

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт: заочный
Кафедра «Системы автоматического управления»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ В.И. Ширяев

« ____ » _____ 2017 г.

Модернизация оборудования вырезания заготовок при производстве столовых
приборов на ПАО "Ашинский металлургический завод"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 27.03.04.2017.061.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

доц. каф САУ, к.т.н.

_____/ Н.В. Плотникова

« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-599 _____

_____/ А.Г. Максютова

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер

доц. каф САУ, к.т.н.

_____/ Н.В. Плотникова

« ____ » _____ 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Глава	10
Вырубные штампы.....	10
1.1 История предприятия.....	10
1.2 Способы изготовления продукции.....	12
1.3 Описания вырубных штампов.....	13
1.4 Недостатки вырубных штампов.....	18
2 Глава.....	21
Лазерная резка	21
2.1 Особенности лазерной резки.....	21
2.2 Технология лазерной резки металла.....	22
2.3 Типы лазеров.....	24
2.4 Технологические параметры.....	31
2.5 Преимущества, недостатки и сравнительная характеристика.....	34
2.6 Способы передачи лазерного излучения.....	38
2.7 Лазерные резаки.....	45
2.8 Оборудование для лазерной резки.....	46
2.9 Используемое оборудование на ПАО «Ашинский металлургический завод».....	49
.....	49
2.9.1 Основы технологии лазерной резки металла.....	49
3 Глава	52
Преимущества лазерной резки.....	52
3.1. Основные преимущества установки лазерной резки металла серии LaserCut Professional ML.....	52
3.1.1. Лазерный источник.....	52
3.1.2. Передача и формирование излучения.....	53
3.1.3. Дизайн станка.....	53
3.1.4. Загрузка листа.....	53
3.1.5. Станина.....	54

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.1.6. Приводы и передачи.....	54
3.1.7. Система смазки.....	54
3.1.8. Система дыма удаления.....	55
3.1.9. Система охлаждения.....	55
3.1.10. Система подачи газов.....	55
3.1.11. Лазерный оптический резак LH-103.....	56
3.1.12. Отличительные функции ПО UniCut.....	56
3.1.13. Подход к производству.....	57
3.2. Технические характеристики.....	57
3.2.1. Основные технические данные.....	57
3.2.2. Габаритные размеры станка.....	58
3.3. Управление станком.....	59
3.3.1. Стойка управления.....	59
3.3.2. Программное обеспечение UniCut.....	59
3.3.3. Система контроля фокусного расстояния "Focut".....	62
3.4. Опции.....	63
3.5. Модернизация загрузочного устройства.....	67
Заключение.....	73
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	74

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития различных технологических процессов характеризуется широким привлечением средств вычислительной техники и автоматики для создания высокопроизводительного автоматизированного оборудования. С этих позиций лазерная резка является процессом, который может быть реализован на высоком уровне автоматизации.

Экономически определено целесообразным применение лазерной резки в условиях мелкого и средне серийного быстро переналаживаемого производства при обширной номенклатуре выпускаемых изделий, к которым предъявляются повышенные требования в отношении качества кромки и точности размеров. При этом наибольшее распространение для автоматизации получили роботы, способные выполнять различные производственные функции в обстановке гибкого производственного процесса при более низких материальных затратах.

Поэтому для автоматизации процесса лазерной резки предлагается использовать промышленный робот для перемещения лазерного излучателя вдоль контура изготавливаемой детали. Использование робота позволит уменьшить время перенастройки для изготовления другого изделия, а также обеспечит необходимую точность. Это определяется наличием у робота программы действий, обусловленной заложенными в компьютер алгоритмами систем управления и очувствления, т.к. он представляет собой программируемый универсальный манипулятор, снабженный внешними датчиками оценки положения и других параметров рабочего органа.

Таким образом, основной проблемой робототехники является проблема планирования движений, обеспечивающих выполнение поставленной задачи, и последующего управления манипулятором с целью реализации запланированных движений. Для обеспечения функционирования робота в реальном масштабе времени необходимы мощные и эффективные алгоритмы управления и быстродействующие компьютеры, способные эти алгоритмы реализовать.

Лазерное излучение обеспечивает громадную концентрацию энергии на относительно малых участках обработки, благодаря чему является

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	27.03.04.2017.061.00 ПЗ					

универсальным инструментом для осуществления технологических операций резки металлов. Процесс лазерной обработки выполняется с высокими скоростями. Наряду с большой производительностью достигается высокое качество поверхностей реза практически на всех металлах независимо от их температуры плавления и твердости. Промышленная обработка материалов стала одной из областей наиболее широкого использования лазеров, особенно после появления лазеров высокой мощности.

Достижения в области лазерной резки в значительной степени определяется уровнем мощности лазерных установок и качеством лазерного излучения, в частности возможностью улучшения годового состава, снижение расходимости и достижения тем самым повышения плотности мощности сфокусированного излучения.

Наиболее распространенным техническим процессом в машиностроении является резка основная операция заготовительного производства.

Развитие лазерной техники и технологии является сегодня одним из приоритетных направлений ускорения научно - технического процесса .

В настоящее время в машиностроении широко применяются различные методы разделения металлических заготовок. Отдельной задачей является резка тонких металлических листов. Для этого могут применяться различные механические методы разделения металлов, в первую очередь резка ножовочными полотнами, ленточными пилами, фрезами. В производстве используют различные станки общего и специального назначения для раскроя листовых, профильных и других заготовок из различных металлов и сплавов.

Однако при механической обработке существует ряд недостатков, которые связаны с низкой производительностью, высокой стоимостью отрезного инструмента, трудностью или невозможностью раскроя металлов по сложному криволинейному контуру.

Целью модернизации является:

- повышение надежности;
- повышение быстродействия;

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- повышение экономичности;
- повышение безопасности.

Основные возможные направления модернизации электрооборудования станка:

- использование комплектных электроприводов;
- использование бесконтактных блоков управления;
- использование современных конструкций двигателей и оборудования.

В данном дипломном проекте[1] мною была выполнена модернизация подачи листа на лазерное устройства .

1 Глава

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вырубные штампы

1.1 История предприятия

История предприятия началась в июле 1898 года, когда владельцами Симского горного округа Балашовыми на берегу реки Сим возле станционного поселка Аша Самаро-Златоустовской железной дороги был заложен новый чугуноплавильный завод и открыто доменное производство.

Участок для строительства нового завода выбирал управляющий Симским горным округом, талантливый инженер Алексей Иванович Умов. Он непосредственно контролировал ход строительных работ на заводе и в поселке, фактически явился основателем завода и города.[2] В память потомкам о таком выдающемся инженере и основателе завода в 2005 году ему был установлен памятник.

В 1972 году на заводе организовано производство столовых приборов из нержавеющей стали: пущен в эксплуатацию ЦСП и освоено производство кухонных принадлежностей и столовых приборов из коррозионно стойких марок.

В 1987 году вводится цех нержавеющей посуды, на базе которого осваивается производство кастрюль различной емкости, жаровен и сковород с тепло распределительным дном из алюминия, а с 1993 года - выпуск термосов из нержавеющей стали. На сегодня Ашинский металлургический завод является единственным производителем таких термосов в России, а также занимает четвертое место в ряду производителей столовых приборов и кухонных принадлежностей.

В 2001 г. был освоен выпуск садово-огородного инвентаря из металла собственного производства.

В 2004 году на предприятии впервые в России было освоено производство посуды с трехслойным (аналог зарубежного инкапсулированного) дном, что позволило выйти на новый уровень качества этого вида продукции.[3]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

В 2006 году произошло объединение двух цехов: ЦСП и ЦНП и образовался новый цех КТНП (комплекс товаров народного потребления). На данный момент в цехи выпускается более 4000 видов изделий.

С пуском в 1972 году цеха столовых приборов на Ашинском метзаводе началось создание целого комплекса по производству товаров народного потребления.

В 1987 году был введен в строй цех по выпуску нержавеющей посуды, ассортимент которого состоял из кастрюль и сковород. Постоянная работа над качеством и ассортиментом продукции позволила в 2004 году освоить, впервые в России, производство посуды с трехслойным дном (аналог зарубежного инкапсулированного), и выйти на новый уровень качества продукции, способствовала ее дальнейшему продвижению на российский рынок. [3] К 2006 году сформировалось новое направление в работе цеха – производство посуды для предприятий общественного питания, первые кастрюли вместимостью до 50 л были отгружены в том же году.

В 1993 году по японской технологии и на японском оборудовании начат выпуск бытовых вакуумных термосов с двойной металлической колбой. Уже тогда уникальные свойства этой продукции получили высокую оценку потребителей. Сегодня ассортимент выпускаемых термосов составляет более 40 наименований вместимостью от 0,33 до 3 л.

Столовые приборы под торговой маркой АМЕТ давно известны российскому покупателю своей красотой и изяществом. Качество и ассортимент столовых и кухонных принадлежностей удовлетворяет самых взыскательных потребителей, в том числе представителей сферы общественного питания. [3]

В 2001 году был освоен выпуск лопат.

На сегодняшний день два цеха по производству товаров для дома и семьи из нержавеющей стали объединены в единый комплекс. В ассортименте АМЕТ уже более 400 наименований самой разнообразной продукции по направлениям:

термосы вакуумные с двойной металлической колбой,

посуда кухонная с тепло распределительным слоем,

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

столовые приборы и наборы из них,
кухонные принадлежности,
товары для отдыха и туризма,
садово-огородный инвентарь,[3]

На протяжении более чем 40-летней истории развития производства товаров народного потребления продукция завода известна своей надежностью, долговечностью, простотой и изяществом форм, доступностью по цене, высокими стандартами качества. Посуда и термосы АМЕТ являются неоднократными участниками программы «100 лучших товаров России» и обладателями званий Лауреата и Дипломанта (2003-2012г.г.).

На предприятии идет постоянная работа над совершенствованием качества и дизайна товаров, изучается и анализируется спрос. В тесном контакте работают коллективы производственных цехов, отделов с крупнейшими оптовыми и розничными предприятиями России.[3] Ежегодно ассортимент выпускаемой продукции пополняется новыми изделиями.

1.2 Способы изготовления продукции.

На ПАО «Ашинский металлургический завод» происходят изменения . Рассматривается цех КТНП, конкретней будем рассматривать изготовления столовых приборов.

Для изготовления столовых приборов используем металл марки AISI 304/2В 430/ 2В

На изготовления одного вида изделия используется такие этапы;

- поступления металла в цех
- резка рулона на полосы
- вырубка из полос заготовки
- шлифовка кромки
- зачистка заусенца по контуру
- чеканка

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- рельефная формовка
- полировка
- мойка
- упаковка
- покупатель

Для резки рулона применяются ножницы гильотинные НГ-474, ножи 1840 мм , штангенциркуль. Заготовки вырубаются прессом «ус 100тс» . Для того чтобы вырубить заготовку смазываем мыльным раствором пуансон и матрицу вырубного штампа. Шлифование кромки станок «ДШ-105» используется лента шлифовальная бесконечная ЛБ1 100*3150. Зачистка заусенца по контуру станок « ШПС» используется лента шлифовальная бесконечная ЛБ1 80*2580. Чеканка ручки пресс «ус 400 тс» штамп чеканки. Рельефная формовка пресс «ус 8 тс» штамп формовки.

1.3 Описания вырубных штампов .

ШТАМПЫ, инструменты для холодной обработки металлов (железо , сталь, медь, латунь, алюминий и т. д.) и неметаллических материалов (бумага, картон, кожа, фибра, фанера , итоговая пластина и т. п.) под прессами путем использования пластической деформации материала. Штампы служат для массового производства отдельных деталей столовых и кухонных принадлежностей, тракторов, многочисленных деталей общего машиностроения и изделий электротехнической промышленности, частей часовых механизмов, пишущих и счетных машинок, а также для громадного числа предметов широкого потребления, домашнего хозяйства, промышленности и торговли.[4]

Вырубная штамповка (нем. Stanzen). Под этим названием в собственном смысле подразумеваются лишь такие рабочие процессы, которые имеют целью разделение материала и основываются на технологическом процессе срезывания, к этому роду обработки относятся: резание на ножницах, колка отверстий и вырубка. В расширенном значении слова к штамповке вообще относятся все рабочие процессы холодной обработки, основанные на изменении формы изделия без снятия стружки

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

при одновременном перемещении материала или без него, которые осуществляются при посредстве штампов под прессами (вытяжка, давяльные работы, изгибание, чеканка и т. и.). Штамповочные работы могут производиться над материалом, находящимся как в холодном, так и в раскаленном состоянии; последний род штампов относится к ковочным работам, дальше же рассматривается только холодная штамповка.[4]

На предприятии ПАО «Ашинский металлургический завод» в цехе КТНП применяются штампы работающие путем срезывания, т. е. состоящих из пуансона и матрицы и применяемых для штамповки металлов. Штамповочные работы с разделением материала (вырубка) производятся двумя различными способами. По первому способу резание происходит аналогично тому, как это имеет место в ножницах, т. е. последовательно по периферии разреза. Второй способ – вырубка в собственном смысле - производится срезанием материала по всей длине среза одновременно. Первый из способов представляет ту выгоду, что при нем можно обойтись более слабыми прессами в виду меньших усилий срезывания, однако этот способ не всегда применим. На рисунке. 1 изображены режущие части вырубного штампа, который в целом выполнен как по первому, так и по второму типу.[4]

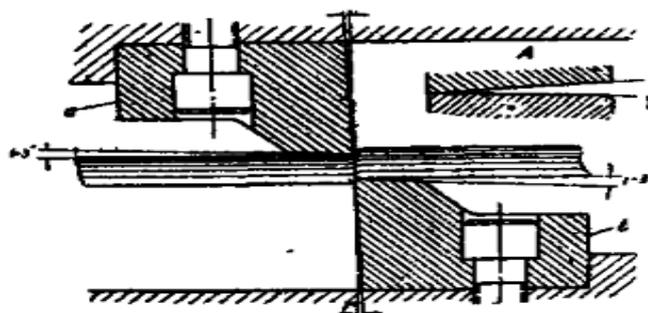


Рисунок 1-Режущие части вырубного штампа

Если срезыванию подлежит относительно толстый материал, то выгоднее делать штамп по принципу ножниц; при тонком материале лучше применять плоский вырубной штамп, у которого режущая кромка пуансона (а) параллельна кромке матрицы (б) ; при резании по способу ножниц (рисунок. 1.3, А) режущая кромка пуансона должна составлять с кромкой матрицы угол $\psi = 3-5$, причем скос должен быть перенесен целиком на верхнюю кромку для того, чтобы материал

можно было подводить к штампу в горизонтальном положении. Вертикальные режущие грани должны иметь скос в 1, а горизонтальные 1-3.

Двухконечный штамп применяется в том случае, когда желательно из полосового материала получить детали с прямыми или фасонными концами. Двухконечный штамп для вырубki звеньев с полукруглыми концами изображен на рисунке 2[4]

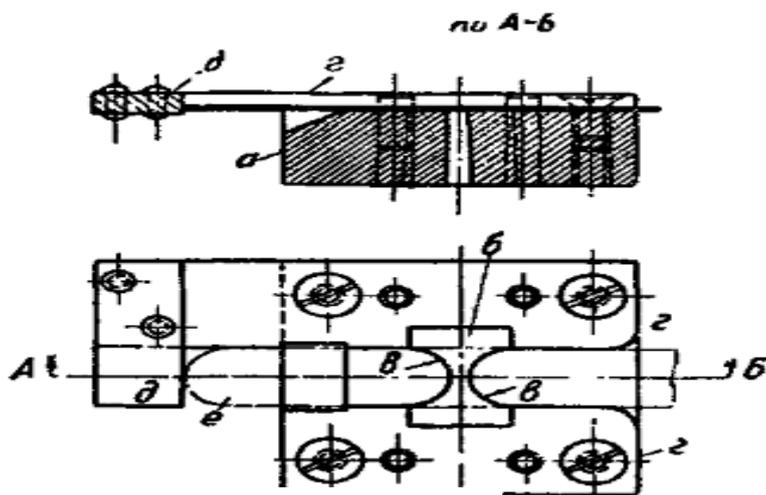
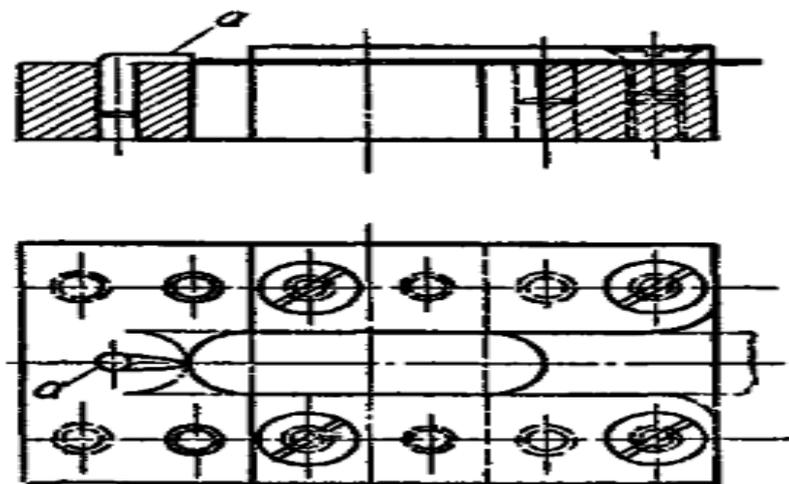


Рисунок 2- Двухконечный штамп для вырубki звеньев с полукруглыми концами

Матрица (а) имеет в середине вырез (б) для прохода пуансона, который снабжен 2 полукруглыми режущими кромками (в) Материал подается между двумя направляющими планками (г) до упора (д) и в этом положении перерезается пуансоном, имеющим то же сечение, что и вырез(б); вырезанная деталь (е) падает вниз, после продвинута дальше. Этот же штамп может быть применен в качестве штампа последовательного действия, для чего предварительно пробивают необходимые отверстия, а затем производят отрезку детали. В виду необходимости придания пуансону (б) или(м.) значительной толщины этот штамп работает довольно неэкономично, т. к. значительные куски материала идут в отход. Штамп, изображенный на рисунке 3 и предназначенный для производства аналогичных деталей, работает почти без потерь; от (м) и (б) равным образом сконструирован как штамп последовательного действия.[4]



Рисунрк 3- штамп последовательного действия

С целью уменьшения отходов упор (а)должен лежать возможно близко к задней режущей кромке матрицы. Наиболее простым типом вырубного штампа является открытый круглый вырубной штамп, изображенный на рисунке 4.[4]

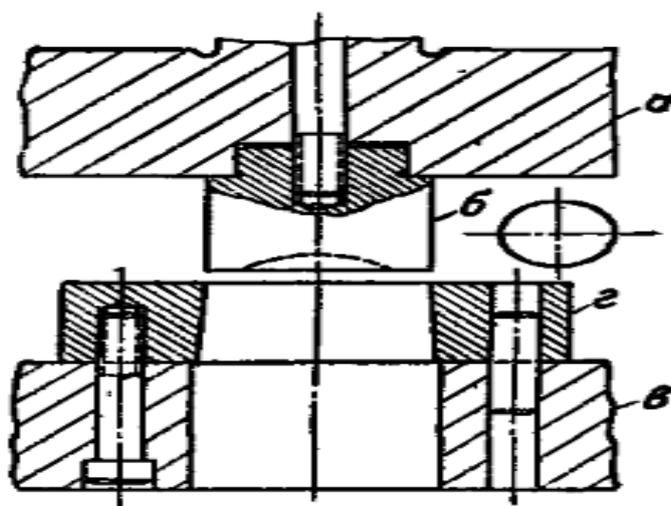


Рисунок 4- открытый круглый вырубной штамп.

