

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА

Методические указания
к практическим занятиям

Составители А.Д. Лычагин
А.П. Соколов

Томск 2012

Плазменная резка: методические указания / Сост. А. Д. Лычагин, А. П. Соколов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 24 с.

Рецензент профессор Д. В. Лычагин
Редактор Е. Ю. Глотова

Методические указания предназначены для проведения практических занятий по дисциплине ФТД. 6 «Сварка» со студентами направлений 150400, 190200, 190600, 250400, 270100, 270200, 280000.

Печатаются по решению методического семинара кафедры общего материаловедения и технологии композиционных материалов № 2 от 8.12.2010 г.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе В. В. Дзюбо

с 01.09.2012
до 01.09.2017

Оригинал-макет подготовлен авторами

Подписано в печать 26.04.2012.
Формат 60×80. Бумага офсет. Гарнитура Таймс.
Уч.-изд. л. 1,31. Тираж 100 экз. Заказ № 377

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Познакомиться с сущностью воздушно-плазменной резки металла, оборудованием и технологией процесса.

2. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время резка металла приобретает все большее значение. Это происходит в первую очередь за счет увеличения объемов производства, с которыми не справляется обычная ручная резка. Кроме этого в связи со значительным развитием кибернетики и автоматики изготовление станков с ЧПУ для фигурной вырезки деталей и заготовок не представляет технической сложности, а окупаемость данного оборудования лежит в пределах 0,5...1 года. Изготовление станков с ЧПУ в существенной мере облегчило резку металла, повысило производительность труда и точность изготовления детали (заготовки), благодаря чему возросла роль резки металла в заготовительном производстве.

3. СУЩНОСТЬ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ И ЕЁ КЛАССИФИКАЦИЯ

Резка металлов – отделение частей или заготовок от сортового или листового металла режущими инструментами, а также термическими способами.

Рассмотрим виды термической резки.

3.1. Дуговая резка электродами

Дуговая резка металлов выполняется металлическим плавящимся электродом, угольным электродом и неплавящимся вольфрамовым электродом в защитной среде аргона.

Дуговая резка металлическим плавящимся электродом. Сущность этого способа резки заключается в том,

что сила тока подбирается на 30...40 % больше, чем при сварке, и металл проплавляют мощной электрической дугой. Электрическую дугу зажигают у начала реза на верхней кромке и в процессе резки перемещают ее вниз вдоль разрезаемой кромки (рис. 1).

Капли образующегося расплавленного металла выталкивают козырьком покрытия электрода. Козырек одновременно служит изолятором электрода от замыкания на металл. Основными недостатками этого способа резки являются низкая производительность и плохое качество реза.

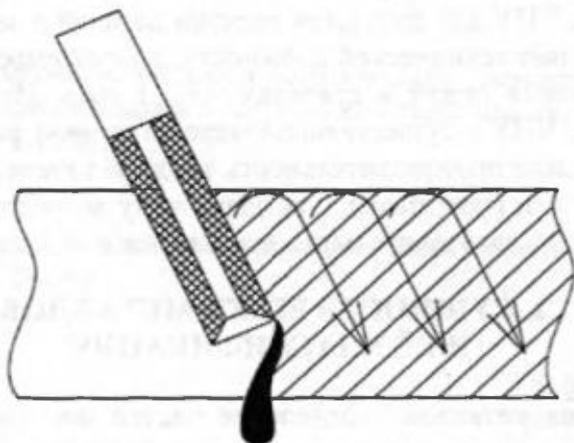
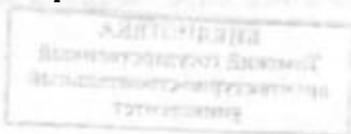


Рис. 1. Схема резки плавящимся электродом

Дуговая резка угольным электродом. При дуговой резке угольным, графитовым электродом или неплавящимся вольфрамовым электродом в защитной среде аргона разрезание достигают путем выплавления металла вдоль линии реза. Этот способ резки применяют при обработке чугуна, цветных металлов, а также стали в тех случаях, когда не требуется соблюдения точных размеров, а ширина и качество реза не имеют значения.



3.2. Ацетиленокислородная резка

Процесс ацетиленокислородной резки металла заключается в сжигании твердого подогретого металла в струе чистого кислорода. Поверхность (или кромка) разрезаемой детали подогревается пламенем газокислородной смеси, выходящей из канала резака. Когда поверхность нагрета до температуры воспламенения, по каналу подается концентрированная струя так называемого режущего кислорода, которая быстро окисляет подогретый металл. Образовавшиеся в месте реза жидкие окислы выдуваются, а окружающий его металл остается твердым. За счет теплоты, выделяемой в процессе горения, подгреваются смежные зоны металла, которые при попадании на них струи режущего кислорода также сгорают, и процесс, таким образом, продолжается непрерывно. В отходы (в шлак) попадает сравнительно небольшое количество металла. Процесс кислородной резки по своей экономичности превосходит процессы механической обработки. Процесс кислородной резки представлен на рис. 2.

