

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035136**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.04.30

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

(21) Номер заявки
201792385

(22) Дата подачи заявки
2015.06.26

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЕНОБЛОКОВ**

(31) **2015116118**

(72) Изобретатель:

(32) **2015.06.10**

Черепанов Борис Степанович,

(33) **RU**

Черепанов Андрей Борисович,

(43) **2018.09.28**

Долманов Игорь Николаевич (RU)

(86) **PCT/RU2015/000399**

(74) Представитель:

(87) **WO 2016/200286 2016.12.15**

Котлов Д.В., Черняев М.А., Яремчук

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

А.А., Пустовалова М.Л., Акуленко

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

Е.С. (RU)

"КЕРАПЕН" (RU)

(56) **RU-C1-2451000**

EA-B1-017891

SU-A1-936953

US-A1-5788608

(57) Изобретение относится к производству пористых силикатных пеноматериалов, а именно блочной стеклокристаллической пенокерамики, которая может быть использована в строительстве, радиотехнической, металлургической, судостроительной, химической, медицинской промышленности, сельском хозяйстве. Техническим результатом изобретения является изготовление пенокерамических материалов толщиной до 200 мм с равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-химическими свойствами. Способ изготовления крупноразмерных стеклокристаллических пеноблоков включает подготовку тонкомолотой стеклокристаллической фазы с размером частиц 1-50 мкм, содержащей отходы производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния. Затем осуществляют подготовку тонкомолотой шихты для изготовления пеноблоков с размером частиц 1-50 мкм, содержащей тонкомолотую стеклокристаллическую фазу в количестве 5-95 мас.% и связующий компонент - остальное, и последующее ее прессование для получения заготовок толщиной 15-60 мм в виде крупноразмерных плиток, сушку крупноразмерных плиток до остаточной влажности 0,5%. После чего крупноразмерные плитки по роликовому транспортеру без применения форм и поддонов поступают в печь обжига, причем в печи обжига в конце зоны спекания крупноразмерных плиток скорость роликового транспортера меньше на 10-25%, чем до нее, что обеспечивает образование единого спеченного бруса с последующим его вспениванием. При этом перед подачей высушенных крупноразмерных плиток в печь обжига осуществляют обмазку двухслойным ангобом их нижних и двух боковых поверхностей, параллельных движению роликового транспортера, а после вспенивания в конце печи обжига брус подвергают резкому охлаждению до температуры, обеспечивающей нахождение бруса в формоустойчивом состоянии, и на его поверхность перпендикулярно движению роликового транспортера наносят надрез. После выхода бруса из печи обжига осуществляют его разделение на блоки по линиям надреза, после чего блоки поступают в печь отжига, а затем на механическую обработку.

035136 B1

035136 B1

Область техники

Изобретение относится к производству пористых силикатных пеноматериалов, а именно блочной стеклокристаллической пенокерамики, которая может быть использована в строительстве, радиотехнической, металлургической, судостроительной, химической, медицинской промышленности, сельском хозяйстве.

Уровень техники

Из уровня техники известен способ изготовления пенокерамических блоков, раскрытый в SU 1715777 A1, опубл. 29.02.1992. Известный способ включает подготовку шихты с введением в нее 0,1-1,5 мас.% карбида кремния (сверх 100%), полусухое прессование с получением заготовки в виде плитки, сушку плитки, ее обжигом и вспениванием. После вспенивания из плитки получают непрерывный брус, после чего он разрезается на блоки, которые поступают в печь отжига.

Указанный способ имеет ряд недостатков, не позволяющих получить продукцию высокого качества:

стопирование отпрессованных плиток для увеличения высоты вспененного бруса приводит к образованию больших полостей-пустот во вспененном блоке;

формирование сплошного вспененного бруса из скопированных плиток приводит к нарушению прямолинейности его движения по каналу печи;

низкая мощность гидравлических прессов не позволяла осуществлять прессование крупноразмерных плиток толщиной более 5-7 мм;

печи используемые для термообработки заготовок с транспортером из металлических роликов с температурой службы не более 1050°C в значительной степени сужали выбор масс для вспенивания.

Наиболее близким аналогом заявленного изобретения является способ изготовления стеклокристаллических пеноматериалов, раскрытый в RU 2451000 C1, опубл. 20.05.2012. Способ, раскрытый в наиболее близком аналоге, включает шликерную подготовку шихты с введением в нее карбида кремния, обезвоживание шихты с последующим формованием заготовок, сушку заготовок, скоростной обжиг, спекание заготовок с образованием единого бруса, нагревание бруса до завершения процесса вспенивания, последующее охлаждение единого вспененного бруса, разделение его на блоки заданного размера, обжиг блоков.

При этом количество вводимого в шихту карбида кремния или отходов переработки изделий, содержащих в своем составе не менее 25% SiC, составляет 0,1-5,0%, заготовки прессуют толщиной от 10 до 60 мм, нижние и боковые поверхности высушенных заготовок перед обжигом обмазывают огнеупорным ангобом, а разделение вспененного бруса на блоки производят путем разлома по поверхностям обмазки заготовок.