Штамп состоит из верхника (а), пуансона (б) нижника (в) и матрицы (z).Металл кладется на матрицу, и деталь вырубается пуансоном при его опускание, вырубленная деталь проваливается через отверстие в матрице и нижнике, таким образом на этом штампе с каждым ходом пуансона получается одна готовая деталь. Недостатком открытых штампов является то обстоятельство, что неизбежная игра в направляющих прессы сильно отзывается на точности его

работы. Поэтому для точной работы пуансон направляют при помощи особой направляющей планки; такие штампы называются закрытыми. Закрытый штамп изображен на рисунке 5.[4]

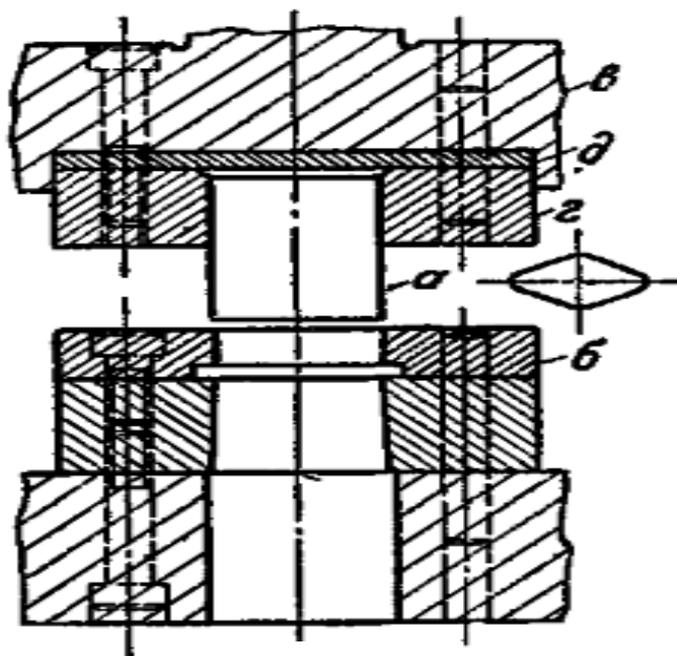


Рисунок 5- Закрытый штамп

Пуансон (а) проходит через точно пригнанный по нему прорез направляющей планки (б), чем обуславливается точное направление пуансона; одновременно направляющая планка служит съемником для надевающегося после вырубki на пуансон материала. Пуансон укрепляется либо непосредственно в верхнике (в), либо к последнему прикрепляется винтами особая снабженная вырезами пластина (г), называемая крышкой, которая и удерживает на месте пуансон или пуансоны. При пуансонах малых размеров для предотвращения вдавливания их в сравнительно мягкий материал верхника между последним и пуансонами ставят стальную прокладку (д) толщиной 5-8 мм.[16]

1.4 Недостатки вырубных штампов.

Как уже было указано, штампы для вырубki листов являются самым сложным и дорогим инструментом на ПАО «Ашинский металлургический завод» До последнего времени они зачастую служат основным тормозом увеличения производства ПАО «Ашинский металлургический завод»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.061.00 ПЗ

Лист

17

Особое значение имеют правильная конструкция этих штампов и способы, которыми они изготавливаются. Об объеме производства штампов в условиях массово-поточного производства можно судить потому, что ежемесячно необходимо изготавливать от пяти до десяти штампов каждого типоразмера.

Производство штампов в этих условиях перестает быть индивидуальным и должно организовываться как всякое серийное производство. Основным недостатком применяемого в настоящее время способа изготовления штампов является то - что подавляющий объем работ возлагается на высококвалифицированную рабочую силу. При минимальном оснащении всего процесса производства приспособлениями и инструментом второго порядка, т. е. инструментом для изготовления инструмента. В силу этого стоимость подобных штампов чрезмерно высока и инструментальный участок не справляется с обеспечением производства штампами даже при относительно небольших объемах производства.

Следует также указать, что современная стойкость сложных совмещенных штампов для листов недостаточно высока. Действительно, если лучшие образцы совмещенных штампов давали до 2500 тыс. листов до своего полного износа, то средняя стойкость подобных штампов составляет всего 400 -500 тыс. листов.

Наличие качки в подшипниках шатуна неизбежно приводит к резким толчкам и ударам и процессе работы пресса, что иногда вызывает выкрашивание режущих кромок, тоже резко сокращающее срок службы штампа.

Наконец, очень важно, чтобы верхняя плоскость стола и нижняя плоскость ползуна были взаимно строго параллельны и перпендикулярны направлению движения ползуна. В противном случае не избежны зарубания штампа. Как правило, направляющие колонки нужно рассматривать лишь как средство, облегчающее и повышающее точность установки штампа, но их наличие не может компенсировать плохого состояния оборудования.

Для штамповки следует применять чистый материал. Наличие на полосах или лентах материала налипшей грязи, в особенности песка, сильно изнашивает штамп

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

и приводит к сокращению срока его службы. С другой стороны, лучше не допускать пользование сухим, не смазанным материалом.

Некоторые предприятия производят промазывание материала заранее, до выдачи его на рабочее место. Такую практику надо признать ошибочной, так как она неизбежно приводит к засорению материала. Значительно более правильно хранить материал сухим и выдавать его на рабочие места в таком виде, смазывание же его производить непосредственно перед штамповкой, для чего пресс может быть оборудован соответствующим смазывающим устройством.

Необходимо соблюдать правильную установку штампов на прессе. На срок службы штампа влияют не только допущенные при установке перекосы, но и чрезмерное углубление пуансона в матрицу при крайнем нижнем положении ползуна прессы. Следует придерживаться правила, чтобы величина взаимного проникновения пуансона и матрицы лежала в пределах 0,5-0,8 толщины материала.

Рассмотрим не некоторые основные данные по рациональным способам изготовления штампов. Применение для режущих частей высококачественных материалов и правильная их термическая обработка во многом определяют стойкость всего штампа. Из легированных сталей для изготовления пуансонов и матриц можно рекомендовать применять сталь Х12М. Матрицы из такой стали закаливаются до твердости 60, Пуансоны закаливаются до твердости на одну-две единицы меньшей.

При опытном и серийном производстве для изготовления рабочих частей штампов можно применять и высокоуглеродистые инструментальные стали с содержанием углерода 1,3-1,4%. Матрицы таких штампов либо совсем не закаливаются, либо очень слабо до твердости примерно 48, при которой их еще можно обрабатывать при помощи личных напильников.

Для точной подгонки режущих частей производится наклепывание матрицы и затем ее пригонка готовым пуансоном, с последующей шлифовкой верхней плоскости. Подобные штампы относительно дешевы и вырубают высококачественные листы, на которых отсутствуют заусенцы.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Чтобы облегчить работу штамповщика ,приобретаем лазерную установку LaserCut FO3015-1.5PRF-ML . Которая позволяет быстрее и качественнее изготавливать заготовки для дальнейших изделий. Для облегчения подачи металла на установку нужно изготовить пять приспособлений в которые в ходят ;

- моталка бумаги
- разматыватель рулона
- заправочный рольганг
- правильная машина
- портал

2 Глава

Лазерная резка

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.1 Особенности лазерной резки

При лазерной резке нагревание и разрушение участка материала осуществляется с помощью лазерного луча.

Общепринятые обозначения

LBC - Laser Beam Cutting - резка лазерным лучом

Сущность процесса

В отличие от обычного светового луча для лазерного луча характерны такие свойства как направленность, монохроматичность и когерентность.

За счет направленности энергия лазерного луча концентрируется на относительно небольшом участке. Так, по своей направленности лазерный луч в тысячи раз превышает луч прожектора.

Лазерный луч по сравнению с обычным светом является монохроматичным, т. е. обладает фиксированной длиной волны и частотой. Это облегчает его фокусировку оптическими линзами.

Лазерный луч имеет высокую степень когерентности – согласованного протекания во времени нескольких волновых процессов. Когерентные колебания вызывают резонанс, усиливающий мощность излучения.

Благодаря перечисленным свойствам лазерный луч может быть сфокусирован на очень маленькую поверхность материала и создать на ней плотность энергии, достаточную для нагревания и разрушения материала (например, порядка 10^8 Вт/см² для плавления металла).[5]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21



Рисунок 6

2.2 Технология лазерной резки металла

Воздействие лазерного излучения на металл при разрезании характеризуется общими положениями, связанными с поглощением и отражением излучения, распространением поглощенной энергии по объему материала за счет теплопроводности и др., а также рядом специфических особенностей.

В области воздействия лазерного луча металл нагревается до первой температуры разрушения - плавления. С дальнейшим поглощением излучения происходит расплавление металла, и фазовая граница плавления перемещается в глубь материала. В то же время энергетическое воздействие лазерного луча приводит к дальнейшему увеличению температуры, достигающей второй температуры разрушения - кипения, при которой металл начинает активно испаряться.[5]

Таким образом, возможны два механизма лазерной резки - плавлением и испарением. Однако последний механизм требует высоких энерго затрат и осуществим лишь для достаточно тонкого металла. Поэтому на практике резку выполняют плавлением. При этом в целях существенного сокращения затрат

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

энергии, повышения толщины обрабатываемого металла и скорости разрезания применяется вспомогательный газ, вдуваемый в зону реза для удаления продуктов разрушения металла. Обычно в качестве вспомогательного газа используется кислород, воздух, инертный газ или азот. Такая резка называется газолазерной.

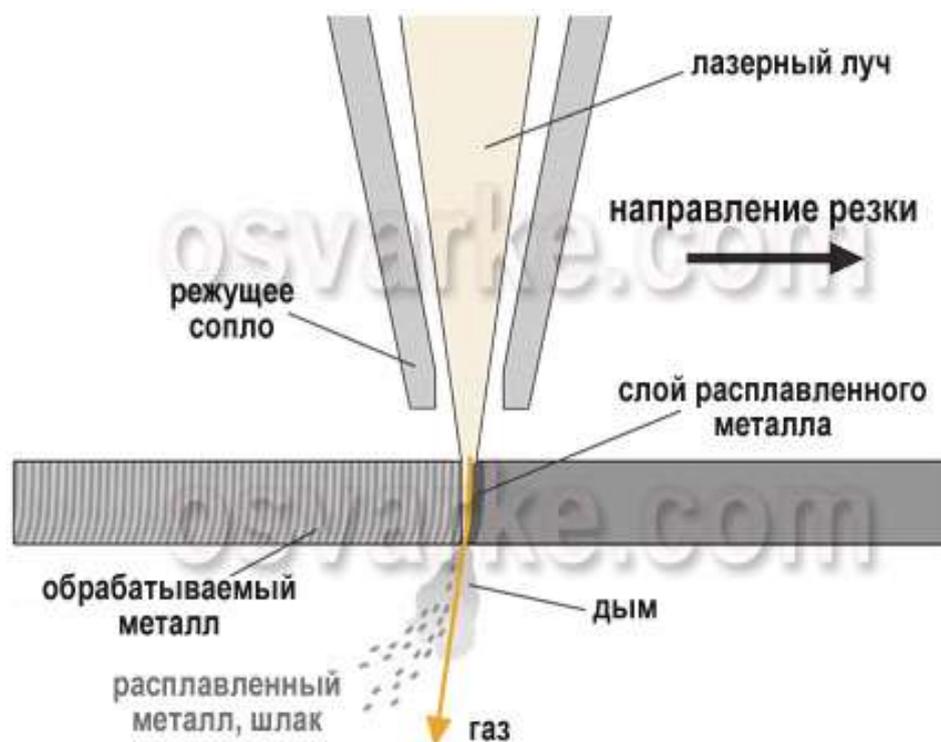


Рисунок.7- Схема лазерной резки

Например, кислород при газолазерной резке выполняет тройную функцию: вначале содействует предварительному окислению металла и снижает его способность отражать лазерное излучение;

затем металл воспламеняется и горит в струе кислорода, в результате выделяется дополнительная теплота, усиливающая действие лазерного излучения;

кислородная струя сдувает и уносит из области резки расплавленный металл и продукты его сгорания, обеспечивая одновременный приток газа непосредственно к фронту реакции горения.[5]

В зависимости от свойств разрезаемого металла применяются два механизма газолазерной резки. При первом значительный вклад в общий тепловой баланс

вносит теплота реакции горения металла. Такой механизм резки обычно используется для материалов, подверженных воспламенению и горению ниже точки плавления и образующих жидкотекучие оксиды. Примерами могут служить низкоуглеродистая сталь и титан.[5]

При втором механизме резки материал не горит, а плавится, и струя газа удаляет жидкий металл из области реза. Данный механизм применяется для металлов и сплавов с низким тепловым эффектом реакции горения, а также для тех, у которых при взаимодействии с кислородом образуются тугоплавкие оксиды. Например, легированные и высокоуглеродистые стали, алюминий, медь и др.

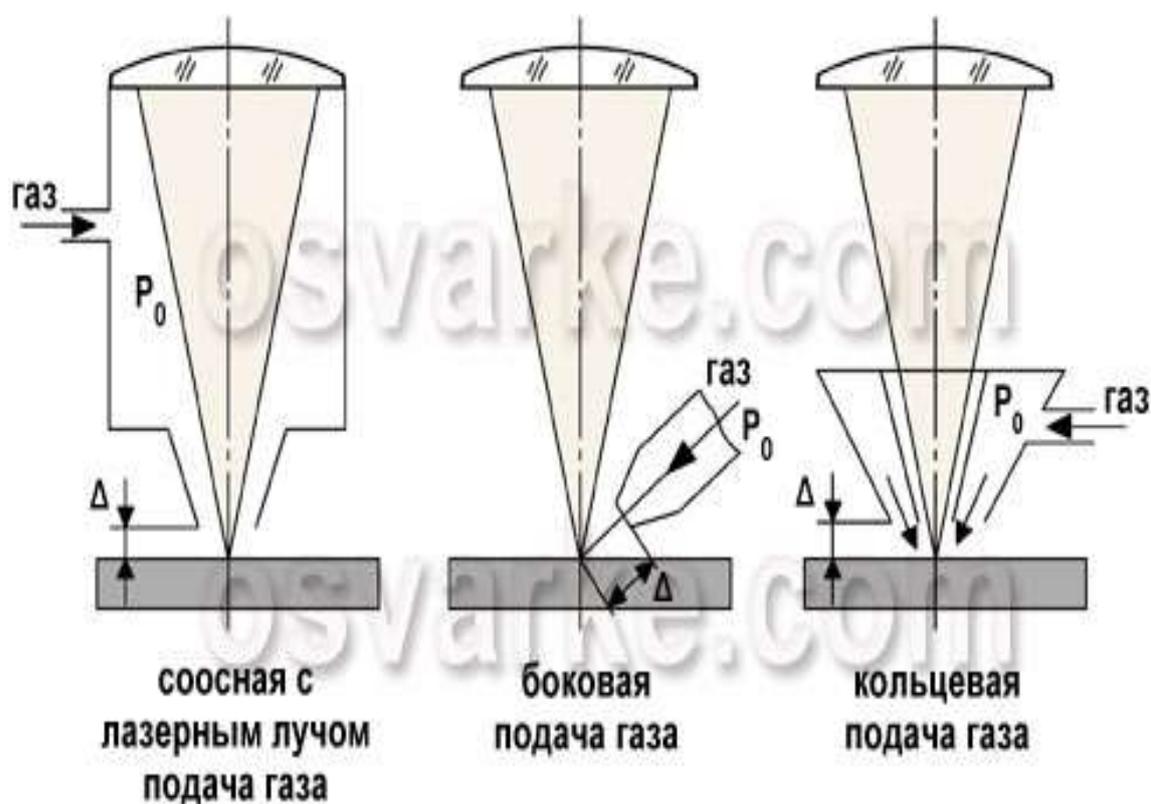


Рисунок.8- Схемы подачи вспомогательного газа в зону резки

2.3 Типы лазеров[5]

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 и

газовые - с продольной либо поперечной прокачкой газа, щелевые, а также газодинамические.

