

УДК 620.178

А.А.Пестрецов (6 курс, каф. СиЛТ), Б.С.Ермаков, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛАДНОЛОМКОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Современный уровень промышленности характеризуется ростом единичной мощности оборудования, интенсификацией технологических процессов выпуска готовой продукции. Это приводит к повышению металлоемкости и степени нагруженности ответственных узлов аппаратов и установок низкотемпературной, газовой, нефтяной и других отраслей промышленности. При этом существенно повышается уровень капитальных вложений, а, следовательно, и требования к надежности и гарантированному сроку службы оборудования. Обеспечение требуемых условий эксплуатационной надежности и долговечности приходится решать в условиях повышения технологических параметров эксплуатации оборудования – роста давления и температуры, а в случае установки этого оборудования на открытых площадках, ужесточение температурного цикла эксплуатации. Основными путями повышения эксплуатационной надежности и долговечности оборудования являются: замена углеродистых и малолегированных сталей на более легированные материалы, интенсификация режимов их термической обработки и сварки.

К числу наиболее распространенных причин ускоренного выхода оборудования, изготовленного из этих марок сталей, относится задержанное разрушение, а именно возникновение и развитие холодных трещин в местах сварки изделий или зонах, подвергшихся высокотемпературному воздействию в процессе эксплуатации оборудования. К таким воздействиям относится, например, возникновение зон локального перегрева при технологических межэксплуатационных разогревах оборудования. При ускоренном охлаждении этих зон в материале оборудования возникают структуры мартенситного типа, резко снижающие сопротивление хрупкому разрушению металла.

Представления о природе холодных трещин, в течение длительного времени, основывались на закалочной и водородной гипотезах. В основу обеих гипотез была положена теория хрупкого разрушения Гриффитса, предполагающая существование в металле готовых зародышевых трещин. Каждая трещина является своеобразным концентратором напряжений, резко повышающим напряжения в определенном объеме, главным образом, примыкающим к вершине трещины. Величина напряжения в определенных условиях будет достигать значения теоретической прочности [1].

Классическая схема, объясняющая происхождение хладноломкости и описывающая переход от хрупкого разрушения к пластической деформации и, наоборот, была разработана Иоффе [2]. Различают два вида разрушения кристаллов. С одной стороны, кристаллические вещества разрушаются от действия нормальных напряжений, достигающих величины сопротивления отрыву, с другой стороны, по достижении предела текучести, может начаться пластическая деформация. До тех пор, пока при изменении температуры сопротивление отрыву остается ниже предела текучести, действующие напряжения достигают прежде сопротивления отрыву, вследствие чего наблюдается хрупкое разрушение. Подъем температуры до значений, когда предел текучести становится меньше сопротивления отрыву, знаменует переход к пластической деформации, т. е. материал становится пластичным. Температурная точка, в которой сопротивление отрыву равно пределу текучести, и представляет собой критическую температуру, которая носит обычно название

порога хладноломкости. В итоге этих исследований были выявлены очень интересные факты о понижении порога хладноломкости в случае измельчения зерна, уменьшения содержания некоторых вредных примесей (фосфор, кремний), отрицательное влияние надрезов – концентраторов напряжений на образцах, а также, разработаны строго обоснованные опытом требования к составу сталей, исключающих проявление хладноломкости в обычных условиях.

При изучении низкотемпературной хрупкости сталей обнаружилось, что у хладноломких образцов вблизи поверхности разрушения наблюдается большое количество двойников. Принимая во внимание относительно небольшие возможности для развития пластической деформации при двойниковании, было высказано соображение о связи двойникования с хладноломкостью. Естественно, что и данная гипотеза является не более как формальной, поскольку возникновение хладноломкости и появление при этом двойников может быть следствием одной причины. Их совместное присутствие в образцах, показавших хрупкое разрушение, не может быть прямым доказательством причинной зависимости хладноломкости от двойникования.

В данной работе исследуется образование трещины в околошовной зоне сварного соединения. Географическое расположение исследуемого объекта: г. Партизанск (Приморский край), где температура воздуха зимой может опускаться до -35°C . Исследуемым объектом является ресивер сжатого (технического) воздуха, сделанный из Ст.3 Сп.5. Емкость имеет объем, равный 18 м^3 , и работает под давлением в 8 атм. на открытом воздухе. Корпус ресивера, состоящий из обечаек, в ходе эксплуатации получил разрушение в виде трещины в зоне сварки. Было принято решение отремонтировать корпус. Ремонт проводили при температуре воздуха -18°C путем установки заплаты из того же материала на место разрушения с помощью однопроходной РДС электродом УОНИ 13/45.

Зимой (T воздуха = -35), при заполненном ресивере, происходит хрупкое разрушение по зоне термического влияния шва на расстоянии, примерно, 7 мм от границы сплавления шва.

Провели испытания (проба Чабелки), в результате которых получили две зависимости:

1. Зависимость ударной вязкости от расстояния до границы сплавления.
2. Зависимость температуры хрупкого перехода от температуры окружающей среды.

Из полученных данных видно, что на расстоянии ~ 7 мм от границы сплавления имеется минимальное значение ударной вязкости, а далее наблюдается зона деформационного старения. Деформационное старение – зона разогрева температур ниже температуры рекристаллизации металла с протекающей в ходе сварки или разогрева металла во время пуска пластической деформацией.

Таким образом, чтобы избежать разрушений в ЗТВ при низких температурах следует повышать прочность и хладостойкость ЗТВ сварных швов, повышать предел выносливости и сопротивление хрупкому разрушению, проводить термическую обработку и микролегирование, уменьшать количество водорода в самом шве и ЗТВ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Давиденков Н.Н., Чучман Т.Н., Обзор современных теорий хладноломкости, Сб. «Исследование по жаропрочным сплавам», т. П. М., Изд-во АН СССР, 1957.
2. Иоффе А.Ф., Кирпичева М.В., Левитская Н.А., Деформация и прочность кристаллов. «Журнал Русского физико-химического общества, ч. физическая», 1924, т. 56, № 5-6, стр. 489.