Недостатками наиболее близкого аналога являются

повышенная стоимость изделий за счет существенных энергозатрат при сушке шликерной массы;

неравномерное образование пор во время вспенивания и большой разброс по размерам из-за значительной разницы в 300-500°C в температурах плавления легкоплавкой добавки и связующего компонента;

снижение производительности печи обжига из-за длительности выдержки при спекании и вспенивании;

способ декорирования вспененных блоков пенокерамики методом посыпки вспененного бруса после его вспенивания гранулами глазури с красителями сложен в технологическом плане и неэффективен;

разлом бруса по поверхностям обмазки заготовок ангобом не всегда приводит к ровной линии разлома, что обуславливает повышение отходов при механической обработке уже охлажденных блоков;

способ получения разноплотных блоков путем посыпки поверхности вспениваемого бруса гранулами с другой плотностью был неэффективен из-за технологических сложностей при его использовании;

способ не давал возможности получения пеноматериалов с закристаллизованной структурой, обладающих открытой пористостью, которая значительно повышает звукоизоляционные свойства пеноматериала и дает возможность осуществлять его пропитку для получения пеноматериалов с принципиально новыми физико-техническими свойствами;

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является повышение эффективности производства перспективных теплоизоляционных и конструкционных строительных стеклокристаллических пеноматериалов, повышения их качества и придания вспененным пеноблокам новых потребительских свойств.

Техническим результатом является изготовление пенокерамических материалов толщиной до 200 мм с равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-химическими свойствами.

Способ изготовления крупноразмерных стеклокристаллических пеноблоков, включающий подготовку тонкомолотой стеклокристаллической фазы с размером частиц 1-50 мкм, содержащей отходы производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния, с последующей подготовкой тонкомолотой шихты размером частиц 1-50 мкм для изготовления пеноблоков, содержащей тонкомолотую стеклокристаллическую фазу в количестве 5-95 мас.% и связующий компонент - остальное, последующее ее сушка и прессование для получения заготовок толщиной 15-60 мм в виде крупноразмерных плиток, сушку крупноразмерных плиток до остаточной влажности 0,5%. После сушки крупноразмерные плитки по

роликовому транспортеру без применения форм и поддонов поступают в печь обжига, причем в печи обжига в конце зоны спекания крупноразмерных плиток скорость роликового транспортера меньше на 5-25%, чем до нее, что обеспечивает образование единого спеченного бруса с последующим его вспениванием. При этом перед подачей высушенных крупноразмерных плиток в печь обжига осуществляют обмазку двухслойным ангобом их нижних и двух боковых поверхностей, параллельных движению роликового транспортера, а после вспенивания в конце печи обжига брус подвергают резкому охлаждению до температуры, обеспечивающей нахождение бруса в формоустойчивом состоянии, и на его поверхность перпендикулярно движению бруса наносят надрез. После выхода бруса из печи обжига осуществляют его разделение на блоки по линиям надреза, после чего блоки поступают в печь отжига, а затем на механическую обработку.

Подготовка тонкомолотой стеклокристаллической фазы включает помол смеси, содержащей, мас. %: связующий компонент - 5-95; плавни - 5-95; отходы производства с содержанием не менее 10 мас. % карбида кремния - 0,5-10 (сверх 100%), с последующим формированием, сушкой и спеканием гранул и последующим их вспениванием, резкое охлаждение и мокрый помол вспененных гранул до размеров частиц 1-50 мкм.

При подготовке тонкомолотой стеклокристаллической фазы помол осуществляют шликерным или сухим способом.

Спекание и вспенивание гранул осуществляют при температуре 850-1050°C, с выдержкой при температурах вспенивания в течение 5-7 мин.

Помол компонентов шихты осуществляют шликерным или сухим способом.

Получение крупноразмерных плиток осуществляют полусухим или пластическим прессованием.

За 1,5-3 ч до окончания помола компонентов шихты для изготовления пеноблоков, в нее вводят сверх 100% карбид кремния с размером зерен 5-40 мкм в количестве 0,05-1 мас. %.

При пластическом прессовании на лицевой поверхности крупноразмерных плиток создают развитую поверхность в форме гребенки с высотой пирамидальных зубцов до 50 мм.

Перед резким охлаждением вспененного бруса, полученного в результате пластического прессования шихты, его лицевую поверхность подвергают прокатке охлаждаемыми металлическими роликами диаметром 80-100 мм при температуре на 50-70°C ниже температуры его вспенивания.

В конце зоны спекания крупноразмерных плиток в печи обжига устанавливают металлические вибрирующие направляющие или вращающиеся вертикальные ролики.

Спекание в печи обжига осуществляют при температуре 850-1050°C с выдержкой в течение 20-30 мин, а вспенивание - на 20-150°C выше температуры спекания, с выдержкой в течение 30-45 мин.

Резкое охлаждение бруса осуществляют до температуры 600-900°C.

Скорость роликового транспортера в печи обжига до конца зоны спекания составляет 1,1-1,25 м/мин, после - 1,0 м/мин.

