

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Шмонина В.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Бордусов С.В. – д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры ЭТТ

Аннотация. Рассмотрены основные конструкции технологического оборудования для лазерной обработки материалов. Приведены основные преимущества и недостатки конструкций и рассмотрены дальнейшие тенденции развития.

Ключевые слова: лазерная обработка, лазерный технологический комплекс

Введение. Одним из прогрессивных технологических направлений за последние годы стало использование лазерных технологий, которые развиваются быстрыми темпами. Лазерные технологические комплексы (ЛТК), предназначенные для реализации различных видов лазерных технологий обработки материалов, становятся все более востребованными. Внедрение лазерных технологий практически всегда повышает качество и производительность обработки, обеспечивает экологическую чистоту производства.

Основная часть. К наиболее практически значимым видам лазерной обработки традиционно относят термообработку, резку, сварку, наплавку и поверхностное легирование, как наиболее изученные и апробированные на практике процессы. Учитывая особенности лазерного излучения все эти технологические приемы можно осуществлять на универсальной лазерной технологической установке (ЛТУ) при незначительной перенастройке [1].

В лазерной технологии обработки материалов используются в основном твердотельные, волоконные, газовые СО₂ и эксимерные лазеры. При этом независимо от типа лазера, режима работы (непрерывного, импульсного и импульсно-периодического) и назначения ЛТУ состоят из ряда аналогичных функциональных узлов и имеют общую структурную схему, образец которой представлен на рисунке 1 [2].

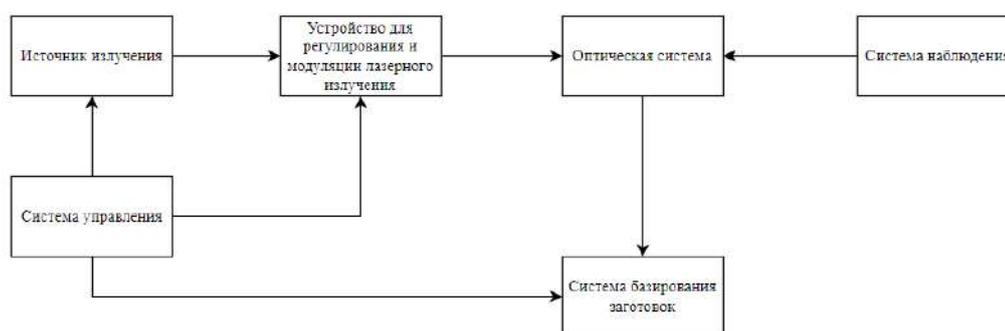


Рисунок 1 – Структурная схема ЛТУ

В свою очередь конструкция и возможности ЛТК определяются типом манипулятора детали и оптики. По этому признаку ЛТК разделяются [3]:

- на ЛТК с манипулятором изделий (оптика неподвижна, а манипулятор перемещает деталь);
- ЛТК с манипулятором оптики (деталь неподвижна, а оптика движется);
- ЛТК смешанного типа (подвижны и оптика, и деталь);

– ЛТК с манипулятором изделий могут быть выполнены на базе двух координатных систем, ротационных и систем смешанного типа.

В комплексах с манипулятором изделий на базе двух координатных столов обычно рядом со столом устанавливается стойка с консолью, на которой закреплен вертикальный манипулятор, который перемещает оптическую фокусирующую головку по оси Z (рисунок 2) [4]. Лазер укрепляется непосредственно за стойкой, и длина оптического тракта минимальна. Такие комплексы достаточно надежны и обеспечивают высокую точность и качество обработки.

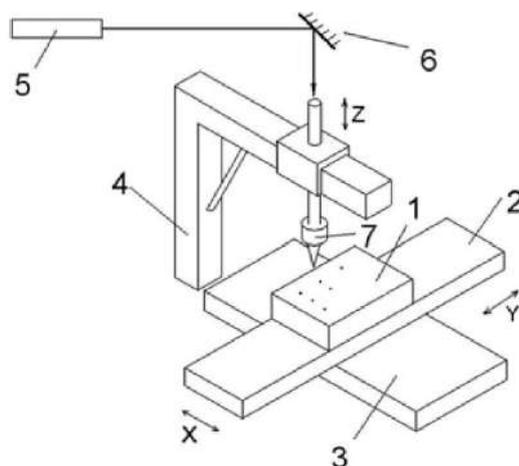


Рисунок 2 – Схема ЛТК с манипулятором изделия – двух координатным столом:
1- деталь; 2 – подвижная рейка; 3 – неподвижная рейка; 4 – консоль; 5 – лазер; 6 – поворотное зеркало; 7 – подвижная (по оси Z) головка

Недостатками ЛТК с манипулятором изделий являются [4]:

- перемещение крупных листов занимает большие площади;
- тонкие листы могут вибрировать при больших скоростях;
- массивные детали перемещать сложно.