В осветительной камере твердотельного лазера размещаются лампа накачки и активное тело, представляющее собой стержень из рубина, неодимового стекла (Nd-Glass) или аллюмо - иттриевого граната, легированного иттербием (Yb-YAG) либо неодимом (Nd-YAG). 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.[5]

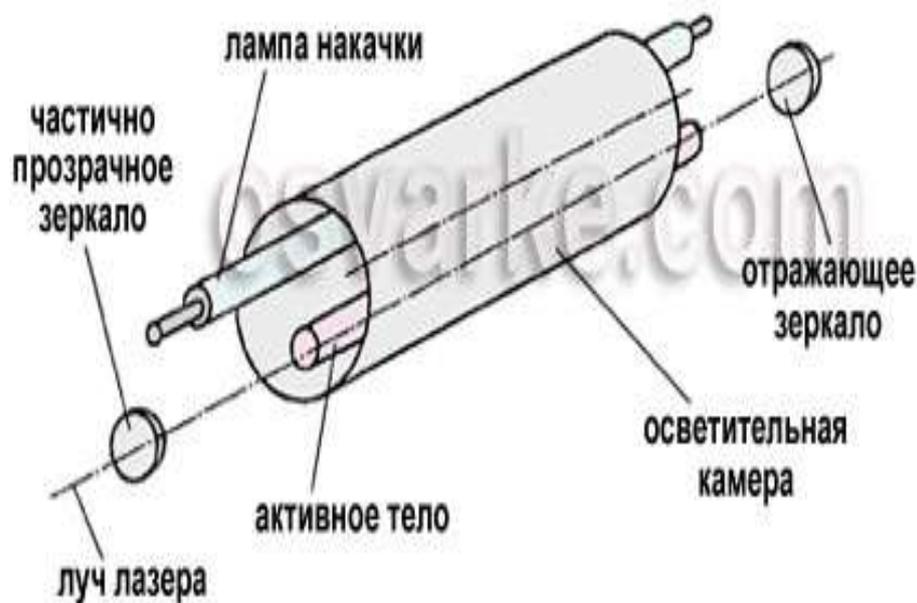


Рисунок.9- Схема твердотельного лазера

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

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.[5]

В газовых лазерах в качестве активного тела применяется смесь газов, обычно углекислого газа, азота и гелия. В лазерах с продольной прокачкой газа смесь газов, поступающих из баллонов, прокачивается с помощью насоса через газоразрядную трубку. Электрический разряд между электродами, подключенными к источнику питания, используется для энергетического возбуждения газа. По торцам трубки размещены отражающее и полупрозрачное зеркала.

Более компактными и мощными являются лазеры с поперечной прокачкой газа. Их общая мощность может достигать 20 кВт и выше.[5]

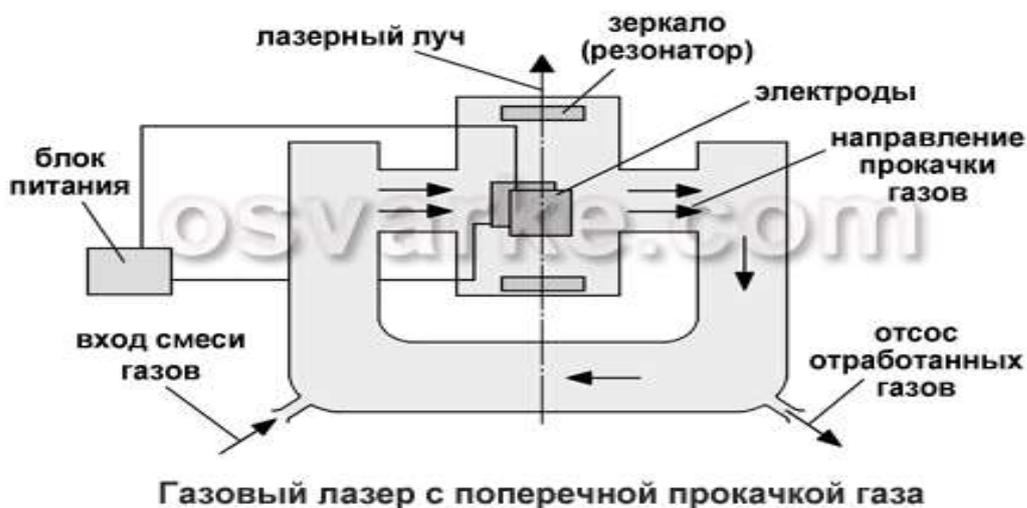
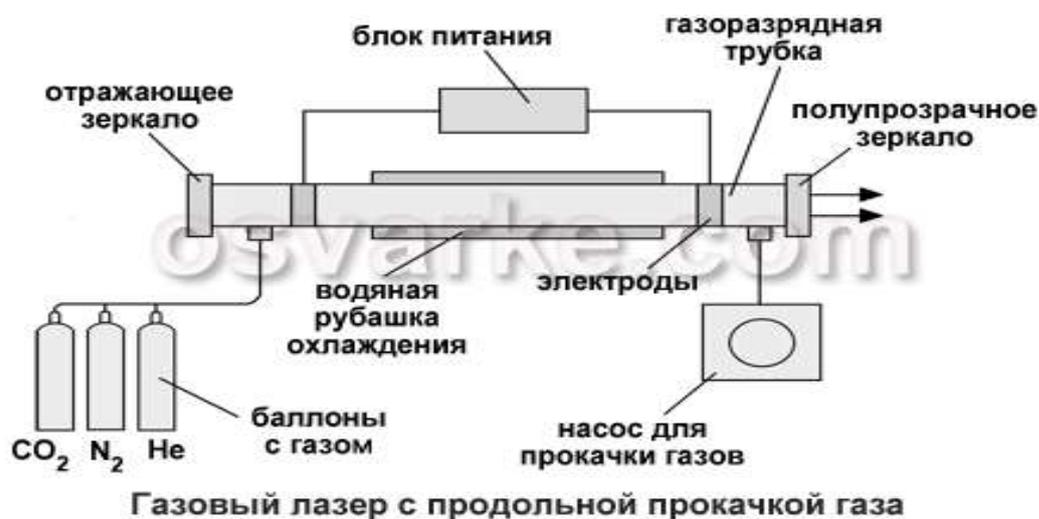


Рисунок.10- Схемы лазеров с продольной и поперечной прокачкой газа[5]

Весьма эффективны щелевые CO₂-лазеры. Они имеют еще меньшие габариты, а мощность их излучения обычно составляет 600–8000 Вт. Режим излучения от непрерывного до частотно-импульсного.[5]

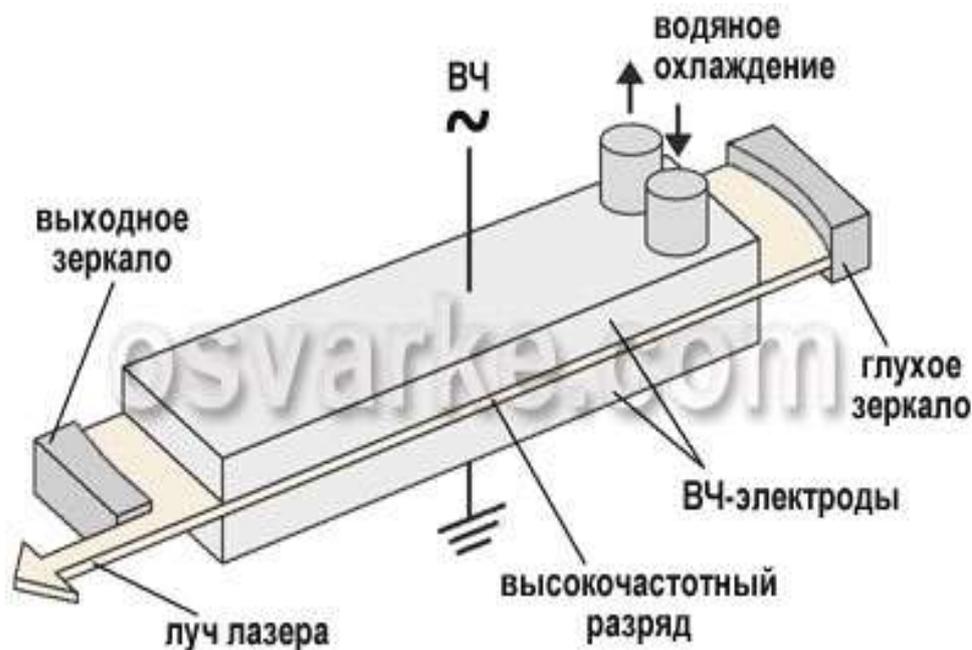


Рисунок.11-Схема щелевого лазера

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.[5]

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.[5]

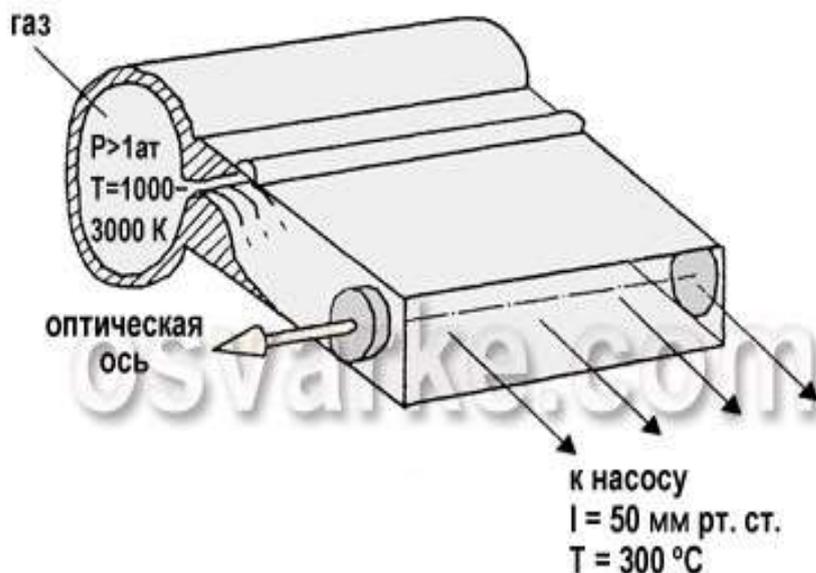


Рисунок.12- Схема газодинамического лазера

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 раскоре 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.[5]

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.

Резка различных материалов

Для разрезания металлов в основном требуется мощность лазера от 450-500 Вт и выше, для цветных металлов от 1кВт и выше.[5]

Резку углеродистых сталей чаще всего выполняют с применением кислорода в качестве вспомогательного газа. В результате взаимодействия кислорода с нагретым лучом металлом протекает экзотермическая реакция окисления железа обычно с выделением в 3-5 больше тепла, чем от самого лазерного излучения.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Качество торцевой поверхности реза высокое. На нижней кромке реза характерно образование незначительного грата.[5]

Наибольшую проблему представляет возможность перехода процесса резки, выполняемого на очень малых скоростях (как правило, менее 0,5 м/мин), в неуправляемый автогенный режим, при котором металл начинает разогреваться до температуры горения за пределами воздействия луча, что приводит к повышению ширины реза и увеличению его шероховатости.[5]

В ряде случаев, например, при вырезке деталей с острыми углами и отверстиями малого диаметра, вместо кислорода предпочтительно использование инертного газа при высоком давлении.

Лазерная резка нержавеющей стали, в особенности больших толщин, затруднена процессом зашлаковывания реза из-за присутствия в металле легирующих элементов, влияющих на температуру плавления металла и его оксидов. Так, возможно образование тугоплавких оксидов, препятствующих подводу лазерного излучения к обрабатываемому материалу.

Усложняет процесс резки и низкая жидко текучесть расплавленных оксидов, например; свойственная для нержавеющей хромоникелевых и высокохромистых сталей.[5]

Для получения качественного реза используется азот высокой чистоты, подаваемый при повышенном давлении (обычно до 20 атм). При резке нержавеющей стали большой толщины требуется заглубление фокального пятна луча в разрезаемый металл. Как следствие, повышается диаметр входного отверстия и возрастает подача газа внутрь металла в зону расплава.[20]

Для лазерной резки алюминия и его сплавов, меди и латуни требуется излучение более высокой мощности, что обусловлено следующими факторами:

низкой поглощательной способностью этих металлов по отношению к лазерному излучению, особенно с длиной волны 10,6 мкм углекислотного лазера, в связи с чем твердотельные лазеры более предпочтительны;

высокой теплопроводностью этих материалов.[20]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Обработка малых толщин может выполняться в импульсном режиме работы лазера, что позволяет уменьшить зону термического воздействия, а больших толщин в микроплазменном режиме. Плазмообразующими являются пары легко ионизируемых металлов магния, цинка и др. Под действием лазерного луча в области реза образуется плазма, нагревающая металл до температуры плавления и плавящая его.[20]

При разрезании алюминия применяется вспомогательный газ с давлением более 10 атм. Структура торцевой поверхности рез пористая с легко удаляемым гратом на нижней кромке реза. С повышением толщины металла качество торцевой поверхности реза ухудшается.[20]

При резке латуни торцевая поверхность реза обладает пористой шероховатой структурой с легко удаляемым гратом в нижней части реза. С возрастанием толщины металла качество торцевой поверхности реза ухудшается.

Таблица 2. Характерные толщины разрезаемых листов при мощности лазера $P = 5$ кВт

Наименование	Толщина (мм)
Углеродистые и легированные стали	до 40
Нержавеющая сталь	25
Медь	5
Латунь	12
Сплавы алюминия	12

С помощью углекислотных лазеров возможна обработка различных неметаллов фанеры, дерева, ДВП, ДСП, пластика, оргстекла, полиэфирного и акрилового стекла, ламината, линолеума, резины, ткани, кожи, асбеста, картона и других.[20]

При разрезании поролон следует соблюдать повышенные меры пожарной безопасности, поскольку он может загореться. По причине загорания невозможна или очень затруднена резка толстого пено картона (при толщине более 10 мм).

Невозможен или крайне сложен раскрой лазером таких материалов как текстолит, стеклотекстолит, гетинакс, сотовый полипропилен, поликарбонат, сотовый поликарбонат. Затруднено разрезание материалов, склонных к растрескиванию, например, керамики или стекла.[21]

Таблица.2.1 Характерные толщины разрезаемых листов при мощности лазера $P = 1,5$ кВт

Наименование	Толщина (мм)	Скорость резки (м/мин)
Пластмасса	25	2
Фанера	10	3–4,5
Высушенная сосна	20	2
ДСП	20	1,5
ДВП	5	6
Стекло	1–8	5–0,5
Асбест, металлоасбест, паронит	4	1,5

2.4 Технологические параметры

Основными технологическими параметрами процесса лазерной резки являются:
мощность излучения;

скорость резки;

давление вспомогательного газа;

диаметр сфокусированного пятна и др.

При импульсном режиме к данным параметрам добавляются:

частота повторения импульсов;[21]

длительность импульсов;
средняя мощность излучения.

