

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: «Резка на станках ЧПУ»

Цель работы: познакомиться с особенностями резки материалов на лазерных станках с ЧПУ

Оборудование: инструкционная карта

Краткая теория:

Термин «числовое программное управление» (ЧПУ) (англ. CNC — Computer Numerically Controlled) может быть использован для описания многих типов устройств. Числовое программное управление означает, что движения станка управляются командами, которые подаются с помощью компьютера. Инструкции к станку создаются с помощью так называемых САМ-систем (от англ. Computer-Aided Manufacturing — компьютерная поддержка изготовления), которые предназначены для проектирования обработки изделий на станках с ЧПУ и выдачи программ для этих станков (фрезерных, сверлильных, токарных, шлифовальных и др.). САМ-системы ещё называют системами технологической подготовки производства.

В свою очередь в САМ-системах используется трёхмерная модель детали, созданная в CAD-системе (от англ. Computer-Aided Design — компьютерная поддержка проектирования). CAD- и САМ-системы также называют системами автоматизированного проектирования САПР. Большинство современных компьютерных программ совмещает в себе функции CAD и САМ.

В настоящее время производить сложную наукоёмкую продукцию (корабли, спутники, самолёты, промышленное оборудование) без использования CAD/CAM систем невозможно. Применение таких систем значительно сокращает время изготовления, а также повышает качество и надёжность выпускаемой продукции.

Как правило, алгоритм изготовления деталей на современных станках с ЧПУ состоит из нескольких этапов. На первом этапе на компьютере с помощью графических программ обрисовывается модель заготовки, своего рода рабочий чертёж в 2D- или 3D-формате. На втором этапе с помощью специальной программы для станка с ЧПУ модель детали оцифровывается в управляющую программу (УП). На третьем этапе файл с УП вводится в память ЧПУ и выполняется. Таким образом, все механические действия станка соответствуют цифровой последовательности, заложенной в управляющей программе.

Станки с ЧПУ используют в самых различных сферах производства и услуг: в обработке древесины и древесных плит, пластичных материалов, камня, сложных металлических изделий, в том числе ювелирных. По своему функциональному назначению станки с ЧПУ применяют для фрезерования, токарной обработки, сверления, гравировки, распила, лазерной резки. Станки, которые позволяют использовать несколько видов обработки одновременно, называются обрабатывающие центры с ЧПУ.

Рассмотрим самые распространённые виды обработки изделий на станках с ЧПУ.

Фрезерование — процесс механической обработки, при котором режущий инструмент (фреза) совершает вращательное движение, а обрабатываемая заготовка — поступательное по заданной программе (рис. 19).



Рис. 19. Фрезерная обработка материала на станке с ЧПУ: а — древесины; б — металла

Токарная обработка — механическая обработка изделий, при которой заготовка совершает вращательное движение, а токарный резец движется поступательно вдоль или поперёк оси заготовки по заданной программе и формирует фасонную поверхность детали (рис. 20).



Рис. 20. Токарная обработка материала на станке с ЧПУ: а — древесины; б — металла

Плазменная (гидроабразивная, лазерная) резка — вид обработки материалов, при которой в качестве режущего инструмента используется струя плазмы (воды и абразивного материала, луч лазера большой мощности), а стол станка с заготовкой перемещается по заданной программе (рис. 21).