В качестве связующего компонента используют по крайней мере один компонент из группы: трепел, местные легкоплавкие и тугоплавкие глины, бентониты, жидкое стекло, растворимые фосфаты, ортофосфорная кислота или их различные смеси, а в качестве плавней - по крайней мере один компонент из группы: стеклобой, гранитные отсеы, полевой шпат, перлит, борат кальция, датолитовый концентрат, нефелин-сиенит, сподумен, апатитовые хвосты, жидкое стекло или их различные смеси.

Часть глины заменяют на 0,5-5 мас. % жидкого стекла, растворимых фосфатов или концентрированной ортофосфорной кислоты.

На верхнюю поверхность высушенных крупноразмерных плиток наносят глазурь или высокотемпературный краситель методом пульверизации.

Первый слой ангоба содержит массу, полученную из шихты для изготовления крупноразмерных плиток, не содержащей газообразователей, а второй из смеси каолина и глинозема.

Температура плавления стеклокристаллической фазы меньше температуры вспенивания бруса на 20-150°C.

Шихта для изготовления заготовок содержит окислители сверх 100% в количестве 3-5 мас. %.

В качестве окислителей используют серноокислый натрий, оксид железа, хромовый ангидрид и оксид молибдена.

Шихта для изготовления заготовок содержит кристаллизаторы стеклофазы сверх 100% в количестве до 3 мас. %.

В качестве кристаллизаторов стеклофазы используют TiO_2 , Cr_2O_3 , B_2O_3 .

В зоне вспенивания осуществляют контроль и управление температурой вспенивания в печи обжига в зависимости от высоты вспенивания бруса.

Надрез вспененного бруса осуществляют при помощи корундового диска, газо-плазменной горелки или лазерного излучения при температурах 600-900°C.

В качестве отходов производства с содержанием не менее 10 мас. % карбида кремния используют отходы абразивного производства, отходы от пришедших в негодность карбидокремниевых лещадок, использованные силлитовые стержни.

Осуществление изобретения

Способ изготовления крупноразмерных стеклокристаллических пеноблоков включает следующие стадии:

подготовка тонкомолотой стеклокристаллической фазы с размером частиц 1-50 мкм, содержащей отходы производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния;

формование, сушку, вспенивание гранул и их резкое охлаждение а затем мокрый помол вспененных гранул до размеров частиц 1-50 мкм;

подготовка тонкомолотой шихты для изготовления пеноблоков с размером частиц 1-50 мкм, содержащей тонкомолотую стеклокристаллическую фазу в количестве 5-95 мас.% и связующий компонент - остальное;

сушка и прессование шихты для изготовления пеноблоков толщиной 15-60 мм в виде крупноразмерных плиток;

сушка крупноразмерных плиток до остаточной влажности 0,5%;

обмазка двухслойным ангобом нижних и двух боковых поверхностей высушенных крупноразмерных плиток, параллельным движению роликового транспортера;

подача крупноразмерных плиток по роликовому транспортеру без поддонов и форм в печь обжига, причем в печи обжига в конце зоны спекания крупноразмерных плиток скорость роликового транспортера меньше на 10-25%, чем до нее, что обеспечивает образование единого спеченного бруса, с последующим его вспениванием;

в конце печи обжига осуществляют резкое охлаждение бруса до температуры, обеспечивающей нахождение бруса в формоустойчивом состоянии, и нанесение надреза на его поверхность перпендикулярно движению роликового транспортера;

разделение бруса на блоки по линиям надреза;

перемещение блоков в печь отжига;

отжиг блоков;

механическая обработка блоков;

склейка блоков в изделия удобные для строительства ограждающих конструкций или для использования изделий в других целях.

Подготовка тонкомолотой стеклокристаллической фазы включает помол шихты, содержащей, мас.%: связующий компонент - 5-95; плавни - 5-95; отходы производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния - 0,5-10% (сверх 100%).

Ведение подготовленной стеклокристаллической фазы в шихту для изготовления заготовок в виде крупноразмерной плитки толщиной 15-60 мм обеспечивает снижение температуры и выдержки при обжиге и вспенивании и получению пенокерамических материалов толщиной до 200 мм с равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-техническими свойствами.

Снижение скорости роликового транспортера в конце зоны спекания крупноразмерных плиток в печи обжига способствует образованию единого спеченного бруса из крупноразмерных плиток с последующим его вспениванием, обладающего равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-техническими свойствами после его вспенивания.

Нанесение двухслойного ангоба увеличивает адгезию к поверхностям вспениваемой заготовки и обеспечивает отсутствие прилипания массы при высоких температурах к роликовому транспортеру и боковым стенкам печного пространства, что обеспечивает в процессе обжига и вспенивания получение пенокерамических материалов с равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-техническими свойствами.

При подготовке тонкомолотой стеклокристаллической фазы помол гранул осуществляют шликерным или сухим способом.

Спекание и вспенивание гранул осуществляют при температуре 850-1050°C, с выдержкой при температурах вспенивания в течение 5-7 мин.