Эти параметры влияют на ширину реза, качество резки, зону термического влияния и другие характеристики.[21]

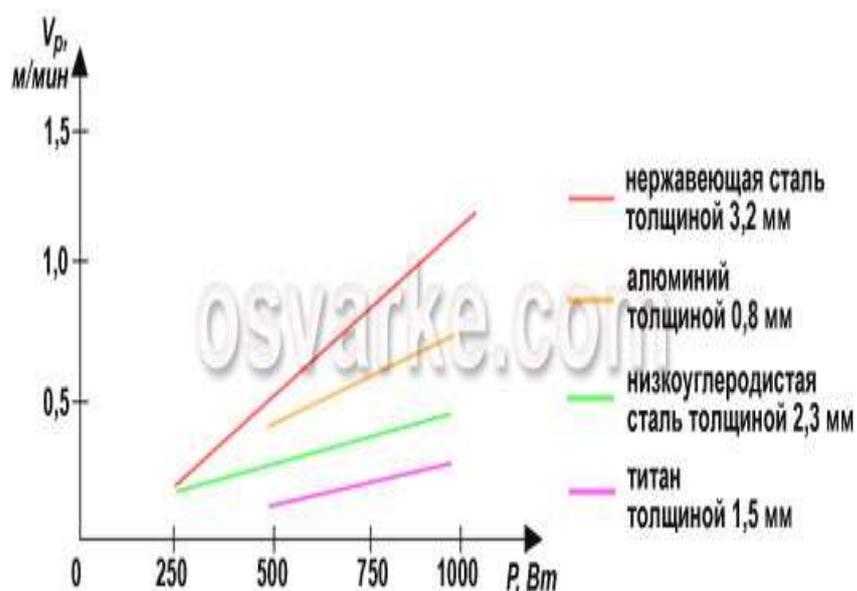


Рисунок.13- Влияние мощности излучения на скорость резки металлов



Рисунок.14- Влияние скорости резки на ширину реза в металлах

Качество реза определяется шероховатостью его поверхности. Она отличается для различных зон по толщине металла. Наилучшее качество характерно для верхних слоев разрезанного металла, наихудшее для нижних.[21]

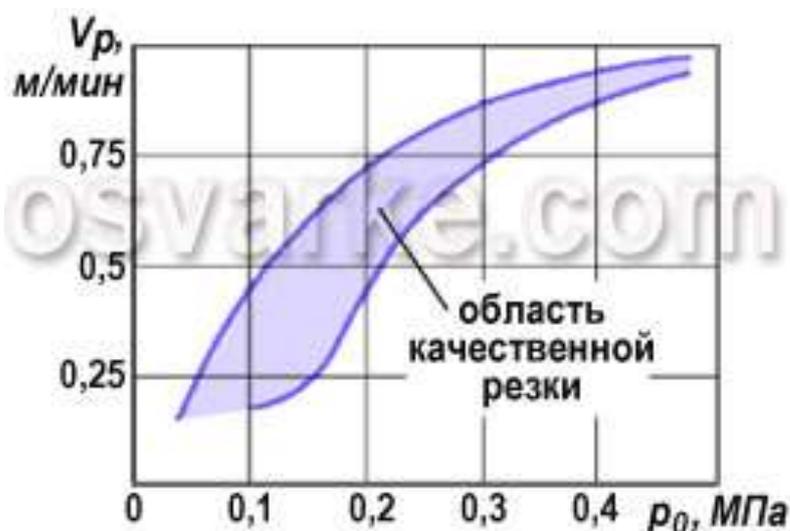


Рисунок.15- Влияние скорости резки и избыточного давления кислорода на размеры области качественной резки углеродистых сталей толщиной 3 мм при мощности излучения 0,45 кВт[21]

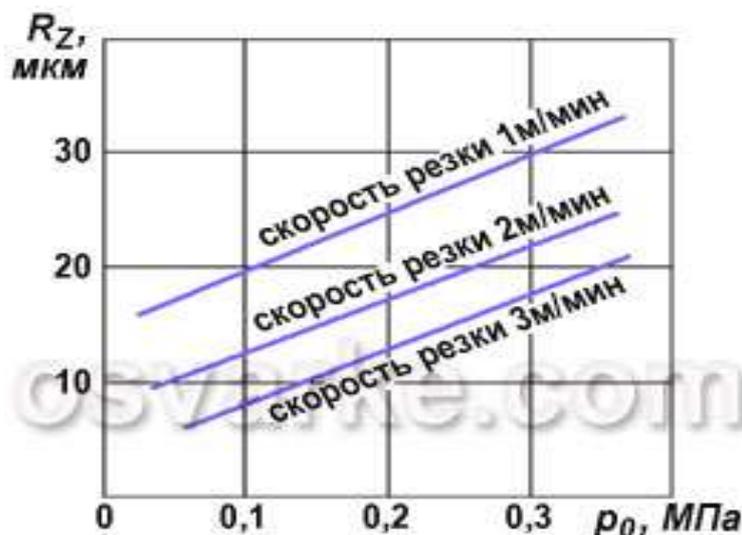


Рисунок.16- Зависимость шероховатости поверхности реза углеродистой стали от избыточного давления кислорода при разных скоростях газолазерной резки[25]

2.5 Преимущества, недостатки и сравнительная характеристика[21]

Сфокусированное лазерное излучение позволяет резать почти любые материалы независимо от их теплофизических свойств. При этом можно получать качественные и узкие резы (шириной 0,1–1 мм) со сравнительной небольшой зоной термического влияния. При лазерной резке возникают минимальные деформации, как временные в процессе обработки заготовки, так и остаточные после ее полного остывания. В результате возможна резка с высокой степенью точности, в том числе нежестких и легкодеформируемых изделий. Благодаря относительно несложному управлению лазерным пучком можно выполнять автоматическую обработку плоских и объемных деталей по сложному контуру.[21]

Лазерная резка особенно эффективна для стали толщиной до 6 мм, обеспечивая высокое качество и точность при сравнительно большой скорости разрезания. Однако для металла толщиной 20–40 мм она применяется значительно реже кислородной или плазменной резки, а для металла толщиной свыше 40 мм – практически не используется.[21]

С помощью водно-абразивной или водной струи можно резать практически любые материалы. При этом не возникают ни механические деформации заготовки (так как сила воздействия струи составляет лишь 1–100 Н), ни ее термические деформации, поскольку температура в зоне реза составляет около 60–90°С. Таким образом, по сравнению с технологиями термической обработки (кислородной, плазменной, лазерной и др.) [21]

Лазерная резка является одной из высокотехнологичных технологий. Она применяется при раскрое листовых материалов. Принцип этого метода заключается в том, что сфокусированный на поверхности обрабатываемого материала, лазерный луч нагревает его до состояния, когда металл, начинает испаряться. В зависимости от материала, подвергаемого резке, мощность лазерного луча можно регулировать. Лазер используется для резки металлов до 20 мм толщиной, что является главным недостатком этого метода.[21]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица.2.2 Сравнение лазерной резки с кислородной, плазменной и гидроабразивной резкой

Наименование	Характеристика лазерной резки по отношению к		
	кислородной	плазменной	гидроабразивной
Типичная ширина реза (мм)	меньше в разы и десятки раз		
Качество	сильно превосходит	превосходит	уступает
Зона термического влияния	меньше	меньше	больше
Ограничение по максимальной толщине металла	очень сильно уступает	значительно уступает по цветным металлам, уступает по остальным металлам	значительно уступает
Производительность резки тонкой стали (до 6 мм, без пакетной резки)	превосходит	сопоставимая	сильно превосходит
Стоимость оборудования	гораздо выше	выше	сопоставимая
Стоимость обслуживания	выше	сопоставимая	сопоставимая

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

27.03.04.2017.061.00 ПЗ

Лист

35

Оборудование (установка, станок) для лазерной резки обычно состоит из:
 излучателя;
 системы формирования и транспортировки излучения и газа;[21]
 координатного устройства и автоматизированной системы управления (АСУ).

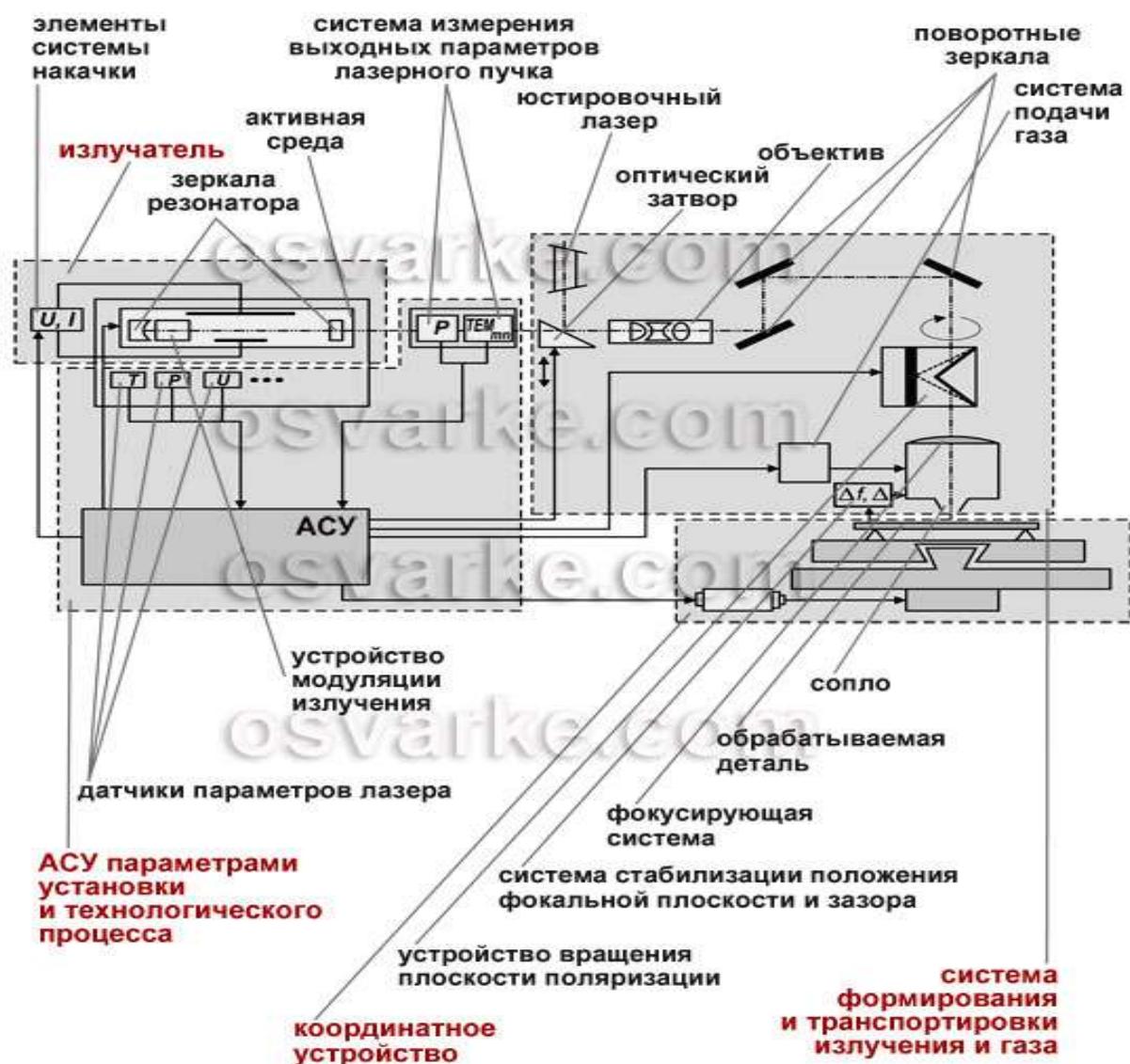


Рисунок.17- Структурная схема установки для лазерной резки

Излучатель генерирует лазерное излучение с необходимыми для резки оптическими, энергетическими и пространственно-временными параметрами. В его состав входят:[22]

- элементы системы накачки;
- активная среда;
- зеркала резонатора и,

при необходимости, устройство модуляции излучения.

В качестве излучателя обычно используются газовые (CO₂) и твердотельные лазеры, способные работать как в импульсном, так и в непрерывном режимах.

Система формирования и транспортировки излучения и газа предназначена для передачи лазерного пучка от излучателя к обрабатываемой детали, а также для формирования требуемых параметров газа, поступающего в зону реза через сопло.

В состав данной системы входят:

- Юстировочный лазер;
- оптический затвор;
- оптические трансформаторы (объективы);
- поворотные зеркала;
- устройство вращения плоскости поляризации;
- фокусирующая система;
- система стабилизации положения фокальной плоскости и зазора;
- система подачи газа;
- сопло.[7]

С помощью координатного устройства выполняется относительное перемещение лазерного луча и детали в пространстве. Такое устройство содержит двигатели, привод, исполнительные механизмы.

АСУ предназначена для контроля и управления параметрами лазера, передачи команд на исполнительные модули координатного устройства и системы формирования и транспортировки излучения и газа.

В состав АСУ входят:

- подсистема датчиков параметров лазера (температуры, давления, состава рабочей смеси и др.);
- подсистема датчиков параметров излучения (расходимости, мощности, стабильности оси диаграммы направленности и др.);
- подсистема управления затвором;
- подсистема управления адаптивной оптикой;
- подсистема управления координатным устройством.[7]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Механизмы передачи лазерного излучения в зону обработки

2.6 Способы передачи лазерного излучения

Способы передачи лазерного излучения в зону обработки условно подразделяют на две группы:

1. С постоянной длиной оптического тракта от излучателя лазерной установки до зоны реза. При данном способе могут перемещаться либо излучатель, либо обрабатываемое изделие, либо излучатель и изделие одновременно, либо могут вращаться оптические элементы.

2. С переменной длиной оптического тракта от излучателя до зоны резки. В этом случае сам излучатель неподвижен, а передача излучения в зону резки осуществляется с помощью подвижной системы оптических элементов. Также может быть предусмотрено перемещение сравнительно небольших заготовок.

Передача излучения при постоянной длине оптического тракта. В простейшем случае передача выполняется с помощью фокусирующего объектива, установленного между неподвижным излучателем лазерной установки и обрабатываемой заготовкой. При резке изделие может перемещаться поступательно в плоскости, перпендикулярной оси сфокусированного луча, или вращаться относительно его оси.

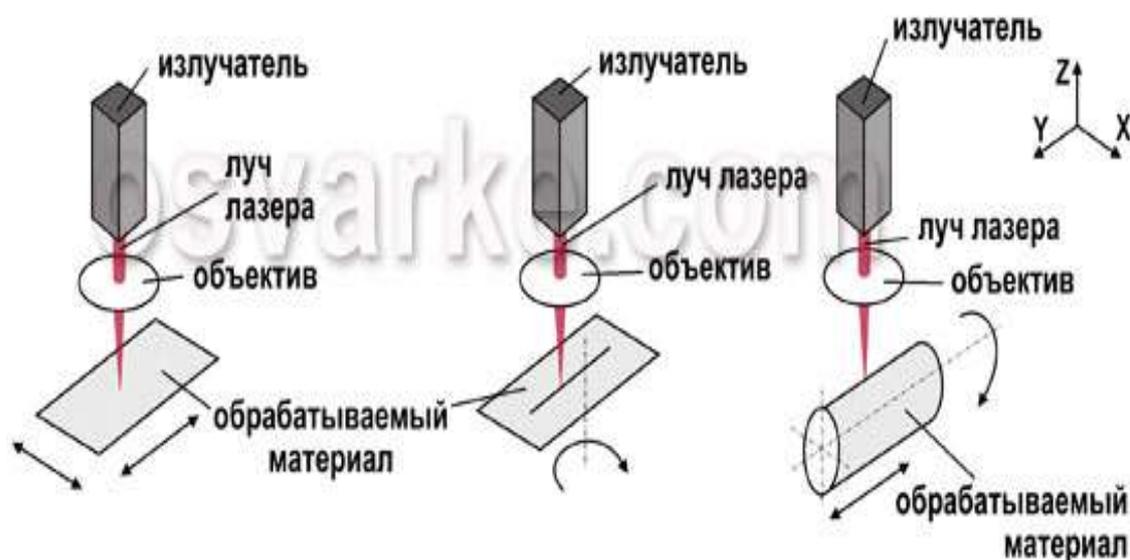


Рисунок 18- излучателя до зоны резки

Чтобы повернуть лазерный пучок на необходимый угол, между излучателем и объективом размещается зеркало или система зеркал либо призм.

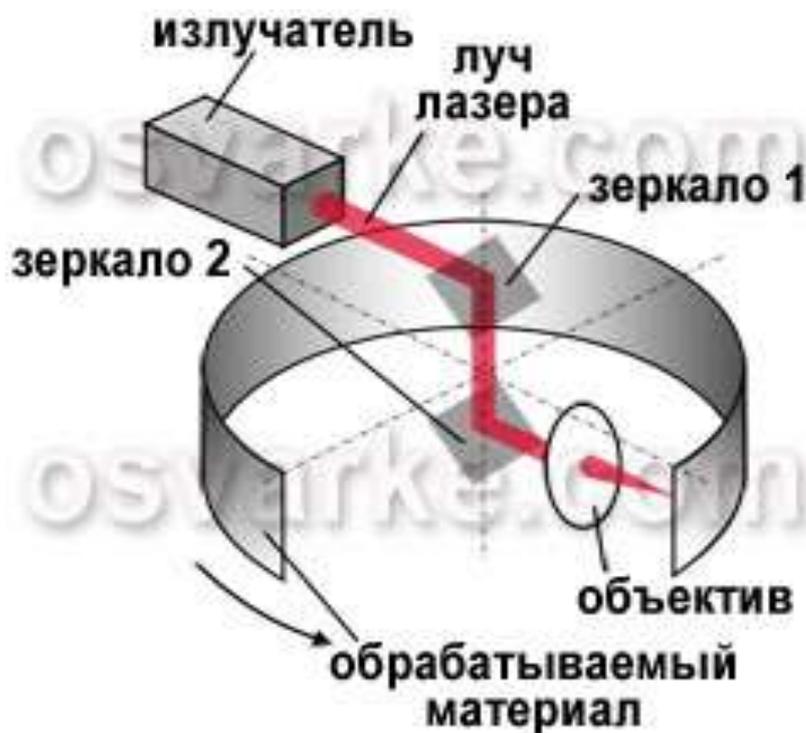


Рисунок 19- лазерный пучок с зеркалами

Возможно перемещение излучателя с объективом относительно неподвижного изделия либо одновременное перемещение излучателя и заготовки.

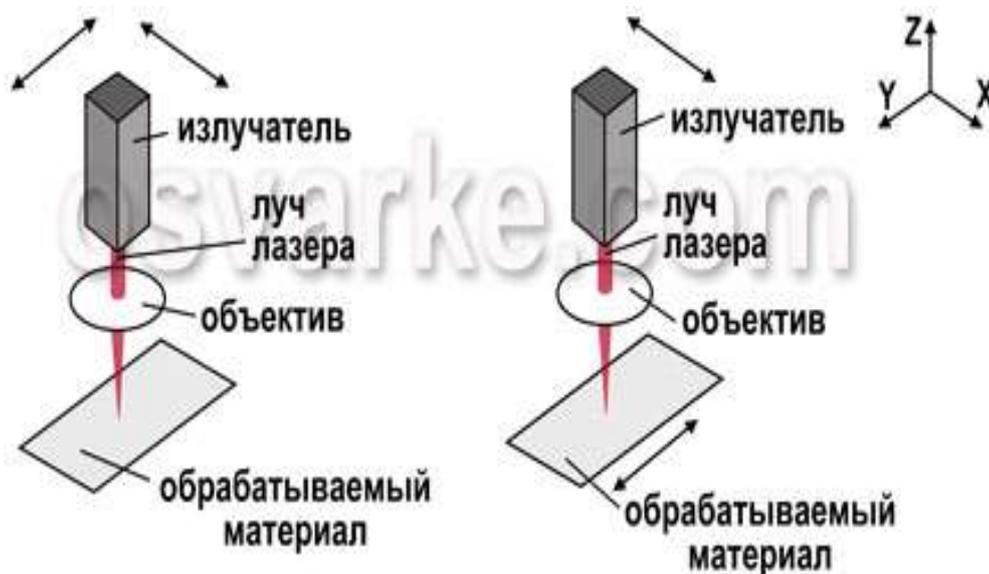


Рисунок 20- перемещение излучателя и заготовки

Однако перемещения как крупногабаритных изделий, так и мощных громоздких излучателей (в особенности газовых лазеров) являются конструктивно нецелесообразными. Тем более, подвижный излучатель соединяется с

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

неподвижной частью лазерной установки кабелями высокого напряжения и системой шлангов для подачи газов, охлаждающей жидкости и т. п.

