

# ПОДВОДНАЯ РЕЗКА

Выполнил: Маркевич Николай 41 гр.

- ▣ Подводная резка металлов необходима при ремонте судов, подводной части металлических конструкций портовых гидротехнических и других сооружений. Находясь под водой, рабочий-резчик стеснен в своих движениях, так как кроме сопротивления воды и состояния невесомости он одет в специальное водолазное снаряжение. Видимость ограничена, особенно во время резки, когда выделяется значительное количество оксидов железа, образующих бурый раствор в воде, мешающий ориентированию резчика и обзору разрезаемой конструкции.

# В подводных условиях применяют различные способы резки:

- ▣ 1) механические;
- ▣ 2) термические;
- ▣ 3) кумулятивные (взрывом).
- ▣ Наибольшее распространение получили способы термической резки:
  - ▣ 1) электродуговая;
  - ▣ 2) электрокислородная;
  - ▣ 3) газокислородная;
  - ▣ 4) плазменная.
- ▣ При подводной резке используется тепло концентрированных источников дуги или плазмы и тепло, выделяющееся в результате химического взаимодействия кислорода с металлом. Поскольку разрезаемый металл находится в воде и интенсивно охлаждается, то источник тепла должен иметь высокую концентрацию его в месте реза.

# ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ РЕЗКА

- Подводная электродуговая резка отличается от дуговой подводной сварки повышенными значениями сварочного тока и приемами выполнения работ. Поэтому дуговую резку под водой можно выполнять на том же оборудовании, что и подводную сварку. Целесообразно использование постоянного тока прямой полярности, так как это приводит к выделению большого количества тепла в полости реза.
- Электроды для резки отличаются от электродов для сварки размерами, толщиной и составом обмазки. Электроды изготавливаются из проволоки диаметром 5 – 7 мм, длиной 500 – 700 мм.
- При выборе режимов тока для резки следует применять коэффициент  $K$  равным 60 – 80 А/мм. Практикой установлено, что электродами диаметром 5 мм можно успешно резать металл толщиной больше 50 мм при силе тока 350 – 500А.
- Режимы резки, обеспечивающие максимальную производительность процесса, находят опытным путем.



Рис.5.1.1. Схема электродуговой резки в нижнем положении:  
а-металл небольшой толщины; б-металл большой толщины.

- Резка осуществляется непрерывным перемещением электрода. Она начинается с кромки или отверстия и производится пилообразными движениями конца электрода. Металл не большой толщины (до 10 –15 мм) разрезается непрерывным перемещением конца электрода вдоль линии реза (рис. 5.1.1). При резке металла большой толщины (рис.5.1.1) движение электрода от верхней поверхности к нижней осуществляется медленно, подъем его кверху – быстро.

# ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И РАСХОД ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ РЕЗКЕ

Таблица 5.1.

Толщина изделия, мм	Производительность, м/ч	Расход электродов при резке, шт/м	Толщина изделия, мм	Производительность, м/ч	Расход электродов при резке, шт/м
5	1,3	3	30	0,3	80
10	0,8	7	40	0,22	120
15	0,6	15	50	0,17	150
20	0,4	40	60	0,14	200

Из табл.5.1. видно, что с увеличением толщины металла производительность дуговой резки падает, а расход электродов на один погонный метр реза растет.

# ЭЛЕКТРОКИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА

- Электрокислородная резка впервые применена в 1915г и в настоящее время является самой распространенной. Способ электрокислородной резки удачно объединил преимущество дугового разряда и струи режущего кислорода. За счет тепла дуги происходит нагрев и плавление металла, а за счет струи кислорода – сгорание и выдувание металла из полости реза. В основном применяют трубчатые электроды с осевым каналом для режущего кислорода и специальные электроды из карборунда.

- Стержни электродов изготавливают из толстостенной цельнотянутой трубки из малоуглеродистой стали наружным диаметром 5 – 7 мм и внутренним 1,5 – 2 мм (см. рис. 5.2.1). Длина электродов 350 – 400 мм. Трубчатый электрод покрывают обмазкой толщиной 1 – 1,2 мм. Время сгорания такого электрода 1 мин. Электроды из карборунда получили название керамических (рис. 5.2.1). Керамический электрод из карборунда длиной 250 мм сгорает через 15 мин. Однако из-за больших размеров (диаметр 15 – 20 мм) керамические электроды могут быть рекомендованы для резки сплошного металла толщиной до 30 мм.

Для электрокислородной резки применяют электродержатели специальной конструкции типа ЭКД4 и ЭКД4 – 60 (рис. 5.2.2).

