

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7557

(13) U

(46) 2011.08.30

(51) МПК

C 03B 33/02 (2006.01)

(54)

## УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ХРУПКОГО НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

(21) Номер заявки: u 20110121

(22) 2011.02.24

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

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

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

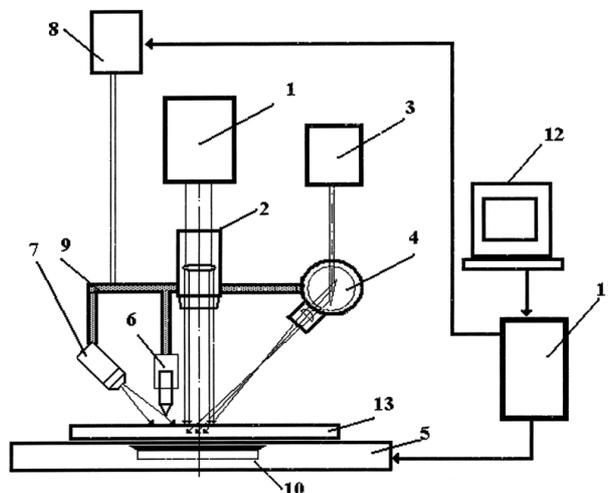
(57)

Установка для лазерной резки хрупкого неметаллического материала, содержащая установленные последовательно лазеры, один из которых имеет длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, другой - соответствующую объемному поглощению, механизм вертикального перемещения, на каретке которого установлены фокусирующие объективы каждого лазера, механизм нанесения дефекта, устройство подачи хладагента, координатный стол и блок управления установкой, связанный с компьютером, отличающаяся тем, что дополнительно содержит источник ультразвуковых колебаний, размещенный на верхней стороне стола соосно лазеру, имеющему длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом.

(56)

1. Патент РФ 2024441, МПК С 03С 33/02, 1994.

2. Патент РБ 1979, МПК С 03С 33/02, 2005.



Полезная модель относится к оборудованию для лазерной резки хрупких неметаллических материалов методом лазерного термораскалывания и может быть использована в

электронной, стекольной и авиационной промышленности для прецизионного разделения преимущественно различных типов стекла.

Известна установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, содержащая лазер с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению поверхностными слоями обрабатываемого материала, фокусирующий объектив, координатный стол, механизм нанесения дефекта и устройство подачи хладагента [1].

Известная установка обеспечивает возможность качественного и безотходного разделения хрупких неметаллических материалов методом лазерного термораскалывания. Однако применение известной установки обеспечивает хорошие результаты лишь при резке изделий небольшой толщины. В случае резки изделий с большой высотой торцевых поверхностей использование известной установки становится нецелесообразным из-за невозможности одновременного поддержания оптимальных значений плотности мощности излучения на поверхности и в объеме обрабатываемого изделия. Это обусловлено использованием в известной установке только лазерного пучка с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению поверхностными слоями обрабатываемого материала, что, в свою очередь, делает невозможным выполнение качественной резки.

Кроме этого использование известной установки не обеспечивает надежную резку термостойких материалов. Это обусловлено недостаточно высокими значениями соответствующего коэффициента теплоотдачи и нестабильностью процесса теплоотдачи в зоне воздействия хладагента на нагретую лазерным излучением поверхность.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является установка для лазерной резки хрупкого неметаллического материала, содержащая установленные последовательно лазеры, один из которых имеет длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, другой - соответствующую объемному поглощению, механизм вертикального перемещения, на каретке которого установлены фокусирующие объективы каждого лазера, механизм нанесения дефекта, устройство подачи хладагента, координатный стол и блок управления установкой, связанный с компьютером [2].

Известная установка за счет одновременного использования лазеров с различными длинами волн обеспечивает возможность получения более глубоких микротрещин по сравнению с однолучевой обработкой.

