

## Проблемы развития гипербарической сварки

Студенты гр. 10403119 Шиманович Д.А., Литвинов Н.С., Миношин В.В.,  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Гольцова М.В.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В 21-ом веке сильно возросла потребность в монтаже и ремонте различных конструкций под водой. Соответственно возросла и потребность в сварочных работах на таких объектах. Гипербарическая сварка – процесс сварки при повышенном давлении. Данный вид сварки был изобретён нашим соотечественником Константином Хреновым. С того времени процесс сварки под водой улучшился, появились более современные технологии, оборудование и расходные сварочные материалы, так же за счёт современных кислородных баллонов время на работу сварщика сильно увеличилось. Гипербарическая сварка нашла своё применение в различных областях. Она используется для возведения причалов и портовых сооружений, ремонтных работ судов, построения буровых вышек, прокладки трубопроводов платформ, дамб и других наводных сооружений. Чаще всего материалом для сварки выбирают разные виды стали. Гипербарическая сварка может происходить как в воде, так и в специально построенной камере в сухой среде.

Сухая сварка – вид гипербарической сварки, при которой работы происходят в сухой герметичной камере или в закрытом перемещающемся боксе. После монтажа подобного сооружения, из него выкачивается вся вода, создаётся избыточное давление и помещение заполняется специальной газовой смесью. Состав этой смеси зависит от специфики работы и метода сварки. Избыточное давление требуется для нормализации горения дуги. А также в таких условиях работы химический состав металла меняется, поэтому уменьшается диаметр катодных и анодных пятен. Это даёт положительный эффект при подводной сварке. За счёт того, что в камере сухо, можно варить разными способами. Например, можно применять данные виды сварки: классическая ручная дуговая сварка (РДС), аргонодуговая сварка с применением неплавящегося электрода, дуговая сварка порошковой проволокой, дуговая сварка в среде защитных газов (MIG/МИГ). При сухом виде сварки применяют привычные для нас виды электродов. Такие как АНО-1 или ОЗС-3. Главным достоинством сухой сварки под водой является возможность использования различных видов сварки. В тоже время сухая сварка имеет несколько подвидов: в глубоководной камере, в мобильном сухом боксе.

Для глубоководных подразумевается погружение камеры под воду, где герметично закрепляется вокруг рабочей зоны кессон, затем производится соединение конструкции внутри путём наполнения её газом и вытеснения воды. Достоинством этого подвида является: гарантированный качественный шов из-за сухой среды, а обеспечение хороших показателей вязкости благодаря остыванию металла.

Соединения в мобильном сухом боксе производятся при помощи гидробокса, который полностью или частично изготовлен из прозрачного материала, а в тоже время должен плотно прилегать к рабочей зоне и обеспечивать герметичность. Вода в боксе вытесняется при помощи газовой среды. Основания бокса открыто для ввода сварочной головки, а прозрачные стенки позволяют контролировать процесс.

Метод мокрой сварки более популярен по сравнению с сухой сваркой из-за экономии временных и финансовых ресурсов. Мокрая сварка – вид гипербарической сварки, где работу производят прямо в воде водонепроницаемыми электродами. Суть этого вида сварки заключается в том, что возбужденная дуга нагревает и плавит электрод. Капли расплавленного электрода попадают на поверхность металла с помощью газового пузыря, который образуется во время плавления электрода, что и позволяет вести сварку прямо в воде. Чаще всего используют именно постоянный ток. Данный вид имеет разделение ещё на два подвида: полуавтоматическая и ручная сварка.

При полуавтоматической сварке вручную корректируется направление подачи электродной проволоки. Достоинствами этого подвида сварки является: длительность, лучшая видимость, отсутствие у проволоки обмазки, что позволяет контролировать формирование сварного шва, и в дальнейшем приведёт к более аккуратному и ровному соединению, а в следствии исключить поры и вкрапления.

При ручной сварке применяются специальные и адаптированные под тяжёлые условия материалы. Электрод же в своё время имеет водонепроницаемое покрытие представляющее собой плёнку. Состав покрытия электрода состоит из следующих элементов: парафин, смолы и целлулоидный лак. Благодаря таким элементам, покрытие не раскисает от воздействия воды, а также создаётся защитный слой.

При этом рекомендованные параметры силы тока варьируются от 189 до 220 ампер, а напряжение сварочной дуги не должно превышать 35 вольт. Во время данного вида сварки образуется очень много шлака, что часто довольно сильно ухудшает качество сварного соединения. Поэтому мокрая сварка считается одной из самых сложных и применяется только в тех случаях, где сухая сварка невозможна.

В основном под водой свариваются трубы. Это сложный процесс, который подразумевает, что данные конструкции будут работать продолжительное время. Для этого соединения должны быть выполнены качественно, с соблюдением всех правил и требований: выдерживание уклонов, следует оставлять достаточное расстояние между стенами и трубами. Несмотря на все перечисленные требования и правила может возникнуть необходимость в сварочных работах на уже функционирующем трубопроводе. Затруднения возникают из-за присутствия в трубах жидкости, которые в своё время находятся под давлением. Особенности сварки трубопроводов, находящихся под давлением, то что напор в жидкости остужает сварочную ванну, что предотвращает сцеплению наплавленного и основного металла. При работе с потолочными стыками, вода стекает на сварщика. Рукавицы и маска намокают, при этом исполнитель прикасается к свариваемому изделию, а все это может привести к небольшим ударам тока. Работать в таких условиях крайне неудобно.

Вода создает множество проблем не только для сварки, но и для здоровья самого сварщика. Прямо контакт с электрическим током крайне опасен для жизни. Поэтому для данного вида сварки должно использоваться только то оборудование, что защищено от воды по международным стандартам. Так же крайне важна квалификация сварщика и физические показатели его здоровья. Поэтому работу по свариванию подводных конструкций получают только сварщики высшей категории с большим опытом, а также с навыками аквалангиста при мокрой сварке.



Рисунок 1 – подводная сварка [1]

#### Список использованных источников

[1] Сварка под водой: технология, обучение, электроды. // <https://weldelec.com/info/podvodnaya-svarka> – Дата обращения: 14.11.2021.