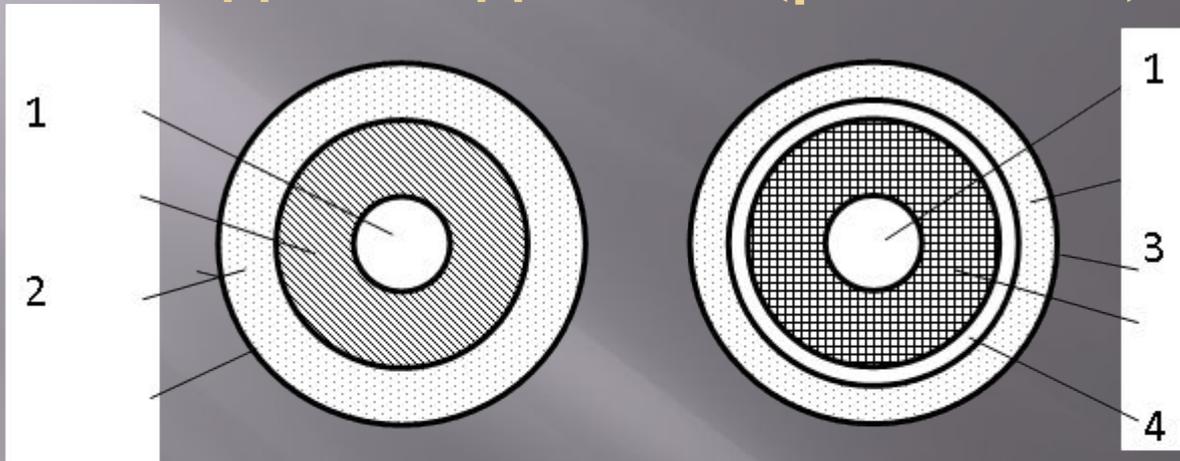


Рис. 5.2.1. Электроды для подводной резки:

а) трубчатый электрод; б) карборундовый; 1 – канал для кислорода; 2 – стальная трубка; 3 – покрытие; 4 – водонепроницаемое покрытие; 5 – карборундовый стержень; 6 – металлическая оболочка.

черных и цветных металлов толщиной до 100 – 120 мм на глубинах до 100 м. По производительности электрокислородная резка электродуговой и газокислородной резки (табл. 5.2).

# ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОКИСЛОРОДНОЙ РЕЗКИ

Толщина металла, мм	Сила тока, мм	Давление кислорода, кгс/см <sup>2</sup>	Время резки 1 пог. м, мин	Расход электродов, шт/м
10	200	2	23	5
15	220	3	33	6
20	250	4,5	45	8
30	275	5,5	60	10
40	300	6	90	12
50	320	6,5	105	15
60	350	7	120	18
80	350	9	145	24
100	350	11	180	30

# ГАЗОКИСЛОРОДНАЯ РЕЗКА

- Газокислородная резка основана на сгорании металла в струе кислорода и выдувании окислов и металла из полости реза. Она возможна только при постоянном существовании газового пузыря вокруг подогревающего пламени (рис. 3.3). Создание газового пузыря возможно за счет продуктов сгорания подогревающего пламени, для которого используют ацетилен, водород, другие углеводороды и бензин. Устойчивость пузыря обеспечивается специальной конструкцией наконечника подводного резака и подачей защитного газа – воздуха или кислорода. В воде металл интенсивно охлаждается и поэтому для его подогрева требуется пламя в 10-15 раз больше, чем для аналогичных работ на воздухе.

- Газокислородная резка основана на сгорании металла в струе кислорода и выдувании окислов и металла из полости реза. Она возможна только при постоянном существовании газового пузыря вокруг подогревающего пламени (рис. 3.3). Создание газового пузыря возможно за счет продуктов сгорания подогревающего пламени, для которого используют ацетилен, водород, другие углеводороды и бензин. Устойчивость пузыря обеспечивается специальной конструкцией наконечника подводного резака и подачей защитного газа – воздуха или кислорода. В воде металл интенсивно охлаждается и поэтому для его подогрева требуется пламя в 10-15 раз больше, чем для аналогичных работ на воздухе.

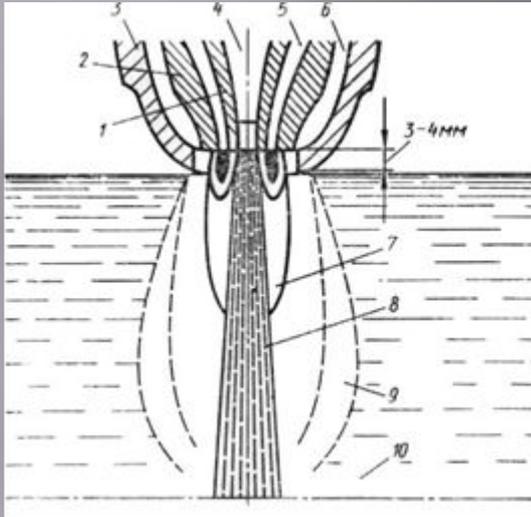


Рис.5.3.1. Схема водородно-кислородной резки: 1, 2 – мундштуки; 3 - колпачок; 4 – режущий кислород; 5 – горючая смесь; 6 – воздух; 7 – подогревающее пламя; 8 – струя режущего кислорода; 9 – воздушный пузырь; вода.