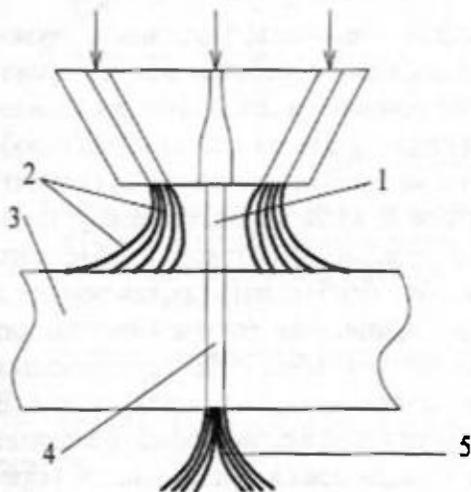
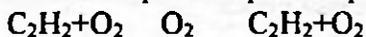


Рис. 2. Схема кислородной резки:
1 – струя кислорода; 2 – подогревающее пламя; 3 – металл; 4 – зона реза; 5 – окислы железа

3.3. Лазерная резка

Лазерная резка – высокоэффективный способ обработки тонколистового проката, тонкостенных труб, стандартного и специального профильного проката, который основан на локальном испарении металла при нагреве его лучом лазера. Легкость распространения лазерного луча позволяет производить обработку вне зависимости от пространственного расположения обрабатываемой поверхности.

Лазерная резка нашла широкое применение в заготовительном производстве на резке тонких листов. Она обеспечивает качественный и чистый рез. Лазерная резка обладает большей точностью по сравнению с плазменной резкой (0,08 мм при лазерной резке против 0,4 мм при плазменной). Кроме того, перпендикулярность кромок при лазерной резке лучше, чем при плазменной. Существенным недостатком лазерной резки является низкий КПД самого лазера, что не позволяет обрабатывать листы толще 12 мм.

3.4. Плазменная резка

Плазменная резка металла – высокоэффективный, производительный и перспективный способ обработки металлопроката. Процесс плазменной резки основан на локальном расплавлении металла и выдувании жидкого металла потоком плазмообразующего газа. Расплавление металла осуществляется совместным воздействием электрической дуги, горящей между плазмотроном и обрабатываемой деталью, и потоком плазменного газа. Плазменная резка позволяет обрабатывать прокат черных и цветных металлов и сплавов толщиной до 60 мм. Она находит все более широкое применение при обработке нержавеющей стали и цветных сплавов на основе меди, алюминия, титана. В производстве металлоконструкций плазменная резка позволяет получать точные детали, не нуждающиеся в дальнейшей обработке.

Преимуществом плазменной резки, по сравнению с лазерной, являются значительно меньшие капитальные затраты. Это выразится в расходах на метр длины резки. На рис. 3 представлены данные по расходам на метр длины резки при лазерной, плазменной и ацетиленокислородной обработке, причем в каждом случае используется по одному режущему инструменту на установку. Данные относительно хорошо совпадают с обстоятельными расчетами.

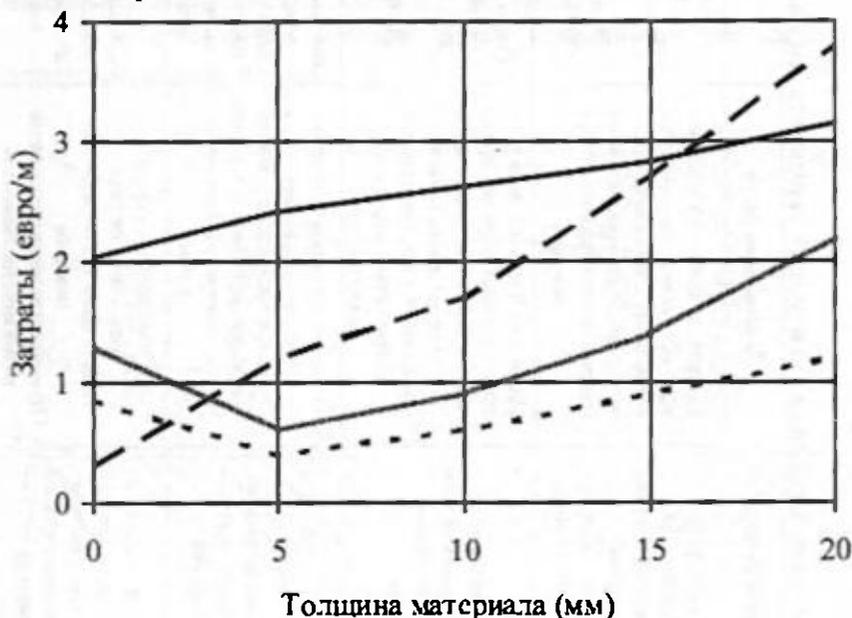


Рис. 3. Сравнение затрат на резку на длине в один метр применительно к различным процессам термической резки.