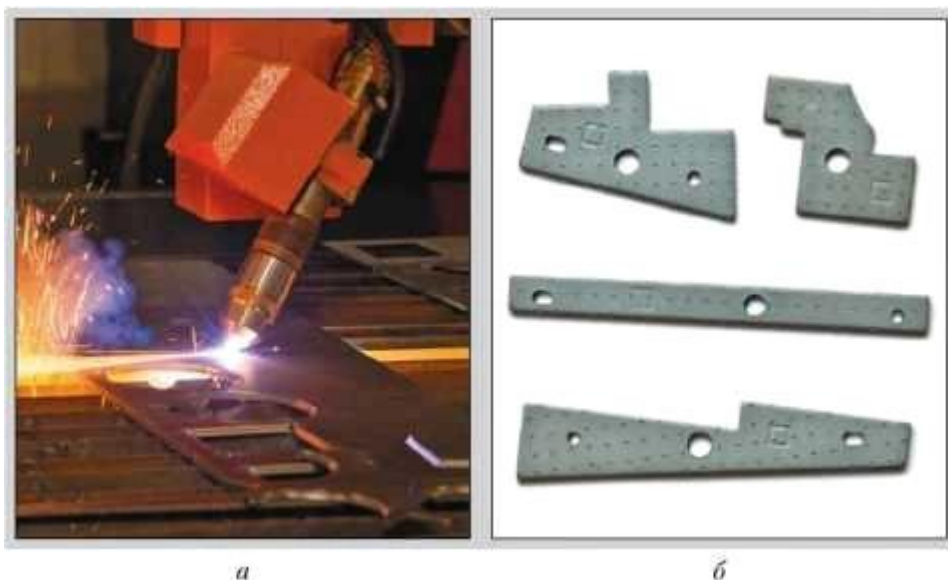


Рис. 21. Плазменная резка (а) и готовые детали (б)

Числовое программное управление также можно использовать в газовой сварке и резке, гравировке, на вязальных и вышивальных машинах.

Преимущества и недостатки лазерной резки

Легкость распространения лазерного луча позволяет производить обработку вне зависимости от пространственного расположения обрабатываемой поверхности. Лазерная резка нашла широкое применение в заготовительном производстве при резке тонких листов. Лазерная резка обеспечивает качественный, чистый безгратовый (отсутствие заусенец и т.д.) рез. Она обладает большей точностью по сравнению с плазменной резкой ($\pm 0,076$ мм). Кроме того, отклонение от перпендикулярности кромок при лазерной резке меньше, чем при плазменной.

Существенным недостатком лазерной резки является низкий КПД самого лазера, что не позволяет обрабатывать листы толщиной более 20 мм. Кроме того, возникают сложности при обработке материалов с высокой отражающей способностью таких, как алюминий и алюминиевые сплавы.

В тоже время лазерной резке можно подвергать деревянные заготовки, заготовки из оргстекла и пластмассы.

Лазерный раскрой металла в отличие от альтернативных видов резания (штамповка, высечка) имеет следующие неоспоримые преимущества: лазерный раскрой - бесконтактный, не требующий приложения усилий при обработке заготовок; при лазерном раскрое возникает минимальная зона теплового воздействия, что обеспечивает отсутствие деформации заготовок; в связи с отсутствием шероховатостей резанных краев, наплывов и заусенцев дополнительная обработка при лазерном раскрое металла не требуется; скорость реза до 1000 мм/мин при толщине разрезаемого металла (сталь) до 10 мм.

Лазерная резка отличается отсутствием механического воздействия на обрабатываемый материал, возникают минимальные деформации - как временные в процессе резки, так и остаточные после полного остывания. Вследствие этого лазерную резку даже легкодеформируемых и нежестких заготовок и деталей можно осуществлять с высокой степенью точности.

Благодаря большой мощности лазерного излучения обеспечивается высокая производительность процесса в сочетании с высоким качеством поверхностей реза. Легкое и сравнительно простое управление лазерным излучением позволяет осуществлять лазерную резку по сложному контуру плоских и объемных деталей и заготовок с высокой степенью автоматизации процесса (рис. 17.1, 17.2).

Для лазерной резки металлов применяют технологические установки на основе твердотельных, волоконных лазеров и газовых СО₂-лазеров, работающих как в непрерывном, так и в импульснопериодическом режимах излучения.

Промышленное применение газолазерной резки с каждым годом увеличивается, но этот процесс не может полностью заменить традиционные способы разделения металлов. В сопоставлении со многими из применяемых на производстве установок стоимость лазерного оборудования для резки ещё слишком высока, хотя в последнее время и наметилась тенденция к её снижению. В связи с этим процесс лазерной резки становится эффективным только при условии обоснованного и разумного выбора области применения, когда использование традиционных способов трудоемко или вообще невозможно.

Заполните таблицу

Вид обработки	Преимущества	Недостатки
Лазерная		
Плазменная		
Токарная		
Фрезерная		

Типы лазеров

Лазер, как правило, состоит из трех основных узлов:

- - источника энергии (механизма или системы накачки);
- - активного (рабочего) тела, которое подвергается «накачке», что приводит к его вынужденному излучению;
- - оптического резонатора (системы зеркал), обеспечивающего усиление вынужденного излучения активного тела.

Для резки обычно применяются следующие типы лазеров:

- - твердотельные;
- - газовые - с продольной либо поперечной прокачкой газа;
- - щелевые;
- - газодинамические.