Помол компонентов шихты для изготовления пеноблоков осуществляют шликерным или сухим способом.

Получение крупноразмерных плиток осуществляют полусухим или пластическим прессованием шихты.

За 1,5-3 ч до окончания помола компонентов шихты для изготовления пеноблоков, в нее вводят сверх 100% карбид кремния с размером зерен 5-40 мкм в количестве 0,05-1 мас.%, что обеспечивает вспенивание бруса, следовательно, приводит к получению пенокерамических материалов с равномерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-техническими свойствами.

При пластическом прессовании на лицевой поверхности крупноразмерных плиток создают развитую поверхность в форме гребенки с высотой пирамидальных зубцов до 50 мм, что обеспечивает улучшение процесса обжига и вспенивания за счет более быстрого прогревания материала и достижения необходимых параметров вспенивания, с обеспечением получения пенокерамических материалов с равно-

мерно замкнутой мелкопористой структурой по всему объему материала и высокими физико-химическими свойствами.

Для выравнивания поверхности и снижения отходов при механической обработке перед резким охлаждением вспененного бруса его лицевую поверхность подвергают прокатке охлаждаемыми металлическими роликами диаметром 80-100 мм при температуре на 50-70°C ниже температуры его вспенивания.

В конце зоны спекания крупноразмерных плиток в печи обжига устанавливают металлические вибрирующие направляющие или вращающиеся вертикальные ролики, что обеспечивает прямолинейное движение бруса внутри печи и исключение приплавания бруса к стенкам печи.

Спекание в печи обжига осуществляют при температуре 850-1050°C с выдержкой в течение 20-30 мин, а вспенивание - на 20-150°C выше температуры спекания, с выдержкой в течение 30-45 мин.

Резкое охлаждение бруса осуществляют до температуры 600-900°C.

Скорость роликового транспортера в печи обжига до конца зоны спекания составляет 1,1-1,25 м/мин, после - 1,0 м/мин.

В качестве связующего компонента используют по крайней мере один компонент из группы: трепел, местные легкоплавкие и тугоплавкие глины, бентониты, жидкое стекло, растворимые фосфаты, концентрированная ортофосфорная кислота или их различные смеси, а в качестве плавней - по крайней мере, один компонент из группы: стеклобой, гранитные отсевы, полевой шпат, перлит, борат кальция, даболовый концентрат, нефелин-сиенит, сподумен, апатитовые хвосты, жидкое стекло или их различные смеси.

Часть глины заменяют на 0,5-5 мас.% жидкого стекла, растворимых фосфатов или концентрированной ортофосфорной кислоты.

На верхнюю поверхность высушенных крупноразмерных плиток наносят глазурь или высокотемпературный краситель методом пульверизации.

Первый слой ангоба содержит массу, полученную из шихты для изготовления пеноблоков, не содержащей газообразователей, а второй из смеси каолина и глинозема.

Температура плавления стеклокристаллической фазы меньше температуры вспенивания бруса на 20-150°C.

Шихта для изготовления заготовок может дополнительно содержать окислители сверх 100% в количестве до 3-5 мас.%.

В качестве окислителей используют серноокислый натрий, оксид железа, хромовый ангидрид и оксид молибдена.

Шихта для изготовления заготовок содержит кристаллизаторы стеклофазы сверх 100% в количестве до 3 мас.%.

В качестве кристаллизаторов стеклофазы используют TiO_2 , Cr_2O_3 , B_2O_3 .

В зоне вспенивания осуществляют контроль и управление температурой вспенивания в печи обжига в зависимости от высоты вспенивания бруса, который осуществляют при помощи лазерного уровня в зоне вспенивания бруса, связанного с работой горелок и температурой вспенивания в печи обжига.

Надрез бруса осуществляют при помощи корундового диска, газоплазменной горелки или лазерного излучения.

В качестве отходов производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния используют отходы абразивного производства, отходы от пришедших в негодность карбидкремниевых лещадок, использованные силлитовые стержни.

Опытная реализация "Способа изготовления крупноразмерных стеклокристаллических пеноблоков" проводилась на Волгоградском керамическом заводе, на керамическом заводе "Сокол", в Научно-исследовательском институте технического стекла. Ранее исследовательские и опытно-конструкторские работы были проведены в институте "Строймашкерамика". Химический состав используемого сырья приведен в табл. 1.

Пример 1.

Состав шихты для изготовления стеклокристаллической фазы, мас. %:

ново глина - 30;

гранитный отсев - 50;

стеклобой - 20;

отходы производства, содержащие 50 мас.% SiC - 1 (сверх 100%).

