

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6106

(13) U

(46) 2010.04.30

(51) МПК (2009)

C 03B 33/00

## (54) УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМОРАСКАЛЫВАНИЯ ХРУПКОГО НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

(21) Номер заявки: u 20090762

(22) 2009.09.15

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Гомельский государственный уни-  
верситет имени Франциска Скори-  
ны" (ВУ)

(72) Автор: Никитюк Юрий Валерьевич  
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Гомельский государственный  
университет имени Франциска Скори-  
ны" (ВУ)

(57)

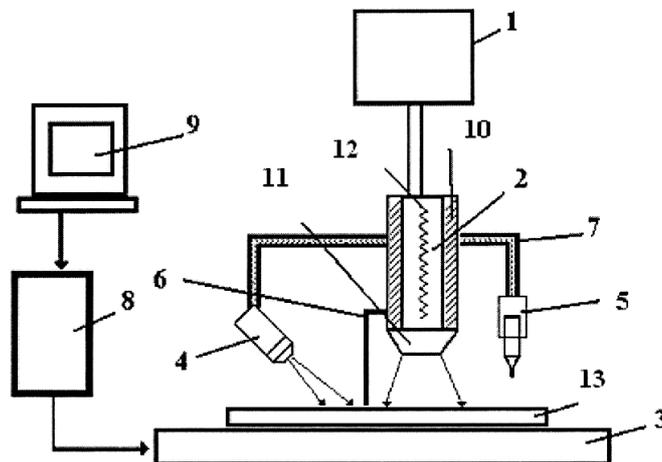
Установка для термораскалывания хрупкого неметаллического материала, включающая размещенные на каретке источник нагрева обрабатываемой поверхности материала, устройство охлаждения обрабатываемой поверхности, механизм нанесения дефекта и координатный стол, отличающаяся тем, что дополнительно содержит устройство подачи воздуха, соединенное с источником нагрева обрабатываемой поверхности, и экран, расположенный между источником нагрева обрабатываемой поверхности и устройством охлаждения, при этом источник нагрева обрабатываемой поверхности состоит из корпуса, выполненного из теплостойкого материала, сопла, расположенного в части корпуса, направленной к обрабатываемому материалу, и размещенного внутри корпуса нагревательного элемента.

(56)

1. Мачулка Г.А. Лазерная обработка стекла. - М.: Сов. радио, 1979. - 136 с.

2. Prakash E.S. Nonconventional cutting of plate glass using hot air jet: experimental studies / E.S. Prakash, K. Sadashivappa, V. Joseph, M. Singaperumal // Mechatronics. - 2001. - Vol. 11. - P. 595-615.

3. Патент РФ 2024441, МПК<sup>5</sup> C 03B 33/02, 1994.



ВУ 6106 U 2010.04.30

Полезная модель относится к оборудованию для лазерной резки хрупких неметаллических материалов (преимущественно силикатных стекол) методом термораскалывания и может быть использована в электронной и стекольной промышленности для разделения хрупких неметаллических материалов.

Известна установка для резки хрупких неметаллических материалов методом термораскалывания, содержащая источник нагрева обрабатываемой поверхности, координатный стол и механизм нанесения дефекта [1]. В качестве источника нагрева обрабатываемой поверхности в известной установке используется лазерный излучатель.

Использование известной установки обеспечивает возможность нанесения сквозных разделяющих трещин в листовых заготовках из неорганических стекол и из различных видов керамики. При этом разделяющие трещины образуются в материале в результате воздействия на обрабатываемую поверхность лазерного излучения, сфокусированного в пучок круглого или эллиптического сечения. Локальный нагрев обрабатываемой поверхности обуславливает возникновение сжимающих термоупругих напряжений в зоне воздействия лазерного излучения и возникновение напряжений растяжения вне этой зоны. В области растягивающих напряжений происходит инициализация разделяющей трещины, при этом ее развитие определяется изменением расположения зон напряжений сжатия и растяжения в обрабатываемом материале, которое возникает в результате перемещения зоны нагрева. При этом температура в зоне обработки ограничивается сверху значениями, при которых отсутствует релаксация термоупругих напряжений, обусловленная пластической деформацией.

Однако применение известной установки имеет ряд существенных недостатков. Так, реализуемое на данной установке сквозное лазерное термораскалывание характеризуется низкой скоростью резки и зависимостью режимов термораскалывания от габаритов исходной заготовки. Кроме этого, существенными недостатками известной установки являются высокая стоимость используемого в ней лазерного оборудования, необходимость использования дорогостоящих оптических элементов для фокусировки лазерного излучения, а также повышенная опасность поражения органов зрения при работе с источниками лазерного излучения.

Также известна установка для резки хрупких неметаллических материалов методом термораскалывания, содержащая источник нагрева обрабатываемой поверхности и координатный стол [2].

