

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СВАРКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Магистральные газо-нефтепроводы, являясь связующим звеном районов добычи нефти и газа с районами их переработки и потребления, относятся к категории исключительно ответственных инженерных сооружений, при их сооружении сварка является важнейшей операцией, во многом определяющей эксплуатационную надежность.

Being connecting-links between regions of oil and gas production and regions of their processing and consumption main gas-oil pipelines become one of the most critical constructions; and welding is the most important operation in the process of pipeline constructing that provides maintainability.

Для строительства трубопроводов применяют трубы стальные бесшовные, электросварные прямо – и спирально-шовные, изготовленные в основном из низколегированных сталей, в том числе в термически и термомеханически упроченном состоянии марок 17ГС, 17Г1С, 10Г2БТЮ, 10Г2ФБЮ, 08ГБФТЮ, 10Г2ФБ, 13ГС-У, 08Г2Т-У и др.

Укладка трубопроводов может быть либо непрерывная, либо секционная. На строительстве магистральных трубопроводов применяют секционный способ укладки труб. Трубы, поступающие на полевые сварочные базы, соединяют в секции длиной 24-36 м, транспортируют на трассу и сваривают в плети. Соединения выполняют встык, использование подкладных колец не разрешается. При соединении труб в секции используют поворотные стыки, при сваривании секций в плети – неповоротные.

При сборке труб применяют центраторы наружные типа ЦЭН 1421 или внутренние ЦВ144. Применение внутренних центраторов позволяет механизировать операцию сборки более полно, кроме того, собранный стык оказывается целиком доступным для сварки, позволяя выполнять корневой шов от начала до конца без остановок и прихваток.

При сборке и сварке секций на полевых базах целесообразно использовать механизированные линии типа МТЛ. Сборку выполняют с помощью внутреннего центратора, используемого и в качестве вращателя. Два сварщика одновременно выполняют корневой шов ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, полуавтоматами порошковой проволокой или в среде углекислого газа. После сварки корневых швов собранная трехтрубная секция передается на второй стенд, где стыки окончательно сваривают автоматами под флюсом.

Выполнение неповоротных стыков весьма трудоемко. Сварочная ванна находится в разных пространственных положениях относительно стыка от потолочного до нижнего, что приводит к изменению условий формирования сварного шва, а следовательно, требует синхронного изменения параметров сварки.

По мнению Международной конференции-2000, проведенной Международным институтом сварки (МИС), при сварке в полевых условиях основными процессами останутся традиционные процессы дуговой сварки покрытыми электродами, полуавтоматической плавящимся электродом с использованием сплошной и порошковой проволоки, сварки под флюсом и различных вариантов электрической контактной сварки.

При соединении секций в плети на трассе использование трубоукладчиков и

внутренних гидравлических центраторов обеспечивает механизацию процесса сборки, однако сварку, как правило, выполняют вручную.

Повышение темпа прокладки трубопроводов дает расчленение процесса сварки стыков на ряд последовательных операций. Так, применительно к выполнению неповоротных стыков трубопровода диаметром 1020 мм с толщиной стенки 10-12 мм при поточно-расчлененном методе одновременно работают бригада сборщиков и четыре бригады сварщиков (по три человека). Впереди движется бригада сборщиков, собирая стыки с помощью внутреннего центратора. Двигаясь за ними от стыка к стыку, каждая бригада сварщиков выполняет свой слой шва, а каждый сварщик – определенный участок этого слоя.

Для сварки трубопроводов применяют электроды, выпускаемые АО «Спецэлектрод»: УОНИ-13/45, тип Э42А; УОНИ-13/55К, тип Э46А; УОНИ-13/55, тип Э50А; ОЗС-12, тип Э46; ОЗС-33, тип Э50А; ТМУ-21У, тип Э50А. Эти электроды обеспечивают повышенную пластичность, ударную вязкость и стойкость металла шва к образованию трещин при температурах до -40°C , применимы для сварки в любом положении. При сварке поворотных стыков под флюсом рационально применять в качестве сварочных материалов флюсы АН-348А, АН-60, ОСЦ-45, АН-47, АН-17М и керамический флюс КВС-19 в сочетании со сварочной проволокой Св-08ГА, Св-08Г2А, Св-10НМА, Св-10НЮ, Св-08МХ, Св-08ГНМ; для формирования корневого шва использовать флюсомедные подкладки, подвижные флюсовые подушки. Сварку порошковой проволокой следует выполнять проволокой ПП-АН24.

Свободное формирование корневого шва обеспечено действием сил поверхностного натяжения; поэтому наибольшую производительность из дуговых методов сварки дает сварка в среде углекислого газа сплошной проволокой. При сварке покрытыми электродами, порошковой проволокой, под флюсом объем жидкой ванны больше за счет расплавленного шлака, а производительность ниже.