Шихта для приготовления стеклокристаллической фазы измельчалась в шаровых мельницах при влажности 40% в течение 24 ч до остатка на сите 10000 отв./см² не более 0,3%, причем измельченные в вибромельнице отходы производства, содержащие 50 мас.% карбида кремния, также входили в состав шихты. Затем шихта в виде шликера сушилась в распылительной сушилке, снабженной дополнительным устройством по укрупнению гранул с влажностью 6-7% в кипящем слое до диаметра около 800 мкм. Гранулы, во избежание слипания при сушке и спекании подвергались опудриванию тонкомолотым каолином, затем помещались во вращающийся барабан из высокотемпературной стали, где подвергались сушке до остаточной влажности 0,5% и последующему спеканию и вспениванию при температуре 1010-1030°C с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин. Гранулы после обжига в горячем состоянии охлаждались холодной водой для облегчения их последующего помола. Помол гранул, со-

стоящих из стеклокристаллической фазы, проводился в шаровых мельницах в течение 15 ч, после чего к ним добавлялась глина Новолокская с влажностью 18% и молотый в вибромельнице до частиц диаметром менее 50 мкм карбид кремния в количестве 0,4 мас.% (сверх 100%). Вся шликерная масса с влажностью 38-40% молотась еще 3 ч, после чего поступала в распылительную сушилку, где сушилась до влажности 6-7%.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

новолокская глина - 40;
стеклокристаллическая фаза - 60;
карбид кремния - 0,3 (сверх 100%).

Пресс порошок вылеживался в накопительном бункере около суток и поступал на полусухое пресование в гидравлический пресс при удельном давлении 170-200 кг/см² с получением заготовок в виде крупноразмерных плиток размером 505×505×15 мм или 1010×1010×15 мм (зависит от мощности прессы), которые поступали в вертикальную сушилку, где сушились до остаточной влажности не более 0,5%. Затем на нижнюю и две боковые поверхности крупноразмерных плиток, параллельные движению роликового транспортера, наносили двухслойный ангоб, после чего поступали на сушку, чтобы их влажность перед входом в роликовую печь обжига не превышала 0,5%. При необходимости с помощью pulverизатора на лицевую поверхность крупноразмерных плиток наносился слой глазури или керамического высокотемпературного красителя. Затем крупноразмерные плитки без форм и поддонов помещали на роликовый транспортер с формированием потока крупноразмерных плиток шириной 1 или 2 м и поступал в печь обжига. Скорость движения потока в печи обжига до конца зоны спекания составляла 1,1-1,25 м/мин, а после скорость потока замедлялась до 1 м/мин. При этом в зоне спекания крупноразмерных плиток в печи обжига установлены вибрирующие направляющие из высокотемпературной стали, обеспечивающие прямолинейное движение по роликовому транспортеру образовавшегося за счет снижения скорости роликового транспортера единого спеченного бруса из потока крупноразмерных плиток при температуре спекания 1010-1030°C с выдержкой в течение 30 мин. Далее проходил быстрый подъем температуры до 1160°C, при которой в течение 45 мин происходило вспенивание единого бруса толщиной до 150 мм.

При температуре на 50-60°C ниже температуры вспенивания брус подвергался прокатке между двумя металлическими охлаждаемыми роликами диаметром 100 мм, а затем резкому охлаждению до температуры 800°C. При этой температуре происходил надрез бруса с помощью газо-плазменной горелки или механической резки корундовым кругом. Скорость движения резательных устройств была синхронизирована со скоростью движения вспененного бруса, что позволяло получать крупноразмерные вспененные блоки размером 1×1 м или 2×1 м.

Разделенные блоки с увеличенной скоростью до 5 м/мин перемещались в накопитель, а затем и в брусную тележку, которая перемещалась при температурах 600-700°C в печь отжига для осуществления процесса медленного остывания блоков за 22-24 ч. После достижения блоками температуры не более 60°C они направлялись на механическую обработку и склейку в изделия, требуемые для строительства.

Пример 2.

Состав шихты для изготовления стеклокристаллической фазы, мас. %:

волгоградская глина - 30;
гранитный отсев - 70;
отходы производства, содержащие 10 мас.% SiC - 4 (сверх 100%).

Вышеуказанную шихту для получения стеклокристаллической фазы в виде вспененных гранул готовили по технологии, описанной в примере 1. Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 1020-1040°C, с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

волгоградская глина - 35;
стеклокристаллическая фаза - 65;
карбид кремния - 0,4 (сверх 100).

Из вышеуказанной шихты для изготовления пеноблоков изготавливали крупноразмерные пеноблоки толщиной 120 мм по технологии, описанной в примере 1. Спекание осуществляли при 1030°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при 1150°C в течение 45 мин.

Пример 3.

Состав шихты для изготовления стеклокристаллической фазы, мас. %:

глина Пулковская - 20;
хвосты апатитовые - 80%;
отходы производства, содержащие 20 мас.% SiC - 2 (сверх 100%).

Шихта для изготовления стеклокристаллической фазы готовилась по технологии описанной в примере 1. Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 860°C с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

глина Пулковская - 40;
 стеклокристаллическая фаза - 60;
 карбид кремния - 0,5 (сверх 100%).

Стеклокристаллическая фаза смешивалась на бегунах и в валковых смесителях с сухой измельченной глиной и карбидом кремния с добавлением воды до влажности 17%. Масса, подвергнутая тщательному смешению всех компонентов, поступала в вакуумпресс, где пластическим прессованием изготавливали заготовки в виде крупноразмерной плитки 0,5×2×0,05 м с развитой лицевой поверхностью (высота пирамидальных зубцов 40 мм) для ускорения прохождения процессов сушки и обжига. Крупноразмерные плитки подвяливались в течение 24 ч, а затем сушились в вертикальной сушилке до влажности 0,5%. Дальнейшие технологические приемы были аналогичны приемам, описанным в примере 1.

