

## **Сравнительный анализ вариантов модификации лазерной сканирующей системы**

**Ткаченко М.Н.** (Университет ИТМО, Санкт-Петербург)  
**Научный руководитель – к.т.н., доцент, Помпеев К.П.**  
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург)

**Введение.** В работе представлены результаты сравнительного анализа двух вариантов конструкции модуля лазерной сканирующей системы, позволяющего расширить диапазон распространения лазерного луча (далее ЛЛ) в пространстве.

В настоящее время в приборостроительной отрасли четко обозначилась тенденция повышения требований к качеству деталей радиоэлектронной аппаратуры, обеспечить которое можно на основе совершенствования и разработки эффективных технологий их формообразования.

Значительная часть всей номенклатуры деталей приборов представляет собой тонкостенные осесимметричные, а также плоские детали, в конструкции которых все в большей степени присутствуют такие элементы, как отверстия малого диаметра.

Традиционным методом получения таких отверстий является механическая обработка спиральными сверлами. Однако данный способ имеет ряд недостатков, в том числе: образование заусенцев, низкое качество поверхности, а также высокое соотношение длины к диаметру инструмента, что приводит к его частой поломке.

Для обработки отверстий малого диаметра широко используются комбинированные методы обработки, в частности, электроэрозионный и электрохимический. Однако при таком способе зачастую возникают высокие значения шероховатости, форма и размер получаемых отверстий ограничены толщиной электроэрозионной проволоки, а также возможны затруднения при проектировании средств технологического оснащения.

Современным решением обработки разнофазных материалов является лазер. Лазер имеет значительные преимущества перед механическими, химическими и электрическими методами воздействия на материал: бесконтактность, размер рабочего инструмента, локальность процесса, высокое качество и точность обработки. [1]

**Основная часть.** Ввиду того, что плотность энергии ЛЛ распределяется неравномерно и концентрируется на диаметре фокального пятна, структура лазерного луча повторяет форму “песочных часов”. Такие ограничения не позволяют получать микроотверстия с прямыми стенками, а уменьшение плотности энергии ЛЛ приводит к ухудшению качества получаемых поверхностей отверстий. [2]

Для решения данной проблемы предлагается использовать способ увеличения диапазона распространения лазерного луча в пространстве за счет двух синхронных вращений, где первое обеспечивает изменение угла падения луча к обрабатываемой поверхности, а второе - вращает луч вокруг оси отверстия. В этом случае одна и та же часть ЛЛ, имеющая максимальную плотность энергии, будет взаимодействовать со стенкой отверстия. Использование такого метода лазерной перфорации микроотверстий позволит

не только получать отверстия с прямыми стенками, но и конусные с регулируемым степенью расширения от входа к выходу. Для реализации предлагаемой методики были разработаны несколько вариантов конструкции модуля лазерной сканирующей системы.

**Целью данной работы** является сравнительный анализ разработанных вариантов конструкций модуля лазерной сканирующей системы реализующих предлагаемый способ увеличения диапазона распространения лазерного луча в пространстве.

Для этого в работе были последовательно оценены параметры каждой конструкции, а именно: вес, жесткость, надежность, размеры конструкционных элементов и их технологичность, а также степень увеличения диапазонов пространственных характеристик лазерного луча после интеграции модуля в лазерную установку. Дополнительно была оценена сложность изготовления элементов конструкций, их сборка в основные узлы модуля.

**Вывод.** Проведенный сравнительный анализ позволил выявить сильные и слабые стороны каждой из предложенных конструкций модуля лазерной головки, что послужило основой для выбора его рациональной конфигурации, дальнейшей доработки конструкции модуля с учетом выявленных недостатков и последующего его изготовления. Реализация предложенного способа увеличения диапазона распространения лазерного луча в разработанном модуле демонстрирует перспективу улучшения качества и расширения возможностей лазерной перфорации отверстий с вертикальными стенками.

В дальнейшем планируется провести экспериментальные исследования по перфорации микроотверстий на различных материалах с использованием разработанного модуля для подтверждения теоретических результатов и определения рациональных параметров процесса лазерной обработки.

#### **Список используемых источников.**

1. Schulz W., Eppelt U., Poprawe R. Review on laser drilling I. Fundamentals, modeling, and simulation // Journal of laser applications. – 2013. – Vol. 25. – №. 1.
2. Ткаченко М. Н. и др. Перспективы использования оптической сканирующей системы с измененными пространственными характеристиками распространения луча. – 2024.

Автор:

Ткаченко М. Н. \_\_\_\_\_

Научный руководитель:

Помпеев К. П. \_\_\_\_\_