Для исключения перемещений излучателя и разрезаемой заготовки лазерное излучение передается в зону обработки с помощью системы зеркал или призм и объектива, вращающихся вокруг оси луча или вокруг обрабатываемого изделия.[6]

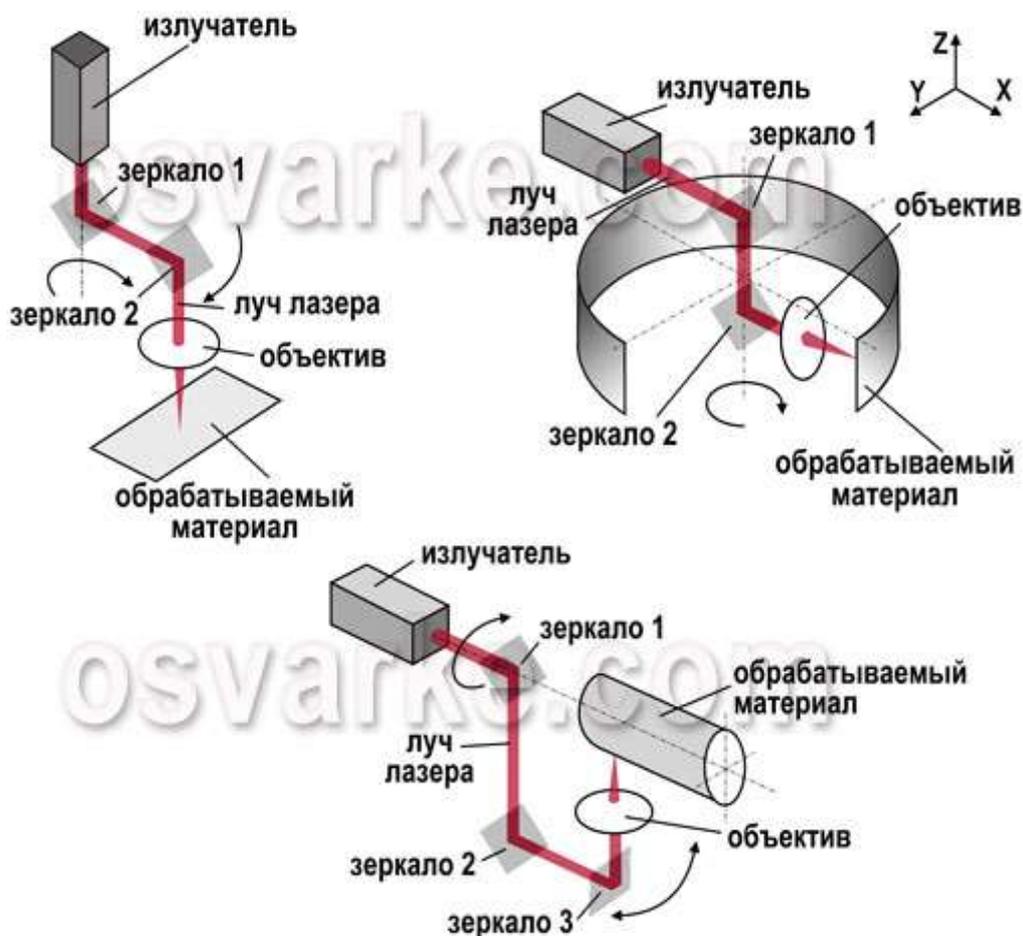


Рисунок 21- обработки с помощью системы зеркал или призм и объектива, вращающихся вокруг оси луча или вокруг обрабатываемого изделия

Однако данные способы могут применяться только при обработке по окружности плоскостей и тел вращения.

Передача излучения при переменной длине оптического тракта. При первом способе предусматривается совместное движение зеркал 1, 2 и объектива по оси X, а по оси Y только перемещение зеркала 2 с объективом.



Рисунок 22- передача излучения при переменной длине оптического тракта

Поступательное перемещение зеркал и объектива может быть заменено вращательным движением зеркал 1, 2 и объектива вокруг оси излучателя и поступательным перемещением зеркала 2 и объектива в направлении, перпендикулярном оси излучателя.

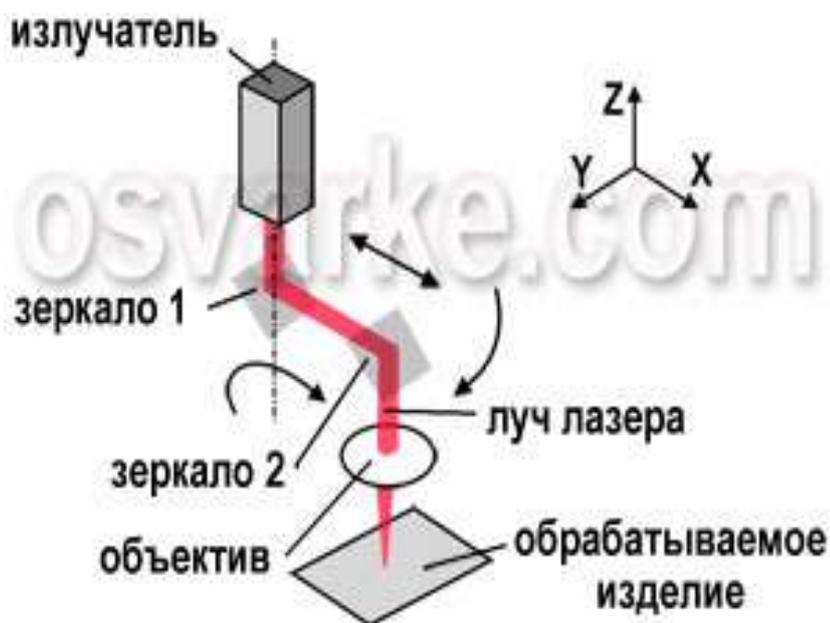


Рисунок 23- поступательное перемещение зеркал и объектива

Двух координатное перемещение лазерного пучка при небольшой зоне обработки можно выполнить за счет вращения зеркал 1 и 2 вокруг взаимно перпендикулярных осей.

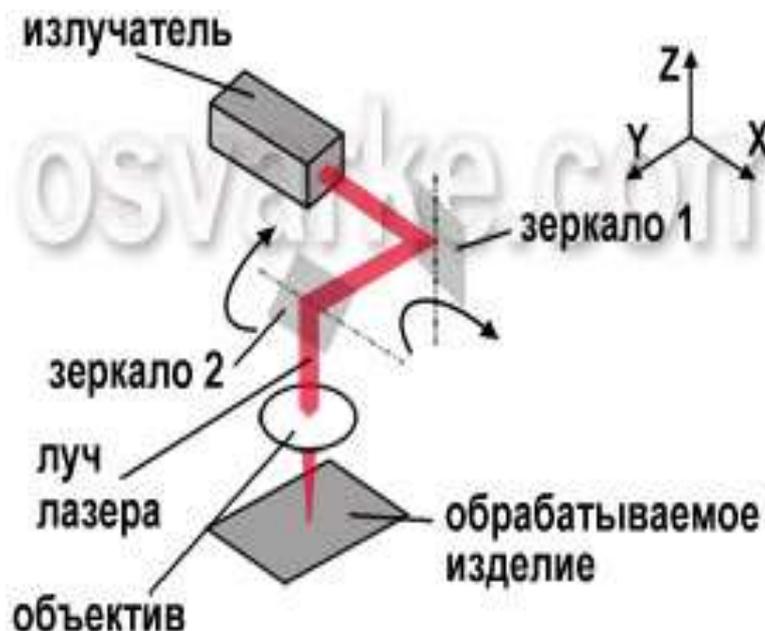


Рисунок 24- вращения зеркал

Для поворота и фокусировки лазерного излучения возможно использование только одного сферического зеркала.



Рисунок 25- использования сферического зеркала

При следующем способе (см. рисунок ниже) передача лазерного пучка в зону обработки осуществляется с помощью зеркала, закрепленного в карданном подвесе и поворачивающегося относительно двух взаимно перпендикулярных осей. Повороты зеркала позволяют обрабатывать изделие по заданному контуру.

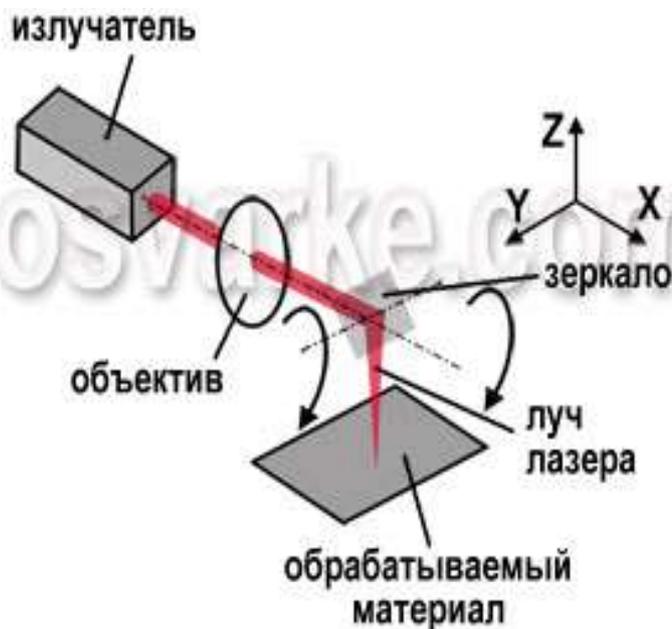


Рисунок 26- зеркала закрепленные в карданном подвесе

При обработке внутренней полости цилиндрической заготовки применяется одновременное перемещение зеркала и объектива вдоль оси лазерного пучка и их вращение вокруг этой оси.

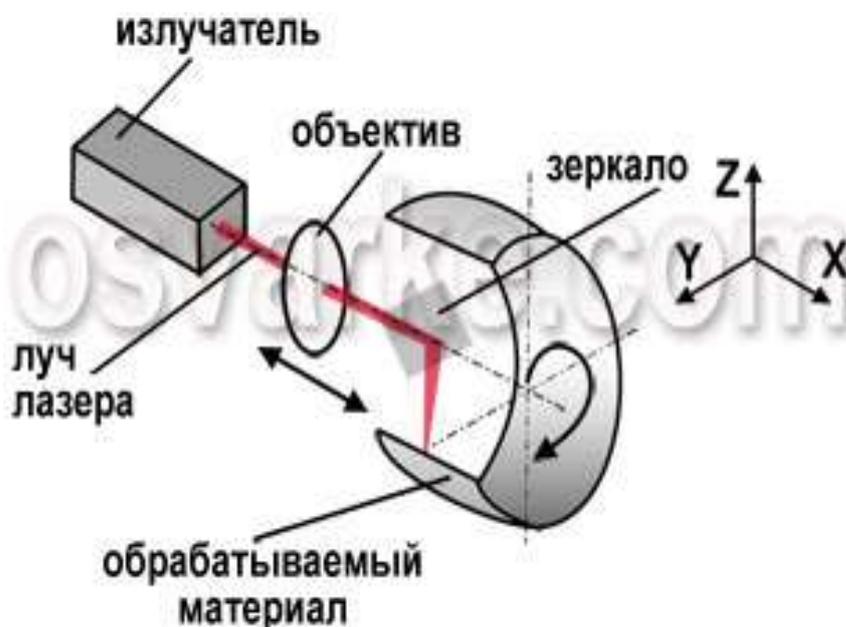


Рисунок 27- перемещение зеркала и объектива вдоль

Для обработки легких длинномерных труб или материалов, поставляемых в рулонах (например, металлической фольги), используется одновременное перемещение зеркала, объектива и заготовки, которая может либо вращаться вокруг оси, перпендикулярной оси лазерного луча, либо поступательно перемещаться перпендикулярно оси луча.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

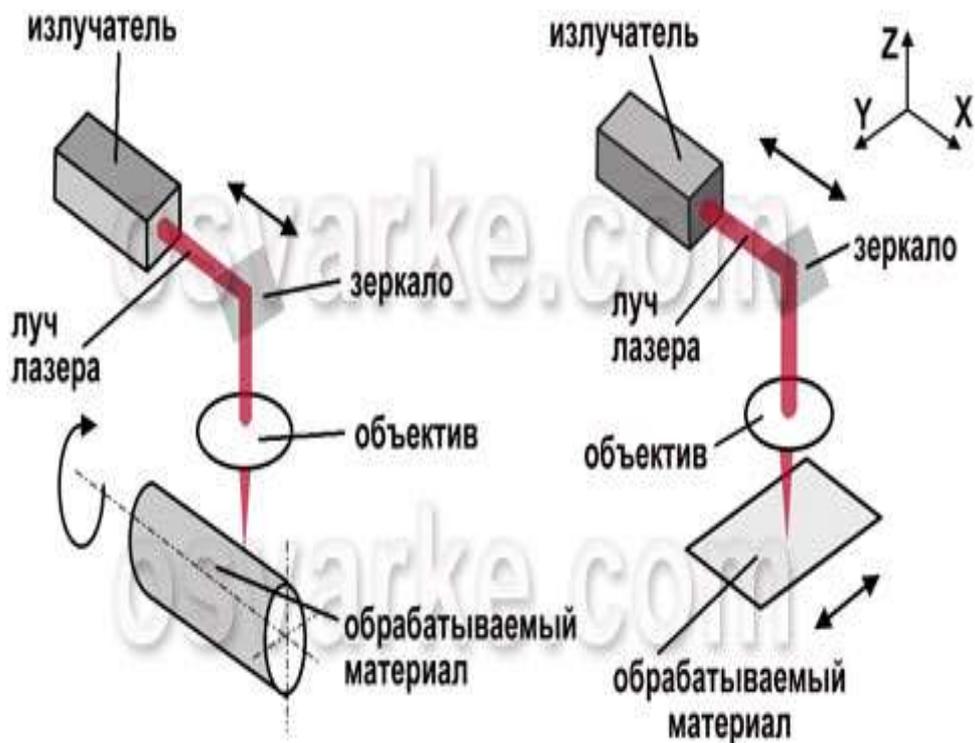


Рисунок 28- одновременное перемещение зеркала, объектива и заготовки

При перфорации листов излучение может передаваться с помощью вращающегося многогранного зеркального барабана и неподвижной системы зеркал.

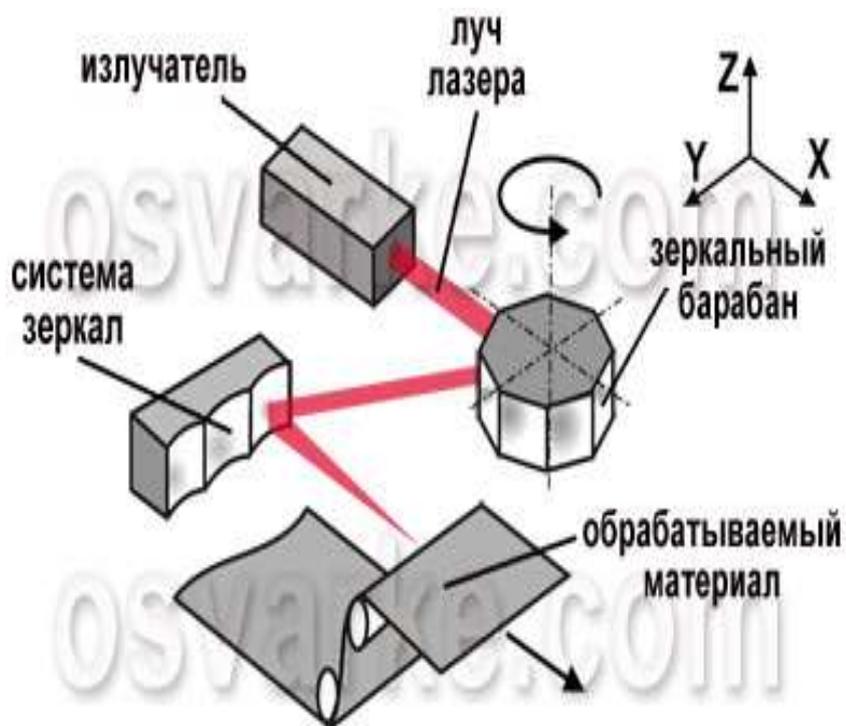


Рисунок 29- вращающееся многогранное зеркального барабана

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	27.03.04.2017.061.00 ПЗ					

2.7 Лазерные резаки

Простейшее устройство лазерного резака показано на рисунке ниже. Для подачи газа в зону резки между линзой и заготовкой размещено сопло в виде усеченного конуса. Газ, выходящий под давлением из сопла по лазерному пучку, помимо технологических функций обеспечивает защиту линзы от продуктов лазерной обработки.