Спекание осуществляли при 870°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при 1000°C в течение 40 мин с получением вспененного бруса толщиной 170 мм. Прокатка вспененного бруса между металлическими валками проводилось при 950°C, а его резкое охлаждение осуществляли до температуры 600°C.

Пример 4.

Пример 4 аналогичен примеру 3 за исключением следующих отличий.

Состав шихты для стеклокристаллической фазы, мас. %:

глина Пулковская - 30;
 нефелин сиенит - 40;
 трепел - 30;
 отходы производства, содержащие 10 мас. % SiC - 5 (сверх 100%).

Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 960-980°C, с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

глина Пулковская - 40;
 стеклокристаллическая фаза - 60;
 карбид кремния - 0,45 (сверх 100%).

Спекание в печи обжига осуществляли при 950°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при 1100°C в течение 45 мин.

Пример 5.

Пример 5 аналогичен примеру 3 за исключением следующих отличий.

Состав шихты для стеклокристаллической фазы, мас. %:

глина волгоградская - 30;
 гранитный отсев - 70;
 отходы производства, содержащие 60 мас. % SiC - 0,8 (сверх 100%).

Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 1020-1040°C, с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

глина Волгоградская - 40;
 стеклокристаллическая фаза - 60;
 карбид кремния - 0,5 (сверх 100%).

Спекание в печи обжига осуществляли при 1020°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при 1130°C в течение 45 мин.

Пример 6.

Пример 6 показывает недостаточное вспенивание массы при недостатке кислорода. Пример 6 аналогичен примеру 3 за исключением следующих отличий.

Состав шихты для стеклокристаллической фазы, мас. %:

глина Лукошкинская - 30;
 стеклобой - 70;
 отходы производства, содержащие 30 мас. % SiC - 1 (сверх 100%).

Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 1020-1040°C с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

глина Лукошкинская - 40;
 стеклокристаллическая фаза - 60;
 карбид кремния - 0,5 (сверх 100%).

Спекание крупноразмерных заготовок осуществляли при температуре 1020-1040°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при температуре 1150°C с выдержкой 45 мин.

Пример 7.

Пример 7 аналогичен примеру 6 за исключением следующих отличий.

Состав шихты для стеклокристаллической фазы, мас. %:

глина Лукошкинская - 30;

стеклобой - 70;

отходы производства, содержащие 30 мас.% SiC - 1 (сверх 100%).

Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 1020-1040°C, с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

глина Лукошкинская - 57,1;

стеклокристаллическая фаза - 38,1%;

железный сурик (Fe_3O_4) - 4,8;

Карбид кремния - 0,5 (сверх 100%).

Спекание в печи обжига осуществляли при 1000°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при 1150°C в течение 45 мин.

Пример 8.

Пример 8 аналогичен примеру 3 за исключением следующих отличий.

Состав шихты для стеклокристаллической фазы, мас. %:

глина Ростовская - 30;

шпат Вишневогорский - 70;

отходы производства, содержащие 15 мас.% SiC - 3 (сверх 100%).

Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 1020-1040°C, с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

стеклокристаллическая фаза - 95;

жидкое стекло - 5;

карбид кремния - 0,45 (сверх 100%).

Спекание в печи обжига осуществляли при 1030°C с выдержкой в течение 30 мин, а вспенивание при 1150°C в течение 45 мин.

Пример 9.

Пример 9 аналогичен примеру 3 за исключением следующих отличий.

Состав шихты для стеклокристаллической фазы, мас. %:

датолитовый концентрат - 70;

каолин обогащенный - 30;

75% ортофосфорная кислота - 5;

Отходы производства, содержащие 50 мас.% SiC - 1 (сверх 100).

Спекание и вспенивание гранул осуществляли при температуре 970°C, с выдержкой при температуре вспенивания в течение 5-7 мин.

Состав шихты для изготовления пеноблоков, мас. %:

стеклокристаллическая фаза - 95;

карбоксиметилцеллюлоза - 2;

75% ортофосфорная кислота - 3;

Карбид кремния - 0,5 (сверх 100%).

Карбоксиметилцеллюлоза добавлялась для упрочнения заготовок, отформованных на гидравлическом прессе при давлении 230 кг/см².

Спекание в печи обжига осуществляли при 930°C с выдержкой в течение 20 мин, а вспенивание при 980°C в течение 40 мин.

Физико-механические свойства крупноразмерных стеклокристаллических блоков, полученных по примерам 1-9, приведены в табл. 2.