Наиболее распространены двух координатные порталные (мостовые) системы для плоской обработки, при которой деталь и лазер неподвижны, а перемещается оптика. Схема порталной системы приведена на рисунке 3 [4].

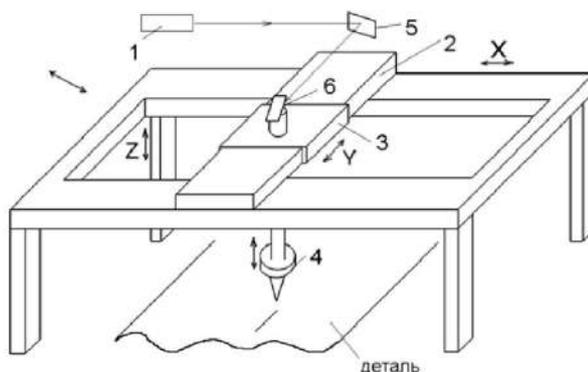


Рисунок 3 – Схема ЛТК с манипулятором оптики – двух координатным порталом:
1 – лазер; 2 – поперечная планка; 3 – портал; 4 – оптическая головка с объективом; 5,6 – зеркало

Преимуществами такой системы являются [4]:

- высокая скорость обработки – до 100 м/мин;
- высокая точность обработки – оптика легкая;
- возможность быстрой смены деталей;
- возможность обработки деталей больших габаритных размеров.

Главный недостаток такой системы – переменный оптический тракт, поэтому необходимы жесткие требования к лазерному пучку.

В порталной системе возможна установка лазера на портале. В этом случае достигается минимальная длина оптического тракта, которая не меняется в процессе работы. Но она рассчитана на лазеры малой мощности и при мощностях выше 500 Вт работа конструктивно невозможна, т. е. ее применение ограничено.

Существуют также системы со сложной траекторией оптики – роботы-манипуляторы оптики. Они имеют преимущество перед другими типами, поскольку легко встраиваются в автоматизированные линии. Существуют две принципиально разные системы соединения лазера и робота:

- хват стандартного робота перемещает гибкий лучепровод из оптического волокна;
- луч проходит внутри лучепровода, содержащего несколько зеркал на шарнирах (рисунок 4) [4].

Первая схема удобна, но в ней передаваемая мощность обычно не превышает пока 500 Вт. Причем для каждого диаметра волокна она своя. Также недостатком первой схемы является увеличение инварианта пучка на выходе до 1,5...2 раз.

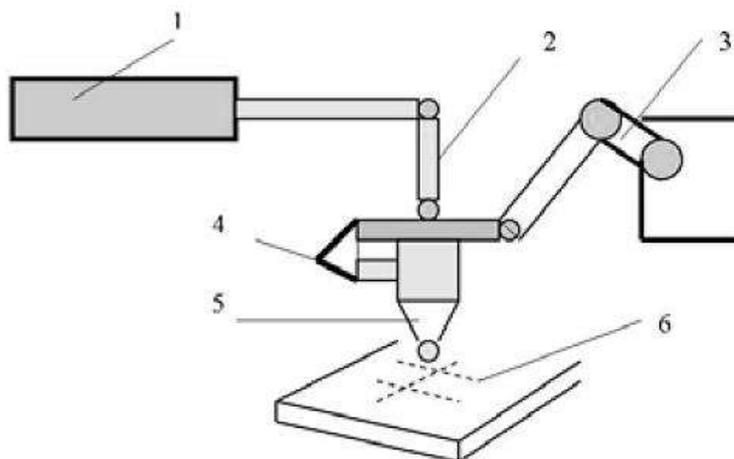


Рисунок 4 – Схема АЛТК лазер-робот:

1 – лазер; 2 – лучепровод; 3 – плечо робота; 4 – поворотные зеркала; 5 – оптическая головка; 6 – деталь

При реализации системы лучепровода с шарнирными зеркалами передаваемая мощность повышается до нескольких кВт, но при этом предъявляются высокие требования к механике лучепровода. Перспективны схемы, где плечо робота находится вне лучепровода. Обычно робот может перемещать оптическую головку в пределах рабочей зоны объемом до 1 м^3 со скоростью до 2 м/мин и точностью позиционирования до 0,05 мм.

