

От редакции

Оригинальная статья была опубликована в журнале Valve Magazine, Fall, 2016, с. 38, издаваемом Американской Ассоциацией Арматуростроителей ([www.vma.org](http://www.vma.org)). Перевод Т.С. Складовой.



## Сварка и арматура – в одном строю

Greg Johnson

### Об авторе

**Greg Johnson** – президент United Valve ([www.unitedvalve.com](http://www.unitedvalve.com)), Хьюстон. Пишущий редактор журнала VALVE Magazine, в прошлом – председатель совета по ремонту арматуры, действительный член VRC. Он также является президентом Комитета по обучению и профессиональной подготовке VMA, вице-президентом Комитета по коммуникациям VMA и президентом Общества по стандартизации в промышленности. Пишите ему по адресу: [gregl950@unitedvalve.com](mailto:gregl950@unitedvalve.com).

» Сварка и арматура неразрывно связаны с конца 1920-х годов, когда стали совершенствоваться процессы дуговой сварки. До того времени все детали арматуры изготавливались из монолитных, однородных металлов и материалов, присоединительным концам суждено было быть либо фланцевыми, либо резьбовыми.

Успехи в развитии технологии дуговой сварки способствовали разработке новых конструктивных вариантов присоединения арматуры и фитингов – под приварку встык, либо внахлест. Более того, с использованием дуговой сварки появилась возможность соединять те детали, которые невозможно или сложно было изготовить из отливок и поковок, и, конечно же, одной из самых грандиознейших и наичтеннейших инноваций для арматуры стало внедрение упрочняющей наплавки.

Сегодня наиболее востребованным и эффективным соединением в системах трубопроводов является сварное соединение. Сварка применяется для стыковки труб, приварки фланцев и фитингов к трубам, а также приварки встык или внахлест арматуры к деталям трубопроводов и к трубам.

В сварных трубопроводных системах применяются различные процессы и технологии сварки, многие из которых применимы также в производстве арматуры.

Всё же, что такое – сварка? Сварка – это процесс получения неразъемного соединения за счет соединения металлов двух деталей плавлением, в расплавленную смесь металлов может добавляться присадочный металл. И коль скоро в области соединения происходит плавление, температура в процессе сварки равна или превышает точку плавления основного металла.

## Сварка

Еще несколько десятилетий назад единственными сварными швами были швы, полученные посредством газовой (ацетилено-кислородной) сварки, в процессе которой применяется сварочное ацетилено-кислородное пламя в соотношении 1:1. На деле способ оказался не самым эффективным и вскоре был заменен дуговой сваркой.

Тем не менее, ацетилено-кислородная сварка применительно к наплавке деталей арматуры использовалась вплоть до конца 50-х годов прошлого века.

При дуговой сварке тепло, необходимое для плавления основного металла, получают в процессе образования электрической дуги. К изделию, подвергающемуся сварке, и электроду для образования электрической дуги подводится электрический ток высокой силы и под низким напряжением. Эта высоко мощная дуга обладает достаточной активностью, чтобы расплавить как электрод, так и рабочую область сварки детали. Под воздействием температуры, которая образуется от электрической дуги, края деталей и электрода плавятся и создают «сварочную ванну» в области рабочей области сварки.

Наибольшее распространение получила дуговая сварка электродом, получившая также название дуговой сварки плавящимся покрытым электродом. Тем не менее, существуют и другие более эффективные, скоростные и продуктивные технологии сварки (см. **табл. 1**).



Начало 1950-х годов. Наплавка из кобальтсодержащего металла наносится на диски пробкового крана методом газовой (ацетилено-кислородной) сварки

## Наплавка

Одно из основных и значимых применений сварки в арматуростроении относится к наплавке упрочняющих покрытий на поверхности седел корпусов и дисков. Десять лет назад этого можно было достичь, только применив ацетиленовую газовую горелку и длинный стержень (электрод) с присадочным металлом.

В настоящее время широкое применение находят процессы дуговой сварки под флюсом и дуговой сварки вольфрамовым электродом в среде защитного газа благодаря высокой производительности наплавки и неизменно превосходному качеству сварки.

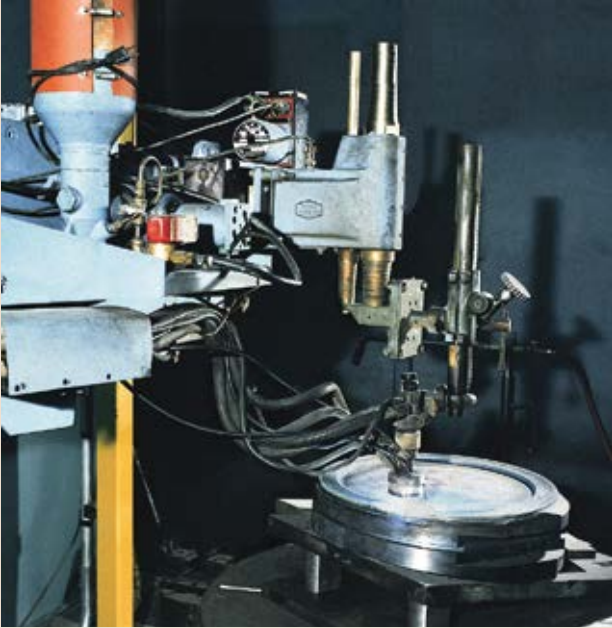
При нанесении наплавки самое главное условие – добиться желаемых свойств применяемой наплав-



