

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 5812

(13) U

(46) 2009.12.30

(51) МПК (2009)

C 03B 33/00

(54)

## УСТАНОВКА ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ХРУПКОГО НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

(21) Номер заявки: u 20090428

(22) 2009.05.26

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

(72) Авторы: Шалупаев Сергей Викентье-  
вич; Никитюк Юрий Валерьевич (ВУ)

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

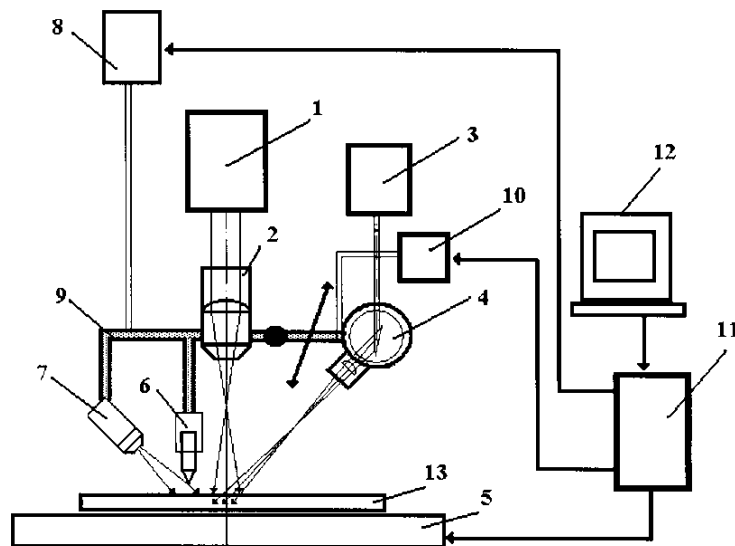
(57)

Установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, 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 размещенный на каретке вертикального перемещения механизм горизонтального перемещения фокусирующего объектива лазера, имеющего длину волны, соответствующую объемному поглощению обрабатываемым материалом.

(56)

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

2. Патент РБ 1979, МПК C 03C 33/02, 2004.



ВУ 5812 U 2009.12.30

# BY 5812 U 2009.12.30

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 хрупких неметаллических материалов.

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 по прямолинейным траекториям.

В случае резки изделий вдоль криволинейных контуров, характеризующихся небольшими радиусами кривизны, использование известной установки становится нецелесообразным из-за невозможности одновременного поддержания оптимальных значений плотности мощности излучения на поверхности и в объеме обрабатываемого изделия. Этот недостаток обусловлен использованием в известной установке только лазерного излучения с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению поверхностными слоями обрабатываемого материала, что в свою очередь делает невозможным выполнение качественной резки.

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 формирования распределения термоупругих полей, необходимого для качественного термораскалывания обрабатываемого материала по прямолинейным траекториям.

Недостатком известной установки является то, что в случае резки изделий вдоль контуров, состоящих из комбинации прямолинейных и криволинейных участков с небольшими радиусами кривизны или состоящих из нескольких криволинейных участков с разными радиусами кривизны, возникает отклонение трещины от перпендикулярного к поверхности материала направления, обусловленное асимметричностью пространственного распределения термоупругих полей относительно траектории перемещения лазерного пучка.

Техническая задача, решаемая заявляемой полезной моделью, - создание установки, обеспечивающей получение прецизионных изделий из хрупких неметаллических материалов с внешней границей, состоящей из совокупности прямолинейных и криволинейных участков или состоящей из совокупности криволинейных участков с различными радиусами кривизны.

Технический результат, достигаемый полезной моделью, заключается в совмещении центров сечений лазерных пучков в плоскости обработки при резке по прямолинейным участкам траектории и в смещении в радиальном направлении центра сечения пучка лазера с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом, относительно центра криволинейного участка контура обработки при резке по криволинейному участку траектории в одном цикле обработки.

Достижение указанного технического результата обеспечивается тем, что установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов, содержащая установленные по-

## BY 5812 U 2009.12.30

следовательно 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 размещенный на каретке вертикального перемещения механизм горизонтального перемещения фокусирующего объектива лазера, имеющего длину волны, соответствующую объемному поглощению обрабатываемым материалом.

