

РАЗРУШЕНИЕ РАЗНОРОДНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В.П. Петров, И.В. Петров, С.К. Демьяненко (*г. Барнаул, Россия*)

Оборудование, устройства современной энергетики, химической и нефтяной промышленности, атомной, ракетной, космической и других отраслей техники эксплуатируются в условиях, характеризующихся высокими рабочими температурами, давлениями, а также агрессивностью рабочих сред. В этой связи к элементам и узлам такого оборудования часто предъявляются требования по сочетанию каких-либо специальных свойств: жаростойкости, жаропрочности, коррозионной стойкости и др. Во многих случаях сочетание таких свойств может быть обеспечено только при изготовлении отдельных деталей и узлов из разнородных материалов с применением сварки или наплавки. Иногда применение разнородных материалов, в том числе и сталей, диктуется экономическими соображениями.

На практике сваривают между собой стали как одного структурного класса, так и разных структурных классов: перлитного с мартенситным и мартенситно-ферритным, ферритного с аустенитным и т.п.

Неоднородность состава металла шва, формирование в зоне сплавления малопрочных и хрупких прослоек, наличие остаточных напряжений обуславливают химическую, структурную и механическую неоднородность сварных соединений, снижающую их эксплуатационную прочность и надежность.

Важным фактором, оказывающим влияние на работоспособность сварных соединений, является выбор сварочных материалов, которые не должны образовывать хрупких переходных участков шва в зонах интенсивного перемешивания со сталью, разнородной по составу с наплавленным металлом.

Исследовали разрушение сварных соединений из ферритной (08Х13) и аустенитной (12Х18Н12Т) сталей, выполненных аустенитными сварочными материалами (электродами марки ЭА 400/10У). Было установлено, что разрушение сварного соединения происходит практически всегда по зоне термического влияния детали из ферритной стали в непосредственной близости от границы сплавления. При этом в термообработанных или бывших в эксплуатации при повышенных температурах сварных соединениях хорошо выявляются две характерные зоны: вблизи границы сплавления в детали из ферритной

стали наблюдается зона, обедненная углеродом, а в металле шва – зона, обогащенная углеродом. В состоянии непосредственно после сварки эти зоны отсутствуют.

Металлографический анализ показал, что обедненная углеродом зона содержит в основном феррит и карбиды. Зона, обогащенная углеродом, состоит из многих структурных составляющих. Однако в этой зоне преобладает карбидная фаза. Очагами зарождения трещин служат цепочки пор, расслоения, микроразрывы по границам зерен. В случае приложения циклических нагрузок и длительной выдержки при повышенных температурах процесс разрушения происходит более интенсивно.

Одним из важных факторов, способствующих разрушению разнородных сварных соединений, является диффузия углерода через границу сплавления. Установлено, что скорость диффузии углерода в феррите в 5...10 раз выше, чем в аустените. На участке шириной 0,20...0,25 мм разница в твердости между обогащенной и обедненной углеродом зонами составляет 220-240 HV, что соответствующим образом сказывается на прочности их.

Различия в коэффициентах теплового расширения свариваемых сталей, внешние нагрузки, жесткость изделий являются причинами развития напряжений, способствующих разрушению. Механизм же разрушения можно представить следующим образом: на начальном этапе образуется обедненная углеродом зона, формирование которой интенсифицируется нагревом; в обедненной углеродом зоне возникают и нарастают напряжения и под их влиянием развивается ползучесть в этой зоне при повышенной температуре, в результате которой образуются трещины в обедненной углеродом зоне, распространяющиеся вблизи и вдоль границы сплавления.

Для предотвращения образования трещин и последующего разрушения важную роль играет правильный выбор сварочных материалов, который должен учитывать как химический состав свариваемых сталей, так и условия работы конструкции, а также необходимость термической обработки сварных соединений.