- • • Плазменная традиционная
- - - Лазерная
- — — Ацетиленокислородная
- — — Плазменная прецизионная

В табл. 1 показано сравнение технологий термического раскроя.

Сравнительная таблица технологий термического раскромки

Характеристика	Классическая резка	Плазменная резка	Лазерная резка
Качество резки	Хороший угол среза Большая зона нагрева Требуется обработка для удаления (калится) Не эффективна для резки нержавеющей стали и алюминия	Средние требования к техническому обл. живая но – обслуживание многих компонентов может проводиться собственными бригадами технического обслуживания	Отличный угол среза Малая зона нагрева Практически без образования окислины Отличное или хорошее качество резы мелких элементов, узкий разрез
Производительность	Алюминий и скорость резки до 10 м/мин Лазерная резка высокая производительность Гравировка увеличивает время прожигания	Длительный срок службы расходных деталей, хорошая производительность и отличное качество резы Самые высокие затраты по сравнению с другими технологиями	Очень высокая скорость резы тонких материалов (менее 6 мм), медленная резка более толстых материалов Длительное время прожигания толстых материалов
Экономичность	Низкая стоимость и расход энергии Высокая стоимость обработки и высокие затраты на расходные материалы Высокая стоимость обслуживания	Очень высокая скорость резы при любой толщине Очень короткое время прожигания Повышение производительности за счет быстрого отклонения резака	Высокие удельные затраты вследствие повышенного энергопотребления, потребления газа, высоких затрат на обслуживание и относительно низкой скорости резы толстых материалов
Обслуживание	Минимальные требования к техническому обслуживанию – может проводиться собственными бригадами технического обслуживания	Отличный угол среза Малая зона нагрева Практически без образования окислины Отличное или хорошее качество резы мелких элементов	Сложные задачи технического обслуживания могут быть выполнены только квалифицированными специалистами

4. ВОЗДУШНО-ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА МЕТАЛЛА

Сущность процесса воздушно-плазменной разделительной резки заключается в локальном интенсивном расплавлении разрезаемого металла в объеме полости реза теплотой, генерируемой сжагой дугой, и удалении жидкого металла из полости высокоскоростным плазменным потоком, вытекающим из канала сопла плазмотрона.

В современной технике резки применяют две схемы плазмообразования (рис. 4).

