

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21228

(13) С1

(46) 2017.08.30

(51) МПК

*C 03B 1/00* (2006.01)

*B 07B 13/04* (2006.01)

*H 05B 6/00* (2006.01)

(54)

## СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ КВАРЦЕВОЙ КРУПКИ

(21) Номер заявки: а 20140188

(22) 2014.03.21

(43) 2015.10.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины" (ВУ)

(72) Авторы: Шершнев Евгений Борисович; Никитюк Юрий Валерьевич; Соколов Сергей Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины" (ВУ)

(56) ВУ 9675 U, 2013.

ВУ 5147 U, 2009.

RU 2483024 C2, 2013.

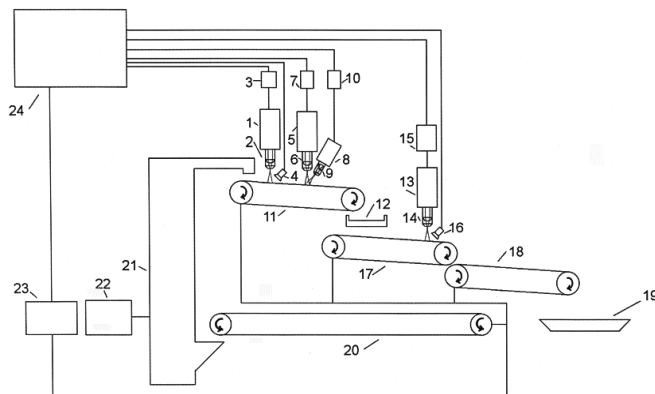
RU 2431601 C2, 2011.

JPH 0952719 A, 1997.

JPH 5954633 A, 1984.

(57)

Способ обогащения кварцевой крупки, при котором помещенную на конвейерную ленту крупку одинаковой крупности нагревают низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцевой крупкой, перемещают крупку к первому устройству измерения температурного поля и определяют распределение температурных полей в нагретой крупке, передают полученные данные в компьютер, посредством которого определяют количество и размер примесных включений, перемещают крупку в зону одновременного воздействия полихроматического излучения, спектр которого соответствует интенсивному поглощению кварцем, а плотность мощности не превышает плотность мощности, необходимую для плавления кварца, и лазерного излучения, причем величину мощности лазерного излучения, достаточную для плавления примесных включений, выбирают в соответствии с данными компьютера, и расплавляют в указанной зоне примесные включения в крупке с образованием агломератов, перемещают крупку в сито и просеивают с отсевом агломератов, перемещают просеянную крупку в зону воздействия



Фиг. 1

ВУ 21228 С1 2017.08.30

низкоинтенсивного лазерного излучения с мощностью, достаточной для нагрева оставшихся примесных включений, и определяют распределение температурных полей в просеянной крупке посредством второго устройства измерения температурного поля с последующей передачей данных в компьютер, посредством которого определяют количество и размер оставшихся примесных включений, и повторяют указанный цикл обработки крупки до полной очистки от примесных включений.

---

Изобретение относится к способам обогащения природного кварцевого сырья лазерным излучением и может быть использовано для получения кварцевой крупки повышенной чистоты, являющейся исходным материалом для изготовления прозрачного и оптического кварцевого стекла, применяемого в оптике, светотехнике, электронике, химической промышленности.

Известен способ обогащения кварцевой крупки, заключающийся в том, что на слой крупки одной фракции воздействуют лазерным излучением двух лазеров, один из которых имеет длину волны 10,6 мкм, другой - 1,06 мкм, сканируют крупку лазерным излучением по всей площади, образующиеся в слое крупки агломераты просеивают через сито [1].

Недостатком известного способа являются высокая стоимость используемого оборудования и повышенная опасность поражения органов зрения при работе с лазерным излучением с длиной волны 10,6 мкм вследствие высокого показателя отражения излучения.

