

## **Уважаемые студенты!**

Задание:

1. Повторите теоретический материал по ранее изученной теме.
2. Ознакомьтесь с порядком проведения практической работы.
3. Выполните приведенные далее практические задания.
4. Оформите письменный отчет по практической работе.
5. Письменный отчет по практической работе в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail ([tamara\\_grechko@mail.ru](mailto:tamara_grechko@mail.ru)).

**Обратите внимание!!!** В случае возникновения вопросов по выполнению практической работы обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

### **Практическая работа**

**Тема:** Дуговая резка электродами

**Цель:** Ознакомиться с основными видами дуговой резки металлов и научиться назначать режимы резки

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Выполнить задание практической работы в соответствии с вариантом
3. Ответить на контрольные вопросы

### **Теоретические сведения**

#### **1. Дуговая резка плавящимся электродом**

Дуговая резка металла покрытым электродом не применяется для подготовки деталей под сварку, так как обычно дает грубый, неровный рез. В некоторых же случаях там, где недоступны другие средства для достижения данной цели или же, например, резка нержавеющей стали, дуговая резка покрытым электродом является единственно доступным способом выполнения работы.

Для прожигания отверстия зажать и установить длинную дугу над точкой, находящейся в центре будущего отверстия. Концом электрода необходимо совершать циклические движения, пока поверхность металла не расплавится. Затем конец электрода с усилием проталкивается через металл.

Дуговая резка металла покрытым электродом производится на том же самом оборудовании, что и сварка, но сварочный ток при этом должен быть на 30-40% больше, чем при сварке.

Резку производят стальными электродами с качественным покрытием,

но более тугоплавким, чем для сварки. Такое покрытие обеспечивает при резке образование небольшого козырька, закрывающего зону дуги.

Козырек предохраняет электрод от короткого замыкания на разрезаемый металл, а также способствует более сосредоточенному нагреву металла и позволяет производительнее вести резку.

Существует два вида составов покрытия.

Первый: марганцевая руда (98%) и поташ (2%).

Второй: марганцевая руда (94%), каолин (3%), мрамор (3%).

Благодаря покрытию, увеличивается устойчивость дуги, внутренний стержень плавится медленнее и обеспечивается его изоляция от стенок реза. Расплавленный металл окисляется, благодаря особым компонентам, содержащимся в покрытии, это позволяет ускорить процесс резки.

Производство вышеописанных электродов осуществляется из проволоки диаметром от 3 до 12 мм и длиной до 300 мм.

Толщина покрытия составляет 1...1,5 мм. Успешно используются также электроды с покрытием ЦМ-7 и ЦМ-7с. Электроды диаметром 4,6 мм являются наиболее рекомендуемыми. Ток при резке выбирают в пределах 50...60 А на 1 мм диаметра электрода. Источником питания дуги могут служить сварочные генераторы или сварочные трансформаторы. Дуговую резку применяют для разрезания металлов толщиной не более 30 мм; производительность низкая — при толщине разрезаемого металла 15 мм скорость резки не превышает 120...150 мм/мин. Расход электрода составляет 1,0...1,5 кг на 1 м разрезаемого металла.

Физическая сущность покрытия состоит в том, что материал покрытия плавится медленнее, чем стержень электрода, при этом на конце электрода образуется чаша глубиной 3-5 мм, а выгорающее изнутри покрытие электрода создает газовую струю, выдувающую расплавленный металл и шлак.

Электрическая дуга зажигается у начала реза, на верхней кромке и в процессе реза ее перемещают вниз-вверх в плоскости реза, как при пилении ножовкой. Для увеличения нагрева металла движение вверх производят на длинной дуге. Движение вниз производят на короткой дуге, при этом облегчается вытекание и выдувание расплавленного металла.

### ***Резка тонкого металла***

Во время ручной резки необходимо обеспечить легкое стекание жидкого основного и электродного металла. Разрезать тонкие детали покрытым электродом достаточно легко.

Резку тонкого металла можно производить и методом, приведенным на рисунке 1, при этом электрод располагается под углом  $15^\circ$  к поверхности металла. Электрод как бы проталкивается через металл. Движение напоминают движение ножовки.