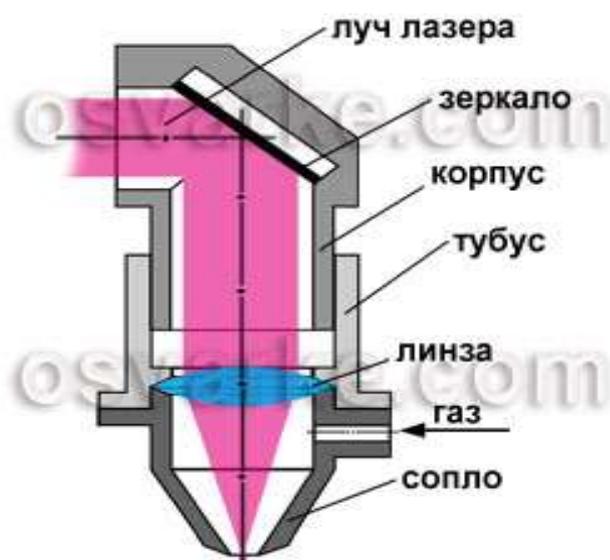


Рисунок.30- Простейшее фокусирующее устройство (резаки) станка лазерной резки

Поверхность линзы резака, обращенную к обрабатываемому изделию, также защищают с помощью экранирующих диафрагм, прозрачных вращающихся и неподвижных экранов, вращающихся металлических дисков с окнами на пути прохождения лазерного излучения, магнитных и электро разрядных устройств.

Для обеспечения длительного срока службы фокусирующих элементов мощных (свыше 3 кВт) установок целесообразно применение металлооптики. На рисунке ниже приведена конструкция резака с металлическими зеркалами, которые фокусируют излучение, выходящее из неустойчивого резонатора.[7]

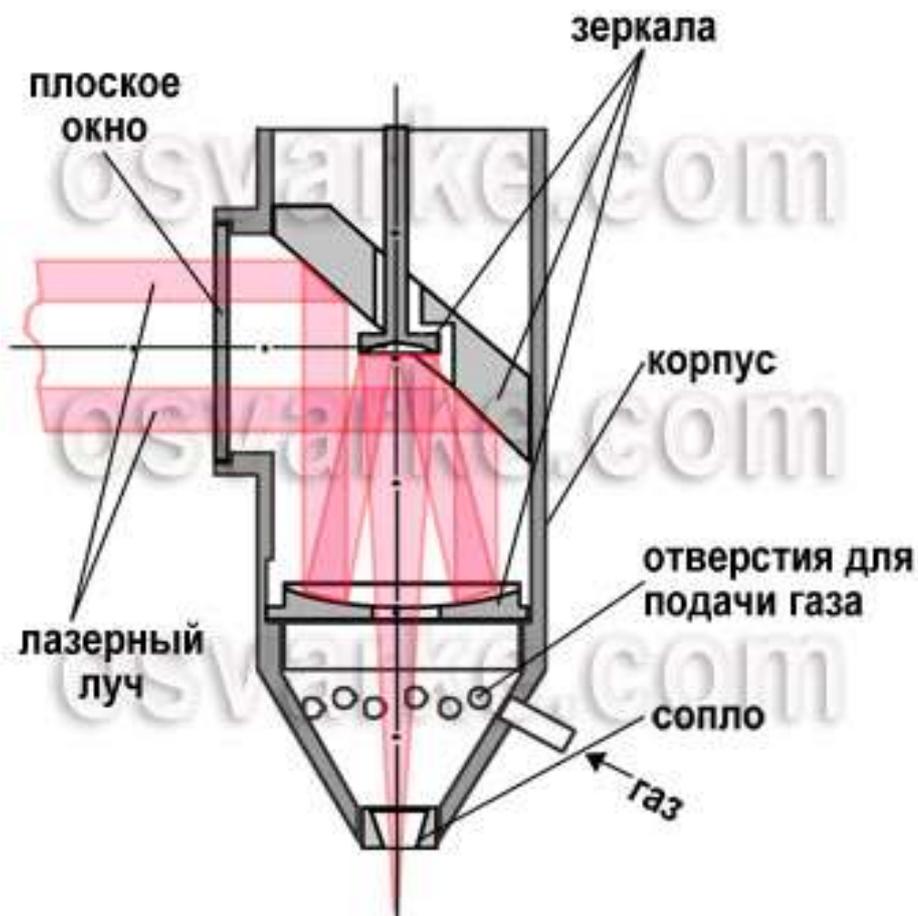


Рисунок.31- Лазерный резак с металлооптикой

Кольцевой лазерный пучок входит в резак через плоское окно, являющееся прозрачным для данной волны излучения. Отражаясь от зеркал и проходя через сопло, пучок фокусируется на обрабатываемой заготовке. Вспомогательный газ под давлением подается внутрь через отверстия, охлаждая при этом зеркальные поверхности.

Резак может иметь оптическую систему, следящую за взаимным положением объектива и заготовки.

2.8 Оборудование для лазерной резки

В России станки для лазерной резки производят ЗАО «ТехноЛазер» (г. Шатура, Московская область), ЗАО «Лазерные комплексы» (г. Шатура, Московская область), НПЦ «Лазеры и аппаратура ТМ» (г. Зеленоград, Московская область), ООО «ОКБ «Булат» (г. Зеленоград, Московская область), ООО «НПЦ «Альфа» (г. Москва), «Центр лазерных технологий» (г. Санкт-Петербург)

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист 46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

предприятия Лазерного регионального Северо-Западного центра (ЛРСЗЦ, г. Санкт-Петербург ООО «СП «Лазертех», ООО «НПП «Мобильные Лазерные Системы », ООО « Лазерный центр », АОЗТ «ЛазерИнформСервис »), а также другие компании.

Среди зарубежных производителей установок лазерной резки: компании Trumpf (Германия), Bystronic (Швейцария), ESAB (Швеция), Mazak (Япония), Koike (Япония), Hankwang (Южная Корея), Multicam (США) и др. Известным производителем углекислотных лазеров является компания PRC (США).



Рисунок 32- Станки лазерной резки Mazak: Space Gear-U44 (сверху) и Hyper Gear (снизу)

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблица.2.3 Сведения об оборудовании для лазерной резки металла

Марка	Мощность лазера (кВт)	Назначение	
ЛК-2015, ЛК-3015, ЛК-4015 (ЗАО «Лазерные комплексы», Россия)	до 5 в зависимости от модели	Установки (станки) лазерной резки плоских изделий (листов)	
Серий LMC-1200, LMC-2000, LMC-3000, LMC-6000 (ЗАО «Технолазер», Россия)	до 6 в зависимости от модели		
Hankwang серий FL (может поставляться с системой для резки труб), FS (Южная Корея)	2,5 / 3,3 / 4 / 6		
Hankwang серии HS (Южная Корея)	2,2 / 3,3 / 4		
Mazak Hyper Gear (Япония)	2,5 / 4		
Mazak Super Turbo-X44, Super Turbo-X Mk II (Япония)	1,5 / 1,8 / 2,5 / 4		
Mazak Super Turbo X 48/510 Champion (Япония)	1,3		
Koike серии Lasertex (Япония)	1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6		
ESAB Alpharex	до 6		
Trumpf серий TruLaser 1000, 2000, 3000, 5000, 7000, 8000 (Германия)	до 15 в зависимости от модели		
Bystronic ByVention 3015, BySprint 3015, BySprint Pro 3015, Byspeed (Швейцария)	до 6 в зависимости от модели		
Mazak Space Gear-U44, Space Gear-Mk II (Япония)	1,5 / 1,8 / 2,5 / 4		Установки (станки) лазерной резки плоских (листов) и объемных (труб, коробов и т. д.) изделий
Trumpf серий TruLaser Cell 1000, 3000, 5000, 7000 (Германия)	до 15 в зависимости от модели		
Bystronic серий Bystar, Bystar L (Швейцария)	до 6 в зависимости от модели		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

27.03.04.2017.061.00 ПЗ

Лист

48

2.9 Используемое оборудование на ПАО «Ашинский металлургический завод»

На ПАО «Ашинский металлургический завод» [3] используем лазерную установку производства «Центр лазерных технологий» (г. Санкт-Петербург) предприятия Лазерного регионального Северо-Западного центра

2.9.1 Основы технологии лазерной резки металла

Из школьного курса элементарной физики вы знаете о сильном тепловом воздействии сфокусированного света. Познавательный трюк с увеличительным стеклом ясно показывает возможности преломленного потока солнечного луча. Принципом действия работы лазера может служить его перевод с английского: усиление света вынужденным излучением. По-простому - это световое излучение, вызванное атакой фотонов на рабочую среду с усилением за счет ответной реакции. Световой поток через систему оптических призм и зеркал фокусируется в узконаправленный луч импульсной или непрерывной модуляции. Мощность и интенсивность лазера зависит от используемого активатора и сложности резонирующих систем.

В качестве первичного активного вещества используют все возможные агрегатные состояния: твердое, газообразное, жидкое и плазменное. Важнейшим критерием является способность к возбуждению и отдаче свободных квантов-фотонов. Накачка первичных световых атомов производится разными способами. Это может быть сфокусированное солнечное излучение, специальные лампы, другие лазеры, электрическое воздействие или химические процессы. Для увеличения силы потока делают многоуровневые атакующие каскады. В основе резонаторов применяют плоскопараллельные и сферические зеркала или их комбинации. Главный параметр хорошего прибора - устойчивое сохранение

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	27.03.04.2017.061.00 ПЗ					

светового луча и его точная фокусировка. Принцип лазерной резки

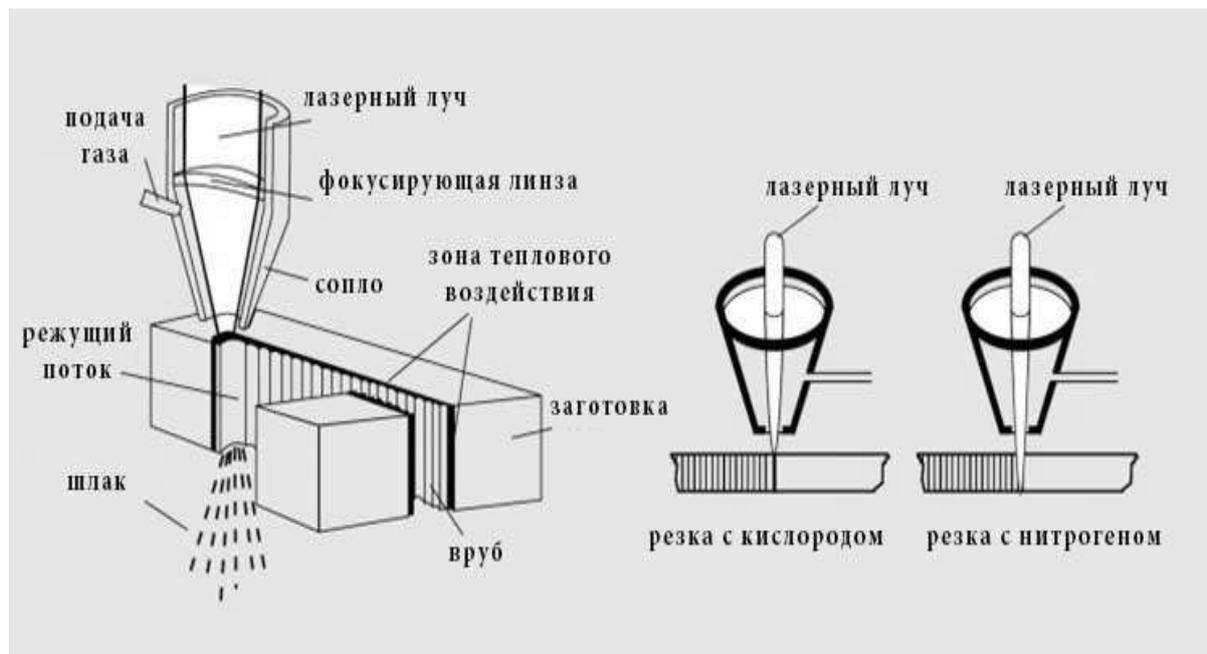


Рисунок 33- принцип лазерной резки

Первый лазер был сделан на рубине в 1960 году, он работал в инфракрасном диапазоне и являлся началом эры световых помощников человека. История развития прикладной квантовой науки шла по пути усиления первоначальных систем накачки и совершенствования оптических резонаторов для достижения мощного и управляемого луча. Выискивались новые рабочие среды, были испробованы и получили путевку в жизнь лазерные установки на красителях, на свободных электронах, химические модели и полупроводниковые исполнения.

Лазер представляет собой источник монохроматического когерентного света с высокой направленностью светового луча и большой концентрацией энергии. Диаметр луча составляет 0,01 мм, температура 6000-8000°C.

Лазерные технологии можно разделить на 2 вида: с использованием маломощных лазеров и использование лазеров большой мощности.

В первом используется чрезвычайно тонкая фокусировка лазерного луча и точное дозирование энергии как в импульсном, так и в непрерывном режиме. Это небольшие газовые лазеры импульсно-периодического действия и твердотельные лазеры на кристаллах граната с примесью неодима.

Области применения: для выполнения тонких отверстий в рубиновых и алмазных камнях для часовой промышленности, для записи и воспроизведения

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

информации, в медицинских обследованиях и лечении, для резки и сварки миниатюрных деталей в микроэлектронике и электровакуумной промышленности, для маркировки миниатюрных деталей, для авто выжигания цифр, букв, изображений для нужд полиграфической промышленности, для изготовления интегральных схем. Также применяются для измерений шероховатостей поверхностей и др.

Ко второй группе относятся мощные газовые лазеры.

Области применения: резка и сварка толстых стальных листов, поверхностная закалка, направление и легирование крупногабаритных деталей, очистка от поверхностных загрязнений, резка мрамора, гранита, раскрой тканей, кожи и др. При лазерной сварке металлов достигается высокое качество шва и не требуется применение вакуумных камер. Применяется в машиностроении, автомобильной промышленности, производстве строительных материалов. Лазерная сварка дает возможность избежать деформации свариваемых деталей. Производительность агрегатов лазерной сварки в 5-8 раз выше, чем у современных сварочных автоматов. Лазерные технологии также обеспечивают поверхностное упрочнение деталей, что позволяет увеличить срок службы изделий в 8-10 раз. Применение лазерной технологии дает большой эффект при изготовлении деталей с особо высокими требованиями к качеству и точности и при получении изделий с особыми характеристиками.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Глава

Преимущества лазерной резки

3.1. Основные преимущества установки лазерной резки металла серии LaserCut Professional ML

Станок для лазерной резки металла серии LaserCut Professional ML на базе портальной координатной системы и волоконного лазера IPG Photonics - высокопроизводительное решение для среднего бизнеса.

3.1.1. Лазерный источник

Используемые в установке LaserCut Professional ML волоконные лазеры обладают неоспоримыми преимуществами перед другими типами лазеров. Во-первых, они не требуют обслуживания, лазер находится в закрытом и опечатанном корпусе, который исключает попадание загрязнений. Также отсутствует необходимость в расходных материалах и высокооплачиваемом обслуживающем персонале. Во-вторых, волоконные лазеры являются самыми надежными среди всех имеющихся типов и обладают настолько большим ресурсом работы, что он не может быть выработан в рамках десятилетия. В-третьих, выходное излучение волоконного лазера отличается очень высоким качеством и стабильностью параметров луча. Кроме всего перечисленного, установленный на станке LaserCut Professional ML лазер может использоваться при резке высоко отражающих материалов, таких как латунь, алюминий, медь, оцинкованная и нержавеющая сталь, а также позволяет осуществлять не только резку, но и гравировку металла.[8]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

3.1.2. Передача и формирование излучения

Передача излучения осуществляется посредством волоконно-оптического тракта, исключая зеркальные передающие элементы. Таким образом, необходимые расходные материалы сведены к минимуму. Используемая волоконная система характеризуется исключительной надежностью, а срок ее службы сопоставим со сроком службы самого лазера.[8]

3.1.3. Дизайн станка

Мы уделяем особое внимание компоновке и дизайну производимого оборудования для резки металла. Для улучшения организации рабочего места все внешние подключения к станку осуществляются с одной стороны. Кроме того, основные элементы комплекса закрыты кожухами, надежно защищающими узлы и механизмы от грязи и возможных ударных воздействий. Приятный внешний вид установки вносит свой положительный вклад в общую организацию производственного процесса.[8]

3.1.4. Загрузка листа

Загрузка листа производится с помощью выдвижной паллеты. При необходимости паллета выходит за пределы зоны резания, обеспечивая удобную и безопасную для целостности станка погрузку листов металла. Опционально на раскройный комплекс LaserCut Professional ML устанавливается челночный стол, который позволяет существенно повысить производительность и облегчить работу со станком. Система с челночным столом имеет две паллеты, поочередно вводимые в зону обработки. Такая конструкция позволяет осуществлять загрузку и выгрузку заготовок не останавливая станок .[8]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

3.1.5. Станина

Станина станка выполнена в виде цельносварной термически обработанной конструкции с последующей фрезерной обработкой. Она совмещает в себе высокую точность изготовления, жесткость, надежность и долговечность конструкции. Станина дополнительно утяжелена, что позволяет ей выдерживать высокие динамические нагрузки.

3.1.6. Приводы и передачи

Одни из наиболее критичных и важных частей станка - механические компоненты и приводы, обеспечивающие движения координатной системы. Установка LaserCut Professional ML оборудована мощными и надежными линейными моторами, не нуждающимися в обслуживании. Линейный привод позволяет достичь высоких скоростей перемещения, при высоких динамических и точностных характеристиках.