ЛТК смешанного типа – это комбинации манипуляторов оптики с манипуляторами изделия. Дополнительные возможности дает усложнение траектории оптики за счет вращения оптической головки в двух направлениях. Перемещение по координате Z в системах для объемной обработки большее, чем в ЛТК для плоской обработки. Кроме того, сопло объектива может перемещаться независимо. С помощью датчика постоянно отслеживается расстояние между поверхностью детали и соплом, и сигнал подается на привод.

Каждый тип конструкции ЛТК имеет свои преимущества и недостатки, и дальнейшая их модернизация будет направлена на совершенствование их параметров и улучшение качества обработки.

В настоящее время области разработки лазерного технологического оборудования работы ведутся в следующих направлениях:

1. Совершенствование конструкции технологических лазеров, повышение их мощности и надежности, уменьшение габаритных размеров. Мощность технологических лазеров,

предлагаемых на мировом рынке в составе ЛТК и ЛТУ различными фирмами, достигла 40 ... 100 кВт [4].

2. Совершенствование ЛТК и их составных частей – комплектование лазерами большой мощности с лучшими характеристиками, дальнейшее совершенствование существующих конструкций и компоновок ЛТК, а также создание новых, разработка ЛТК по модульному принципу, улучшение динамических и точностных характеристик ЛТК, создание ЛТК в комбинации с другими агрегатами.

3. Создание роботизированных ЛТК для выполнения прецизионных технологических операций. В этом случае источник мощного лазерного излучения размещается на массивном неподвижном столе, практически не подверженном вибрационным воздействиям. Сам же луч должен иметь свободу перемещения по всей поверхности обрабатываемой детали и возможность вращения в нескольких плоскостях. Управление лучом осуществляется с помощью зеркальной оптики, отклоняющий луч в нужном направлении под действием электрических сигналов от управляющего компьютера. Дальнейшее совершенствование роботизированных ЛТК связаны с переходом на гибкие световоды, когда специальная лазерная головка имеет возможность перемещения в пространстве и вращения в нескольких плоскостях.

Таким образом, лазерные установки и лазерные технологические комплексы характеризуют современный этап научно-технического прогресса. Они удовлетворяют основным требованиям по экологической чистоте, энергетической и ресурсной экономичности, полной автоматизации при сохранении требований высокой производительности и максимального экономического эффекта.

Заключение. Рассмотрены основные преимущества и недостатки конструкций лазерных технологических комплексов. Обозначены тенденции развития лазерных технологий, включающие в себя совершенствование конструкции технологических лазеров, совершенствование ЛТК и их составных частей, создание роботизированных ЛТК.

Список литературы

1. Шастин В.И. Современное состояние и перспективы промышленного использования лазерных технологий в машиностроении/ В.И Шастин// Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2008. - №2 – С. 60 – 66.
2. Менушенков А.П. Физические основы лазерной технологии. Учебное пособие/А.П. Менушенков, В.Н. Неволин, В.Н. Петровский. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 212 с.
3. Курочкин Ю.В. Специальное технологическое оборудование и оснастка лазерной обработки: Учебное пособие/ Ю.В. Курочкин. – Москва : МГИУ, 1999. – 90 с.
4. Лосев В.Ф. Лазерные технологии и оборудование/ В.Ф. Лосев, В.П. Ципилев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 148 с.
5. Овертон Г. Годовой обзор и прогноз мирового рынка лазеров./ Г. Овертон, Д.А. Белфорте, А. Ноге, К. Холтон //Лазер-информ – 2016 – № 3-4 – с.2-8.

UDC 621.373.8

MODERN TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR LASER PROCESSING OF ELECTRONIC EQUIPMENT MATERIALS

Shmonina V.J.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bordusov S.V. – Dr. Tech. Sc., full professor, professor of the department of ETT

Annotation. The main designs of technological equipment for laser processing of materials are considered. The main advantages and disadvantages of the designs are given and further development trends are considered.

Keywords: laser processing, laser technology complex