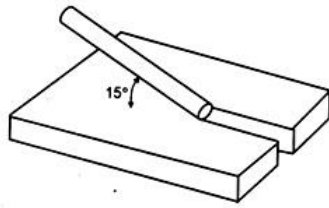


Рисунок 1 - Резка тонкого металла

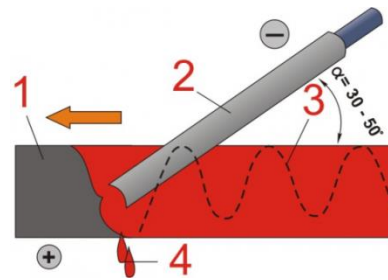


Рисунок 2 - Резка толстого металла

### ***Резка толстого металла***

Для того чтобы облегчить разрезание более толстых деталей электродом выполняют пилообразные движения по всей толщине разрезаемого торца постепенно продвигаясь вперед. Рекомендуемый угол наклона электрода к основному металлу  $30-60^\circ$ .

При необходимости получения глубоких пазов электродом совершаются возвратно-поступательные движения или строжка производится в несколько проходов. Направление строжки от себя.

Режимы ручной дуговой резки стали металлическим плавящимся электродом приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Режимы резки плавящимся электродом

Марка металла	Толщина металла, мм	Диаметр электрода, мм	Режим резки	
			ток, А	Скорость, м/ч
Низкоуглеродистая сталь	6	2,5	140	12,36
	12			7,2
	25			2,1
То же	6	3	190	13,8
	12			8,1
	25			3,78
То же	6	4	220	15
	12			9,3
	25			4,5
Коррозионностойкая сталь	6	2,5	130	12
	12			4,38
	25			3
То же	6	3	195	18,72
	12			8,7
	25			4,5
То же	6	4	220	18,9
	12			10,2
	25			5,4

## 2. Автоматическая резка под флюсом

Иногда применяют автоматическую резку под флюсом легированных сталей, имеющих толщину до 30 мм. Резку выполняют на обычных сварочных автоматах сварочной проволокой Св-08 или Св-08А с применением флюса АН-348 (табл. 2).

Таблица 2- Режимы автоматической резки под флюсом

Толщина разрезаемой легированной стали, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Режимы резки		
		ток, А	напряжение дуги, В	Скорость, м/ч
10	4	1000	40—42	34,8
20	4	1200	42—44	30
30	4	1500	46-50	24,9

## 3. Дуговая резка неплавящимся электродом

В качестве электрода используют графитовый или угольный стержень, резку выполняют на любом роде тока, но при этом с прямой полярностью. Сила тока не должна превышать 800А. Чтобы разрезать металл его нужно сначала нагреть с помощью дуги, а затем выплавить.

Данный метод имеет не столь широкое применение. Его используют для разбора металлического лома крупных размеров, проделывания отверстий и выжигания заклёпок, а также при демонтаже ненужных металлоконструкций. Разрез осуществляется путём плавления металла в необходимой зоне, а не путём его сгорания. Благодаря этому качеству, появляется возможность работать с материалами, которые не поддаются резке газом, такими, как цветные металлы, чугун или высоколегированные стали. Данный метод не отличается высокой точностью проведения работы: ширина самого разреза большая, а кромки остаются неровными. Если использовать электроды с прямоугольным сечением, то удастся немного улучшить результат работы.

### ***Способы резки неплавящимся электродом***

Применяются следующие виды дуговой резки неплавящимся электродом:

- *разделительная резка неплавящимся электродом (угольным, графитовым или вольфрамовым.),*
- *воздушно-дуговая резка*
- *плазменно-дуговая резка.*

Угольные и графитовые электроды диаметром 12...25 мм позволяют разрезать металл толщиной до 100 мм. Резку проводят как на переменном, так и на постоянном токе прямой полярности. Ток в зависимости от диаметра электрода составляет 400...1000А. Угольные электроды в процессе резки науглероживают кромки разреза, и этим затрудняют последующую механическую обработку. Графитовые электроды дают более чистый разрез, дольше сохраняются и допускают большие плотности тока.

При резке угольным электродом диаметром 10–20 мм применяют прямую полярность, сила тока равна 400–1 000 А. Резку материала толщиной до 20 мм можно производить на переменном токе при силе тока 280 А.

Воздушно-дуговая резка используется как для разделительной, так и для поверхностной резки. При этом способе между неплавящимся электродом и разрезаемым металлом возбуждают дугу. Теплотой дуги расплавляют металл участка резания, а струей сжатого воздуха непрерывно удаляют его из полости реза.

Для воздушно-дуговой резки низкоуглеродистой и нержавеющей стали толщиной до 20 мм используют универсальный резак РВД-4А-66 (рис. 3).

Он имеет сменные угольные электроды диаметром 6... 12 мм. Ток достигает 400 А, а при кратковременном форсированном режиме — 500 А. Давление воздуха составляет 0,4...0,6 МПа. Расход воздуха при давлении 0,5 МПа не превышает 20 м<sup>3</sup>/ч. Масса резака — 1 кг.