Кроме того, известный способ не позволяет регулировать мощность лазеров для оптимальных режимов обработки в зависимости от размеров примесных включений и осуществлять контроль очистки.

Известен способ обогащения кварцевой крупки, при котором на перемещаемую крупку одновременно воздействуют источником полихроматического излучения, спектр излучения которого соответствует интенсивному поглощению кварцем, с плотностью мощности, не превышающей плотность мощности, необходимой для плавления кварца, и лазером с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцем, с плотностью мощности, необходимой для плавления примесных включений в крупке, образуют в крупке и отсеивают агломераты [2].

При этом слой раздробленного кварцевого сырья насыпают в емкость, размещенную на вибростоле.

Недостаток известного способа заключается в том, что он не позволяет в процессе обработки кварцевой крупки регулировать мощность лазера и источника полихроматического излучения в зависимости от размеров примесных включений. Кроме того, отсутствует контроль чистоты обработанной кварцевой крупки.

Задачей заявляемого изобретения является разработка энергосберегающего высокотехнологичного способа обогащения кварцевой крупки, содержащей примесные включения, которые не удаляются традиционными способами.

Технический результат, достигаемый заявляемым изобретением, заключается в повышении эффективности очистки кварцевой крупки и снижении энергоемкости процесса очистки.

Заявляемый технический результат достигается тем, что в способе обогащения кварцевой крупки, при котором помещенную на конвейерную ленту крупку одинаковой крупности нагревают низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцевой крупкой, перемещают крупку к первому устройству измерения температурного поля и определяют распределение температурных полей в нагретой крупке, передают полученные данные в компьютер, посредством которого определяют коли-

чество и размер примесных включений, перемещают крупку в зону одновременного воздействия полихроматического излучения, спектр которого соответствует интенсивному поглощению кварцем, а плотность мощности не превышает плотность мощности, необходимую для плавления кварца, и лазерного излучения, причем величину мощности лазерного излучения, достаточную для плавления примесных включений, выбирают в соответствии с данными компьютера, и расплавляют в указанной зоне примесные включения в крупке с образованием агломератов, перемещают крупку в сито и просеивают с отсевом агломератов, перемещают просеянную крупку в зону воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения с мощностью, достаточной для нагрева оставшихся примесных включений, и определяют распределение температурных полей в просеянной крупке посредством второго устройства измерения температурного поля с последующей передачей данных в компьютер, посредством которого определяют количество и размер оставшихся включений и повторяют указанный цикл обработки крупки до полной очистки от примесных включений.

Сущность изобретения заключается в следующем.

Известно, что природный кварц содержит примесные включения.

Воздействие на кварцевую крупку низкоинтенсивным лазером с длиной волны излучения, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцем, обеспечивает нагрев примесных включений, при этом крупка, не содержащая примесное включение, нагреваться не будет. Примесные включения нагреваются, нагревают крупку, в которой они содержатся, что позволяет их обнаружить.

Температура в крупке, содержащей примесное включение, зависит от размера примесного включения, от размера самой крупки и от плотности мощности лазерного излучения.

Измерение и анализ температурного поля в нагретой крупке обеспечивает вычисление среднего размера примесных включений, в зависимости от которых можно определить плотность мощности лазерного излучения, обеспечивающую плавление примесных включений в крупке.

Воздействие на крупку источником полихроматического излучения с плотностью мощности, не превышающей плотность мощности, необходимой для плавления кварца, обеспечивает нагрев всей крупки.

Воздействие лазерным излучением лазера с длиной волны излучения, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцем, с уже определенной плотностью мощности обеспечивает плавление крупки с примесными включениями. При этом в крупке образуются агломераты из крупки с примесными включениями и налипшей на нее крупки без примесных включений.

Просеивание обработанной крупки позволяет удалить образовавшиеся агломераты и получить очищенную крупку.

Последующее воздействие низкоинтенсивным лазером с длиной волны излучения, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцем, на очищенную крупку с мощностью, достаточной для нагрева примесных включений, обеспечивает обнаружение оставшихся в крупке примесных включений по наличию в ней зон локального нагрева.

