



ИССЛЕДОВАНИЕ СВАРИВАЕМОСТИ УГЛЕРОДИСТЫХ И ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Абдуллаев М.З., Дуняшин Н.С.

Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

Свариваемость конструкционных углеродистых и легированных сталей можно определить как способность стали переносить тепловой режим при том или ином сварочном процессе без образования в соединении участков металла с пониженными пластическими свойствами, способствующими возникновению трещин при сварке конструкций или разрушению сварных соединений в эксплуатации. Рассматриваемая группа материалов относится к закаливающимся сталям, в сварных соединениях которых под действием термического цикла сварки могут образовываться хрупкие и малопластичные зоны в участках, где металл нагревается до температур выше точки Ас₃. Распад аустенита при охлаждении в условиях сварочного термического цикла начинается при более низких температурах и в некоторых случаях полностью не заканчивается даже при остывании до 20°C; при этом в структуре металла наряду с мартенситом остается нестабильный остаточный аустенит [1,3].

Стали, склонные к резкой закалке, имеющие в результате термического цикла сварки структуру мартенсита и остаточного аустенита при повышенной концентрации водорода, при воздействии внутренних напряжений чувствительны к образованию холодных трещин.

Наиболее часто холодные трещины образуются в швах и околошовной зоне среднеуглеродистых и легированных сталей перлитного и мартенситного классов, свариваемых проволокой, состав которой близок к составу основного металла. Холодные (закалочные) трещины возникают как в интервале температур образования мартенсита (250°C и ниже), так и после полного остывания сварного изделия, спустя некоторое, иногда значительное время после сварки (через 24—48 ч). Чем ниже температура распада аустенита, грубее структура мартенсита, выше уровень внутренних сварочных и структурных напряжений, тем вероятнее образование холодных закалочных трещин. С увеличением толщины свариваемого металла возможность образования закалочных трещин возрастает [2,4].

Элементы, снижающие температуру мартенситного превращения, усиливают склонность металла к образованию холодных закалочных трещин. К таким элементам прежде всего относится углерод. В среднелегированных сталях температура мартенситного превращения снижается при повышении содержания марганца, никеля, хрома, молибдена и др. О свариваемости применительно к ее чувствительности к закаливанию ориентировочно судят по коэффициенту эквивалентности по углероду для различных легирующих элементов:

$$C_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2}$$



Стали с эквивалентом по углероду более 0,45 склонны к образованию трещин при сварке. Однако этот критерий не является основанием для неприменения стали в сварной конструкции.

При одном и том же показателе C_{Σ} стали с большим содержанием углерода имеют более высокую чувствительность к холодным трещинам, чем сложнолегированные стали с меньшим содержанием углерода. Образование холодных трещин спустя некоторое время после полного остывания сварного соединения является неблагоприятным фактором, так как качество изделия теряется после его контроля. Замедленное разрушение связано с фиксированием нестабильного остаточного аустенита в структуре мартенсита при быстром остывании участков сварных соединений, нагреваемых при сварке выше точки A_{c3} . Остаточный аустенит с течением времени распадается при 20°C . Интенсивность этого процесса усиливается при охлаждении ниже 0°C .

При сварочном цикле создаются благоприятные условия для образования остаточного аустенита вследствие повышенной гомогенизации твердого раствора при нагреве до высоких температур и высокой скорости охлаждения. Кроме того, объемные напряжения сжатия, возникающие в шве и прилегающей зоне основного металла при образовании мартенсита, затормаживают процесс мартенситного превращения и могут способствовать сохранению еще большего количества остаточного аустенита, чем это наблюдается на свободных образцах, равномерно нагреваемых по всему объему.

При распаде остаточного аустенита с увеличением объема образуется хрупкая структура неотпущенного мартенсита, что вызывает дополнительные структурные напряжения, кроме сварочных, в области хрупких структур шва и околшовной зоны. Вследствие увеличения микрообъемов металла при распаде остаточного аустенита происходит зарождение и развитие трещин в ранее образовавшемся мартенсите. Чем грубее структура первичного мартенсита, тем она более хрупка, и образование трещин более вероятно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эрматов З.Д. Сварка специальных сталей и сплавов. Учебник. Т: Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2023. - 180 с.
2. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие/ М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В. Казакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2001
3. Ermatov Z.D., Dunyashin N.S., Galperin L.V. Eritib payvandlash texnologiyasi va jihozlari. Darslik. T: Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi, 2023. -236 b.
4. www.svarka.ru