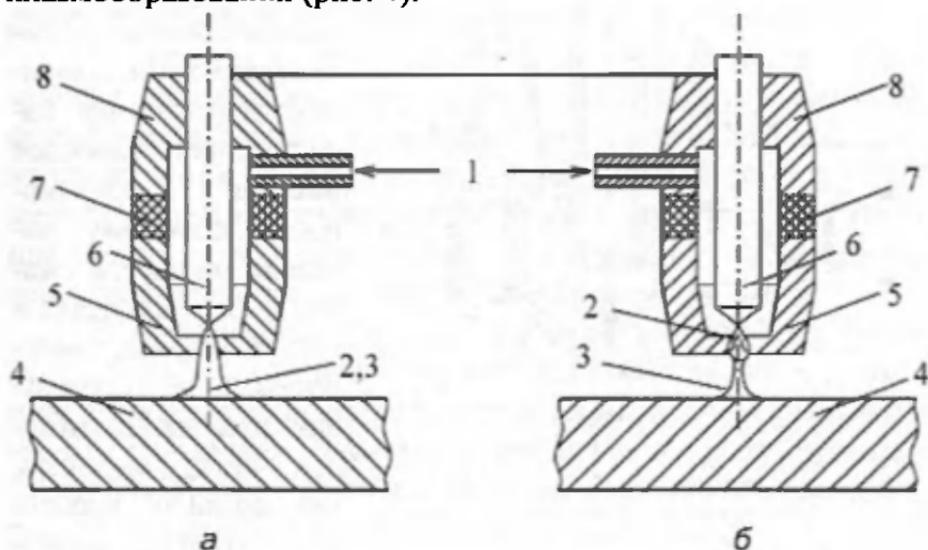


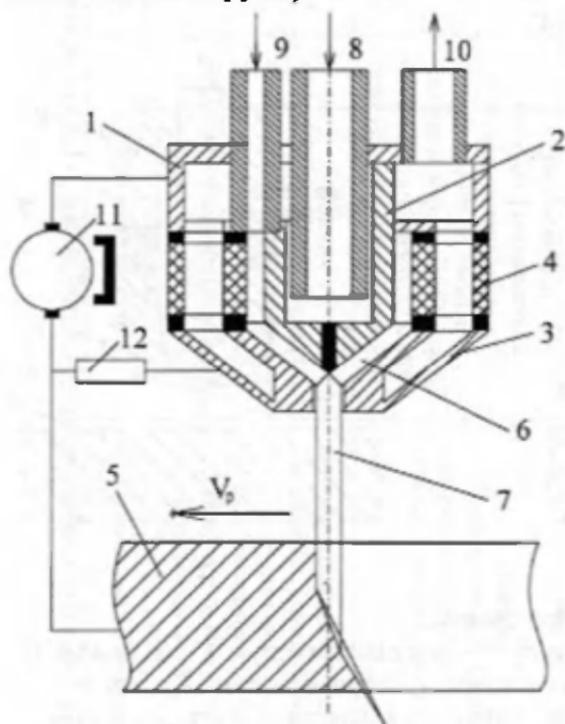
Рис. 4. Схемы плазмообразования:

- a* – плазменная дуга; *б* – плазменная струя; *1* – подача газа;
- 2* – дуга; *3* – струя плазмы; *4* – обрабатываемый металл;
- 5* – наконечник; *б* – катод; *7* – изолятор; *8* – катодный узел

В первом случае (рис. 4, *a*) используют дугу прямого действия, возбуждаемую на обрабатываемом металле, являющемся одним из электродов разряда. При этом используется энергия одного из приэлектродных пятен дуги и энергия

плазмы столба и вытекающего из него факела. Поэтому резку по такой схеме называют плазменно-дуговой.

Во второй схеме (рис. 4, б), соответствующей косвенной (независимой) дуге, объект обработки не включают в электрическую цепь. Вторым электродом сжатой дуги служит формирующий наконечник плазмотрона. Поток плазмы, вытекая из сопла, образует свободную струю плазмы. Для резки используется только энергия плазменной струи (резка плазменной струей).



Энергетическая оценка обеих схем показывает, что плазменно-дуговую резку характеризует наиболее высокая эффективность, поскольку полезная мощность сжатой дуги реализуется в частях разряда, вынесенных за пределы наконечника. Поэтому для резки металлов, как правило, используют схему плазменно-дуговой резки.

Рис. 5. Режущий плазмотрон:

1 – корпус; 2 – электрод (катод); 3 – формирующий наконечник; 4 – изолятор; 5 – разрезаемый металл; 6 – дуговая камера; 7 – столб дуги; 8 – подача охлаждающей воды; 9 – подача плазмообразующего газа; 10 – слив воды; 11 – источник тока; 12 – устройство зажигания дуги; V_p – направление резки

Плазменную струю применяют относительно редко, преимущественно для резки неметаллических материалов.

Основными элементами плазмотрона, предназначенного для плазменной резки, являются электрод (катод), сопло и изолятор между ними (рис. 5). Корпус режущего плазмотрона содержит цилиндрическую дуговую камеру малого диаметра с выходным каналом, формирующим сжатую (плазменную) дугу. Для возбуждения плазмогенерирующей дуги служит электрод, располагаемый обычно в тыльной стороне дуговой камеры. Столб дуги ориентируется по оси формирующего канала и заполняет практически все его сечение.

В дуговую камеру подается рабочий газ (плазмообразующая среда). Газ, поступая в столб дуги, заполняющий формирующий канал, превращается в плазму. Вытекающий из сопла поток плазмы стабилизирует дуговой разряд. Газ и жесткие стенки формирующего канала ограничивают сечение столба дуги (сжимают его), что приводит к повышению температуры плазмы до 15000 – 20000 °С.

В качестве электрода при воздушно-плазменной резке могут быть использованы бериллий, торий, гафний и цирконий. На их поверхности при определенных условиях образуются тугоплавкие оксиды, препятствующие разрушению электрода. Поскольку оксид тория радиоактивен, а оксид бериллия токсичен, эти металлы не применяются.

Для того, чтобы катодное пятно фиксировалось строго по центру катода, в современных плазмотронах применяют вихревую (тангенциальную) подачу плазмообразующего газа. При нарушении четкой вихревой подачи плазмообразующего газа катодное пятно вместе со столбом дуги будет смещаться от центра катодной вставки, что приводит к нестабильному горению сжатой дуги, двойному дугообразованию и выходу плазмотрона из строя. При воздушно-плазменной резке наиболее эффективно используется энергия в режущей дуге постоянного тока прямой полярности (анод на металле).

5. ГАЗЫ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

Резка при использовании дополнительной среды является дальнейшим усовершенствованием в том отношении, что с помощью этой среды ограничивается длина плазменной дуги. При толщине листа порядка 3 мм параллельность обработанных поверхностей при использовании кислорода в качестве режущего газа сопоставима с этим показателем при лазерной резке (с кислородом). Более того, возможно получение параллельных поверхностей при резке листов толщиной до 8 мм. Если в качестве режущего газа используется азот, обработанные поверхности получаются очень гладкими, но несколько выпуклыми.