В осветительной камере твердотельного лазера размещаются лампа накачки и активное тело, представляющее собой стержень из рубина, неодимового стекла (Nd-Glass) или алюмоиттриевого граната, легированного иттербием (Yb-YAG), либо неодимом (Nd-YAG). При этом лампа накачки создает мощные световые вспышки для возбуждения атомов активного тела. По торцам стержня расположены зеркала - частично прозрачное (полупрозрачное) и отражающее. Лазерный луч усиливается в результате многократных отражений внутри активного тела и выходит через частично прозрачное зеркало (рис. 17.3). Разряд между электродами, подключенными к источнику питания, используется для

энергетического возбуждения газа. По торцам трубки размещены отражающее и полупрозрачное зеркала.

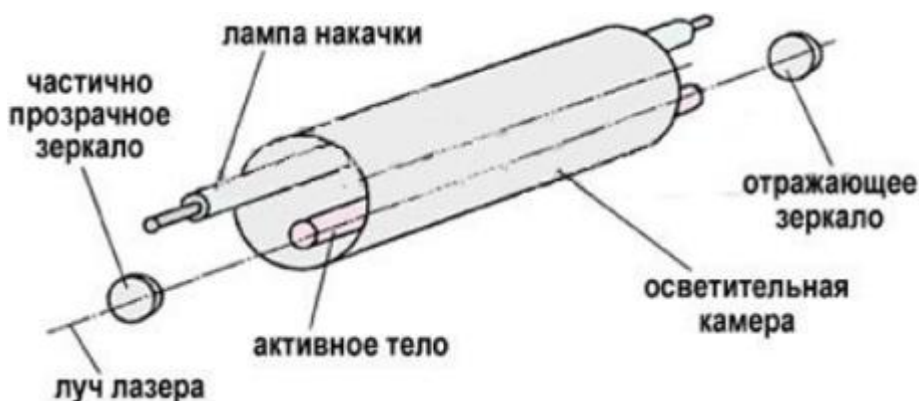


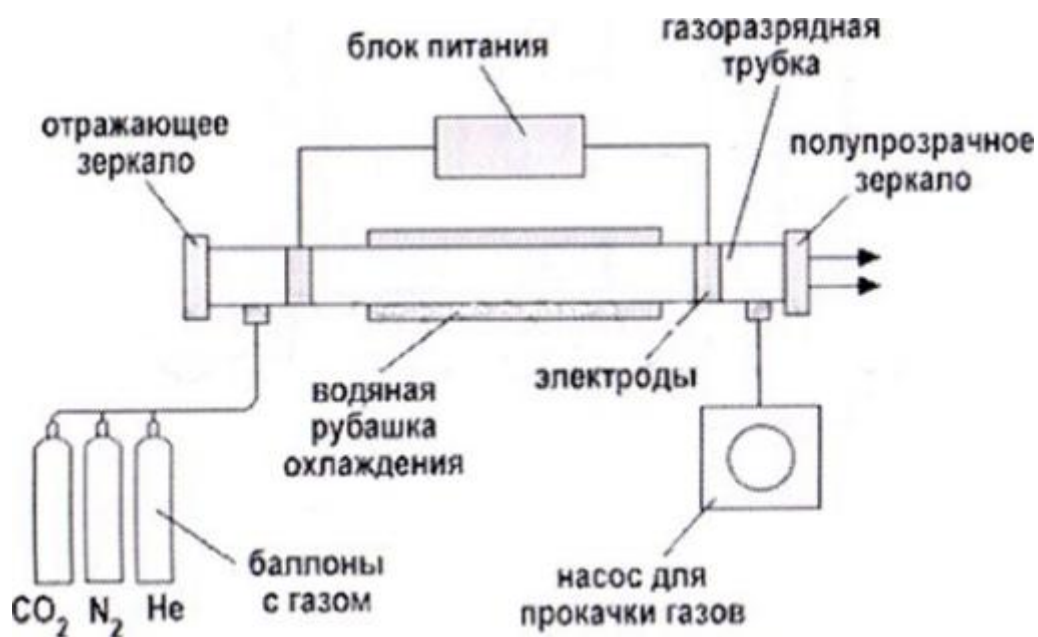
Рис. 17.3. Схема твердотельного лазера

Более компактными и мощными являются **лазеры с поперечной прокачкой**. Серийные твердотельные лазеры имеют сравнительно небольшую мощность, как правило, не превышающую 1-6 кВт. Длина волны - около 1 мкм (рубинового лазера - около 694 нм). Режим излучения может быть как непрерывным, так и импульсным.