Операция, выполненная с помощью дуговой сварки под флюсом, – для неё характерно высокое качество нанесения покрытия и эффективность процесса

**Таблица 1.** Основные способы сварки, применяемые в арматуростроении

<b>SMAW</b>	Дуговая сварка плавящимся покрытым электродом	Иначе – дуговая сварка электродом. Имеет наибольшее распространение.
<b>GMAW</b>	Сварка металлическим электродом в среде защитного газа	Иначе – дуговая сварка металлическим электродом в среде инертного газа. Отличается повышенной производительностью наплавки.
<b>GTAW</b>	Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде защитного газа	В результате получаются сварочные швы высочайшего качества, но если процесс не автоматизирован, то производительность наплавки низкая.
<b>SAW</b>	Дуговая сварка под флюсом	Очень высокая производительность наплавки. Нет открытой дуги.
<b>PAW</b>	Плазменно-дуговая сварка	В качестве источника теплоты используется плазменная дуга. Низкое разбавление наплавленного металла основным. Больше всего подходит для нанесения упрочняющих наплавков и покрытий.



Наплавка из кобальтсодержащего металла наносится на диски арматуры с использованием автоматизированной системы плазменно-дуговой сварки

ки и не ухудшить свойства основного металла (например, твердость, коррозионную и абразивную стойкость) по причине возникновения такого нежелательного явления как разбавление наплавленного металла расплавляемым основным. При наплавке упрочняющего материала разбавлением будет считаться смешивание элементов основного металла с наплавленным, в результате чего химический анализ может выявить не отвечающие требованиям свойства поверхностного упрочнения. Чтобы снизить разбавление металла, технологиями сварки предусматривается многослойное нанесение присадочного материала, а в некоторых случаях – изначально наносится промежуточный слой материала, по металлографии обладающий одинаковыми свойствами и по отношению к материалу наплавки, и по отношению к основному металлу. Зачастую это именуется наложением валика.

### Снятие напряжений

Поскольку процесс сварки всегда связан с невероятно высокой температурой, как в сварном узле, так и в прилегающей к нему области могут возникать очень сильные напряженно-деформированные состояния. Прилегающая к сварке область получила название зоны термического влияния. Во многих применяемых при сварке металлах возникают настолько сильные напряженные состояния, что ухудшают механические свойства металла как в узле сварки, так и в зоне термического влияния и могут привести не только к искажению формы и размеров наплавленных деталей, но и к появлению трещин в самой наплавке. Для восстановления требуемых свойств необходимо снять оста-

точные напряжения или выполнить послесварочную термообработку. В арматуростроении эти процессы необходимо применять, прежде всего, по отношению к нормализованным сталям, таким как хроммолибденовые сплавы и некоторые стали мартенситного класса (нержавеющие стали серии 400). Послесварочная термообработка понадобится и углеродистым сталям в том случае, если речь идет об условиях применения для сероводородсодержащих сред.

Процессы термообработки после сварки включают в себя прогрев зоны сварки до заданной температуры (значительно ниже температуры сварки) и выдержки при этой температуре в течение заданного времени, давая возможность теплу проникнуть в материал. После термообработки восстанавливаются заданные механические свойства наплавленных или сваренных деталей и снимаются остаточные напряжения.

### Технологии сварки

Как и любая другая технологическая операция сварка требует наличия специально разработанных процессов и методик, в нашем случае методики или технологии проведения сварочных работ. Более корректно было бы назвать такой документ: «Спецификация сварочных процессов и процедур»<sup>1</sup>. Спецификация разрабатывается инженерами-технологами по сварочным работам или другим персоналом, получившим разрешение на выполнение сварочных работ. Спецификация должна отражать требования нормативных документов и сводов правил, относящихся к разработке, конструированию и строительству трубопроводов. Например, для нефтеперерабатывающей промышленности и энергетики – это, прежде всего, Раздел IX Норм и правил для котлов и сосудов высокого давления.

Чтобы такой спецификацией можно было руководствоваться, она должна быть аттестована (сертифицирована), т. е. пройти процедуру квалификационной оценки качества сварки и собственно сварочной процедуры (т. е. иметь соответствующий протокол аттестации), подтверждающей соответствие заданным требованиям. Причем положения и требования Спецификации подлежат обязательному выполнению, т. е. сварщик должен выполнять сварку в точном соответствии со Спецификацией. Более того, в Спецификации указываются все данные, относящиеся к применяемому сварочному оборудованию. Согласно предписаниям Спецификации, образцы сварки подлежат испытаниям на проверку химического состава и механических свойств для подтверждения корректности технологии и отсутствия дефектов в сварных швах.