Плазменная резка при использовании дополнительной среды может применяться не только в атмосфере (сухая резка), но и под водой. Если в качестве дополнительной среды используется газ, осуществляется обычная сухая резка. Такой подход широко применяется в настоящее время, особенно на тех предприятиях, где получают профильные поверхности почти любых размеров (без ограничений, которые налагает ванна с водой). Кроме того, вода, которая попадает между плазмой и экранирующим соплом, может использоваться как дополнительная среда. В случае резки высоколегированных сталей и алюминия предпочитают использовать в качестве дополнительной среды воду.

Плазменная резка при инъекции воды применяется также при обработке мягких и низколегированных сталей. Тангенциальная инъекция воды образует водяной колокол, и давление пара служит дополнительным ограничением плазменной дуги, так же как при использовании дополнительного газа. Процесс плазменной резки при инъекции воды часто применяется при резке под водой.

Увеличенные плотности тока получают при использовании специальных резаков, когда вращение газа

еще больше ограничивает плазменную дугу. Это рассматривается как плазменная резка с увеличенным ограничением. Принцип вращения газа и применения многоступенчатых резаков при парциальном нагнетании газа оказались эффективными при резке листов примерно до 30 мм. В этом случае одна обработанная поверхность почти отвечает требованиям перпендикулярности относительно другой (как при лазерной резке) без необходимости поворота режущей головки.

При плазменной резке, когда обрабатываются мягкие и низколегированные стали, предпочтительным режущим газом является кислород. При этом расплавленное железо имеет пониженную вязкость, благодаря чему разжиженный материал легче удаляется из прорези. В результате образуются кромки почти без заусенцев. Более того, преимуществом использования кислорода является исключение повышенного содержания азота в обработанных кромках.

Азот также используется как режущий газ. При этом, с одной стороны, при равной толщине листа резка выполняется при меньшей силе электрического тока и благодаря этому при меньших термических нагрузках на электрод, срок службы которого увеличивается. С другой стороны, листы большей толщины могут разрезаться и в том случае, когда нагрузка не уменьшается. Однако следует иметь в виду, что в этом случае возможно увеличение содержания азота в обработанной кромке, что может отрицательно сказаться при выполнении последующей обработки.

Как дешесвый плазменный газ используется воздух, но по сравнению с использованием кислорода он имеет ряд недостатков, в том числе уменьшение сроков службы электродов и сопел и повышение содержания азота на обработанных кромках.

6. РЕЖИМЫ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

При выборе режима ручной резки руководствуются характеристикой плазмотрона. Например, при работе плазмотроном КДП-2 величина тока может быть не более 250 А, а при работе на установке УПР-201 – не более 200 А и т. д. Давление (расход) газа устанавливают также в соответствии с паспортной характеристикой плазмотрона. Эффективность резки во многом зависит от напряжения, которое в свою очередь растет с увеличением расхода газа и уменьшением диаметра канала сопла. Однако этот рост ограничен источником, у которого напряжение холостого хода не может быть больше 180 В. Особенностью режима плазменной резки является неизменность режима для металла различной толщины; в пределах толщин установленных для данного плазмотрона, меняется только скорость резки. Например, при чрезмерном увеличении давления плазмообразующего газа происходит уменьшение скорости резки.

Перед резкой необходимо проверить правильность подсоединения аппаратуры (источника тока, газа, воды) к коллектору и плазмотрону и отрегулировать ток, расход газа и воды. После этого произвести пробное зажигание дуги зажигалкой, с помощью осциллятора или дежурной дуги.

Износ сопел и электродов не очень зависит от режимов резки, а определяется в основном числом резов и потребляемой мощностью. При нормальной работе до того, как качество резов изменяется настолько, что необходимо заменять сопло, выполняют примерно 400...600 резов. Как правило, срок службы электродов, используемых в настоящее время, вдвое превышает срок службы сопел.

7. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ АППАРАТА СЕРИИ CUT

Аппараты серии CUT, предназначенные для резки, произведены на базе современной инверторной технологии. Благодаря использованию мощных транзисторов MOSFET и применению принципа широтно-импульсной модуляции (PWM), выпрямленное напряжение сети (100 Гц) преобразуется в высокочастотное переменное напряжение (100 КГц), которое подается на первичную обмотку силового ферритового трансформатора. Затем на вторичной обмотке получается переменное высокочастотное напряжение, которое преобразуется теперь уже в постоянное. Такой принцип работы позволяет использовать силовой трансформатор значительно меньшего размера и уменьшить вес инверторного оборудования, что ведет к увеличению КПД аппарата до 85 %.

Для возбуждения дуги используется осциллятор, генерирующий высоковольтный, высокочастотный импульс напряжения. Данный аппарат отличается стабильной, надежной и эффективной работой, малыми размерами и низким уровнем шума в процессе сварки.

Оборудование для резки серии CUT может широко применяться для резки углеродистой стали, нержавеющей стали, различных сплавов стали, меди, алюминия и других цветных металлов.