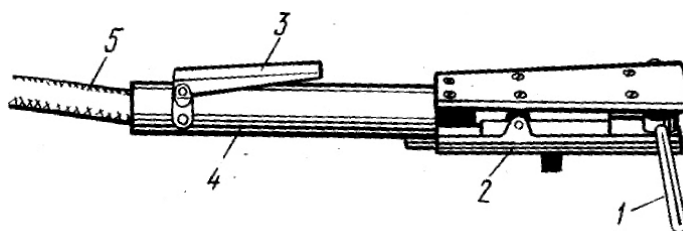


Рисунок 3 - Универсальный резак РВД-4А-66:

1—электрод, 2—головка, 3—нажимной рычаг, 4—корпус, 5—кабель-шланг.

Процесс резки протекает устойчиво при питании резака постоянным током обратной полярности. При постоянном токе прямой полярности и при переменном токе процесс идет неустойчиво, производительность низкая при плохом качестве поверхности реза. Производительность резки зависит от тока. При токе 200 А за 1 ч работы можно удалить до 7 кг низкоуглеродистой стали, при токе 300 А — до 10 кг, а при 500 А — около 20 кг. Кроме того, с повышением тока снижается удельный расход электроэнергии с 3 кВтч/кг при токе 300 А до 2 кВтч/кг при 500А.

Таблица 3 - Режимы резки угольным электродом

Толщина разрезаемой стали, мм	Диаметр электрода, мм	Режим резки	
		Ток, А	Скорость, м/ч
6	10	400	21
10			18
16			10,5

При электродуговой резке угольными и графитовыми электродами разделение достигают путем выплавления металла вдоль линии его раздела. 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. Резку выполняют сверху вниз при соблюдении некоторого угла наклона оплавленной поверхности к горизонтальной плоскости, что облегчает вытекание металла. Резку ведут на переменном или постоянном токе (таблица 3).

Резка в защитной среде аргона применяется весьма ограниченно и только в частных случаях при обработке легированных сталей или цветных металлов.

Сущность способа резки заключается в том, что на электроде создают повышенный ток (на 20 — 30% больше, чем при сварке) и проплавляют насквозь металл.

#### 4. Воздушно-дуговая резка металла

При воздушной резке металл сначала плавится от тепла дуги, а затем он выдувается с помощью сжатого воздуха. Такой метод резки используют при работе с листами нержавеющей стали. При этом толщина листа не должна превышать 20 миллиметров. Также такие методы резки используют при удалении дефектных частей у детали.

Чтобы выполнить такую резку нужно установить на сварочном

аппарате постоянный ток и подобрать графитовые электроды. Можно также использовать трубчатые электроды. При использовании трубчатых электродов кислород подается через сквозное отверстие в сварочном стержне. Способ эффективный, но трудоемкий. Гораздо проще подать сжатый воздух или струю кислорода напрямую в место разреза.

При воздушно-дуговой резке металл расплавляется дугой, горячей между изделием и угольным электродом, а удаляется струей сжатого воздуха. Воздушно-дуговую резку металлов выполняют постоянным током обратной полярности, так как при дуге прямой полярности металл нагревается сравнительно на широком участке, вследствие чего удаление расплавляемого металла затруднено. Возможно применение и переменного тока. Для воздушно-дуговой резки применяют специальные резаки, которые делятся на резаки с последовательным расположением воздушной струи и резаки с кольцевым расположением воздушной струи. В резаках с последовательным расположением воздушной струи относительно электрода сжатый воздух обтекает электрод только с одной стороны.

Для воздушно-дуговой резки применяют угольные или графитовые электроды. Графитовые электроды более стойки, чем угольные.

По форме электроды бывают круглыми и пластинчатыми. Величину тока при воздушно-дуговой резке определяют по следующей зависимости:

$$I = K \cdot d,$$

где  $I$  — ток, А;

$d$  — диаметр электрода, мм;

$K$  — коэффициент, зависящий от теплофизических свойств материала электрода, равный 46—48 А/мм, для угольных электродов и 60—62 А/мм для графитовых.

Источниками питания для воздушно-дуговой резки служат стандартные сварочные преобразователи постоянного тока или сварочные трансформаторы.

Питание резака сжатым воздухом осуществляют от цеховой сети, имеющей давление 4—6 кгс/см<sup>2</sup>, а также от передвижных компрессоров. Применение сжатого воздуха при воздушно-дуговой резке давлением выше бат нецелесообразно, так как сильная воздушная струя резко снижает устойчивость горения дуги.

Воздушно-дуговую резку разделяют на поверхностную строжку и разделительную резку.

