemical and application investigations of high Alumina Cements from different sources" H. Pollmann & AL.

В частности, использующийся метод дифракции рентгеновского излучения по сути дела отвечает соответствующим французскому и европейскому стандартам NF EN 13925-1 и EN 13925-1.

Состав кальцево-алюминатного цемента, полученного в примере 1 и в примерах от 2 до 4, представлен в табл. 6 и 7, соответственно, ниже в настоящем документе при расчете на массу по отношению к совокупной массе композиции цементов.

Таблица 6

Минералогические фазы	Уровни массового процентного содержания
CA (CaO Al ₂ O ₃ или CaAl ₂ O ₄)	67,7
C2AS (2 CaO Al ₂ O ₃ SiO ₂ или Ca ₂ Al ₂ O ₇ Si или геленит)	22,2
C12A7 (12CaO 7Al ₂ O ₃ или Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃)	0,3
Другое	9,8

Таблица 7

Минералогические фазы и другие компоненты	Пример 2	Пример 3	Пример 4
CA (CaO Al ₂ O ₃)	59,6	66,5	67,1
C2A (2CaO Al ₂ O ₃ или Ca ₂ Al ₂ O ₅)	13,5	13,7	13,7
C12A7 (12CaO 7Al ₂ O ₃ или Ca ₁₂ Al ₁₄ O ₃₃)	15,6	7,3	5,8
C3MA2 (3CaO 2Al ₂ O ₃ MgO или Ca ₃ MgAl ₄ O ₁₀)	5,9	6,0	6,0
CT2 (3CaO 2TiO ₂ или Ca ₃ Ti ₂ O ₇)	1,4	1,4	1,4
C3A (3CaO Al ₂ O ₃ или Ca ₃ Al ₂ O ₆)	1,4	3,1	3,6
C2F (2CaO Fe ₂ O ₃ или Ca ₂ Fe ₂ O ₅)	-	1,6	1,5
Fe	1,4	-	-
Другое	1,2	0,4	0,9

Кроме того, в других примерах воплощения способа, соответствующего изобретению, алюминаты кальция получали в печи из примера 1 при использовании тех же самых материалов исходного сырья, что и соответствующие материалы, использующиеся в примере 1, но характеризующиеся, соответственно, медианным диаметром d50 в диапазоне приблизительно от 400 мкм до 2 мм.

Данные алюминаты кальция не содержали каких-либо нерасплавленных материалов на выпуске из печи несмотря на увеличенный медианный диаметр d50 для материалов исходного сырья, введенных в

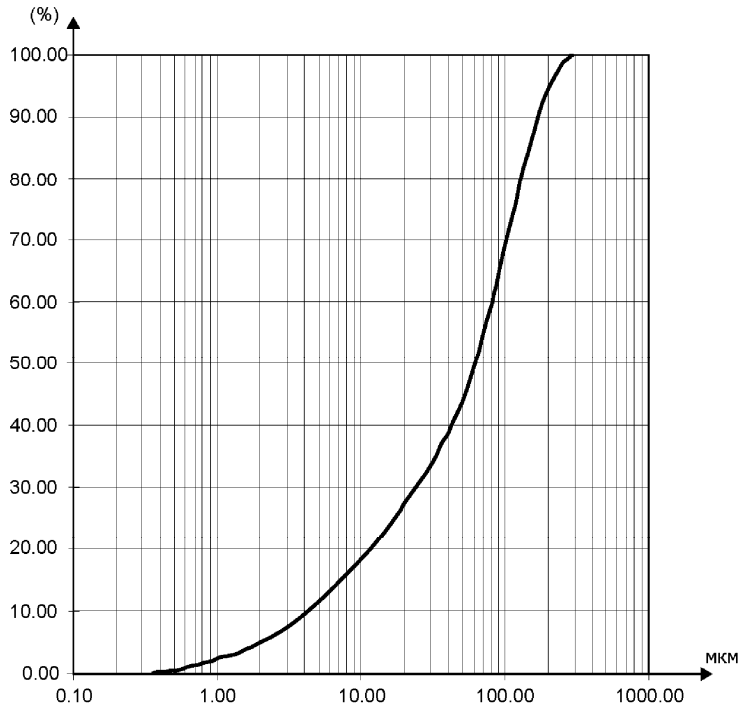
печь.