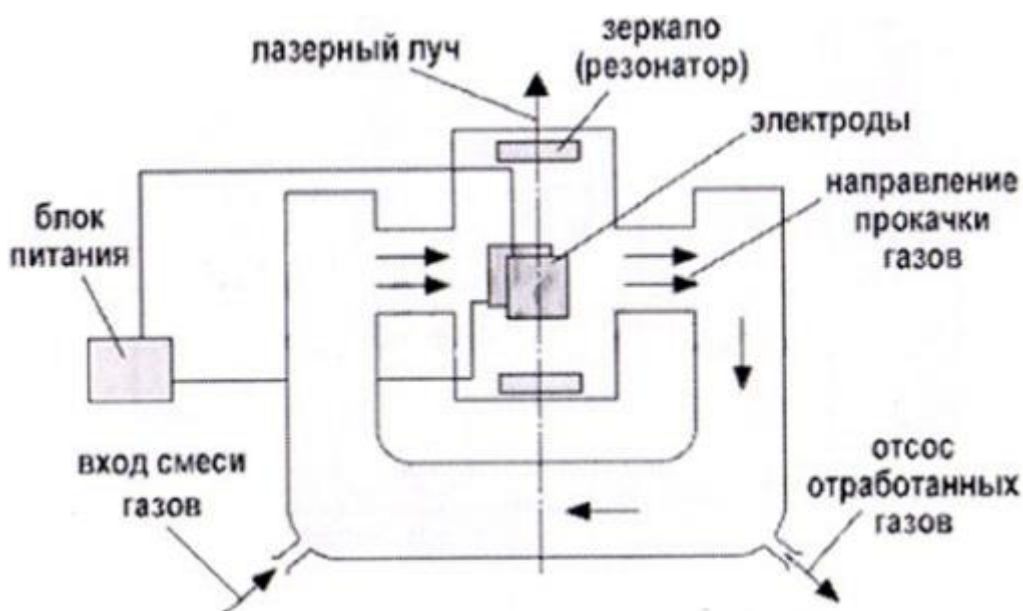
В газовых лазерах в качестве активного тела применяется смесь газов, обычно - углекислого газа, азота и гелия.

В *лазерах с продольной прокачкой газа* (рис. 17.4а) смесь газов, поступающих из баллонов, прокачивается с помощью насоса через газоразрядную трубку.

Поперечная прокачка с электронагревом газа представлена на рис. 17.4б. Их общая мощность может достигать 20 кВт и выше.



Газовый лазер с продольной прокачкой газа



Газовый лазер с поперечной прокачкой газа

Рис. 17.4. Схемы лазеров с продольной и поперечной прокачкой газа

Весьма эффективны **щелевые CO_2 -лазеры** (рис. 17.5). Они имеют еще меньшие габариты, а мощность их излучения обычно составляет 600-г8000 Вт. Режим излучения - от непрерывного до частотно-импульсного.

В щелевом лазере применяется поперечная высокочастотная накачка активной среды (с частотой от десятков МГц до нескольких ГГц). Благодаря такой накачке увеличивается устойчивость и однородность горения разряда. Щель между электродами составляет 1 -5 мм, что способствует эффективному отводу тепла от активной среды.