Поверхностную строжку применяют для разделки дефектных мест в металле и сварных швах, а также для подрубки корня шва и снятия фасок. Фаску можно снимать одновременно на обеих кромках листа. Ширина канавки, образующаяся при поверхностной строжке, на 2—3 мм превышает диаметр электрода.

Воздушно-дуговую разделительную резку и строжку применяют при обработке нержавеющей стали и цветных металлов. Она имеет ряд преимуществ перед другими способами огневой обработки металлов, так как более проста, а также дешевая и более производительна.

В табл. 4 приведены режимы разделительной воздушно-дуговой резки угольным электродом, а в табл. 5 приведены данные по разделке корня шва, выполненного встык с К-образной подготовкой кромок.

Таблица 4 - Режимы разделительной воздушно-дуговой резки

Толщина листа, мм	Диаметр электрода, мм	Ток, А	Скорость резки, м/ч					
			Низкоуглеродистая сталь			Высоколегированная сталь		
5	6	270 —	60	—	62	63	—	65
		300						
		360 —						
10	8	400	26	—	28	30	—	32
		450 —						
15	10	500	20	—	22	22	—	24
		540 —						
20	12	540 —	22	—	24	24	—	26
		100						
25	14	540 —	8 — 10			10 — 12		
		600						

Таблица 5 - Режимы поверхностной воздушно-дуговой резки

Толщина свариваемого металла, мм	Диаметр электрода, мм	Ток, А	Ширина разделки корня шва, мм	Глубина разделки корня шва, мм
5 — 8	4	180	6—7	3—4
6 — 8	6	280	7,5—9	4—5
8 — 10	8	370	8,5—11	4—5
10 — 11	10	450	11,5—13	5—6

Воздушно-дуговую резку стали и цветных металлов осуществляют на постоянном токе с обратной полярностью угольным электродом при давлении воздуха 0,2–0,6 МПа. Эта резка основана на расплавлении металла и выдувании его струей сжатого воздуха. Струя сжатого воздуха 2 поступает в резак 1 и вытекает вдоль электрода 3 (рисунок 4,а).

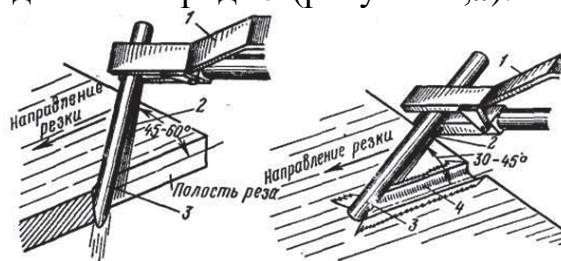


Рисунок 4 - Схема воздушно-дуговой резки металла:

а – разделительная; б – поверхностная;

1 – электрододержатель; 2 – воздушная струя; 3 – электрод; 4 – канавка



При поверхностной резке (рисунок 4,б) глубина и ширина канавки 4 зависит от диаметра электрода 3. Металлические электроды улучшают качество резки.

### Задание для практической работы №30

#### 1. Заполнить таблицу

Способ резки	Источник питания	Сварочные материалы	Область применения	Диапазон значений сварочного тока, А
Плавящимся электродом (П)				
Неплавящимся электродом (Н)				
Под слоем флюса (Ф)				
Воздушно-дуговая (В)				

#### 2. Подобрать режимы резки для заданных условий (заполнить таблицу)

Вариант	Материал	Толщина, мм	Вид резки	d, мм	I, А	U, В	V, м/ч
1	Сталь 10	6	П				
2	12Х13	6	Н				
3	Х23Н18	10	Ф				
4	Ст3 кп	5	В (разд)				
5	25Х13Н2	12	П				
6	Вст6	10	Н				
7	18пс	20	Ф				
8	12Х18	10	В (разд)				
9	08Х18Н10	25	П				
10	09Г2с	16	Н				
11	Сталь 20	30	Ф				
12	10Г2	15	В (разд)				
13	12Х18	12	П				
14	25Х13Н2	10	Н				
15	18пс	20	Ф				

#### **Контрольные вопросы:**

1. Что называется резкой?
2. Что такое термическая резка?
3. На какие три группы подразделяется термическая резка?
4. Какие существуют способы резки электродом?
5. Как осуществляется резка плавлением?
6. Где применяется электродуговая резка электродом?

7. *Что такое разрезаемость материала?*
8. *Как влияет углерод и легирующие элементы на разрезаемость сталей?*
9. *Что такое поверхностная резка?*
10. *В чем состоит сущность дуговой резки металлов?*
11. *Что такое воздушно-дуговая резка?*
12. *В чем состоит сущность воздушно-дуговой резки?*