В этом случае кварцевая крупка не является полностью очищенной, что говорит о необходимости повторения обработки этой крупки и удаления оставшихся примесных включений.

Повторение цикла вышеуказанных действий осуществляют до тех пор, пока в крупке остаются зоны локального нагрева, что обеспечивает получение кварцевой крупки повышенной чистоты.

Сущность изобретения поясняется фигурами.

Фиг. 1 - схема установки для осуществления заявляемого способа.

Фиг. 2 - блок-схема осуществления заявляемого способа.

Установка для осуществления способа содержит:

низкоинтенсивный лазер 1 с длиной волны излучения, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцем, с фокусирующим объективом 2 и блоком 3 управления лазером 1;

устройство 4 измерения температурного поля;

лазер 5 с длиной волны излучения, соответствующей интенсивному поглощению примесными включениями и отсутствию поглощения кварцем, с фокусирующим объективом 6 и блоком 7 управления лазером 5;

источник 8 полихроматического излучения, осуществляющий нагрев кварцевой крупки, с фокусирующим объективом 9 и блоком 10 управления источником 8 полихроматического излучения;

конвейерную ленту 11 для перемещения крупки к лазерам 1 и 5 и источнику полихроматического излучения 8;

сито 12 для отсеивания агломератов;

лазер 13 с длиной волны излучения, которая прозрачна для кварца и в то же время поглощается примесными включениями, с фокусирующим объективом 14 и блоком 15 управления лазером 13;

устройство 16 измерения температурного поля;

конвейерную ленту 17, на которой находится крупка при обработке ее лазером 13;

конвейерную ленту 18 для перемещения крупки, в которой не обнаружены примесные включения, в емкость 19 для очищенной крупки;

конвейерную ленту 20 для перемещения крупки, в которой были обнаружены примесные включения, на повторную обработку;

устройство 21 для перемещения крупки, в которой были обнаружены примесные включения, на повторную обработку;

блок 22 управления устройством 21;

блок 23 управления конвейерными лентами 11, 17 и 18.

Установка включает компьютер 24, который управляет процессом осуществления способа повышения чистоты кварцевой крупки.

Стрелкой отмечено направление движения валов конвейерной ленты.

Блок-схема (фиг. 2) включает конвейерную линию 1 для обработки кварцевой крупки, блок 2 анализа размера примесных включений в кварцевой крупке, блок 3, осуществляющий формирование и удаление агломератов, блок 4 контроля чистоты кварцевой крупки, емкость 5 для очищенной кварцевой крупки, блок 6 перемещения обработанной кварцевой крупки с примесными включениями на повторную обработку, компьютер 7, осуществляющий процесс повышения чистоты кварцевой крупки.

Способ осуществляют следующим образом.

На конвейерную ленту 11 насыпают крупку одной крупности. Осуществляют нагрев крупки лазером 1, при этом лазерное излучение фокусируют в виде полосы по ширине конвейерной ленты. Крупку перемещают к устройству 4 измерения температурного поля, которое определяет распределение температурных полей в нагретой крупке и передает эти данные в компьютер 24. Компьютер 24 анализирует полученные данные и определяет по ним количество и размер примесных включений в крупке.

Далее кварцевую крупку по конвейерной ленте 11 с помощью блока 23 перемещают в зону воздействия лазера 5 и источника 8 полихроматического излучения. Компьютер 24 через блок 7 управления лазером 5 устанавливает плотность мощности лазерного излучения лазера 5, достаточной для плавления примесных включений со средними размерами, определенными ранее.

В результате нагрева крупку, содержащую примесные включения, расплавляют и образуют в ней агломераты.

# ВУ 21228 С1 2017.08.30

Далее конвейерная лента 11 с помощью блока 23 перемещает крупку в сито 12, через которое крупку просеивают, образовавшиеся агломераты остаются в сите 12.