Рис.5.3.1. Схема водородно-кислородной резки: 1, 2 – мундштуки; 3 - колпачок; 4 – режущий кислород; 5 – горючая смесь; 6 – воздух; 7 – подогревающее пламя; 8 – струя режущего кислорода; 9 – воздушный пузырь; вода.

- ▣ Водород и кислород поступают по шлангам из баллонов, а воздух по отдельному шлангу от компрессора или баллона. На глубине 30-40 м водородно-кислородным резаком можно резать сталь толщиной до 70 мм; рабочее давление газов составляет, кгс/см<sup>2</sup>: 6,6 – кислород, 5,5 – водород, 5 – воздух. Средний часовой расход водорода и кислорода 4-10 м<sup>3</sup>, воздуха 20 м<sup>3</sup>.
- ▣ Использование бензина для подводных работ стало возможным благодаря разработке новых конструктивных принципов построения бензорезов, сущность которых состоит в том, что бензин предварительно не испаряется, а распыляется кислородом и в зону подогревательного пламени подается в виде тончайшей бензиновой пыли. Продукты сгорания пламени содержат много неконденсирующихся газов, образующих устойчивый газовый пузырь, что исключает подведения дополнительного воздуха или кислорода, упрощает и удешевляет установку и ее эксплуатацию

