

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **23278**

(13) **С1**

(46) **2020.12.30**

(51) МПК

С 03В 19/10 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛОКЕРАМИЧЕСКОГО
ПРОПАНТА**

(21) Номер заявки: а 20190241

(22) 2019.08.13

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный техно-
логический университет" (ВУ)

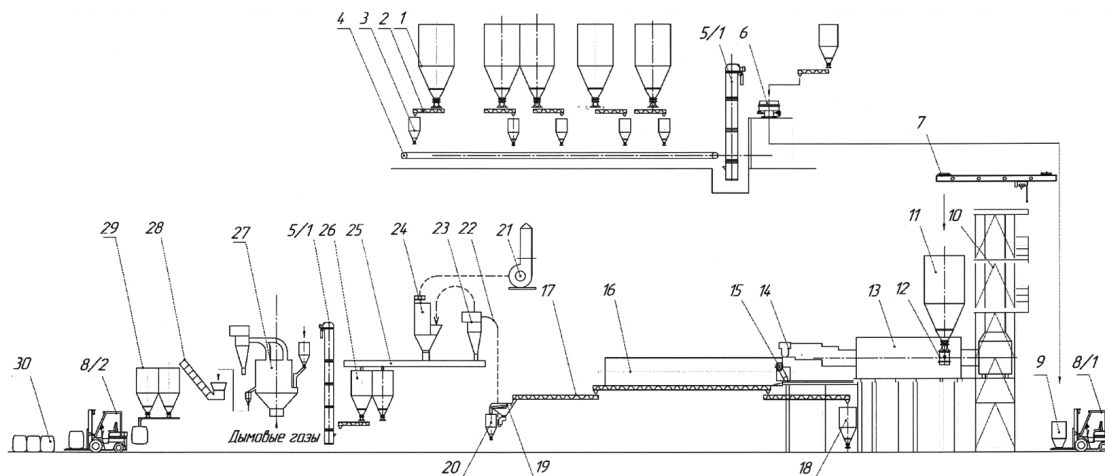
(72) Авторы: Павлюкевич Юрий Ген-
надьевич; Ларионов Павел Серге-
евич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государствен-
ный технологический университет"
(ВУ)

(56) RU 2336293 С1, 2008.
RU 2447126 С2, 2012.
RU 2433966 С1, 2011.
RU 2618757 С2, 2017.
RU 2233808 С2, 2004.
WO 2000/20345 А1.

(57)

Способ изготовления стеклокерамического пропанта, при котором готовят в смесителе шихту для варки стекломассы, затем полученную шихту подают в стекловаренную печь и осуществляют варку стекломассы при температуре 1450 °С, полученный расплав струей подают через фильеру на вращающуюся фрезу и формуют стеклошарики, которые затем подают в печь кипящего слоя и производят их кристаллизацию при температуре 830-850 °С в течение 10-30 мин, получая стеклокерамический пропант, причем обогрев печи кипящего слоя осуществляют дымовыми газами, отходящими от стекловаренной печи.



ВУ 23278 С1 2020.12.30

Изобретение относится к нефтегазодобывающей промышленности, а именно к производству пропантов, применяемых в качестве расклинивающих наполнителей при интенсификации добычи нефти и газа методом гидравлического разрыва пласта.

Известен способ изготовления пропанта из стекла следующего химического состава, мас. %: SiO_2 - 45-57; MgO - 26-36; Al_2O_3 - 3-6; $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ - 5-11; CaO - 3-8; другие - менее 5, включающий получение расплава при температуре 1500-1700 °С, диспергирование струи расплава с помощью струи воды давлением 200-800 атм, кристаллизационный отжиг при температуре 1100-1270 °С в течение 10-15 мин [1].

Недостатком известного способа является быстрое охлаждение частиц после диспергирования струей воды, из-за чего сферизация капель расплава в процессе полета проходит не в полной мере, что снижает сферичность и округлость гранул.

Известен способ получения пропанта, включающий предварительную подготовку исходного минерального сырья, плавление сырья и получение из него гранул в реакторе газоразрядной камеры низкотемпературной плазмы, охлаждение гранул и рассев их на товарные фракции. Полученный пропант состоит из кристаллической сердцевинки и аморфной оболочки, что способствует повышению прочности пропанта [2].