В последнем примере воплощения способа, соответствующего изобретению, алюминат кальция также получали в печи из примера 1 при использовании красных бокситов и известняка с сохранением всех других экспериментальных условий идентичными соответствующим условиям, описанным в примере 1.

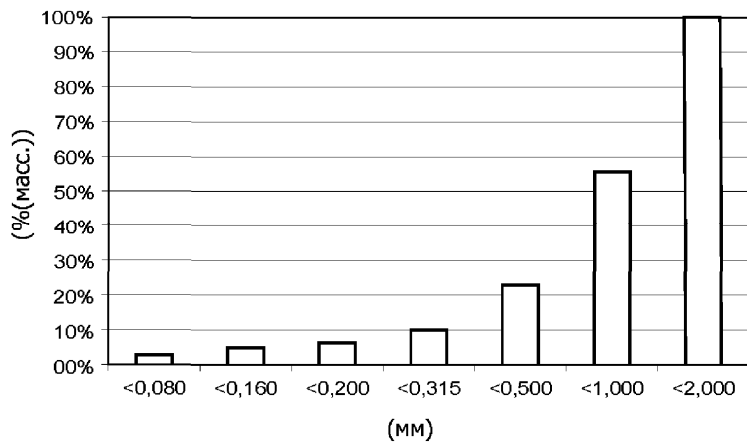
Все алюминаты кальция, полученные выше в настоящем документе в примерах, описанных выше в настоящем документе, предназначены для областей применения в строительной химии или в сфере огнеупорных бетонов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

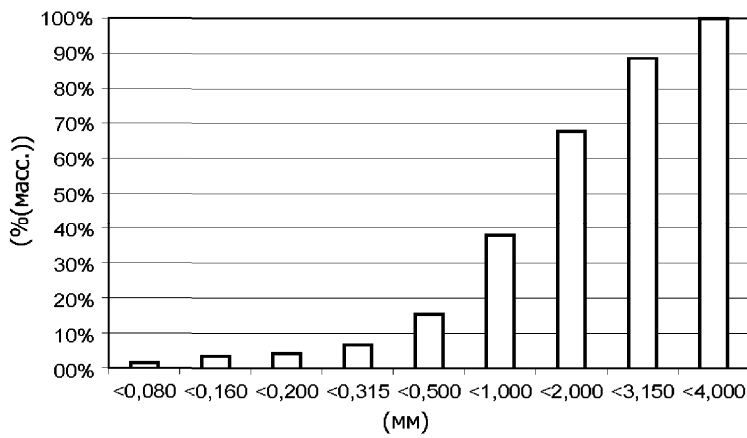
1. Способ изготовления алюминатов кальция в промышленной печи (1), в соответствии с которым:
 - а) в резервуар (15), изготовленный из огнеупорного материала, содержащий ванну (11) расплава, которую постоянно нагревают, непрерывно вводят мелкие частицы материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), характеризующиеся медианным диаметром d_{50} , меньшим или равным 6000 мкм, в целях расплавления упомянутых мелких частиц материала исходного сырья; и
 - б) на выпуске из резервуара (15) непрерывно собирают массу жидких алюминатов кальция (16).
2. Способ по п.1, в соответствии с которым на стадии а) ванна (11) расплава находится в восстановительной атмосфере, содержащей монооксид углерода (CO).
3. Способ по п.2, в соответствии с которым на стадии а) упомянутая восстановительная атмосфера содержит в среднем от 0,1 до 100% монооксида углерода (CO).
4. Способ по любому из пп.1-3, в соответствии с которым температура ванны (11) расплава алюминатов кальция находится в диапазоне от 1300 до 1700°C.
5. Способ по п.4, в соответствии с которым температура ванны (11) расплава алюминатов кальция находится в диапазоне от 1400 до 1600°C.
6. Способ по любому из пп.1-5, в соответствии с которым время пребывания упомянутых мелких частиц материала исходного сырья в упомянутой ванне (11) расплава алюминатов кальция составляет менее чем 24 ч.
7. Способ по п.6, в соответствии с которым время пребывания упомянутых мелких частиц материала исходного сырья в упомянутой ванне (11) расплава алюминатов кальция находится в диапазоне от 30 мин до 9 ч.
8. Способ по любому из пп.1-7, в соответствии с которым на стадии а) материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), вводимый в резервуар (15), выбран из боксита, корундовых шлифовальных кругов, носителей катализаторов, огнеупорных кирпичей, гидроксидов, металлургических оксидов алюминия, прокаленных и плавящихся оксидов алюминия, побочных продуктов алюминиевого сектора и материалов, не согласующихся с требованиями к изготовлению и характеризующихся высоким уровнем содержания оксида алюминия, или их смесей, а материал исходного сырья, представляющий собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), вводимый в резервуар (15), выбран из известняка, извести и побочных продуктов, поступающих из способов, которые потребляют известняк и известь, предпочтительно взвесей или шлаков в сталеплавильном производстве или электрометаллургии, или их смесей.
9. Способ по любому из пп.1-8, в соответствии с которым мелкие частицы материала исходного сырья характеризуются медианным диаметром d_{50} в диапазоне от 100 до 1000 мкм.
10. Способ по п.9, в соответствии с которым мелкие частицы материала исходного сырья характеризуются медианным диаметром d_{50} в диапазоне от 150 до 500 мкм.
11. Способ по любому из пп.1-10, в соответствии с которым после стадии б) массу жидких алюминатов кальция (16), собранных на выпуске из резервуара (15), охлаждают.
12. Способ по п.11, в соответствии с которым охлаждение проводят естественным образом или контролируемым образом.
13. Способ по п.11 или 12, в соответствии с которым охлажденную массу алюминатов кальция (16) раздробляют в целях получения кальцево-алюминатного цемента.
14. Способ по любому из пп.1-13, в соответствии с которым упомянутые мелкие частицы материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида алюминия (Al_2O_3) и/или алюминия (Al), и материала исходного сырья, представляющего собой источник оксида кальция (CaO) и/или кальция (Ca), вводят в резервуар (15) в форме свободнотекучего порошка.