Очищенную от агломератов крупку перемещают по конвейерной ленте 17 в зону нагрева низкоинтенсивным лазером 13. При этом лазерное излучение фокусируют в виде полосы по ширине конвейерной ленты, мощность лазера устанавливают достаточной лишь для небольшого нагрева примесных включений. Определяют распределение температурных полей в нагретой крупке устройством 16, данные от которого поступают в компьютер 24, определяющий наличие в крупке примесных включений.

В случае их обнаружения блок 23 смещает конвейерную ленту 18, и крупка с обнаруженными примесными включениями попадает на конвейерную ленту 20, по которой блок 23 перемещает ее в устройство 21, которое перемещает крупку на повторную обработку.

В случае отсутствия в нагретой крупке примесных включений ее направляют в емкость 19 для очищенной крупки.

Цикл обработки крупки повторяют до тех пор, пока вся крупка не окажется очищенной от примесных включений.

Пример осуществления заявляемого способа.

Кварцевую крупку размером 0,3-0,4 мм устройством подачи крупки насыпали на конвейерную ленту. Ширина всех конвейерных лент составляла 25 мм. Скорость перемещения крупки в течение всего процесса составляла 2-5 мм/с.

Сначала низкоинтенсивным лазером, излучение которого сфокусировали с помощью цилиндрической линзы в полосу размером 0,5×25 мм, нагрели крупку, перемещаемую конвейерной лентой. Тепловизор зафиксировал температурное поле нагретой крупки и передал данные в компьютер. Компьютерная программа проанализировала полученные данные и вычислила среднее значение размеров примесных включений и затем установила необходимую мощность YAG-лазера мощностью 100 Вт для плавления примесных включений размером, вычисленных ранее.

Далее крупку переместили в зону воздействия YAG-лазера совместно с источником полихроматического излучения мощностью до 80 Вт. Излучение источника полихроматического излучения и YAG-лазера было сфокусировано с помощью цилиндрической линзы в полосу размером 0,5×25 мм. Источник полихроматического излучения нагревал крупку, а YAG-лазер плавил примесные включения вместе с крупкой, при этом образовывались агломераты кварцевой крупки за счет слипания оплавленной крупки с примесным включением с соседними частицами крупки.

Затем обработанная крупка просеивалась через сито, при этом агломераты отсеивались. После просеивания кварцевая крупка нагревалась с помощью низкоинтенсивного лазера, излучение которого сфокусировали с помощью цилиндрической линзы в полосу размером 0,5×25 мм. Тепловизор зафиксировал температурное поле нагретой кварцевой крупки и передал данные в компьютер. Компьютерная программа проанализировала полученные данные и выявила наличие зон локального нагрева, что свидетельствовало о наличии примесных включений после обработки. Компьютерная программа на основе анализа полученных данных дала команду на удаление соответствующей части кварцевой крупки. Удаленная кварцевая крупка по конвейерной ленте и с помощью устройства перемещения кварцевой крупки переместилась на повторную обработку.

Количество циклов обработки до полной очистки 1 кг кварцевой крупки составило 3-5 раз.

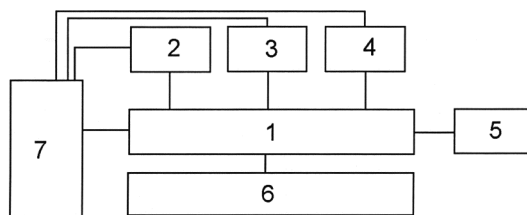
Реализация предложенного способа обеспечила обогащение кварцевой крупки с содержанием примесей 30-35 ppm до содержания примесей 10-15 ppm.

Источники информации:

1. Патент РБ на полезную модель 5147, МПК (2006) С 03В 33/00, 2009.

# ВУ 21228 С1 2017.08.30

2. Патент РБ на полезную модель 9675, МПК (2006) С 03В 1/00, 2013 (прототип).



Фиг. 2