Использование известной установки не обеспечивает надежную резку термостойких материалов. Это обусловлено недостаточно высокими значениями соответствующего коэффициента теплоотдачи и нестабильностью процесса теплоотдачи в зоне воздействия хладагента на нагретую лазерным излучением поверхность. Дело в том, что при реализации процесса термораскалывания термостойких материалов существует необходимость создания максимально возможного перепада температуры между зонами лазерного нагрева и охлаждения. При этом в результате взаимодействия хладагента с обрабатываемой поверхностью становится возможным возникновение пленочного режима кипения жидкости, который характеризуется низкими коэффициентами теплоотдачи. Увеличение скорости подачи хладагента для предотвращения возникновения пленочного режима кипения жидкости приводит к попаданию вещества хладагента в зону лазерного воздействия и к срыву процесса формирования трещины.

Указанный недостаток известной установки приводит к невозможности ее использования для промышленной реализации технологии лазерного термораскалывания изделий из термостойкого стекла.

Техническая задача, решаемая заявляемой полезной моделью, заключается в повышении надежности процесса обработки термостойких материалов методом лазерного термораскалывания.

Технический результат, достигаемый полезной моделью, заключается в формировании зоны охлаждения, характеризующейся высокими и стабильными коэффициентами теплоотдачи.

## BY 7557 U 2011.08.30

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что установка для лазерной резки хрупкого неметаллического материала, содержащая установленные последовательно лазеры, один из которых имеет длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, другой - соответствующую объемному поглощению, механизм вертикального перемещения, на каретке которого установлены фокусирующие объективы каждого лазера, механизм нанесения дефекта, устройство подачи хладагента, координатный стол и блок управления установкой, связанный с компьютером, дополнительно содержит источник ультразвуковых колебаний, размещенный на верхней стороне стола соосно лазеру, имеющему длину волны, соответствующую интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом.

В отличие от прототипа, использование источника ультразвуковых колебаний способствует дополнительному движению жидкости в пограничном слое и ее турбулизации. В результате этого значительно увеличивается коэффициент теплоотдачи в зоне воздействия хладагента, что, в свою очередь, позволяет достигать достаточно высоких перепадов температуры между зонами лазерного воздействия и хладагента, которые обеспечивают надежную реализацию процесса лазерного термораскалывания термостойких материалов.

На фигуре схематически изображена заявляемая полезная модель, вид сбоку.

Установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов состоит из лазера 1 с длиной волны, соответствующей интенсивному поверхностному поглощению обрабатываемым материалом, и его фокусирующего объектива 2, лазера 3 с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом, и его фокусирующего объектива 4, координатного стола 5, механизма 6 нанесения дефекта, устройства 7 подачи хладагента, механизма 8 вертикального перемещения с кареткой 9, источника ультразвуковых колебаний 10 для создания в обрабатываемом материале ультразвуковых колебаний в зоне воздействия хладагента.

Фокусирующие объективы 2, 4, механизм 6 нанесения дефекта, устройство 7 подачи хладагента размещены на каретке 9. Кроме того, установка содержит блок 11 управления координатным столом 5. Работа блока 11 координируется при помощи технологической программы, вводимой в компьютер 12. Позицией 13 отмечено обрабатываемое изделие.

Лазер 1 имеет длину волны излучения, соответствующую интенсивному поглощению поверхностными слоями обрабатываемого материала. Лазер 3 имеет длину волны излучения, соответствующую интенсивному объемному поглощению обрабатываемым материалом. Так, например, в случае обработки силикатных стекол целесообразно использовать в качестве лазера 1  $\text{CO}_2$ -лазер с длиной волны излучения  $\lambda = 10,6$  мкм, а в качестве лазера 3 СО-лазер с  $\lambda = 5,5$  мкм. В некоторых случаях возможно использование в качестве лазера 3 YAG-лазера с  $\lambda = 1,06$  мкм (например, при обработке толстых не оптических силикатных стекол, для которых на этой длине волны наблюдаются заметные потери энергии).

Для регулирования подачи излучения от лазеров используют заслонки (на фигуре не показаны), предназначенные для отвода излучения из зоны обработки во время проведения операции установки изделия 13 на координатном столе 5, фокусировки лазерного излучения и настройки систем подачи хладагента и механизма 6 нанесения дефекта. Фокусирующий объектив 2, предназначенный для фокусировки излучения лазера 1, жестко закреплен на каретке 9, а фокусирующий объектив 4 для фокусировки излучения лазера 3 закреплен с возможностью поворота и фокусировки излучения лазера 3.