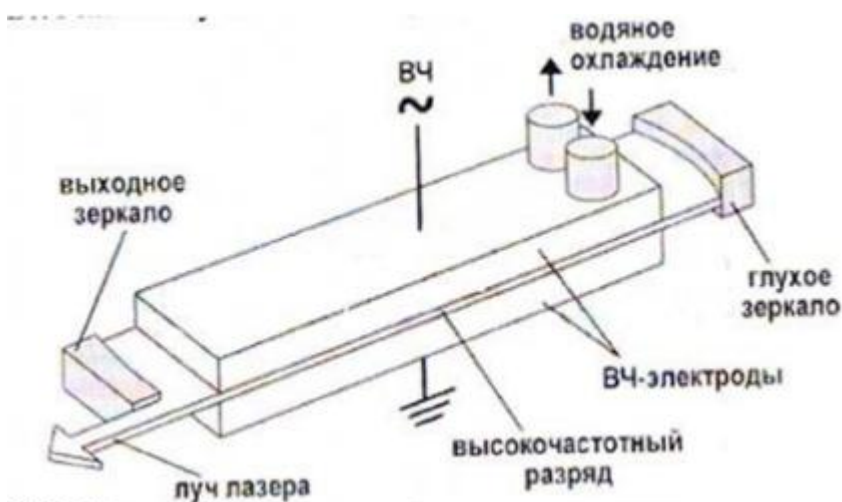
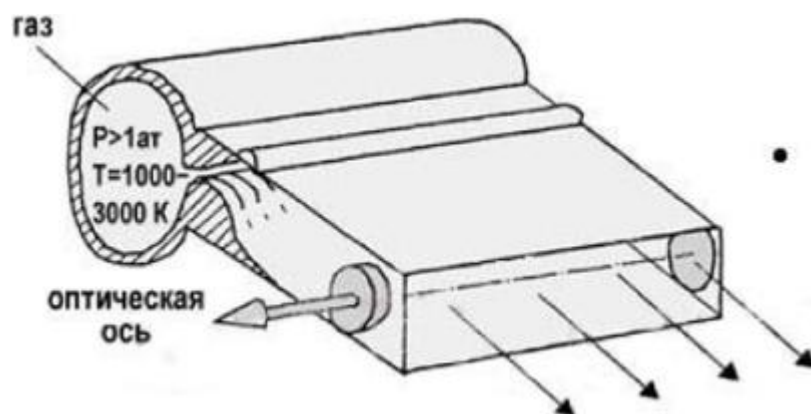


Рис. 17.5. Схема щелевого лазера

Наиболее мощные лазеры - **газодинамические** (100-150 кВт и выше). Газ, нагретый до температуры 1000-3000 К, протекает со сверхзвуковой скоростью через сопло Лавалья (суженный посередине канал), в результате чего он адиабатически расширяется и охлаждается в зоне оптического резонатора. При охлаждении возбужденных молекул углекислого газа происходит испускание когерентного излучения. Накачка лазера может

осуществляться вспомогательным лазером или другим мощным источником энергии (рис. 17.6).



к насосу

$I = 50 \text{ мм рт. ст.}$

$T = 300^\circ\text{C}$

Рис. 17.6. Схема газодинамического лазера

Длина волны излучения углекислотных лазеров составляет 9,4 или 10,6 мкм.

Твердотельные лазеры плохо обрабатывают неметаллы, поскольку ряд таких материалов полностью или частично прозрачен для излучения с длиной волны около 1 мкм, например, оргстекло. Лазерный луч более чувствителен к неровной поверхности обрабатываемого материала. Однако при раскрое алюминиевых сплавов, меди и латуни твердотельные лазеры имеют преимущество по сравнению с углекислотными, поскольку поглощение излучения поверхностью этих металлов значительно выше на длине волны твердотельного лазера.

Углекислотные лазеры более универсальны и применяются для обработки почти любых металлов и неметаллов. Кроме того, у них очень низкая расходимость луча, что дает возможность разместить источник излучения далеко от зоны обработки без потери качества луча.

Лазерная резка осуществляется путём сквозного прожига листовых металлов лучом лазера. **Такая технология имеет ряд очевидных преимуществ** перед многими другими способами раскроя:

- отсутствие механического контакта позволяет обрабатывать хрупкие и деформирующиеся материалы;
- обработке поддаются материалы из твердых сплавов;
- возможна высокоскоростная резка тонколистовой стали;
- при выпуске небольших партий продукции целесообразнее провести лазерный раскрой материала, чем изготавливать для этого дорогостоящие пресс-формы или формы для литья;
- для автоматического раскроя материала достаточно подготовить файл рисунка в любой чертежной программе и перенести файл на компьютер установки, которая выдержит погрешности в очень малых величинах.

Обрабатываемые материалы

Для лазерной резки подходит любая сталь любого состояния, алюминий и его сплавы и другие цветные металлы. Обычно применяют листы из таких металлов:

- - сталь толщиной от 0,2 до 20 мм;
- - нержавеющая сталь - от 0,2 до 30 мм;
- - алюминиевые сплавы - от 0,2 до 20 мм;
- - латунь или медь - от 0,2 до 12-15 мм;

Для разных материалов применяют различные типы лазеров.