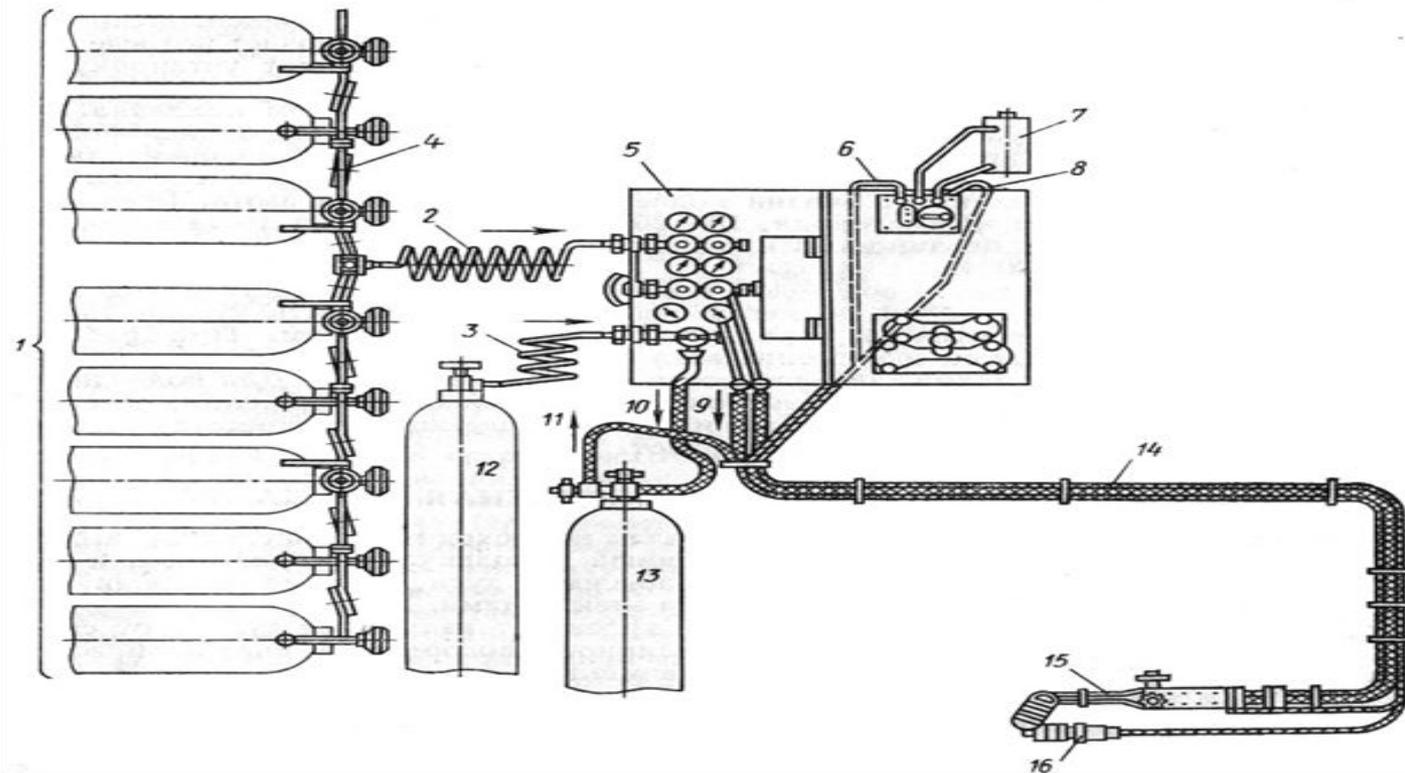


Рис. 5.3.2. Схема установки для подводной бензокислородной резки:  
 1 – баллоны с кислородом; 2 – змеевик для кислорода; 3 – змеевик для азота; 4 – кислородная рамка; 5 – пульт управления; 6 – электропровод к резаку; 7 – батарея аккумуляторов; 8 – электропровод электрозажигалки; 9 – кислород подогретый; 10 – азот; 11 – бензин; 12 – баллон с азотом; 13 – баллон с бензином; 14 – шланг; 15 – резак; 16 – электрозажигалка

## 5.4. ПЛАЗМЕННАЯ РЕЗКА

- Для плазменно-дуговой резки разработана специализированная установка типа ОППР-1, обеспечивающая резку в пресной и морской воде. Плазменную резку металла толщиной 8-40 мм на глубинах до 10 м производят при силе тока 200-600 А и напряжении дуги 120-140 В со скоростью 5-24 м/ч.
- Применение плазмотронов с циркониевым катодом позволяет использовать сжатый воздух, который повышает тепловую мощность плазменной дуги и улучшает ее режущие способности. Присутствие кислорода в воздухе повышает эффективность резки стали СтЗС (табл. 5.4)

# Эффективность воздушно-плазменной резки

Толщина металла, мм	Скорость резки, м/ч		
	Электрокислородная	Плазменно-дуговая	воздушно-плазменная
12	7,8	25,5	210
20	4,1	19,8	60
40	2,1	10	18

*Обеспечение безопасности.* Сдерживающим фактором внедрения плазменной резки является обеспечение безопасной эксплуатацией электрооборудования. При использовании ОППР-1 в соленой воде измерялось напряжение между различными частями макета водолазного снаряжения и оборудования, когда напряжение разомкнутой цепи составляло 180 В и токи утечки 70 А. Максимальная разница потенциала (14 В) наблюдалась между правой рукой и правой галошей макета водолаза. Следовательно, процесс плазменной резки может быть безопасным, если резак достаточно изолирован.

# Основные методы резки под водой

Метод	Глубина, на которой производилась резки, м	Применение на практике	Преимущества	Недостатки
ГАЗОКИСЛОРОДНАЯ:  ацетилено-кислородная	13	Не используется	Более высокая температура, чем при водородно-кислородной	При давлении свыше 0,2 МПа ацетилен нестабилен
	100 (300)	Для ферритных материалов толщиной до 40 мм	Топливный газ имеет наиболее благоприятные характеристики давления	Высшая квалификация резчика
	100	То же	Несложность сохранения жидкого топлива под давлением.	
ЭЛЕКТРОКИСЛОРОДНАЯ:  стальные трубчатые электроды	180	Для ферритных материалов толщиной до 40 мм	Простое портативное оборудование. Несложность выполнения резки.	Необходимость частой смены электродов
	120	Для ферритных материалов толщиной до 40 мм	Простое оборудование. Несложность выполнения резки. Легкие электроды	Ломкость электродов. Более медленная резка.
	60	Для чугуна, аустенитных сталей, цветных металлов.	Используется то же оборудование, что и для мокрой сварки металлическим электродом	Высокая квалификация резчика. Очень медленный процесс
ПЛАЗМЕННАЯ	10	Для реза и скоса кромок всех металлических материалов толщиной до 75 мм	Высокая скорость резки, точность и аккуратность получаемых разрезов. Процесс в 2-5 раз быстрее, чем при электрокислородной резке.	Высокая опасность поражения электрическим током (высокое напряжение). Необходимо дальнейшее совершенствование метода.

# . ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ ПОДВОДНОЙ СВАРКЕ И РЕЗКЕ

- ▣ Успех сварки под водой в значительной степени зависит от четкой и правильной организации работ.
- ▣ Кадры подводных сварщиков и резчиков готовятся из опытных водолазов достаточно высокой квалификации. Работы производятся в тяжелом водолазном снаряжении, в зимних рубашках с закрытыми кистями рук. Обязательно исправная телефонная связь с водолазом.
- ▣ Вся аппаратура должна быть высокого качества в полной исправности, и, безусловно, проверена.
- ▣ Подводная сварка, дуговая и электрокислородная резка производятся, как правило, на постоянном токе прямой полярности. Переменный ток не рекомендуется из-за меньшей устойчивости дуги и повышенной опасности для работающих.