

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОГО ТЕМРОРАСКАЛЫВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ И СТЕКЛЯННЫХ ИЗДЕЛИЙ ТРУБЧАТОЙ ФОРМЫ

Середа А.А.

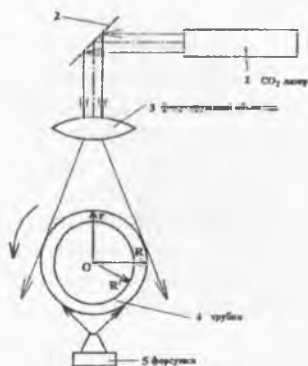


Рисунок 1 Схема резки стеклянных трубок
методом лазерного термораскалывания

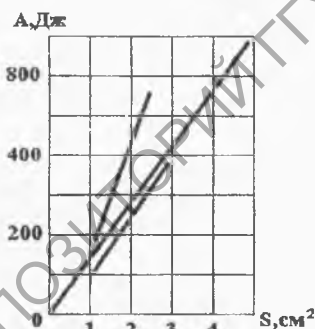


Рисунок 2 Зависимость количества энергии, необходимой для термораскалывания трубок из различного стекла от площади их поперечного сечения 1 - стекло марки С40-1; 2 - стекло С52-1 3 - С95-2.

Для исследования процессов лазерного термораскалывания изделий трубчатой формы из керамики и стекла использовался газовый CO_2 лазер ИЛГН-802 с выходной мощностью излучения 60 Вт, работающий в непрерывном режиме с длиной волны $\lambda_2 = 10,6$ мкм. Резка трубок осуществлялась по следующей схеме (рисунок 1). Перед началом облучения лазерным излучением на поверхность трубки 4 с помощью алмазного инструмента по линии разделения наносится точечный дефект. После этого область трубки, включающая линию резки, помещается в зону воздействия излучения лазера 1, и после 2 – 3-х оборотов вокруг оси подвергается воздействию хладагента 5, совершая при этом еще один полный оборот. К этому моменту происходит образование термотрещины вдоль линии раздела.

Применяя данную методику, разработанную для резки стеклянных и керамических труб большого диаметра, можно успешно решить проблему лазерного термораскалывания трубок диаметром от 1 до 6 мм. Основное влияние на процесс лазерного термораскалывания таких трубок оказывают плотность мощности лазерного излучения и скорость вращения трубки относительно ее оси в зоне нагрева.

В таблице 1 содержится информация о режимах лазерного термораскалывания и времени резки при экспериментальном разделении трубок из стекла С52-1 диаметром 2,7

мм. Из анализа полученных результатов следует, что оптимальная скорость вращения трубок диаметром 2,7 мм составляет 80-90 об/мин.

Таблица 1 Режимы лазерного термораскалывания трубок из стекла С52-1 диаметром 2.7 мм

Размер пучка, мм		Среднее время резки (с) при скорости вращения трубки (об/мин)							
2а	2в	33	42	69	80	90	111	132	
21,5	1,15	4,3	4,1	3,6	3,4	3,3	4,4	4,6	
20,0	1,10	4,6	3,4	3,4	3,2	3,3	3,3	3,8	
19,5	1,10	4,3	3,6	3,6	3,2	3,3	3,5	3,9	
18,5	1,10	3,7	3,6	3,0	2,6	2,7	3,1	3,2	
17,5	1,25	3,3	3,2	3,0	2,6	2,8	3,0	3,4	
16,3	1,65	3,2	3,2	2,9	2,8	2,5	3,1	3,4	
15,5	1,90	3,9	3,0	3,0	2,7	2,8	2,9	3,3	
14,3	2,10	3,2	3,2	3,3	2,8	2,4	2,9	3,3	

В выполненных нами экспериментальных исследованиях термораскалывания керамических и стеклянных трубок диаметром 1 - 6 мм оптимальными по производительности разделения и качеству торцов оказались значения плотности мощности лазерного излучения, равные 1-2 Вт/мм² для стеклянных трубок и 20-25Вт/мм² - для керамических. При этом ширина лазерного пучка (малая ось эллипса 2в в поперечном сечении пучка) должна выбираться в пределах от 0,5 до 1,5 толщины стенки трубки. Кроме того, установлено, что количество тепловой энергии, которую необходимо подвести к поверхности трубки для ее раскалывания по линии облучения, линейно возрастает с увеличением площади поперечного сечения разделяемой трубки (рисунок 2).

Таким образом, в процессе лазерного термораскалывания, основными этапами которого являются предварительное искусственное уменьшение прочности образцов путем нанесения точечного дефекта, последующий лазерный нагрев зоны разделения и быстрое охлаждение ее с помощью хладагента, обеспечивается надежное и качественное разделение керамических и стеклянных изделий трубчатой формы малых диаметров. По технологическим параметрам этот метод превосходит традиционные методы механической обработки.