После составления и аттестации Спецификации каждый конкретный сварщик, которому предстоит руковод-

<sup>1</sup> Welding procedure specification (WPS).



25 лет содействуем развитию  
нефтегазовой индустрии

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА

# НЕФТЬ И ГАЗ

**27–30 июня 2017**

МОСКВА • МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"

НА НОВОЙ ПЛОЩАДКЕ

[www.mioge.ru](http://www.mioge.ru)

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



МИНИСТЕРСТВО  
ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Самая масштабная в России  
международная выставка  
нефтегазового оборудования и  
технологий

- 652 компании - участника из 40 стран мира
- 5 национальных экспозиций: Германия, Италии, Китая, Финляндии, Чехии
- 25 424 - общее количество посетителей



13-й РОССИЙСКИЙ  
НЕФТЕГАЗОВЫЙ  
КОНГРЕСС

в рамках выставки

**27–29 июня 2017**

МОСКВА • МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"

[www.oilgascongress.ru](http://www.oilgascongress.ru)



Данные Свидетельства аудиторской  
проверки выставки MIOGE 2015

Организатор  
Группа компаний ITE





Газодуговая сварка металлическим плавящимся электродом применяется для нанесения наплавки Инконелем на диск запорного клапана

ствоваться данной Спецификацией, должен подтвердить свои навыки и умения, пройдя соответствующую процедуру – аттестацию сварщика. Выполненная сварщиком работа подвергается контролю и испытаниям на соответствие механических свойств и/или анализа химического состава на сварочных образцах заданным требованиям, таким образом подтверждается качество выполнения сварщиком своей работы и отсутствие дефектов.

Суммируя сказанное, процесс сварки состоит из:

1. Разработки Спецификации (методики) сварочного процесса;
2. Аттестации данной Спецификации (методики);
3. Аттестации сварщика на выполнение работ по данной Спецификации (методике).

## Сварка арматуры и трубопроводов

Чтобы арматуру можно было приварить к трубопроводу, конструктивно она должна иметь присоединительные концы под приварку. Как правило, применяются два варианта приварки арматуры – встык и внахлест. Внахлест

приваривается арматура, устанавливаемая на трубопроводы диаметром не больше 2 дюймов. Приварка встык также иногда применяется для трубопроводов небольших диаметров, но обычно она выполняется для трубопроводов диаметром свыше 2 дюймов.

Технология сварки внахлест проще, так как труба как бы входит в раструб присоединительного конца арматуры или фитинга и заваривается. Для сварки может применяться дуговая сварка металлическим (плавящимся) или вольфрамовым электродом в среде инертного газа. Как правило, она выполняется за один или два прохода шва, в зависимости от размера трубы.

И наоборот, сварка встык – более сложная, поскольку, чтобы обеспечить четкое совмещение, свариваемые концы и трубопровода и арматуры должны иметь точно обработанные кромки под приварку. Первый сварной шов при сварке встык называют проходом для заварки корня шва. И чтобы его выполнить, нужно обладать большим опытом и навыками. Следом за проходом для заварки корня шва идут другие проходы в определенной последовательности и до полного завершения сварки.

Кроме того, никто не отменял термическую обработку после сварки, требования к которой обязательны к исполнению. Особенно тщательно следует относиться к арматуре небольшого диаметра, чтобы избежать повреждения критически важных деталей, расположенных поблизости от области сварки. Они могут выйти из строя в результате перегрева, прежде всего, это относится, например, к шаровым кранам с мягким уплотнением в затворе.

## Исключительная роль сварки

Сварка всегда будет сопутствовать изготовлению арматуры по той причине, что порой нецелесообразно или невозможно применять литье или поковки. Уже более 80 лет арматура и сварка неразрывно связаны, и такое взаимодействие и развитие технологий сварки и арматуростроения помогает эффективно решать сложные вопросы, которые ставит промышленность. Столь тесная связь не ослабнет и впредь, потому что рабочие параметры, например, давление, растут, а значит, требуется высокий уровень прочности, плотности и герметичности соединений, применения бесшовных труб.

***Выбирайте друзей среди приятных людей,  
имеющих редкую и неприятную способность  
говорить правду.***

*Владимир Зельдин*

21-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
бытового и промышленного оборудования  
для отопления, водоснабжения, инженерно-  
сантехнических систем, вентиляции,  
кондиционирования, бассейнов, саун и спа

# aqua THERM

## MOSCOW

7-10 февраля 2017  
МВЦ "Крокус Экспо" | Москва  
[www.aquatherm-moscow.ru](http://www.aquatherm-moscow.ru)

Организаторы



Специализированный  
раздел

Developed by



Специальный проект



Получите бесплатный электронный  
билет, указав промо-код

**aqm17pETAN**

