

Лабораторная работа №1 «Исследование процесса сквозного лазерного термораскалывания силикатных стекол»

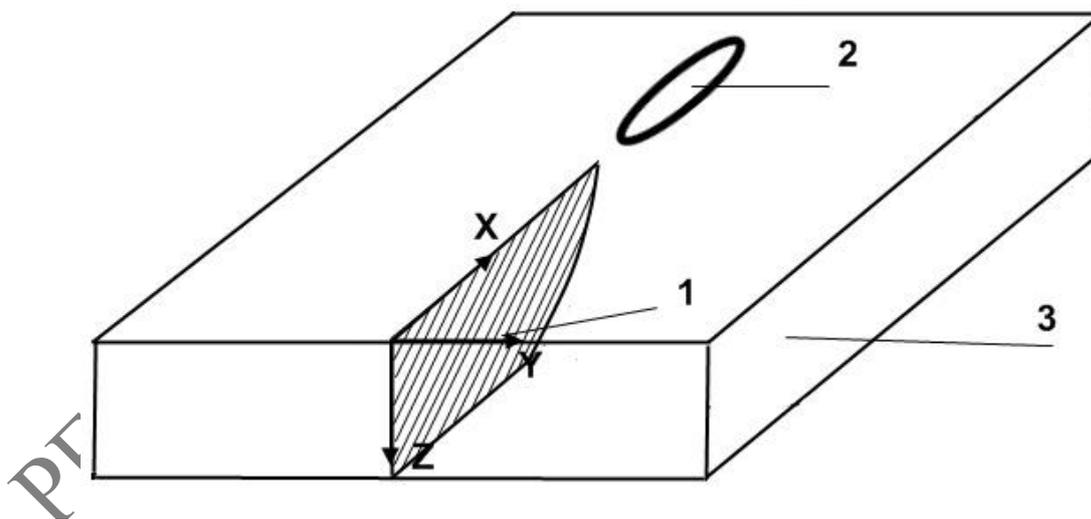
Цель работы: Изучить на эксперименте процесс сквозного лазерного термораскалывания силикатных стекол; определить допустимые режимы обработки при которых реализуется данный процесс.

Материалы и оборудование: Технологический комплекс лазерной обработки материалов, инструментальный микроскоп БМИ-1Ц.

Основные понятия по теме

В силу исторически сложившихся представлений о разделении хрупких неметаллических материалов под действием термоупругих напряжений первоначально управляемым лазерным термораскалыванием назывался процесс формирования в стекле сквозной разделяющей трещины, перемещающейся за лучом лазера. В настоящее время этот вид лазерного разделения хрупких неметаллических материалов называется сквозным термораскалыванием. Разработчиком данной технологии является американский исследователь Р. М. Ламли.

Сущность сквозного лазерного термораскалывания заключается в образовании сквозной разделяющей микротрещины и ее распространении в хрупком неметаллическом материале под действием термоупругих напряжений, сформированных в результате поверхностного лазерного



1 – трещина; 2 – лазерный пучок; 3 – образец.

Рисунок 1.1 – Схема образования разделяющей трещины при сквозном лазерном термораскалывании

нагрева линии обработки вследствие относительного перемещения лазерного пучка и поверхности материала (см. рисунок 1.1). При этом температура в

зоне обработки ограничивается сверху значениями, при которых отсутствует релаксация термоупругих напряжений, обусловленная пластической деформацией.

Здесь нужно пояснить, что важным условием осуществления любой из технологий лазерного термораскалывания является реализация разрушения, обусловленного хрупкостью материала. Феноменологически различают два основных типа разрушения – пластическое и хрупкое. Эти термины возникли сначала как технические понятия, используемые на практике. В рамках физической теории приемлемо описание явлений пластического и хрупкого разрушения с использованием терминов «разрушение срезом» и «разрушение сколом» соответственно. При этом хрупкость материала определяется как отношение сопротивления сдвигу к сопротивлению на разрыв. Если это отношение больше единицы, материал считается хрупким. Однако нужно отметить, что хрупкость материалов может быть собственно хрупкостью как свойством материала, определяемым природой межатомного взаимодействия и кристаллохимической структурой вещества, так и хрупким состоянием материала. Хрупкое состояние материала определяется такими факторами как микроструктура материала и условия его деформирования. При определенных внешних условиях (температура, давление) хрупкие материалы приобретают способность к пластической деформации. Это означает, что скорости протекания процессов релаксации напряжений достигают значений не ниже скорости приложения этих напряжений».