3.1.7. Система смазки

Движущиеся механизмы любого станка нуждаются в регулярной смазке. Но на качественном оборудовании они закрыты защитными кожухами или гофрозащитой, ограничивающими доступ к ним. Для решения данной проблемы мы оснащаем свои станки централизованной системой смазки, оборудованной таймером обслуживания. Когда приходит время производить смазку элементов станка, на стойке ЧПУ появляется сервисное сообщение, напоминающее об этом оператору. Причем сервисному персоналу не придется демонтировать половину защитных кожухов, чтобы добраться до нужных узлов. Достаточно подать смазку через специальные штуцеры на панели центрального узла и подтвердить обслуживание вводом контрольного пароля.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

3.1.8. Система дыма удаления

Лазерный комплекс комплектуется зональной системой дыма удаления с автоматическим переключением зон. Система обеспечивает подключение к вытяжной системе только той зоны раскройного стола, в пределах которой в данный момент находится резак. Такое решение позволяет уменьшить требования к производительности вентиляционной системы, и достигнуть максимальной эффективности дыма удаления.

3.1.9. Система охлаждения

Установка LaserCut PRF снабжается системой охлаждения типа вода/воздух (холодильник), которая прекрасно справляется с задачей по охлаждению установки и позволяет избежать затрат на воду.

3.1.10. Система подачи газов

Во время резания металла при помощи лазера необходимо обеспечивать продув зоны резания технологическим газом, поддерживая постоянное давление в зоне резания. Пневматическая система, установленная на раскройном комплексе LaserCut Professional ML рассчитана на давление 25 атм. Такое давление позволяет производить раскрой цветных металлов и получать на них качественный рез. Системы подачи газа, рассчитанные на давление до 10 атм., существенно ограничивают возможности по применению лазерных установок. Опционально на станках LaserCut Professional ML доступна автоматическая газовая консоль, которая имеет интегрированный в ЧПУ комплекса интерфейс, позволяет дистанционно переключать входы газов и устанавливать давление газа в зоне резания, проводить мониторинг текущего состояния системы. Также, консоль автоматически переключает режущий газ и устанавливает его давление при выборе материала из библиотеки без вмешательства оператора.[9]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

3.1.11. Лазерный оптический резак LH-103

Давление до 25 атм

Система пневмо удара для удаления расплава при пробивке.

Принудительное охлаждение сопла для резки цветных металлов

Контроль температуры сопловой части

Картриджная замена защитного стекла

Картриджная замена фокусирующей линзы

Привод фокусирующей линзы, управляемый с ЧПУ станка (для качественной пробивки материала, для автоматического изменения фокусного расстояния при смене толщины и типа материала). Все подстройки фокусного расстояния производятся с ЧПУ.

Качественные, без люфтовые, само контролирующиеся регулировки центра сопловой части под излучение лазера. При регулировке, фокусирующая линза остается неподвижной, что исключает термические искажения в линзе и повышает ресурс ее работы.[9]

3.1.12. Отличительные функции ПО UniCut

Удобство и функциональность программного обеспечения играет немаловажную роль при раскрое листового металла. Именно через ПО оператор управляет раскройным комплексом, осуществляет подготовку и загрузку программ, настраивает работу модулей станка. Программное обеспечение UniCut обладает рядом преимуществ перед другими ПО :

Управление всеми узлами станка с одного рабочего места и из одной программы:[9]

Отдельная настройка режимов прожига , гравировки и резки

Управление мощностью излучения в зависимости от скорости

Библиотека материалов

Автоматическое создание программ резки

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Удобный графический интерфейс

Таймеры обслуживания

Статистика производства

Дистанционная диагностика

Журнал мастера

Простое, интуитивно понятное ПО

3.1.13. Подход к производству

Имея собственное металлообрабатывающее подразделение, наша компания производит установки с учетом производственных реалий, не адаптируя ограниченные и стандартизированные решения, а внося действительную новизну и удобство в процесс лазерного раскроя металла.

3.2. Технические характеристики

3.2.1. Основные технические данные

Источник излучения					
Тип		Иттербиевый волоконный лазер			
Мощность, Вт		700-4000			
Модель	Зона обработки (мм)	Габаритные размеры (мм)			Масса, не более (кг)
		Длина	Ширина	Высота	
2015	2 000x1 500	3 580	530 ²	715 ¹	3 300
2515	2 500x1 500	4 080			3 500
3015	3 000x1 500	4 665			4 300
Максимальная нагрузка на стол, кг/м ²					200
Параметры точности*					
Точность позиционирования по всем осям, мм				±0,1	

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	27.03.04.2017.061.00 ПЗ					

Повторяемость позиционирования, мм	±0,05
Скорости и ускорения	
Скорость свободных перемещений по осям X, Y, Z, м/мин	150
Векторные ускорения по осям X и Y	до 2g
Линейные оси	
Ось X	Линейный привод с оптической обратной связью
Ось Y	
Ось Z	Сервопривод с без люфтовым редуктором с дополнительной обратной связью по слежению, прецизионная шестерня-рейка

Достигаемая точность обработки зависит от типа заготовки, предварительной обработки, размера листа и положения заготовки в рабочей зоне. В соответствии со стандартом VDI/DGQ 3441 длина измерения соответствует 1 м.[9]

3.2.2. Габаритные размеры станка

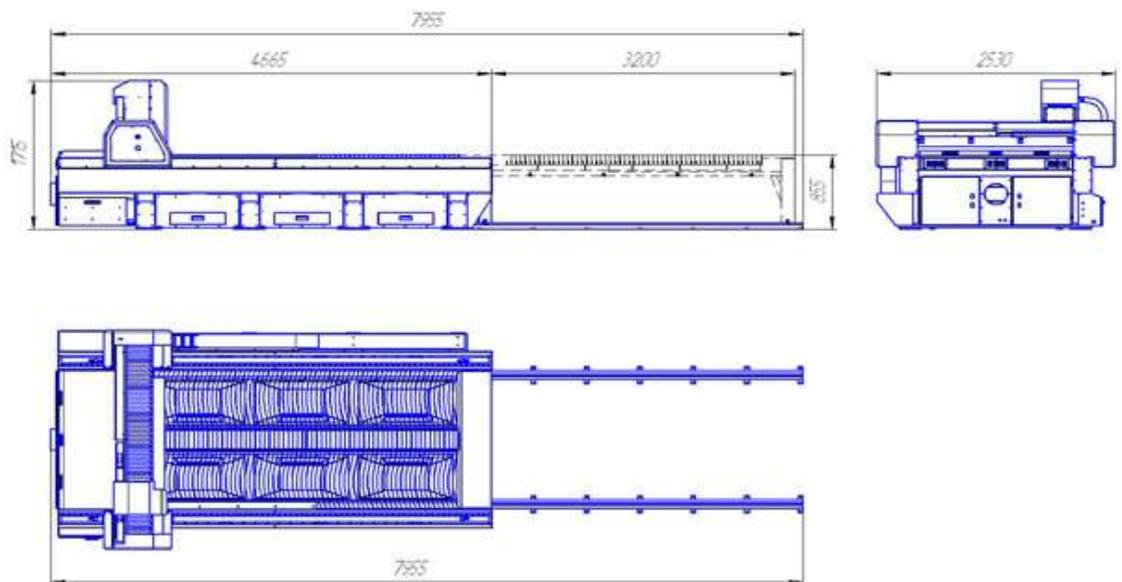


Рисунок 34- габаритные размеры LaserCut PRF ML

3.3. Управление станком

3.3.1. Стойка управления



Пульт управления станком выполнен в виде отдельной стойки пылезащищенного исполнения с промышленным ЖК-дисплеем для индикации рабочих параметров. Все элементы индикации и контроля над системами станка находятся на одном рабочем месте. Такая компоновка позволяет оператору быстро реагировать на возможные сбои и предотвращать их усугубление до возникновения неисправностей. Кроме этого, основные используемые органы управления системой вынесены на лицевую панель стойки, что положительно влияет на организацию рабочего процесса. Для дополнительного удобства работы оператора стойка управления оснащена ящиками для хранения расходных материалов и специализированного инструмента, который может потребоваться при работе со станком, а также держателем бумаги. Стойка ЧПУ оборудована двумя USB разъемами для подключения флэш накопителей и загрузки чертежей и программ. На задней панели стойки имеется один LAN разъем для интегрирования станка в общепроизводственную сетевую инфраструктуру.[10]

3.3.2. Программное обеспечение UniCut

Разработанное нами программное обеспечение UniCut имеет простое, ориентированное на пользователя управление. В ПО UniCut реализованы функции, существенно упрощающие и оптимизирующие процесс резки. Это такие функции как: пауза, обратный ход по контуру, быстрый переход к любой врезке, быстрое изменение точки врезки, начало резки с любого места контура и т.д.

Управление с одного рабочего места и из одной программы. [10]

Для безусловного комфорта работы с установкой интерфейсы управления всеми узлами станка интегрированы в одну программную оболочку. Дополнительным удобством для оператора является контроль над всеми модулями раскройного комплекса с одного рабочего места.[10]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Отдельная настройка режимов прожига, гравировки и резки

Режимы прожига, гравировки и резки настраиваются оператором по отдельности до начала резки. Оператору не придется останавливать процесс обработки материала, чтобы перенастроить станок и ввести новые уставки, т.к. переключение между режимами происходит автоматически, что увеличивает производительность раскройного комплекса.

Управление мощностью излучения в зависимости от скорости

Для получения качественных острых и прямых углов мощность лазерного излучения автоматически регулируется в зависимости от скорости передвижения оптической головки. При нулевой скорости движения оптической головки (в момент остановки на углу) выходная мощность излучения равняется минимальной мощности, заданной в настройках, что предотвращает выгорание углов.[10]

Библиотека материалов

ПО UniCut имеет библиотеку материалов, обеспечивающую не только хранение настроек под определенный материал, но и автоматическую загрузку параметров в модули станка при выборе материала.

Автоматическое создание программ резки

ПО UniCut обеспечивает быстрое и интуитивно понятное составление программ резки, которое осуществляется «двумя кликами мыши». Производится автоматическое определение вложенности контуров и автоматический расчет оптимальных проходов. Данная функция приобретает достаточную актуальность для малых предприятий, при работе с малой серийностью, но большой номенклатурой заказа.[10]

Удобный графический интерфейс

Для быстрой настройки оборудования имеются в наличии удобные графические интерфейсы. Графическая информация воспринимается гораздо лучше, чем набор цифр, поэтому с настройкой подобного оборудования приятнее работать, а сама настройка происходит намного быстрее.[10]

Таймеры обслуживания

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Для своевременного технического обслуживания станка в ПО имеются таймеры обслуживания с индикацией времени замены расходных материалов. Программное обеспечение автоматически считает наработку узлов раскройного комплекса и своевременно выдает сообщения о необходимом сервисном обслуживании.

Статистика производства

ПО UniCut производит автоматический расчет времени обработки деталей, полезного использования материала, количества деталей. Это существенно упрощает расчет стоимости, например, при резке сторонних заказов и расчет себестоимости продукции и отходов.[10]

Дистанционная диагностика

Функция дистанционной (через Интернет) диагностики неисправностей систем станка позволяет свести к минимуму время простоя станка и исключить выездные расходы в случае решения сервисных вопросов, связанных с неправильной настройкой оборудования.

Журнал мастера

Наличие возможности дистанционной постановки и контроля выполнения поставленных задач позволяет минимизировать бумажный документооборот и обеспечить постановку задач на станок через сеть с рабочего места мастера. Электронная постановка задач позволяет эффективнее организовать производственный процесс, поскольку систематизация в этом случае (по материалу, приоритету, изделию) осуществляется автоматически.[10]

Простота ПО

Простота программного обеспечения UniCut позволяет сократить время на обучения специалиста среднего звена базовой работе на станке. Стоимость работы специалиста среднего звена будет гораздо ниже, чем высокоинтеллектуального специалиста, что положительно скажется на себестоимости продукции. С программным обеспечением UniCut также доступны бесплатные обновления.[10]

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

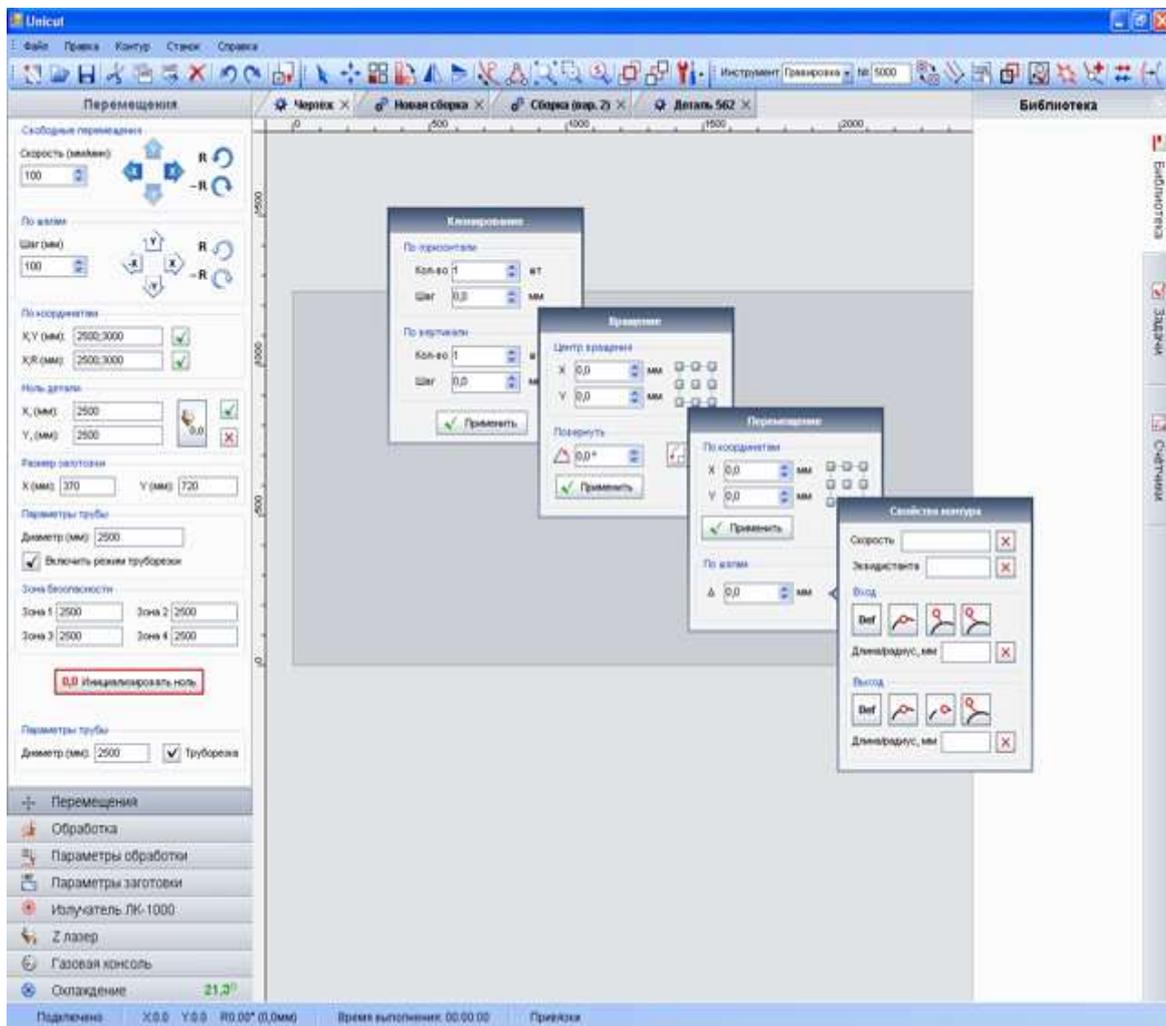


Рисунок 35- основное окно программы UniCut

3.3.3. Система контроля фокусного расстояния "Focus"

Установка оснащена системой автоматического слежения за поверхностью листа "Focus", которая обеспечивает стабильность удержания оптической головки резака с точностью до 0,1 мм в широком диапазоне высот, что позволяет четко работать даже на сильно деформированном металле, а также на краях заготовки. В системе реализованы следующие возможности:[10]

Прожиг « с подскоком ». В момент прожига материала оптическая головка поднимается на высоту подскока, установленную оператором, и за счет того, что головка приподнята, расплав металла не попадает на сопловую часть и не может вывести ее или всю оптическую головку из строя. Дальнейший рез производится с установленного фокусного расстояния.[9]

Прожег « на лету ». Данный метод может существенно сократить время обработки тонколистовых металлов, т.к. осуществляет вырезку не каждой детали по отдельности, а всех контуров, лежащих на одной прямой. Оптическая головка в высоком темпе построчно проходит весь лист, производя вырезку контуров на соответствующем отрезке. Экономия времени особенно заметна при резке перфорированных решеток.[9]

Прожег с предварительным прогревом зоны резки. При раскрое достаточно толстых листов металла рекомендуется применять данный метод прожига. Оптическая головка поднимается над материалом на расстояние, установленное оператором, происходит предварительный прогрев зоны резания, затем оптическая головка опускается в фокус, и происходит прожег материала .

Неполный подъем. Между точками врезки оптическая головка поднимается не до верхнего концевого датчика, а на расстояние укороченного подъема, установленное оператором. Благодаря этому сокращается время на переход оптической головки от одной детали к другой, а производительность системы увеличивается.

Авто калибровка оптической головки. Система производит калибровку на каждой точке врезки. С данной функцией получают качественные резы даже на сильно деформированном материале.