Заполните таблицу

Типы лазера	Схема	Принцип действия	Преимущества	Недостатки
Твердотельные				
Газовые с продольной подачей газа				
Газовые с поперечной подачей газа				
Щелевые				
Газодинамические				

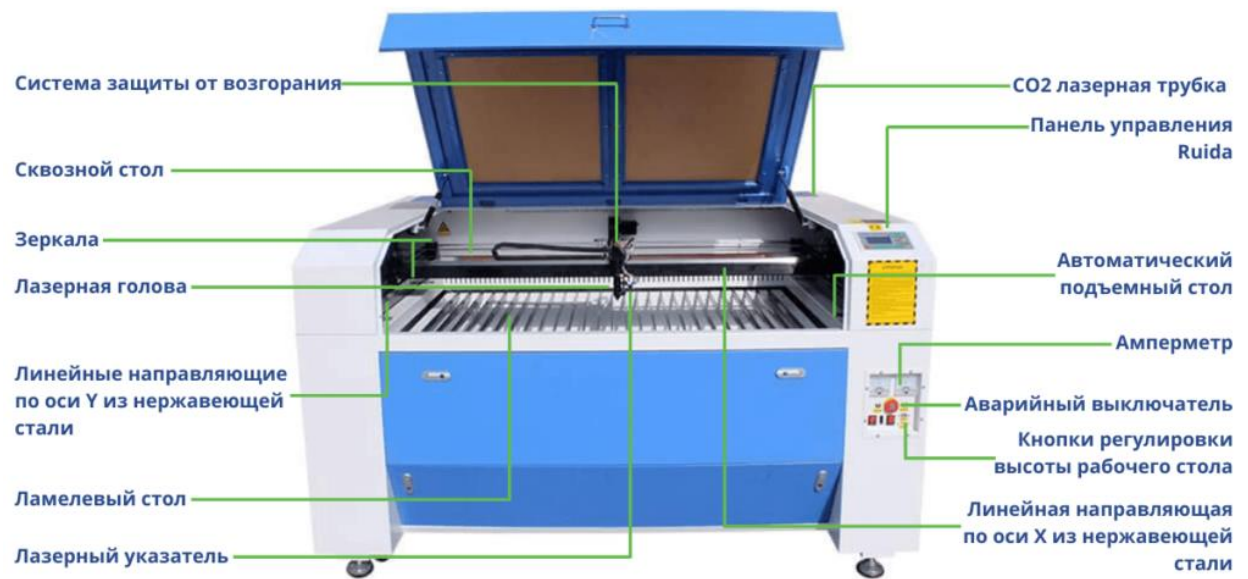
Устройство лазерного станка с ЧПУ

Лазерный станок состоит из нескольких компонентов, обеспечивающих его точную и эффективную работу:

Координатный стол: Необходим для точного позиционирования фокусирующего элемента относительно изделия.

Корпус станка или станина: На станине устанавливаются направляющие, обеспечивающие плавное и точное перемещение деталей станка. Качество этих направляющих влияет на долговечность и производительность оборудования.

Система привода: Для передачи усилия от мотора к движущимся частям могут использоваться различные механизмы, например зубчатые ремни или шарико-винтовые пары. Выбор системы привода зависит от конкретного применения лазера, при этом для каждой оси координатного стола могут использоваться отдельные двигатели.



Контроллер: Основным управляющий элемент лазера это контроллер. Контроллер получает программные инструкции от компьютера. Затем с помощью координатного стола он перемещает зеркала летающей оптики для точного направления лазерного луча.

Летающая оптика: Система зеркал, установленная на координатном столе, обеспечивает точное попадание лазерного луча на материал. Зеркала обрабатываются специальными составами и полируются для сохранения энергии луча при изменении его направления. Луч проходит через ряд зеркал, прежде чем попасть в линзу, где он фокусируется в пятно.

Вспомогательные устройства

Охлаждающее устройство: Системы охлаждения нужны для отвода тепла, выделяемого при работе лазера, и предотвращения повреждения лазерной трубки.

Воздушный компрессор: Компрессор необходим для удаления продуктов сгорания из линзы и продувки зоны резки.

Система управления: Система управления является «мозгом» машины. Она обрабатывает файлы, загруженные в память устройства, управляет двигателем, лазером и периферийными устройствами. Оператор должен контролировать и обслуживать систему управления, чтобы предотвратить поломки и обеспечить бесперебойную работу.

Контрольные вопросы:

1. Написать что означает термин ЧПУ?
2. Что такое системы CAM – системы?
3. Что такое CAD – системы?
4. Какие материалы подходят для обработки ЧПУ лазером?

Вывод: