

### Список литературы:

1. Панин В.Е., Панин А.В., Елсукова Т.Ф., Попкова Ю.Ф. Фундаментальная роль кривизны кристаллической структуры в пластичности и прочности твердых тел. // Физическая мезомеханика. – 2014. – Т. 17. – № 6. – С. 7–18.

## ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ ЛАЗЕРНЫХ СТАНКОВ

*А.В. Жуков, студент гр. 8НМ41*

*А.С. Базаров, студент гр. 8НМ41*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел.(3822)-444-555*

*E-mail: aviguk@tpu.ru*

Высокая точность, многофункциональность, производительность, экономичность. Все эти свойства характерны для лазерного оборудования, которое вследствие стремительного развития науки и техники заняло достойное место среди наиболее эффективных образцов технологического оснащения, используемого в промышленности, мелкосерийном производстве и сфере услуг [1].

В данный момент на отечественном рынке можно купить лазерное оборудование нескольких типов. В зависимости от степени производительности, оно классифицируется на несколько больших групп:

Компактные лазерные установки мощностью до 80 Ватт. Они нашли широкое применение в легкой промышленности, достаточно успешно используются предприятиями, выпускающими рекламную продукцию, небольшими мастерскими, оказывающими услуги гравировки.

Лазерное оборудование средней мощности, применяемое для обработки древесины, ткани и прочих материалов. Его мощность варьируется в пределах 80–195 Ватт.

Высокопроизводительные лазерные машины, мощность которых может достигать 5 кВт и более. Основные их потребители крупные промышленные предприятия, выпускающие продукцию большими партиями.

В зависимости от прямого назначения, всё лазерное оборудование можно разделить на две большие группы:

1. Граверы. Такая лазерная установка дает возможность максимально точно наносить изображения на поверхность разнообразных материалов, среди которых стекло, дерево, металл, пластик, пенопласт. Выгравированное изображение практически не подвержено истиранию, отличается долговечностью.

2. Оборудование для лазерной резки. Для устройств этой группы характерна высокая точность реза. Кроме того, благодаря его применению, удается добиться абсолютно гладкой поверхности кромки. Данный факт обусловлен тем, что использование оборудования для лазерной резки не предполагает механического воздействия на заготовку. Обработка материалов происходит быстро и с минимальными затратами.

По способу генерации луча происходит деление на три основных типа:

1. **Углекислотные лазеры.** Активной средой является газообразная смесь углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), азота ( $\text{N}_2$ ), гелия ( $\text{He}$ ). Иногда добавляется водород ( $\text{H}_2$ ), ксенон ( $\text{Xe}$ ). Фокусировка лазерного луча осуществляется за счёт отражающих зеркал и фокусирующих линз, устанавливаемых непосредственно на элементах станка [2].

**Достоинства:** отличное качество обработки; низкие энергозатраты; простота конструкции – лёгкий монтаж и обслуживание оптической системы; взаимозаменяемость лазерных трубок; широкий диапазон режимов излучения – возможность качественной обработки различных материалов.

**Недостатки:** сравнительно невысокий ресурс лазерной трубки ( $\approx 10000$ - $15000$  часов); хрупкая конструкция лазерной трубки; повышенное тепловыделение – невозможность работы лазерной трубки без надёжного охлаждения; сильная зависимость ресурса от температуры охлаждающей жидкости (необходим её тщательный контроль, что затрудняет процесс эксплуатации станка); нестабильность работы при низкой мощности (ниже 15-20% от максимума); необходимость замены питающего трансформатора вместе с лазерной трубкой (они должны соответствовать друг другу по мощности); зависимость толщины обрабатываемых заготовок от мощностной характеристики лазерной трубки; необходимость расположения источника излучения в непосредственной близости от зоны обработки; увеличение габаритов трубки при увеличении мощности.

2. **Твердотельные лазеры.** В основе активной среды могут быть диэлектрические кристаллы с собственными точечными дефектами или активированные диэлектрические кристаллы и стёкла. В качестве активаторов кристаллов и стёкол обычно служат ионы группы железа или ионы редкоземельных элементов [2].

**Достоинства:** высокая удельная мощность; высокое качество при большой мощности; высокий КПД; широкий диапазон длин волн; широкий диапазон длительностей импульсов; совместимость длин волн с оптическим волокном – возможность доставки излучения по оптоволокну; широкий диапазон длительностей импульсов (от 10<sup>-2</sup> до 10<sup>-14</sup> с);

**Недостатки:** необходимость накачки; двойное преобразование энергии (электричество – свет – лазерное излучение); невозможность получения высокого КПД; низкая долговечность лазера.

3. **Оптоволоконные лазеры,** представляют собой оптический квантовый генератор, в котором активная среда и резонатор построены на базе оптического волокна. Существует два варианта реализации данного лазера: Цельноволоконный (полностью волоконная реализация), волоконно – дискретный (комбинированное использование волоконных и других элементов в конструкции). Фокусировка осуществляется внутри оптоволоконка [5].

**Достоинства:** небольшие размеры; высокое качество пучка; надёжность и простота в эксплуатации; термостойкость.

**Недостатки:** возможность возникновения нелинейных эффектов; сравнительно небольшая выходная энергия в импульсе, обусловленная малым объёмом активного вещества; не высокая стабильность поляризации; небольшой потенциал для наращивания выходной мощности импульса.