Графическое отображение динамических и рабочих характеристик системы. График позволяет в удобной форме оценивать работу системы слежения за поверхностью металла и оперативно определять неисправности в случае их возникновения.

Кроме всего перечисленного система контроля фокусного расстояния «Focus» позволяет эффективно работать и с неметаллическими материалами.[9]

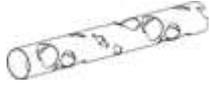
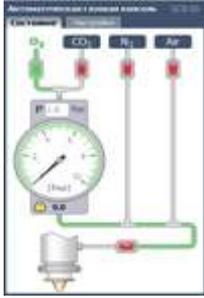
3.4. Опции

Для установок лазерной резки производства компании ООО «НПК Морсвязавтоматика» (Unimach®) существует целый перечень дополнительных

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

опций, которые могут значительно улучшить и упростить производственный процесс.

Таблица 2.4 дополнительных опции

	<p>Модуль резки профильной трубы. Подробное описание. Позволяет обрабатывать трубы круглого сечения: вырезать в них различные отверстия и сложные пазы, производить гравировку, а также отрезать трубу по длине. Диаметр обрабатываемых труб может варьироваться и согласовывается при подписании договора.</p>
	<p>Выносной пульт ручного управления UNIMACH. Позволяет оператору выполнять наиболее востребованные действия, не подходя к стойке ЧПУ: запуск и останов программ, обратный ход по контуру, увеличение/уменьшение фокусного расстояния, изменение скорости подачи, выход в ноль станка и ноль детали.</p>
	<p>Защитные очки оператора. Прямые, отраженные и рассеянные лучи лазера могут повредить зрение оператора и даже привести к слепоте. Для защиты органов зрения от лазерного излучения следует использовать специальные защитные очки.</p>
	<p>Измеритель мощности лазерного излучения. Позволяет измерять мощность лазерного излучения, проходящего через оптическую головку. Измеритель необходим для своевременной диагностики и обслуживания оптической головки лазерной установки.</p>
	<p>Кабинетная защита зоны резания. Предназначена для дополнительной защиты оператора от продуктов горения металла и возможного отраженного лазерного излучения. Обеспечивает хороший обзор рабочего стола и доступ оператора ко всему рабочему пространству установки.</p>
	<p>Автоматическая газовая консоль на 4 газа (до 10 атм.). Позволяет оператору управлять переключением режущих газов и контролировать пневматическую систему со стойки ЧПУ. Автоматически переключает режущий газ и устанавливает его давление при выборе материала из библиотеки.</p>

	<p>Рекуперационная установка 6000 м³/ч. При отсутствии возможности использования стандартной вытяжной системы применяется рекуперационная установка. Установка очищает воздух от пыли и твердых частиц и охлаждает его, осуществляя замкнутый цикл циркуляции воздуха в помещении.</p>
	<p>Двухпаллетная система подачи листа в зону резания. Установка оснащается двумя паллетами, которые попеременно транспортируются в зону обработки. Во время обработки материала на одной паллете, производится выборка готовых деталей со второй и загрузка на нее нового листа. Такая система позволяет сократить время на загрузку/выгрузку заготовок.</p>
	<p>Расширенный комплект ЗИП на 12 месяцев работы. Включает в себя набор компонентов, требующих регулярной замены, обеспечивая, как минимум, 12 месяцев работы установки.</p>

Преимущества лазерных установок для резки металла

С помощью лазерного аппарата можно осуществлять резку самых тонких листов металла от 0,2 мм. Максимальная толщина детали зависит от материала:



Рисунок 36- процесс резки

Газолазерная резка металла

для стали – 30 мм;

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

алюминий – 25 мм;

медь – 15 мм;

латунь – 12 мм.

Лазерная резка имеет неоспоримые преимущества перед аналогами:

высокая точность резки, благодаря компьютерному управлению;

края и кромки выполняются без наплывов и заусениц идеальные;

можно обрабатывать хрупкие и легкодеформируемые материалы;

можно вырезать изделия любой формы;

высокая скорость работы;

экономичность детали на одном листе можно разметить максимально близко друг к другу;

нет необходимости делать штамповочные формы, можно изготавливать небольшие партии;

деталь не нужно будет обрабатывать повторно;

более безопасная работа для оператора установки.

При таком количестве положительных качеств, лазерная резка металла все же имеет некоторые недостатки:



Рисунок 37-готовые заготовки

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лазерная резка нержавеющей стали

во-первых - невозможность работы с листом, толщина которого превышает 30 мм;

во-вторых - низкая эффективность работы с материалами, которые отличаются высокими отражающими свойствами;

в-третьих - высокая цена оборудования, поэтому такие установки используются только на промышленных предприятиях;

в-четвертых - из-за высокой стоимости станка, увеличивается и цена готового изделия.

3.5. Модернизация загрузочного устройства.

Лазерная установка поставляется с загрузкой листа . В цех металл поставляется в рулонах ,чтобы дополнительно рулон не резать изготавливаем агрегат линейной подачи полосы;

- разматыватель рулона металлопроката
- заправочный рольганг
- правильная машина
- приемный рольганг
- портал
- моталка бумаги

Разматыватели рулонного металлопроката[23]

Эргономика разработана таким образом, что оборудование удобно и безопасно в работе. Дополнительно может комплектоваться тележкой для подачи рулонов, прижимным роликом, приводом размотки, приводом разжима, устройством подсчёта остатка металла в рулоне.

ширина разматываемого рулона, мм: 1250

Максимальная толщина разматываемой полосы, мм:3,6.

Максимальная масса разматываемого рулона, тн:3, 5, 8, 10, 12, 15.

Мощность электродвигателя привода, кВт (если есть):1,5; 3.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Число оборотов барабана, мин-1:11

Внутренний/ наружный диаметр рулона в мм:400-600/.

Разматыватель рулонного металла предназначен для работы с металлом в рулонах при использовании совместно с профилировочными станками, станками для резки металла, в составе линий раскроя и т.п. Разматыватель имеет регулировку диаметра рулона, штурвал для размотки с крестовинами снимается с рамы, вставляется внутрь рулона, разжимается и затем вместе с рулоном устанавливается на раму.[23]



Рисунок 38- разматыватель рулона

РОЛЬГАНГ - от немецкого слова «Rollgang» - то же, что роликовый конвейер.

Конструкция роликовых конвейеров:

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Роликовый конвейер (рольганг) состоит из группы роликов, оси которых закреплены в раме, устанавливаемой на стойках. На неподвижных осях рамы конвейера в подшипниках вращаются ролики. В некоторых конструкциях применяются сварные ролики, вращающиеся в подшипниковых узлах, установленных на раме рольганга. Длина ролика в роликовых конвейерах должна быть несколько больше ширины или диаметра груза, а расстояние между роликами несколько меньше половины длины груза. Мелкие грузы со сложной конфигурацией перемещают на роликовых конвейерах в ящиках, на специальных паллетах, или на поддонах.[11]

Применение рольгангов:

Рольганги используются для перемещения несыпучих грузов (контейнеров, поддонов, ящиков, коробок , паллет, штабелей плитных и листовых материалов, длинномерных грузов, например металлопроката, лесов и пиломатериалов, брусков и т.п.), в случае , когда применение ленточных конвейеров невозможно или нецелесообразно.

На металлургических предприятиях для транспортирования металлопроката, задачи его в валки, приема из валков и передвижения к вспомогательным машинам (ножницам, пилам, правильным машинам и т.д.) применяются рольганги.

От стабильной работы рольгангов существенно зависит надежность всего стана, а также качество металлопроката.

Ролики тяжелых рольгангов работают в сложных условиях воздействия ударно-динамических нагрузок, высоких температур, запыленности, абразивного износа и охлаждающей воды, что вызывает их частые поломки.

Рольганги отличаются различной грузоподъемностью и габаритами, диаметрами и длиной роликов, материалом роликов, и назначением.

Рамы рольгангов изготавливаются из конструкционной стали с порошковым покрытием, из нержавеющей стали, и из алюминиевого анодированного профиля.

Особенностями конструкции рольгангов являются длины секций, из которых собирается рольганговая линия, а также диаметры и шаг роликов.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Ролики для рольгангов изготавливаются из конструкционной стали с оцинкованным или грунтовым покрытием, пластиковые, из нержавеющей стали, из алюминия.

Ролики рольганговые бывают приводные, холостые, фрикционные.

Холостые ролики содержат подшипниковые узлы качения или скольжения.

Фрикционные ролики применяются в приводных рольгангах, на которых происходит накопление и принудительная остановка груза. При накоплении и остановке груза на рольганге происходит остановка роликов счет фрикционной муфты, установленной в ролике. Сила тяги ролика зависит от нагрузки, она устанавливается автоматически.

Приводные ролики приводятся в движение от мотор - редуктора при помощи цепной передачи (ролико - втулочной цепи), через блоки звездочек, жестко установленных на роликах рольганга. Кроме того, применяются ременные передачи - вращение роликов при помощи зубчатых ремней, а также при помощи круглых ремней (пасиков). Ременные передачи применяются в рольгангах, перемещающих не тяжелые грузы.

Правильная машина

Применяется для правки металлических изделий. Существует несколько типов П. м. Роликовые П. м. имеют 2 ряда роликов, расположенных параллельно в шахматном порядке (рис.). Эти П. м. получили наибольшее распространение для правки как листов, так и сортового проката Р. М. Голубчик.

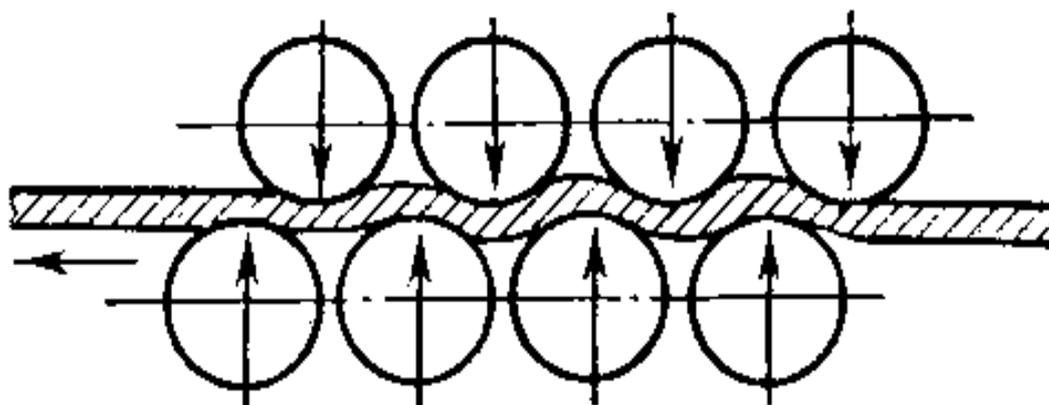


Рисунок 39- расположения роликов правильной машины.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70



Рисунок 40-правильная машина и рольганг приемный

РОЛЬГАНГ ПРИЕМНЫЙ

[catching (receiving) roll table] -1. Рольганг , расположенный непосредственно за рабочей клетью прокатного стана и служащий для приема металла, выходящего из валков.

2. Рольганг, расположенный на выходе из нагревательной печи и служащий для приема нагретых слитков или заготовок.

Портал это передвижения металла по рольганге до места реза. Портал состоит из рельсов по которым он передвигается и вакуумных присосках для захвата металла.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

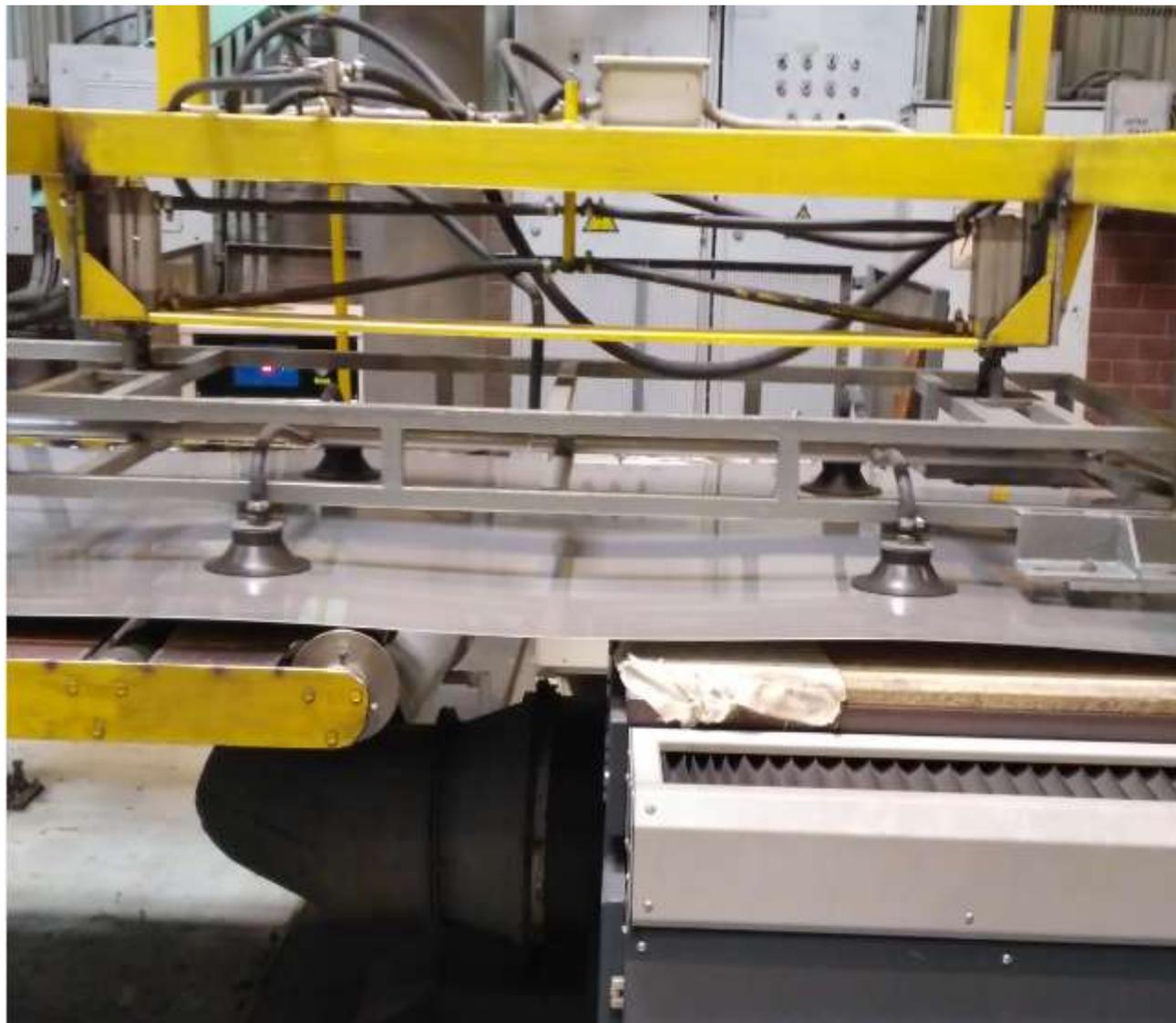


Рисунок 41- портал и рольганг

Моталка и разматыватели для бумаги. Моталка для бумаги установлена на разматывателе и предназначена для смотки защитной бумаги при размотке рулона в первом пропуске. Два холостых разматывателя для бумаги предназначены для подмотки бумаги в рулон металла при последнем пропуске, и установлены у каждой из моталок натяжения. Задающий приводной ролик диаметром 250 мм, длиной бочки 1250 мм предназначен для задачи конца полосы в клеть и левую моталку. Установлен с входной стороны клетки.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Заключение

В процессе модернизации линии подачи металла все приспособления изготовлены и запущены в эксплуатацию. Лазерная резка работает прекрасно без нареканий.

Применение лазерной резки металла позволяет получить качественный продукт с относительно небольшими затратами, благодаря использованию современных технологий и последних достижений в области обработки материалов.

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65625b2bc78a4d43>.
2. <http://www.ugatu.ac.ru/assets/files/aviator/2015/13.pdf>
3. <http://chelindustry.ru/view2.php?idd=48&kategor=87&rr=1>
4. http://studopedia.net/19_53508_rezka-razlichnih-materialov.h...
5. <http://refwin.ru/3631942906.html#1>
6. <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=339628>
7. <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=669997#1>
8. http://revolution.allbest.ru/manufacture/00339958_0.html
9. https://www.stanki.ru/catalog/kompleksy_lazernogo_raskroya/seriya_lasercut_fo_professional/
10. <http://mybiblioteka.su/tom3/5-24299.html>
11. <http://bse.sci-lib.com/article063666.html>
12. Мартенс. Техническая энциклопедия. Доп. том - 2008.
13. <https://wikimetall.ru/metalloobrabotka/lazernaya-rezka-metalla.html>
14. <http://www.amet.ru>
15. <http://azbukametalla.ru/entsiklopediya/sh/shtampyu.html>
16. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. Ленинград. Машиностроение. 2015
17. <https://wikimetall.ru/metalloobrabotka/lazernaya-rezka-metalla.html>
18. <http://unimach.ru/catalog/lasercut-professional-m2/>
19. Нормативно техническая документация , технологический процесс.
20. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник /Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, И.В. Зуев, А.Н. Кокора. - М.: Машиностроение, 2009 - 496 с.
21. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 4. Лазерная обработка неметаллических материалов. А.Г. Григорьянц, А.А. Соколов. - М.: Высш. шк, 2011 - 192 с.
22. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 7. Лазерная резка металлов. А.Г. Григорьянц, А.А. Соколов - М.: Высш. шк, 2011. - 128 с.
23. <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=554132#1>

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

					27.03.04.2017.061.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75