В состав оборудования для резки входят: аппарат для воздушно-плазменной резки CUT 40, компрессор, резак, регулятор подачи газа (редуктор), сетевой кабель, обратный кабель и заземление. Схема сборки показана на рис. 6, а расположение элементов управления на передней панели – на рис. 7.

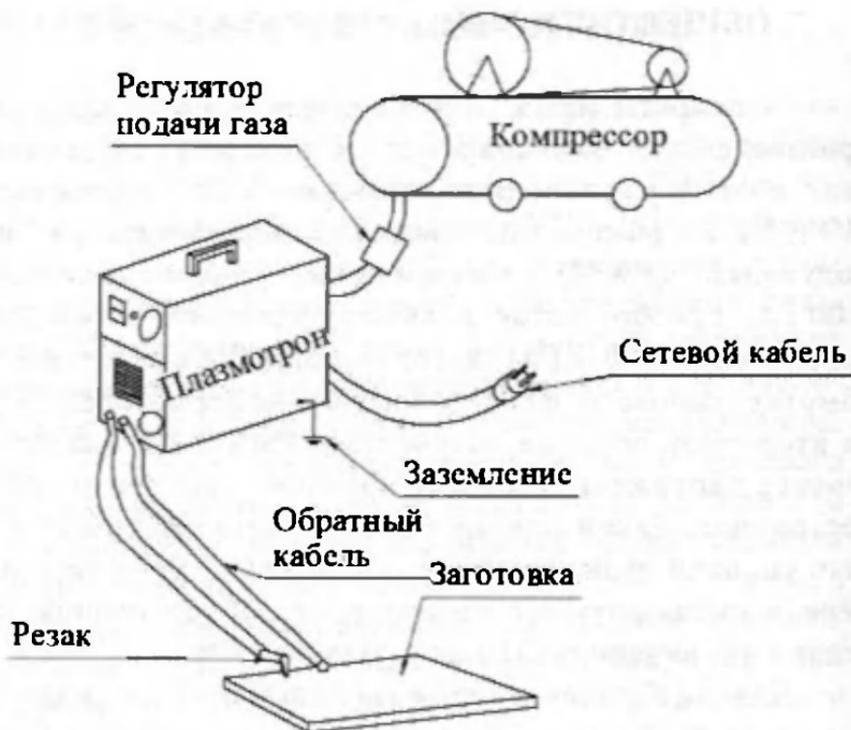


Рис. 6. Оборудование для воздушно-плазменной резки

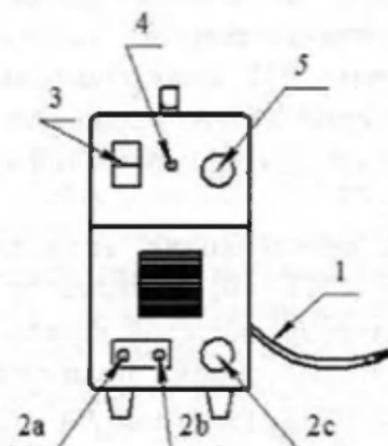


Рис. 7. Расположение элементов управления на передней панели плазмотрона CUT 40(В):

1 – сетевой кабель; 2 – разъемы для подключения: а – газового шланга, б – кабеля управления, в – обратного кабеля с заземляющим зажимом; 3 – выключатель сети; 4 – сигнальная лампа; 5 – регулятор диапазона тока

Технические характеристики аппарата CUT40(B) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики аппарата CUT40(B)

Тип	CUT40(B)
Параметры электросети, В	АС, 220±15%
Частота, Гц	50/60
Потребляемая мощность, кВт	6
Напряжение холостого хода, В	230
Диапазон регулирования сварочного тока, А	10...40
Номинальное напряжение дуги, В	96
Номинальная ПВ, %	60
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,93
Класс изоляции	В
Класс защиты	IP23
Способ возбуждения дуги	касанием (вспомогат. дуги)
Объем подачи газа, м ³ /мин	0,17
Максимальная толщина разрезаемого металла, мм	12
Вес, кг	8
Габаритные размеры, мм: Д×Ш×В	371×155×295 (425×205×355)

8. ПОРЯДОК ПОДКЛЮЧЕНИЯ И РАБОТЫ

Осмотр и сборка оборудования могут производиться только тогда, когда аппарат отключен от сети. Подготовка прибора к работе состоит из следующих операций:

1. Подсоедините газовый шланг плазмотрона с резьбой на конце к соответствующему штуцеру на передней панели и закрутите по часовой стрелке (рис. 7).

2. Подсоедините шланг подачи воздуха к входному разъему на редукторе.

3. Подсоедините выходное отверстие редуктора к штуцеру подачи сжатого воздуха на задней панели аппарата с помощью шланга высокого давления в медной оплетке.