Недостатком известного способа является невозможность получения фракции размером более 500 мкм, являющейся наиболее часто используемой при гидроразрыве пласта.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ изготовления пропанта из стеклянных сфер, заключающийся в получении расплава оксидов при температуре 1350-1500 °С, формировании сфер и их охлаждении, выдержке полученных стеклянных сфер при температуре 870-1100 °С в течение 8-25 мин во вращающейся печи до образования стеклокристаллической структуры с содержанием кристаллической фазы не менее 40 % [3].

Недостатком известного способа являются высокие энергозатраты на кристаллизацию, низкая сферичность, округлость и значительное количество брака, образующегося при кристаллизации во вращающейся печи. Температура кристаллизации лежит выше температуры начала размягчения стекла, в связи с чем при кристаллизации стекол во вращающейся печи происходит деформация и слипание частиц, что снижает качество и выход годной продукции.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является снижение энергозатрат на кристаллизацию, улучшение основных эксплуатационных показателей пропанта и снижение количества брака.

Решение поставленной задачи достигается способом изготовления стеклокерамического пропанта, при котором готовят в смесителе шихту для варки стекломассы, затем полученную шихту подают в стекловаренную печь и осуществляют варку стекломассы при температуре 1450 °С, полученный расплав струей подают через фильеру на вращающуюся фрезу и формируют стеклошарики, которые затем подают в печь кипящего слоя и производят их кристаллизацию при температуре 830-850 °С в течение 10-30 мин, получая стеклокерамический пропант, причем обогрев печи кипящего слоя осуществляют дымовыми газами, отходящими от стекловаренной печи.

Предложенный способ изготовления стеклокерамического пропанта поясняется фигурой.

На фигуре изображена технологическая схема производства стеклокерамических пропантов.

В состав основного оборудования для изготовления стеклокерамических пропантов входят: 1 - расходный бункер сырья; 2 - шнековый питатель; 3 - весовой дозатор; 4 - ленточный конвейер; 5 - элеватор; 6 - смеситель шихты; 7 - кран-балка; 8 - погрузчик; 9 - кюбель; 10 - рекуператор; 11 - бункер загрузчика шихты; 12 - загрузчик шихты; 13 - ванная стекловаренная печь; 14 - питатель; 15 - формующее устройство; 16 - камера уловитель; 17 - винтовой транспортер; 18 - бункер сбора отходов; 19 - инерционный грохот; 20 - бун-

ВУ 23278 С1 2020.12.30

кер; 21 - вентилятор; 22 - пневмотранспорт; 23 - циклон; 24 - пылеулавливающий фильтр; 25 - питатель; 26 - промежуточный бункер; 27 - печь кипящего слоя; 28 - ленточный ковшовый конвейер; 29 - бункер готовой продукции; 30 - склад готовой продукции.

Приготовление шихты осуществляется на автоматических линиях дозирования. Исполнительные механизмы линии управляются в определенной последовательности по заданной программе и работают в автоматическом режиме, что обеспечивает точное автоматическое дозирование в соответствии с рецептом, транспортирование и перемешивание компонентов шихты.

Подготовленные сырьевые материалы хранятся в расходных бункерах сырья 1, расположенных в один ряд над весовыми дозаторами 3. Для предотвращения слеживания сырьевых материалов в расходных бункерах и с целью равномерной загрузки через верхние исполнительные механизмы на наклонной части бункеров установлены пневмоударники.

Из бункеров 1 с помощью шнековых питателей 2 сырьевые материалы подаются на дозирование согласно рецепту шихты. Отдозированные сырьевые материалы с помощью ленточного конвейера 4 и элеватора 5 направляются в смеситель шихты 6. После смесителя готовая шихта поступает в кубель 9 и с помощью кран-балки 7 подается к бункеру загрузчика шихты 11, откуда попадает в стекловаренную печь 13.

Варка стекломассы осуществляется в ванной печи 13 с дополнительным электроподогревом при температуре 1450 ± 10 °С. В таких печах тепло для стекловарения образуется как за счет энергии сжигания газообразного топлива, так и за счет электрической энергии. Дополнительный электрообогрев печи повышает скорость провара шихты, ускоряет осветление стекломассы, уменьшает износ огнеупоров.