При газозлектрической сварке труб для обеспечения высокого темпа сварочных работ рационально выполнять сварку двумя и более дугами.

Стабильное формирование металла шва в нижнем, вертикальном и потолочном положениях с равномерным проплавлением кромок и формированием обратного валика на внутренней поверхности стыка обеспечивает разделку кромок стыка с притуплением 4-5 мм и углом скоса $18-20^{\circ}$ и ведение процесса сварки с колебаниями электрода поперек шва с частотой 1,7-2,0 Гц.

При сварке неповоротных стыков ток и скорость сварки изменяют синхронно с положением сварочной ванны по периметру стыка. Сварку выполняют в среде углекислого газа с применением сварочной проволоки марок Св-08Г2С, Св-10ГСМТ диаметром 1,2-1,4 мм.

Режим сварки неповоротного стыка:

- шов корневой – ток 150-220 А, напряжение на дуге 20-23 В, скорость сварки 15-20 м/ч, амплитуда колебания электрода 2,5 мм;
- шов заполняющий или облицовочный – ток 140-200 А, напряжение на дуге 21-23 В, скорость сварки 7-15 м/ч, амплитуда колебания электрода 10-14 мм.

При дуговой сварке в защитных газах лучшие результаты дает импульсно-дуговая сварка. Мощные тиристорные и инверторные источники питания дуги позволяют синхронизировать процесс переноса капель металла с электрода в сварочную ванну с импульсами тока. Инверторная технология обеспечивает гибкость управления дугой и поведением металла при переносе его с электрода в расплавленную ванну, что улучшило формирование шва, значительно сократило разбрызгивание металла и повысило производительность сварки.

Опыт строительства трубопроводов показывает, что наиболее производительным и экономичным методом сварки труб в полевых условиях является стыковая контактная сварка оплавлением. Сварные соединения имеют требуемые механические свойства при создании непрерывного оплавления в течение 70-90 с с затратой мощ-

ности 2,0-2,5 кВт/см² и осадкой нагретых концов труб со скоростью 10-15 мм/с.

Для контактной стыковой сварки оплавлением предназначены установки типа ТКУС, ТКУП, ПАУ, БТС, ССТ. Основным агрегатом стационарных установок типа ТКУС является неразъемная сборочно-сварочная головка, имеющая кольцевой трансформатор и механизм центровки стыкуемых кромок с гидравлическим приводом зажима, оплавления и осадки труб. Передвижные установки типа ТКУП, используемые для сварки стыков на трассе, имеют разъемную сварочную головку, которая подвешивается на стреле специального трактора.

Применение контактной сварки связано с большими капитальными затратами из-за высокой стоимости машин, для окупаемости которых необходима высокая концентрация объемов сварочных работ.

Контроль качества сварки при строительстве трубопроводов предусматривает: аттестацию сварщиков и технологических карт по сварке, критерии приемки по результатам неразрушающего контроля стыков и гидравлических испытаний, контроль соблюдения технологических требований.

Согласно действующим нормативам на ответственных участках контролю подвергают все 100 % стыков, на остальных участках трассы контроль выборочный. Основные методы неразрушающего контроля: магнитографический, ультразвуковой, радиационный, электромагнитный. Для стыков, сваренных контактной стыковой сваркой, определяют значение угла загиба стыковых соединений, угол загиба должен быть больше 100°.

Обязательным элементом технического обслуживания и ремонта при эксплуатации

трубопроводов является определение места и степени повреждений стенок. Для этого по трубопроводу пропускают снаряд-дефектоскоп, в электронном блоке которого записывается информация об исследуемом участке. В результате обследования устанавливают наличие и вид выявленных дефектов. На участках трубопровода, имеющих повреждения, используют способы ремонта:

- заварка поврежденного участка электродуговой сваркой;
- формирование на поверхности трубы высокопрочного стеклопластика, что позволяет восстановить первоначальную несущую способность труб;
- использование накладных усилительных элементов; при этом следует принимать овальную форму заплат с большим отношением периметра к площади и увеличивать горизонтальный катет и глубину проплавления корня шва.

Весьма перспективно использование при ремонте трубопроводов энергии взрыва. На базе промышленных испытаний создан комплекс технологических процессов и технических средств их реализации:

- устройства в виде кольцевых труборезов для вырезки «катушки» из действующего трубопровода при ликвидации аварий, замене арматурных узлов, запорных элементов и демонтаже отслуживших срок трубопроводов, а также для подводной резки;
- устройства для врезки отводов в действующий нефтепровод без остановки перекачки нефти и др. Технологические процессы и технические средства применения энергии взрыва при ремонте трубопроводов прошли государственную экспертизу на безопасность применения, техническая документация утверждена на коллегии Госгортехнадзора.