4. Подсоедините кабель управления плазмотроном. Кабель управления плазмотроном должен быть подсоединен к двухконтактному разъему на панели управления.

5. Установите электрод в плазмотрон, установите сопло и защитный наружный кожух плазмотрона.

6. Подсоедините один конец обратного кабеля к гнезду на панели управления, другой конец – к свариваемой детали.

Установка редуктора производится в следующей последовательности:

1. Соедините выход редуктора и входной штуцер подачи сжатого воздуха на аппарате, используя шланг высокого давления в медной оплетке.

2. Установите прокладку редуктора на аппарат.

3. Прикрутите с помощью отвертки крепление редуктора на заднюю панель аппарата.

4. Удалите резиновую заглушку. Установите редуктор на крепление.

5. Открутите газовый вентиль, установите необходимое давление газа и нажмите на кнопку.

6. Давление воздуха должно быть не менее 4 атм.

7. Очистите емкость водяного фильтра от влаги.

Порядок работы состоит из следующих операций:

1. Установите выключатель сети на передней панели управления в положение «Вкл», загорится индикатор включения в сеть, а на цифровом датчике появится установленное значение тока.

2. Установите требуемые значения давления и объема подачи газа и пустите газ. Правильный выбор давления поступающего газа – критически важный фактор, влияющий на продолжительность срока службы сопла и электрода и качество резки.

3. Установите величину рабочего тока (5 на рис. 7) в соответствии с толщиной заготовки.

4. Убедитесь в наличии дежурной дуги. Не поднося плазмотрон к изделию, нажмите кнопку управления на плазмотроне. Автоматически включается подача сжатого воздуха, срабатывает осциллятор поджига, появляется плазменный поток дежурной дуги. Если нет поджига дуги, то необходимо проверить состояние сопла и электрода плазмотрона, предварительно отключив аппарат от сетевого напряжения. Проверить давление сжатого воздуха.

5. Дотроньтесь медным соплом плазмотрона до заготовки, держите гашетку управления плазмотроном (находится на плазмотроне, рис. 6) нажатой до момента возбуждения дуги, установите расстояние между плазмотроном и заготовкой, равное 1 мм, и приступайте к резке.

6. Выполняйте резку с равномерной скоростью, в соответствии с требованиями по качеству резки и толщиной обрабатываемого металла.

7. Постепенно снижайте скорость в конечной стадии резки, затем отпустите кнопку управления плазмотрона.

8. Если на сопле есть капли расплавленного металла, то эффективность охлаждения снижается. Вовремя очищайте сопло от брызг металла.

Плазмотрон оснащен специальным упором, который обеспечивает постоянный зазор между соплом плазмотрона и заготовкой. Упор обеспечивает стабильность резки и исключает касание сопла и материала заготовки.

Возникновение повреждений как плазмотрона, так и заготовки неизбежно при их соприкосновении.

Замена сопла и электрода.

Сопло и электрод подлежат замене в следующих случаях:

Износ тугоплавкой вставки электрода на 1,5 мм и более;

Имеет место деформация сопла.

Происходит снижение скорости резки.

Есть трудности при возбуждении дуги.
Получается неровный рез.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

– При эксплуатации данного аппарата необходимо соблюдать «Правила техники безопасности и гигиены труда при производстве», «Правила безопасности в газовом хозяйстве», «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

– К работе с аппаратом допускаются лица не моложе 18 лет, изучившие инструкцию по эксплуатации, изучившие его устройство, имеющие доступ к самостоятельной работе и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

– Сварщик должен обладать необходимой квалификацией и иметь допуск к проведению сварочных работ и работ по резке.

– Не касайтесь деталей, находящихся под высоким напряжением.

– Отключайте источник питания от сети, прежде чем производить какие-то операции техобслуживания.

– Сварщик должен быть изолирован от свариваемой детали и от земли, с помощью изолированных перчаток и одежды.

– Не производите работы с поврежденными или плохо подсоединенными кабелями или с ослабленными кабельными зажимами.

– Спецодежда должна быть сухой и чистой.

– Не работайте во влажных или мокрых помещениях.

– Не наклоняйтесь низко над свариваемыми деталями.

– Автоматический выключатель должен быть защищен и находиться на доступном расстоянии.

– Не включайте аппарат, если снята какая-либо из защитных деталей.

– Убедитесь в том, что используемая сеть электропитания имеет клемму заземления.

– Используйте средства защиты от искр, окалины, возникающих в процессе сварки.

