

Технологии ремонта корпусов машин и агрегатов с применением ультразвуковой обработки и сопутствующего охлаждения сварного соединения

А.М. Файрушин, М.Р. Фаткуллин

*Уфимский государственный нефтяной
технический университет, г. Уфа, Россия*

Аннотация. В настоящее время одной из наиболее важных проблем в развитии нефтяного машиностроения являются повышение работоспособности машин и аппаратов, а также экономия материальных, энергетических и трудовых ресурсов. При эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования с течением времени часто происходит разрушение элементов по сварным соединениям вследствие воздействия температурных и силовых нагрузок, коррозии и других факторов.

На текущий момент используется традиционная технология ремонта с помощью ручной дуговой сварки покрытыми электродами с сопутствующим подогревом дефектного участка и по необходимости последующей термической обработкой. Сварка сопровождается комплексом одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: тепловое воздействие на металл в зоне термического влияния, металлургических процессов в сварочной ванне и кристаллизации металла в объеме сварочной ванны.

Разработанная нами технология сварки, которая заключается в комбинировании сопутствующего охлаждения и ультразвуковой обработки позволяет улучшить механические свойства сварного соединения, а также отказаться от проведения затратного сопутствующего подогрева во время сварки.

Ключевые слова. Ремонт корпусов машин, сварка литейных сталей, сварочные напряжения, механические свойства, сварное соединение, ультразвуковая обработка.

На сегодняшний день в нефтегазовой отрасли нашли широкое применение машины и агрегаты, выполненные с толстостенными корпусами из литейных сталей. Как показывает опыт эксплуатации данного оборудования, с течением времени в различных узлах корпуса могут возникнуть трещины от действия эксплуатационной нагрузки.

В настоящее время известно несколько способов ремонта сварки литых корпусов с применением сварочных технологий. Как правило, на практике чаще всего применяется традиционная технология ремонта с помощью ручной дуговой сварки электродами типа УОНИ 13/55 с сопутствующим подогревом дефектного участка. Однако, у этого способа много недостатков, так как высококонцентрированный источник тепловой энергии и различная

деформационная способность деталей являются причиной возникновения значительных остаточных напряжений. Это в итоге приводит к искажению формы, потере прочности, снижению коррозионной стойкости металла, что в целом негативно сказывается на работоспособности конструкции. Борьба с остаточными напряжениями путем проведения сопутствующей термической обработки способствует перлитному превращению и является действенным средством исключения закалочных структур. Но в свою очередь приводит к значительному увеличению зоны термического влияния, что также оказывает негативное воздействие на дальнейшую работоспособность корпусов машин и агрегатов [1,2]. Нередко в зоне термического влияния после ремонтов образуются трещины (рис. 1)

Кроме того, термическая обработка является одним из основных звеньев в технологии производства и ремонта стальных конструкций и, как показывает статистика, по абсолютному объему трудозатрат находится практически на уровне выполнения сварочных работ. Поэтому уменьшение операций по термической обработке приведет к минимизации затрат почти в два раза. Возможность удешевления ремонта корпусных деталей оборудования за счет отказа от трудоемкой сопутствующей и последующей термообработки за счет использования ультразвуковой ударной обработки представлены в работе А.А. Венгера и др.[3]



Рисунок 1 – Разрушение корпуса бурового насоса из стали 20ХГСФЛ

Предлагаемая нами технология ремонта толстостенных конструкций заключается в том, что происходит послойное чередование ультразвуковой ударной обработки и сопутствующего охлаждения. Корневой шов заваривается ручной дуговой сваркой электродами с основным видом покрытия с применением ультразвуковой ударной обработки. Второй шов также заваривается тем же способом, но уже с сопутствующим охлаждением. Заварка

последующих швов производится аналогично, путем чередования ультразвуковой ударной обработки и охлаждения. Последний (облицовочный) шов заваривается с применением ультразвуковой ударной обработки.

Сварка выполняется на постоянном токе обратной полярности, электродами с основным видом покрытия. Ультразвуковая ударная обработка шва производится с помощью технологического комплекса «Шмель» в процессе и после сварки с частотой 25...27 кГц.

Охлаждение сварного шва производится путем подачи распыленной струи воды с противоположной относительно источника нагрева стороны температурой от 10-15°C и расходом смеси 0,3-0,5 л/мин. Перемещение распылителя водовоздушной смеси производится со скоростью перемещение сварочной дуги. [4]

Выводы. Сварные соединения после ремонтов корпусов машин большой толщины из литейных сталей обладают значительной неоднородностью механических свойств, что приводит к возникновению холодных трещин в зоне термического влияния в процессе ремонта, а также снижению ресурса работы узлов, даже при использовании существующих технологий термической обработки.

Одним из способов решения задачи повышения технологической прочности и ресурса работы узла предложено выполнение в процессе сварки послойного чередование ультразвуковой обработки и сопутствующего охлаждения.

Установлено, что при использовании сопутствующего охлаждения можно значительно снизить зону термического влияния и соответственно объем металла с пониженной вязкостью.

Замер твердости различных участков сварного соединения показал возможность частичного снижения твердости металла при сопутствующем охлаждении за счет перекрытия слоями, выполняемыми без охлаждения с последующей ультразвуковой ударной обработкой.

С экономической точки зрения переход от проведения предварительного подогрева и последующей термической обработки на технологию сварки с применением послойной УУО и сопутствующим охлаждением позволит значительно снизить затраты и повысить производительность ремонтных работ.

Библиографический список.

1. Худяков А.О. Влияние химического состава основного металла на вязкие свойства зоны термического влияния электросварных труб большого диаметра / Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Metallургия. – 2014. - №3. – С. 55-61.

2. Чупейкина Н.Н. Влияние качества ремонтной сварки на работоспособность сварных соединений // Горный информационно-аналитический бюллетень.- 2011. - №5.- С. 181-184.

3. Венгеров А.А. Ремонтная сварка корпусов насосов, изготовленных из среднеуглеродистой литейной стали / А.А. Венгеров, А.У. Якупов, А.Э. Бранд // Актуальные проблемы трубопроводного транспорта Западной Сибири: Сб. научн. тр. Всеросс. научн.-техн. конф.2014.: Тюменский индустриальный университет.- 2014. - С. 13-18.

4. Способ ультразвуковой сварки толстостенных конструкций / А.В. Файзуллин, А.М. Файрушин, М.Р. Фаткуллин, М.З. Зарипов; пат. 2 605 888 Рос. Федерация. № 2015132761/02, заявл.05.08.2015; опубл. 27.12.2016, Бюл. № 36. 7 с.