Таблица 1

Сырьевой материал	Содержание в мас. %											п.п.п	сумма
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	B ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃		
Трепел Потаненский	76,16	7,52	–	4,10	1,05	0,75	–	–	–	1,23	–	7,50	98,30
Глинистое сырье													
Глина Волгоградская	52,80	19,51	1,16	8,47	2,50	4,80	3,05	1,22	–	–	–	6,12	99,63
Глина Кольчугинская	69,17	15,33	0,69	4,91	2,30	1,93	1,38	0,77	–	–	–	2,85	99,33
Глина Новолокская	58,48	20,21	1,01	6,50	2,48	2,40	2,89	0,92	–	–	–	5,62	100,51
Глина Пулковская	59,07	18,15	0,76	6,67	1,47	2,77	5,26	1,83	–	–	–	4,36	100,34
Глина Лукошкинская	69,90	17,35	–	3,26	0,34	0,42	1,52	0,30	–	–	–	6,21	99,30
Глина Серебряковская	65,10	19,72	–	3,50	0,70	0,60	2,00	0,70	–	–	–	7,40	99,72
Глина Ростовская	66,57	14,34	0,63	4,87	4,48	1,80	2,56	1,28	–	–	–	2,86	99,41
Бентонит	52,30	16,55	0,95	5,20	5,49	3,03	0,92	1,92	–	1,59	0,09	12,04	100,08
Плавни													
Стеклобой	71,00	2,90	–	0,15	7,15	4,65	0,80	13,80	–	–	–	–	100,45
Гранитные отсевы	65,14	17,14	–	3,18	2,64	1,63	5,24	4,10	–	–	–	0,92	99,99
Полевой шпат Вишневогорский	60,50	22,18	0,30	0,58	0,22	–	7,34	8,14	–	–	–	0,72	99,98
Перлит Арагацкий	73,74	12,64	–	1,00	1,26	–	1,28	4,36	–	–	0,34	4,84	99,46
Борат кальция	0,4	0,04	–	0,05	37,40	–	0,10	0,10	44,30	–	0,40	18,10	100,89
Датолитовый концентрат	35,63	–	–	2,79	34,80	–	–	–	21,80	–	0,30	5,63	100,95
Нефелин-сиенит	45,20	32,30	–	0,90	0,20	–	5,00	15,70	–	–	–	0,40	99,70
Сподумен	64,50	27,40	–	–	–	–	–	8,10	–	–	–	–	100,00
Апатитовые хвосты	42,00	16,00	3,50	7,90	7,00	2,45	6,50	9,55	–	0,65	–	–	95,55
Жидкое стекло	32,00	0,20	–	0,10	0,20	–	–	13,00	–	–	0,15	54,50	100,15

Таблица 2

Физико-механические свойства	Пример 1	Пример 2	Пример 3	Пример 4	Пример 5	Пример 6	Пример 7	Пример 8	Пример 9
Гранулы стеклокристаллической фазы									
Диаметр, мм	4-10	3-8	4-6	2-6	2-5	2-5	2-5	3-8	4-8
Насыпная плотность, кг/м ³	250	300	250	270	350	380	370	240	220
Крупноразмерные стеклокристаллические пеноблоки									
Средний диаметр пор, мм	0,8	0,9	1,0	1	0,5	1,0	1,0	1,2	1,4
Кажущаяся плотность, кг/м ³	356	380	253	251	510	390	244	257	160
Прочность на сжатие, МПа	5,6	6	3	3	10,7	6,7	2,8	3,2	1
Прочность на изгиб, МПа	3,1	3,3	2	2	5,4	3,5	1,9	2,1	0,9
Теплопроводность, Вт/м·К	0,22	0,24	0,14	0,14	0,32	0,26	0,14	0,14	0,06
Объемное водопоглощение, %	3,5	5	2,5	2,6	2,1	2,8	4	3,6	2,8

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления крупноразмерных стеклокристаллических пеноблоков, включающий подготовку тонкомолотой стеклокристаллической фазы с размером частиц 1-50 мкм из шихты, состоящей из связующего компонента, представляющего собой по крайней мере один компонент, выбранный из группы: трепел, местные легкоплавкие и тугоплавкие глины, бентониты, плавней и отходов производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния, при этом подготовка тонкомолотой стеклокристаллической фазы включает помол компонентов шихты для изготовления стеклокристаллической фазы, формирование гранул, сушку и спекание гранул, их вспенивание, резкое охлаждение и мокрый помол вспененных гранул до размеров частиц 1-50 мкм, после подготовки тонкомолотой стеклокристаллической фазы осуществляют подготовку тонкомолотой шихты для изготовления пеноблоков с размером частиц 1-50 мкм, содержащей тонкомолотую стеклокристаллическую фазу в количестве 5-95 мас.%, связующий компонент, представляющий собой крайней мере один компонент, выбранный из группы: трепел, местные легкоплавкие и тугоплавкие глины, бентониты - остальное и дополнительно карбид кремния в количестве 0,05-1 мас.%, при этом подготовка тонкомолотой шихты включает помол компонентов шихты для изготовления пеноблоков, сушку и прессование тонкомолотой шихты для получения заготовок толщиной 15-60 мм в виде крупноразмерных плиток, сушку крупноразмерных плиток до остаточной влажности 0,5%, после чего крупноразмерные плитки по роликовому транспортеру без применения форм и поддонов направляют в печь обжига, где осуществляют спекание при температуре 850-1050°C с выдержкой в течение 20-30 мин, причем в печи обжига скорость роликового транспортера до конца зоны спекания составляет 1,1-1,25 м/мин, а после - меньше на 10-25%, чем до нее, что обеспечивает образование единого спеченного бруса с последующим его вспениванием при температуре на 20-150°C выше температуры спекания в течение 30-45 мин, при этом перед подачей высушенных крупноразмерных плиток в печь обжига осуществляют обмазку двухслойным ангобом их нижних и двух боковых поверхностей, параллельных движению роликового транспортера, после вспенивания в конце печи обжига брус подвергают