Координатный стол 5 предназначен для относительного перемещения лазерных пучков и обрабатываемого изделия 13 в горизонтальной плоскости.

Механизм 6 нанесения дефекта предназначен для нанесения локальной иницирующей трещины на линии термораскалывания изделия 13.

Устройство 7 подачи хладагента предназначено для подачи под давлением в зону обработки дисперсной воздушно-водяной смеси.

Источник ультразвуковых колебаний 10 предназначен для создания в обрабатываемом материале ультразвуковых колебаний в зоне воздействия хладагента. Он может состоять из ультразвукового электронного генератора и ультразвуковой колебательной системы.

# BY 7557 U 2011.08.30

Электроакустический преобразователь, который входит в состав ультразвуковой колебательной системы, может быть выполнен в виде магнестрикционного или пьезоэлектрического преобразователя.

Установка работает следующим образом. Компьютер 12 в соответствии с заданной технологической программой координирует работу блока 11 и задает перемещение координатного стола 5 в горизонтальной плоскости с необходимой скоростью по требуемым координатам. Изделие 13 из хрупкого неметаллического материала устанавливают на координатный стол 5, размещают механизм 6 для нанесения дефекта над началом предполагаемой траектории разделения и наносят дефект (закол, надрез) в начале контура термораскалывания. После этого координатный стол 5 совмещает надрез с начальным положением лазерных пучков лазеров 1 и 3. Подают на обрабатываемое изделие 13 лазерное излучение двух длин волн. При этом объектив 2 фокусирует на надрезе излучение лазера 1. Объектив 4 фокусирует излучение лазера 2, длина волны которого соответствует интенсивному объемному поглощению обрабатываемым материалом, в объеме изделия 13. Координатный стол 5 перемещает изделие 13 вдоль контура обработки, при этом одновременно устройство 7 подачи хладагента подает под давлением дисперсную воздушно-водяную смесь в зону, предварительно нагретую лазерным излучением. Источник ультразвуковых колебаний 10, на котором находится обрабатываемый материал, в зоне воздействия хладагента вызывает дополнительное движение хладагента в пограничном слое и его турбулизацию. В месте подачи хладагента инициируется разделяющая микротрещина, которая, зародившись от нанесенного дефекта, развивается в зоне растягивающих напряжений, сформированных хладагентом. Далее начальная микротрещина распространяется до зоны сжимающих напряжений, сформированных лазерным излучением, которое формирует в обрабатываемом материале два тепловых источника: поверхностный, созданный лазером 1, и объемный, созданный лазером 3.

В результате совместного воздействия лазерного излучения и хладагента в материале происходит развитие несквозной разделяющей микротрещины.

Если изделие имеет сложную пространственную форму, компьютер 12 через блок 11 задает траекторию перемещения каретки 9 (а значит, и зон нагрева и охлаждения) в вертикальной плоскости в соответствии с заданным месторасположением точек траектории на поверхности обрабатываемого изделия, регулируя работу механизма 8 вертикального перемещения. При этом при перемещении объектива 2, объектива 4 в вертикальном направлении сохраняются оптимальные значения плотности мощности излучения на поверхности обрабатываемого изделия и в его внутренних слоях вдоль пространственной траектории термораскалывания.

После завершения процесса обработки изделия 13 прекращаются подача излучения и хладагента в зону обработки и работа источника ультразвуковых колебаний 10. При этом компьютер 12 при помощи блока 11 выводит координатный стол 5 и механизм 8 вертикального перемещения в исходное положение.

Использование предлагаемой установки обеспечивает значительное повышение надежности процесса термораскалывания термостойких материалов за счет использования источника ультразвуковых колебаний 10, который способствует дополнительному движению жидкости хладагента в пограничном слое и ее турбулизации, в результате чего значительно увеличивается и становится более стабильным коэффициент теплоотдачи в зоне воздействия хладагента, что, в свою очередь, позволяет достигать достаточно высоких перепадов температуры между зонами лазерного воздействия и хладагента. Это, в свою очередь, обуславливает возможность соответствующего повышения величины термоупругих напряжений и тем самым повышает надежность процесса термораскалывания термостойких материалов.