

УДК 621.791

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ И РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ТЕХНОЛОГИИ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВАРИВАЕМОСТИ

С. А. КОРОЛЁВ

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
Москва, Россия

В процессе проектирования сварной конструкции и технологии ее изготовления основными параметрами, которые имеют наиболее значимое влияние на качество и надежность конечной продукции, являются [1]: конструктивное оформление сварного соединения, марка основного и сварочного материалов, погонная энергия сварки.

Конструктивное оформление сварного соединения может быть выбрано на основе прочностного расчета, в том числе на выносливость, в результате действия N-го количества случаев нагружения с заданным числом циклов. В результате такого анализа может быть обоснован выбор глубины проплавления и высоты усиления сварного шва.

Марка основного и сварочного материалов, а также погонная энергия сварки, определяются на основе испытаний на свариваемость.

При испытаниях на свариваемость требуется исследование влияния как минимум двух значений погонной энергии: номинальной (рекомендуемой производителем стали) и форсированной (для моделирования ситуации, при которой происходит отклонение от рекомендованной технологии с целью повышения производительности).

Перечень показателей, определяющих свариваемость, может быть определен на основе анализа физических и металлургических процессов.

При сварке плавлением низко- и среднеуглеродистых сталей имеют место следующие процессы [2–4].

1. Кристаллизация и оплавление границ зерен ОШЗ. Этот процесс происходит в условиях действия высокотемпературных сварочных деформаций, т. е. имеется возможность образования ГТ в шве и ОШЗ.

2. Интенсивный рост зерна, диффузия водорода, превращение аустенита в условиях действия низкотемпературных и остаточных напряжений. Эти процессы могут привести к образованию ХТ.

3. Структурные превращения, которые завершаются после охлаждения, формируют механические свойства.

Для сравнительной оценки между собой различных основных и сварочных материалов, а также технологий и условий сварки, разработаны, действуют и используются соответствующие стандарты: для оценки сопротивляемости образованию ГТ и ХТ, для оценки влияния СТЦ на механические свойства.

Данные подходы не позволяют оценивать свариваемость реальной конструкции. Для оценки свариваемости реальных изделий в настоящее время

используется подход, связанный со сваркой полноразмерных конструктивно-подобных образцов.

Для использования результатов экспериментальных испытаний по оценке свариваемости для условий сварки реальных изделий возможно применение цифровых моделей. Назначение цифровой модели – получение значений «критических технологических нагрузок», которые трудно получить при проведении эксперимента. Далее эти нагрузки можно сравнивать с «действующими нагрузками», полученными при моделировании.

Оценка сопротивляемости сварных соединений образованию ХТ выполняется по ГОСТ 26388–84. В качестве показателя сопротивляемости образованию ХТ используется минимальное напряжение, при котором обнаружена ХТ. Цифровая модель этих испытаний позволяет учесть факторы, которые не учитываются в действующем ГОСТ: остаточные сварочные напряжения, свойства металла сварного шва, реальная геометрия сварного шва (усиление шва, глубина проплавления).

На примере сварки углеродистой стали аустенитной проволокой видно, что значение напряжения, определенное по методикам ГОСТ, значительно отличается от того, при котором реально происходит разрушение образца.

Оценка сопротивляемости сварных соединений со стыковыми швами образованию ГТ выполняется по ГОСТ 26389–84. В качестве показателя сопротивляемости образованию ГТ используется минимальная скорость, при которой обнаружена ГТ. Цифровая модель этих испытаний позволяет получить критическую скорость растяжения металла шва в процессе кристаллизации, в то время, как ГОСТ регламентирует определение скорости перемещения края образца.

Оценка влияния сварочного термического цикла на механические свойства выполняется при помощи образцов, которые перед испытанием подвергаются тепловой обработке (ГОСТ 23870) с разной интенсивностью охлаждения (время охлаждения от 800 °С до 500 °С).

Проведение указанного комплекса исследований позволяет сделать обоснованный выбор конструктивного оформления сварного соединения, основного и сварочных материалов, погонной энергии сварки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сварка. Резка. Контроль: справочник: в 2 т. / Н. П. Алешин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 2004.
2. Теория сварочных процессов: учебник / В. М. Неровный [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016.
3. Теория свариваемости сталей и сплавов / Под ред. Э. Л. Макарова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018.
4. **Макаров, Э. Л.** Холодные трещины при сварке легированных сталей / Э. Л. Макаров. – Москва: Машиностроение, 1981.