В отличие от прототипа введение механизма горизонтального перемещения фокусирующего объектива лазера с длиной волны, соответствующей объемному поглощению обрабатываемым материалом, обеспечивает возможность формирования распределения термоупругих полей, которое необходимо для качественного термораскалывания обрабатываемого материала, как по прямолинейным, так и по криволинейным участкам контура резки в одном цикле обработки.

На фигуре схематически изображена заявляемая полезная модель, вид сбоку.

Установка для лазерной резки хрупких неметаллических материалов состоит из лазера 1 и его фокусирующего объектива 2, лазера 3 и его фокусирующего объектива 4, координатного стола 5, механизма нанесения дефекта 6, устройства подачи хладагента 7, механизма вертикального перемещения 8 с кареткой 9, механизма горизонтального перемещения 10 фокусирующего объектива 4. Фокусирующие объективы 2 и 4, механизм нанесения дефекта 6, устройство подачи хладагента 7 и механизм горизонтального перемещения 10 фокусирующего объектива 4 размещены на каретке 9. Кроме того, установка содержит блок 11 управления координатным столом 5, механизмом вертикального перемещения 8 и механизмом горизонтального перемещения 10. 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, имеющий длину волны излучения  $\lambda = 10,6$  мкм, а в качестве лазера 2  $\text{CO}$  лазер, имеющий длину волны излучения  $\lambda = 5,5$  мкм. В некоторых случаях возможно использование в качестве лазера 2 YAG лазера с длиной волны  $\lambda = 1,06$  мкм (например, при обработке толстых неоптических 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 для фокусировки излучения лазера 1 жестко закреплен на каретке 9.

Фокусирующий объектив 4 для фокусировки излучения лазера 3 закреплен на боковой стороне каретки 9, выполненной в виде кинематической пары, при этом механизм 10 горизонтального перемещения фокусирующего объектива 4 обеспечивает заданное расположение области воздействия излучения лазера 3 относительно контура обработки и может быть выполнен в виде шагового двигателя, связанного с кинематической парой.

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.

# BY 5812 U 2009.12.30

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

Механизм 8 может быть выполнен в виде шагового двигателя, связанного с кареткой 9, установленной на направляющей или иным образом.

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 в пятно круглого или эллиптического сечения. 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. 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 их совместного с хладагентом воздействия в материале происходит развитие разделяющей микротрещины, распространение которой в поверхностных слоях определяется воздействием хладагента и излучения лазера 1 с длиной волны, соответствующей интенсивному поглощению материалом, а глубинное развитие трещины контролируется излучением лазера 3 с длиной волны, соответствующей интенсивному объемному поглощению.

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 и объектива 4 в вертикальном направлении сохраняются оптимальные значения плотности мощности излучения на поверхности обрабатываемого изделия и в его внутренних слоях вдоль пространственной траектории термораскалывания.

В случае нанесения микротрещины вдоль контура обработки, состоящего из совокупности прямолинейных и криволинейных участков, компьютер 12 через блок 11 задает перемещение объектива 4 в горизонтальной плоскости, регулируя работу механизма 10. При этом при перемещении объектива 4 в горизонтальном направлении обеспечивается либо точное совмещение центров лазерных пучков в случае резки по прямолинейному участку, либо обеспечивается смещение пучка лазера 3 относительно контура обработки в случае резки по криволинейному участку. Смещение пучка лазера 3 в радиальном направлении относительно центра кривизны криволинейного контура обеспечивает устранение отклонения наносимой микротрещины от плоскости, перпендикулярной обрабатываемой поверхности.

После завершения процесса обработки изделия 13 прекращается подача лазерного излучения и хладагента в зону обработки. При этом компьютер 12 при помощи блока 11 выводит координатный стол 5 и механизм 8 вертикального перемещения в исходное положение.

# **ВУ 5812 U 2009.12.30**

Использование предлагаемой установки обеспечивает значительное расширение номенклатуры выпускаемых изделий за счет получения методом лазерного термораскалывания изделий из хрупких неметаллических материалов с внешней границей, состоящей из совокупности прямолинейных и криволинейных участков.