

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СНИЖЕНИЯ СВАРОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

В.А.Ряполов, В.Г.Радченко, В.Н.Шабалин,
Ю.О.Шевцов, Д.А.Нагорный, П.А.Перевалов

С началом широкого применения сварных конструкций, в том числе и в вагоностроении, возникла проблема вредного влияния сварочных напряжений и деформаций на несущую способность элементов сварных конструкций.

К концу 30-х годов в нашей стране и за рубежом на основании накопленного опыта Г.А.Николаевым и Н.М.Окербломом были заложены основы для теоретического описания остаточных напряжений и деформаций.

В 50-е годы в ИЭС им. Е.О.Патона, ЦНИИТМ АКС, ЦНИИ железнодорожного транспорта, ЦНИИС, а также за рубежом проведены исследования влияния остаточных напряжений на несущую способность сварных соединений и конструкции при статическом и динамическом нагружении, на усталостную прочность сварных соединений и конструкций. Несмотря на значительные успехи, многие вопросы еще оставались мало исследованными. В первую очередь это касалось количественной оценки кинетики упруго-пластических деформаций, предшествующих образованию горячих и холодных трещин, а также оценки кинетики взаимодействия сварочных напряжений с внешней силовой нагрузкой. Успешное решение этих вопросов стало возможно в 60-е годы в связи с бурным развитием вычислительной техники. В настоящее время разработаны и применяются следующие методы определения сварочных напряжений и деформаций:

1. Графоаналитические методы, которые основываются на предположениях одномерности поля напряжений и гипотезе плоских сечений.

2. Аналитические методы с использованием математического аппарата теории упругости и пластичности.

3. Численные методы с использованием теории упругости и пластичности.

4. Расчетно-экспериментальные методы позволяют получить достоверные данные применительно к реальным сварным соединениям без схематизации процесса.

5. Экспериментальные методы позволяют определять сварочные напряжения и деформации непосредственно на свариваемом объекте – образцах или модели.

В результате многолетних исследований сварочных напряжений и деформаций сложилась система мер их предотвращения, применяемых на предприятиях вагоностроения:

1. Рациональное проектирование. основные принципы которого нашли отражение в руководящих материалах на проектирование и изготовление различных металлоконструкций, в том числе грузовых вагонов.

2. Закрепление изделий в приспособлениях. Этот метод широко используется в процессе изготовления вагонов.

3. Создание деформаций, обратных сварочным, применяется при изготовлении стержневых и балочных элементов вагонов.

4. Механическое воздействие, которое вызывает пластические деформации в зоне шва, приводящие к уменьшению остаточных деформаций.

5. Регулирование теплового воздействия за счет отвода тепла от свариваемого изделия.

В вагоностроении, как правило, используют комплекс всех доступных способов предотвращения деформаций. Однако не всегда эти способы являются достаточными. Поэтому наряду с ними применяют способы устранения сварочных напряжений и деформаций, основные из которых следующие:

1. Прокатка сварных соединений.

2. Проковка и правка для создания путем пластической деформации перемещений, обратных сварочным.

3. Местный нагрев, сущность которого заключается в концентрированном нагреве небольших участков деформированной конструкции.

4. Термообработка в зажимных приспособлениях.

5. Импульсное и вибрационное нагружение сварных соединений сварных конструкций или отдельных их узлов.

Применение всех этих методов снижения и предотвращения сварочных напряжений и деформаций позволяет существенно повысить эксплуатационную надежность сварных конструкций в вагоностроении.