Таким образом, температура в зоне обработки при лазерном термораскалывании должна быть ограничена значениями, соответствующими отсутствию релаксации термоупругих напряжений, которая обусловлена пластической деформацией.

К преимуществам метода сквозного лазерного термораскалывания не только перед механическими способами обработки, но и перед другими лазерными технологиями обработки хрупких неметаллических материалов следует отнести его безотходность, обусловленную нулевой шириной реза.

Однако сквозное лазерное термораскалывание имеет несколько серьезных недостатков. Эта технология характеризуется низкой скоростью резки и зависимостью режимов термораскалывания от габаритов исходной заготовки, что делает практически невозможно термораскалывание образцов больших типоразмеров. Кроме этого, к недостаткам следует отнести низкую точность разделения. Наличие вышеперечисленных недостатков обусловило признание этого способа бесперспективным.

Ход работы

- I. Включение и настройка установки
 1. Открыть вентиль системы подачи охлаждения лазера.
 2. Включить на распределительном щитке подачу питания на установку.

3. Поворотом тумблера «Сеть» в положение «ON» включить шкаф управления TS-8.

4. Перевести тумблер «Устройство охлаждения» в положение «ВКЛ». При этом активируется система подачи сжатого воздуха на форсунку и в систему обдува линз.

5. Включить стойку числового программного управления (ЧПУ) координатным столом поворотом тумблера на боковой панели стойки ЧПУ в положение «ON».

6. Включить подачу питания CO₂-лазера переключением сетевого тумблера «I/O» на блоке «ИПЛ-3» в положение «ВКЛ». Нажать кнопку «Пуск».

7. Подать питание на шаговые двигатели управления перемещения координатного стола, нажав кнопку «Станок ВКЛ».

8. Для вывода координатного стола в нулевое положение нажать кнопки «-x», «-y», «-z» и дождаться прекращения движения механических частей координатного стола.

9. Установить сфероцилиндрическую линзу в систему фокусировки излучения. Поворотом регулировочного винта на системе фокусировки излучения, установить линзу так, чтобы большая ось эллипса была ориентирована вдоль линии обработки. Перемещая линзу в вертикальной плоскости, добиться размеров эллипса на поверхности образца равным $a=8$ мм, $b=1,5$ мм.

II. Экспериментальное исследование.

1. Положить стеклянную пластинку на координатный стол в области обработки.

2. Загрузить на стойке ЧПУ файл «Skvoz.mpf»

G94

G1A90F1000

G1X408Y150F2000

M50M42M44M48

G1x408Y450F600

M43

M51M45M49

M30

3. На блоке питания лазера «ИПЛ-3» установить рукояткой «ТОК» ток лазера 40μA. В файле изменить скорость обработки материала с F600 на F120, что соответствует скорости 2 мм/с. Запустить программу на исполнение. В процессе выполнения программы пронаблюдать образование сквозной трещины вдоль линии обработки, а также образование посечки на поверхности материала. Образование посечки происходит в следствии превышения температуры материала, в области воздействия лазерным излучением, температуры стеклования. Дождаться окончания выполнения программы.

4. Уменьшив скорость обработки до 1 мм/с, повторить действия по пункту 3.

5. Увеличивая скорость с шагом 1 мм/с получить серию образцов со сквозной трещиной, а также пронаблюдать образование стеклянной стружки на поверхности образца. Т.е. процесс скрайбирования. Скорость увеличивать до тех пор, пока будет наблюдаться процесс сквозного термоскалывания и процесс скрайбирования.

6. Повторить последовательность операций по пунктам 3-5 при следующих параметрах тока лазера и начальной скорости обработки:

I=45 μ A F180 (3 мм/с)

I=50 μ A F180 (3 мм/с)

I=55 μ A F240 (4 мм/с)

7. Вращая регулировочные винты системы позиционирования форсунки настроить подачу хладагента так, чтобы центр пятна хладагента на поверхности образца лежал на линии обработки, а расстояние между центром лазерного пучка и центром хладагента составляло 6 мм, радиус пятна хладагента 2,5 мм.

8. Повторить последовательность операций по пунктам 3-5, наблюдая за образованием сквозной трещины, при следующих параметрах тока лазера и скорости обработки:

I=40 μ A F120 (2 мм/с)

I=45 μ A F120 (2 мм/с)

I=50 μ A F120 (2 мм/с)

I=55 μ A F120 (2 мм/с)

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

Отчет должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Цель работы .
3. Перечень режимов обработки при которых реализуется данный процесс.
4. Фотографии торцов разделенных стекол с инструментального микроскопа.
5. Выводы по лабораторной работе.