резкому охлаждению до температуры, обеспечивающей нахождение бруса в формоустойчивом состоянии, и на его поверхность перпендикулярно движению роликового транспортера наносят надрез, после выхода бруса из печи обжига осуществляют его разделение на блоки по линиям надреза, после чего блоки поступают в печь отжига, а затем на механическую обработку.

2. Способ по п.1, характеризующийся тем, что шихта для изготовления стеклокристаллической фазы состоит из следующих компонентов, мас. %: связующий компонент по п.1 - 5-95; плавни - 5-95 и дополнительно отходы производства с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния - 0,5-10.

3. Способ по п.1, характеризующийся тем, что при подготовке тонкомолотой стеклокристаллической фазы помол осуществляют шликерным или сухим способом, спекание и вспенивание гранул осуществляют при температуре 850-1050°C с выдержкой при температурах вспенивания в течение 5-7 мин.

4. Способ по п.1, характеризующийся тем, что помол компонентов шихты для изготовления пеноблоков осуществляют шликерным или сухим способом.

5. Способ по п.1, характеризующийся тем, что получение крупноразмерных плиток осуществляют полусухим или пластическим прессованием.

6. Способ по п.1, характеризующийся тем, что в шихту для изготовления пеноблоков вводят карбид кремния с размером зерен 5-40 мкм.

7. Способ по п.5, характеризующийся тем, что при пластическом прессовании на лицевой поверхности крупноразмерных плиток создают развитую поверхность в форме гребенки с высотой пирамидальных зубцов до 50 мм.

8. Способ по п.1, характеризующийся тем, что перед резким охлаждением вспененного бруса его лицевую поверхность подвергают прокатке охлаждаемыми металлическими роликами диаметром 80-100 мм при температуре на 50-70°C ниже температуры его вспенивания.

9. Способ по п.1, характеризующийся тем, что в конце зоны спекания крупноразмерных плиток в печи обжига устанавливают металлические вибрирующие направляющие или вращающиеся вертикальные ролики.

10. Способ по п.1, характеризующийся тем, что резкое охлаждение бруса осуществляют до температуры 600-900°C.

11. Способ по любому из пп.1 или 2, характеризующийся тем, что в качестве плавней используют по крайней мере один компонент, выбранный из группы: стеклобой, гранитные отсевы, полевой шпат, перлит, борат кальция, дадолитовый концентрат, нефелин-сиенит, сподумен, апатитовые хвосты, жидкое стекло или их различные смеси.

12. Способ по п.1, характеризующийся тем, что часть глины заменяют на 0,5-5 мас.% жидкого стекла, растворимых фосфатов или концентрированной ортофосфорной кислоты.

13. Способ по п.1, характеризующийся тем, что на верхнюю поверхность высушенных крупноразмерных плиток наносят глазурь или высокотемпературный краситель методом пульверизации.

14. Способ по п.1, характеризующийся тем, что первый слой ангоба содержит массу, полученную из шихты для изготовления пеноблоков, не содержащей газообразователей, а второй - из смеси каолина и глинозема.

15. Способ по п.1, характеризующийся тем, что температура плавления стеклокристаллической фазы меньше температуры вспенивания бруса на 20-150°C.

16. Способ по п.1, характеризующийся тем, что шихта для изготовления заготовок дополнительно содержит компоненты, выбранные из группы: серноокислый натрий, оксид железа, хромовый ангидрид, оксид молибдена в количестве 3-5 мас.%.

17. Способ по п.1, характеризующийся тем, что шихта для изготовления заготовок дополнительно содержит кристаллизаторы стеклофазы в количестве до 3 мас.%.

18. Способ по п.17, характеризующийся тем, что в качестве кристаллизаторов стеклофазы используют TiO_2 , Cr_2O_3 , B_2O_3 .

19. Способ по п.1, характеризующийся тем, что в зоне вспенивания осуществляют контроль и управление температурой вспенивания в печи обжига в зависимости от высоты вспенивания бруса.

20. Способ по п.1, характеризующийся тем, что надрез бруса осуществляют при помощи корундового диска, газо-плазменной горелки или лазерного излучения.

21. Способ по любому из пп.1 или 2, характеризующийся тем, что в качестве отходов производств с содержанием не менее 10 мас.% карбида кремния используют отходы абразивного производства, отходы от пришедших в негодность карбидокремниевых лещадок, использованные силлитовые стержни.