В известной установке в качестве источника нагрева обрабатываемой поверхности используется источник направленного потока горячего воздуха.

Использование известной установки также обеспечивает возможность нанесения сквозных разделяющих трещин в листовых заготовках из неорганических стекол и из различных видов керамики. При этом использование в ее составе источника нагрева направленным потоком горячего воздуха обеспечивает значительно меньшую стоимость известной установки по сравнению с установками, использующими лазерные излучатели. Однако механизм формирования сквозных разделяющих трещин у известной установки такой же, как и у известной установки, описанной выше [1], что обуславливает наличие тех же недостатков: низкой скорости резки и зависимости режимов термораскалывания от габаритов исходной заготовки.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является установка для термораскалывания хрупкого неметаллического материала, содержащая источник нагрева обрабатываемой поверхности, координатный стол, устройство охлаждения обрабатываемой поверхности и механизм нанесения дефекта [3].

В известной установке в качестве источника нагрева обрабатываемой поверхности предлагается использование лазерного излучателя.

Использование известной установки обеспечивает возможность нанесения несквозных разделяющих трещин в листовых заготовках из неорганических стекол и различных видов керамики с достаточно высокими скоростями и практически независимо от габаритов заготовок. При этом несквозные (с заданной глубиной) разделяющие трещины формируются в материале в результате совместного воздействия на обрабатываемую поверхность лазерного излучения и хладагента, представляющего собой направленный поток мелкодисперсной смеси воздуха с водой. Последовательный локальный нагрев обрабатываемой поверхности и ее охлаждение обуславливают возникновение в материале области растягивающих напряжений в зоне воздействия хладагента, ограниченной областью сжимающих напряжений, сформированных в результате локального нагрева лазерным излучением. Инициализация разделяющей трещины происходит в области растягивающих напряжений, а глубина ее проникновения определяется пространственной локализацией области сжимающих напряжений. Дальнейший рост индуцированной несквозной трещины происходит в результате изменения взаимного расположения в материале областей с напряжениями растяжения и сжатия в результате перемещения образца относительно источников нагрева и охлаждения. При этом температура в зоне обработки ограничивается сверху значениями, при которых отсутствует релаксация термоупругих напряжений, обусловленная пластической деформацией.

Однако использование известной установки не обеспечивает стабильного распространения разделяющей микротрещины из-за капель воды, периодически попадающих на линию лазерного воздействия, что приводит к невозможности ее использования для надежной реализации процесса лазерного термораскалывания. Кроме этого, существенными недостатками известной установки являются высокая стоимость используемого в ней лазерного оборудования, необходимость использования дорогостоящих оптических элементов для фокусировки лазерного излучения, а также повышенная опасность поражения органов зрения при работе с источниками лазерного излучения.

Заявляемая полезная модель решает задачу создания недорогой и простой в обслуживании установки, обеспечивающей надежное и качественное разделение изделий из хрупких неметаллических материалов.

Технический результат, достигаемый полезной моделью, заключается в исключении использования лазерного излучателя в качестве источника нагрева обрабатываемой поверхности при обработке материалов методом термораскалывания и в предотвращении нежелательного попадания вещества хладагента в зону воздействия источника нагрева.

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что установка для термораскалывания хрупкого неметаллического материала, включающая размещенные на каретке источник нагрева обрабатываемой поверхности, устройство охлаждения обрабатываемой поверхности, механизм нанесения дефекта и координатный стол, дополнительно содержит устройство подачи воздуха, соединенное с источником нагрева обрабатываемой поверхности, и экран, расположенный между источником нагрева обрабатываемой поверхности и устройством охлаждения, при этом источник нагрева обрабатываемой поверхности состоит из корпуса, выполненного из теплостойкого материала, сопла, расположенного в части корпуса, направленной к обрабатываемому материалу, и размещенного внутри корпуса нагревательного элемента.

В отличие от прототипа использование направленного потока горячего воздуха для нагрева обрабатываемой поверхности в значительной степени снижает стоимость установки, упрощает условия ее эксплуатации и тем самым обеспечивает повышение ее конкурентоспособности. Введение экрана изолирует нагреваемый участок обрабатываемой поверхности от нежелательного проникновения на него вещества хладагента и тем самым предотвращает срыв процесса трещинообразования.

На фигуре схематически изображена предлагаемая установка для термораскалывания хрупкого неметаллического материала, вид сбоку.