Стекломасса на выходе из печи при температуре 1250 °С попадает в канал питателя 14, выложенный из огнеупоров.

Далее стекломасса из питателя 14 подается в формующее устройство 15, где непосредственно происходит формирование стеклошариков.

Формование стеклошариков осуществляется следующим образом: струя расплава подается через фильеру на вращающуюся фрезу. При вращении фрезы создается сильный воздушный поток, который будет отклонять струю расплава от вертикального положения, а также способствует увеличению образования штапельного волокна. Для защиты струи расплава и предохранения ее от воздействия данного воздушного потока узел слива выполнен в виде трубки, формирующей канал слива и являющийся экраном, сбивающим воздушный поток, создаваемый фрезой. Это обеспечивает вертикальное истечение струи расплава и, как следствие, стабильное положение точки контакта расплава с режущими элементами фрезы. При этом полет отрезанных частиц расплава идет по стабильной траектории, что важно при использовании многоструйных питателей.

Фреза с режущими элементами разрезает струйки расплава на отдельные частицы, которые движутся по касательной, проведенной через точку контакта струи с кромкой режущего элемента. Отрезанные частицы во время полета под действием поверхностного натяжения приобретают сферическую форму и собираются в камере-уловителе 16. Конструкция камеры-уловителя 16 разработана с учетом траектории движения частиц. При перемещении фрезы в горизонтальной и вертикальной плоскости регулируется положение точки контакта струи с режущими элементами фрезы и, как следствие, траектория движения частиц.

Далее из камеры-уловителя 16 сформованные стеклошарики с помощью винтового транспортера 17 подаются в инерционный грохот 19, где происходит разделение по фракциям полученных стеклошариков. Диапазон размеров 100-2000 мкм. Непригодная фракция подается в бункер сбора отходов 18 и далее обратно в ванную стекловаренную печь 13.

ВУ 23278 С1 2020.12.30

Затем стеклошарики пневмотранспортом 22 подаются в циклон 23, где происходит отделение стеклошариков от воздушной смеси, и далее воздушная смесь следует в пылеулавливающий фильтр 24 для очистки от взвешенных частиц.

Полученные стеклошарики следуют в промежуточный бункер 26, из которого элеватором 5/2 подаются в печь кипящего слоя 27, где происходит кристаллизация при температуре 830-850 °С. Для кристаллизации используется отходящее тепло от рекуператора стекловаренной печи, что позволяет снизить энергозатраты. Использование печи кипящего слоя 27 исключает градиент температур, что позволяет получать высококачественные стеклокерамические пропанты.

Готовый материал выгружается из печи 27 и ленточным ковшовым конвейером 28 подается в бункер готовой продукции 29. Далее готовый продукт упаковывается в биг-бэги и транспортируется электропогрузчиком 8/2 на склад 30.

Свойства синтезированных стеклокерамических пропантов приведены в таблице.

Характеристика	Стеклокерамический пропант	Прототип
Сферичность, усл. ед.	0,97	0,93-0,97
Округлость, усл. ед.	0,97	0,95
Доля разрушенных гранул при 5000 psi, %	0,3	0,3-1,4
Насыпная плотность, кг/м ³	1680	1580-1680
Растворимость в соляной кислоте, %	0,8	2,7-5,1
Растворимость в смеси плавиковой и соляной кислот, %	2,0	-

Как следует из приведенных данных, полученные предложенным способом стеклокерамические пропанты по техническим характеристикам не уступают прототипу, а во многом даже превосходят его.

К преимуществам предлагаемого способа можно отнести простоту конструкции оборудования, незначительное количество дефектов, высокие эксплуатационные показатели синтезированных стеклокерамических пропантов, снижение стоимости производства за счет использования недорогого недефицитного сырья и снижения энергозатрат на кристаллизацию. Кроме того, в печи кипящего слоя не происходит деформация частиц и их слипание, что улучшает качество продукции и снижает количество брака.

Предлагаемый способ изготовления стеклокерамических пропантов может быть использован для производства расклинивающих наполнителей с высокими техническими характеристиками в нефтегазодобывающей промышленности.

Источники информации:

1. RU 2433966 С1, 2011.
2. RU 2447126 С2, 2012.
3. RU 2336293 С1, 2008 (прототип).