- На участке должны быть средства пожаротушения.
- Горючие и легковоспламеняющиеся вещества вблизи рабочей зоны и на участке сварки недопустимы.
- Защищайте тело от ожогов и ультрафиолетового излучения с помощью защитной жаростойкой одежды (перчатки, шапка, ботинки, шлем и пр.).
- Используйте сварочную маску.
- Держите электрод или наконечник горелки подальше от себя и от других людей.
- На рабочем месте должна быть аптечка.
- Не надевайте контактные линзы; интенсивное излучение дуги может привести к их склеиванию с роговицей.
- Заменяйте стекло маски в случае его повреждения или если оно не подходит для конкретной операции сварки.
- Прежде чем касаться руками сварных изделий, дождитесь их полного охлаждения.
- На месте, где установлено оборудование для резки, не должно быть пыли, едких химических газов и воспламеняемых газов и материалов. Влажность воздуха в помещении не должна превышать 80 %.
- Не проводите работы по резке на открытом воздухе, в местах, не защищенных от прямых солнечных лучей, дождя, снега и т. д. Работы могут осуществляться при температуре окружающей среды от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$.
- Оборудование должно устанавливаться на расстоянии не менее 30 см от стены.
- Рабочая зона должна хорошо вентилироваться. Вентиляторы предназначены для охлаждения аппарата в процессе резки/сварки. Следите за тем, чтобы вентиляционные решетки аппарата были всегда открыты. В радиусе 30 см от аппарата не должно находиться никаких посторонних предметов. Хорошая вентиляция – критически важное условие для нормальной работы аппарата.

– Эксплуатация аппарата при перегрузке запрещена. Аппарат может самопроизвольно отключиться в процессе сварки/резки, тогда загорается индикатор перегрева защиты от сбоев.

Режим защиты от сбоев отключается повторным запуском аппарата. Отключите сетевое напряжение, используя сетевой выключатель. Дождитесь, чтобы индикатор сбоев погас.

Снова подайте сетевое напряжение на аппарат.

В случае, если индикатор сработал в результате внутреннего перегрева, отключать аппарат от сетевого напряжения не следует. Необходимо, чтобы работал вентилятор охлаждения. Когда температура внутренних компонентов достигает нормы, индикатор сбоев погаснет, можно продолжать работы по сварке/резке.

– Запрещается подсоединять аппарат к сети с напряжением больше разрешенного. Требуемые параметры электросети указаны в разделе «Основные характеристики». Аппарат оснащен системой автоматической компенсации напряжения, что позволяет поддерживать его уровень в пределах заданного диапазона. В случае, если сетевое напряжение не соответствует допустимым отклонениям $\pm 15\%$ от номинала, оборудование для резки может быть повреждено.

– При установке аппарата обязательно заземлите корпус. Прежде чем приступить к работе по сварке (резке), проверьте надежность заземления.

– Не касайтесь электрода голыми руками во избежание статического и электрического поражения током.

10. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ответьте на контрольные вопросы.
2. Познакомьтесь с устройством и принципом работы плазмотрона CUT40(B).
3. Изучите технику безопасности работы на плазмотроне CUT40(B) при резке металла.

4. Проверьте правильность подключения и проведите подготовку к работе.
5. Определите режимы резки и установите их на оборудовании.
6. Проведите резку металла.
7. Проанализируйте качество реза и дайте рекомендации по его улучшению.

11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные виды термической резки металлов.
2. Какой из видов термической резки имеет самое простое оборудование?
3. Какой из видов термической резки позволяет получить самый качественный рез?
4. Какой из видов термической резки обладает самой высокой скоростью?
5. Опишите принцип действия плазмотрона.
6. Назовите области применения воздушно-плазменной резки металла.
7. Перечислите достоинства и недостатки воздушно-плазменной резки металла.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник электрогазосварщика и газорезчика: учебное пособие / Г.Г. Чернышов, Г.В. Полевой, А.П. Выборнов [и др]; под ред. Г.Г. Чернышова. – М.: Академия, 2004. – 393 с.
2. Основы сварочного производства: учебное пособие для вузов по спец.: «Машиностроительные технологии и оборудование» и «Технологические машины и оборудование» / В. М. Виноградов, А. А. Черепакин, Н. Ф. Шпунькин.; под ред. В.М. Виноградова. – М.: Академия, 2008. – 270 с.
3. Сварка и резка материалов: учебное пособие для начального профессионального образования / Ю.В. Казаков, М.Д. Банов, М.Г. Козулип [и др].; под ред. Ю.В. Казакова. – М.: Академия, 2004. – 398 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель работы.....	3
2. Введение.....	3
3. Сущность резки металлов и её классификация.....	3
3.1. Дуговая резка электродами.....	3
3.2. Ацетиленокислородная резка.....	5
3.3. Лазерная резка.....	6
3.4. Плазменная резка.....	6
4. Воздушно-плазменная резка металла.....	9
5. Газы для плазменной резки.....	12
6. Режимы плазменной резки.....	14
7. Общее описание аппарата серии CUT.....	15
8. Порядок подключения и работы.....	17
9. Техника безопасности.....	20
10. Порядок выполнения работы.....	23
11. Контрольные вопросы.....	23
Список рекомендуемой литературы.....	23