Что касается механики станка, то при использовании как углекислотных, твердотельных и оптоволоконных лазеров она существенно не отличается. В основе

механической части находятся шаговые двигатели, которые совершают поворот на определённый угол, за счёт получаемых импульсов с преобразователя. В свою очередь вращение с шагового двигателя передаётся на зубчатый ремень или червячную передачу, преобразующие вращательное движение в поступательное, за счёт чего происходит движение по осям. Зубчатые ремни отвечают за перемещение каретки по направляющим в координатах X, Y. Червячная передача отвечает за перемещение рабочего стола в координате Z. Упрощённая схема представлена на рисунке 1.

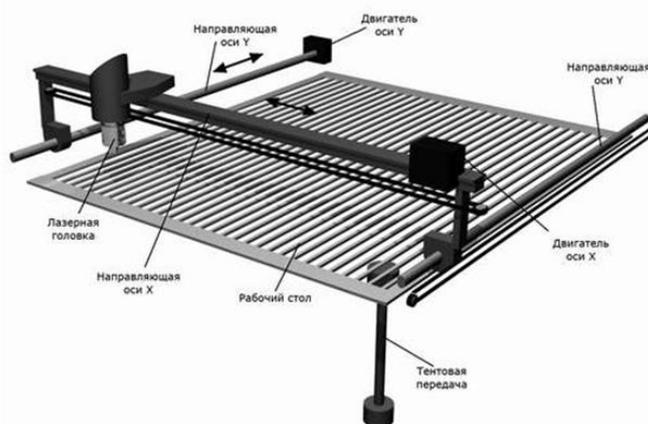


Рис. 1. Упрощённая схема механической части лазерного станка.

Производительность, лёгкость в эксплуатации, дешевизна вот одни из достоинств лазерного оборудования. Но при всех положительных моментах никогда не стоит забывать и про существующие недостатки. Речь пойдёт об одном важном недостатке не только лазерного оборудования, но и остального обрабатывающего оборудования в целом. Таким недостатком является динамика оборудования. Рассмотренный выше и исследованный теоретически механический узел с точки зрения динамики не является идеальным, и имеет ряд нареканий, которые влияют на точность позиционирования и жёсткость данного оборудования.

Начать стоит с шагового двигателя [3] – элемента, от которого поступает изначальное движение к приводам станка. Данный двигатель имеет наибольшее применение в лазерном оборудовании. Наряду с его многочисленными достоинствами не стоит забывать про значимые недостатки, которые влияют на динамику станка. К таким недостаткам стоит отнести возникающий эффект резонанса, который приводит к пропуску шагов и потере синхронности. За счёт резонанса возникают вибрации двигателя, которые оказывают влияние на всю систему лазерной резки. Со временем от вибрации сбивается настройка положения отражающих стекол, которые отвечают за точность позиционирования лазерного луча. Так же данный двигатель не имеет обратной связи для контроля шагов, что не даёт возможности следить за точностью перемещений. Не возможность точного позиционирования, да и в целом перемещения с высокой стартовой скоростью, данные двигатели склонны к медленному разгону. После получения перегруза на валу, не способен к быстрому возобновлению работы. Все эти недостатки в целом дают определённые погрешности в динамике данного станка.

Второй элемент которому стоит уделить не малое внимание – это ремённая передача (зубчатый ремень) [4]. На ряду с его достоинствами, бесшумность ,

плавность работы, компенсация перегрузок и т.д., существуют не маловажные недостатки, оказывающие влияние на динамику. Во-первых, растяжение ремня, происходящее с течением времени эксплуатации. Во-вторых, существующие зазоры между зубьями ремня и зубчатым колесом. Приведённые недостатки суммарно предают определённую погрешность точности позиционирования лазерной головки. Совершая круговое движение лазер не возвращается в исходную точку с максимальной точностью. При обработке больших деталей данный недостаток скрадывается, но при обработке маленьких деталей становится видным не вооружённым глазом.

Сказать определённо, какого типа лазерный станок лучше или хуже очень тяжело так как каждый из них эффективно используется при обработке таких материалов, обработка которых не приемлема для другого. Но конструкция не имеет принципиальной разницы, что позволило объективно исследовать её и отметить ряд недостатков. Теоретическое выявление данных недостатков, влияющих на динамику лазерных станков, является важным моментом в изучении данного оборудования. Ведь на данный момент проблема динамики, не только лазерных станков, но и обрабатывающих станков в целом является актуальной. Проблема требует практических исследований, расчётов и возможных конструктивных вариантов её минимизации.

#### **Список литературы:**

1. О. Звелто. Принципы лазеров. – М.: «Мир», 1990. – 558 с.
2. Байбародин Ю.В. Основы лазерной техники: учебник для студентов высших технических учебных заведений. – Киев: Головное издательство издательского объединения «Выща школа», 1988. – 192 с.
3. Емельянов А.В., Шилин А.Н., Шаговые двигатели. – Волгоград, 2005. – 46 с.
4. Гулина Н.В., Клоков В.Г., Юрков С.А. Детали машин: учебник. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар, 2010. – 416 с.
5. Бабин С.А. Волоконные лазеры: достижения и перспективы. – ИЯФ СО РАН, 2011. 40 с.

### **НЕДОСТАТКИ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

*А.С. Базаров, студент гр. 8НМ41,*

*А.В. Жуков, студент гр. 8НМ41*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,*

*тел.(3822)-444-555*

*E-mail: asb5@tpu.ru*

Шаговые двигатели нашли широкое применение в различных станках это обосновано их небольшой стоимостью, широким спектром задач, которые можно выполнять при их применении. В системах, где требуется точное позиционирование исполнительного механизма, шаговый двигатель является хорошей альтернативой