# ВУ 6106 U 2010.04.30

Установка для термораскалывания хрупкого неметаллического материала содержит устройство подачи воздуха 1, источник нагрева обрабатываемого материала 2, координатный стол 3, устройство охлаждения обрабатываемой поверхности 4, механизм нанесения дефекта 5, экран 6. Источник нагрева обрабатываемого материала 2, устройство охлаждения обрабатываемой поверхности 4 и механизм нанесения дефекта 5 размещены на каретке 7. Кроме того, установка содержит блок 8 управления координатным столом 3 и механизмом нанесения дефекта 5. Работу блока 8 координирует технологическая программа, вводимая в компьютер 9.

Источник нагрева обрабатываемого материала 2 состоит из корпуса 10, выполненного из теплостойкого материала, и сопла 11, закрепленного на корпусе 10 со стороны обрабатываемого материала. Внутри корпуса 10 размещен нагревательный элемент 12. Кроме этого, на корпусе 10 со стороны устройства охлаждения обрабатываемой поверхности закреплен экран 6. Позицией 13 отмечено изделие из обрабатываемого материала.

В качестве устройства подачи воздуха 1 может быть использован компрессор.

Корпус 10 источника нагрева обрабатываемого материала 2 может быть изготовлен из кварцевого стекла или из теплостойкой керамики, или из любого другого теплостойкого материала. В качестве нагревательного элемента 12 может быть использована металлическая спираль (например, изготовленная из вольфрама).

Координатный стол 3 предназначен для перемещения обрабатываемого изделия 13 в горизонтальной плоскости.

Устройство охлаждения обрабатываемой поверхности 4 предназначено для подачи под давлением в зону обработки направленного потока мелкодисперсной воздушно-водяной смеси.

Механизм нанесения дефекта 5 предназначен для нанесения локальной иницирующей трещины на линии термораскалывания изделия 13 и снабжен устройством перемещения резца в вертикальной плоскости.

Экран 6 обеспечивает изоляцию зоны нагрева от проникновения в нее вещества хладагента. Экран 6 может быть изготовлен из металла или теплостойкой пластмассы, при этом целесообразно небольшую нижнюю часть экрана выполнить из резины.

Программное обеспечение компьютера 9 позволяет в соответствии с заданной технологической программой корректировать работу блока 8 по управлению координатным столом 3. Кроме этого, блок 8 управляет работой источника нагрева обрабатываемого материала 2, устройства охлаждения обрабатываемой поверхности 4 и механизма нанесения дефекта 5.

Установка работает следующим образом. Изделие 13 из хрупкого неметаллического материала устанавливают на координатный стол 3, размещают механизм 5 для нанесения дефекта над началом предполагаемой траектории разделения и наносят дефект (закол, надрез) в начале контура термораскалывания. После этого координатный стол 3 совмещает надрез с начальным положением зоны нагрева. По команде компьютера 9 воздух подается под давлением из устройства подачи воздуха 1 и, проходя в корпусе 10, нагревается элементом 12 до необходимой температуры. Сопло 11 подает направленный поток горячего воздуха на поверхность обрабатываемого изделия 13. Далее координатный стол 3 перемещает изделие 13 по линии обработки, при этом одновременно устройство охлаждения обрабатываемой поверхности 4 подает под давлением хладагент в виде дисперсной воздушно-водяной смеси в зону, предварительно нагретую направленным потоком горячего воздуха. В месте подачи хладагента иницируется разделяющая микротрещина, которая, зародившись от нанесенного дефекта, развивается в зоне растягивающих напряжений, сформированных хладагентом. Далее начальная микротрещина распространяется до зоны сжимающих напряжений, сформированных в результате локального нагрева обрабатываемой поверхности. В результате в материале происходит развитие разделяющей трещины, распространение которой определяется воздействием направленного потока горячего

## **ВУ 6106 U 2010.04.30**

воздуха и хладагента. При этом обеспечивается стабильное развитие глубокой микротрещины. Экран 6 предотвращает проникновение вещества хладагента в зону локального нагрева. Компьютер 9 в соответствии с заданной технологической программой координирует работу блока 8 и задает перемещение координатного стола 3 в горизонтальной плоскости с необходимой скоростью по требуемым координатам.

После завершения процесса обработки изделия 13 из хрупкого неметаллического материала методом управляемого лазерного термораскалывания прекращается подача направленного потока горячего воздуха и хладагента в зону обработки. При этом компьютер 9 при помощи блока 8 выводит координатный стол 3 в исходное положение.

Таким образом, использование предлагаемой установки обеспечивает качественное разделение изделий из хрупких неметаллических материалов. Использование экрана 6 обеспечивает предотвращение проникновения вещества хладагента в зону локального нагрева. Это, в свою очередь, приводит к повышению надежности обработки за счет уменьшения вероятности срыва процесса трещинообразования. При этом использование в качестве источника поверхностного нагрева источника направленного потока горячего воздуха в значительной степени снижает общую стоимость установки и тем самым увеличивает ее конкурентоспособность на рынке технологического оборудования для резки хрупких неметаллических материалов.