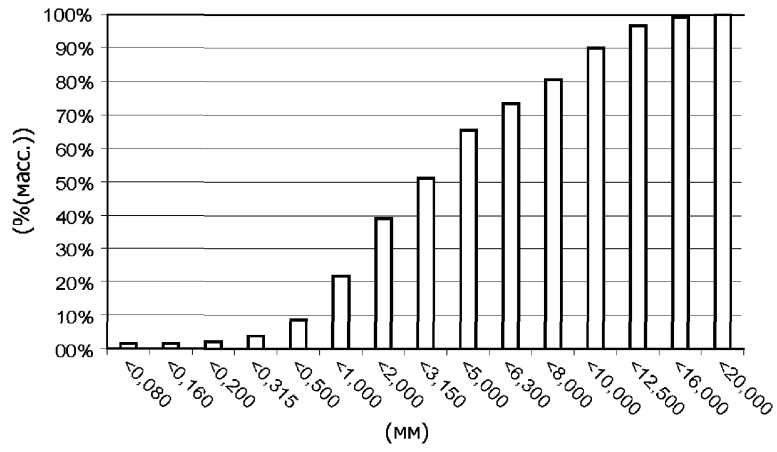
Фиг. 1



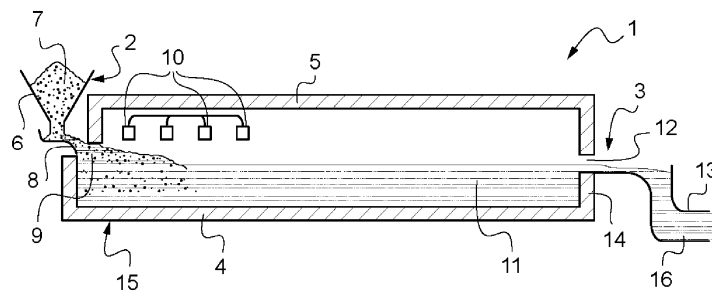
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

