

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МЕТАЛЛА ШВА И ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ В СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

**В.А.Ряполов, В.Н.Шабалин, В.Г.Радченко,
Д.П.Чепрасов, Ю.О.Шевцов, М.В. Зыков, О.В.Карнаухов**

При сварке структурные изменения в условиях нестационарных температур и напряжений существенно отличаются от таковых при стационарных режимах. Исследование кинетики изменения структуры металла при сварке представляет сложную проблему, над решением которой несколько десятилетий работают специалисты многих стран.

В вагоностроении наибольшее применение получили низкоуглеродистые и низкоуглеродистые низколегированные стали, и большинство фундаментальных исследований в области металловедения сварки плавлением непосредственно связано с изучением особенностей структуры сварных соединений из этих сталей. Основные направления этих исследований: изучение структуры металла шва (первичной и вторичной); изучение структуры зоны термического влияния; изучение дефектов структуры пор и неметаллических включений; изучение структуры металла шва.

При сварке плавлением соединение образуется за счет первичной кристаллизации жидкого металла сварочной ванны. Однако при сварке кристаллизация происходит в специфических условиях, поэтому непосредственное перенесение законов кристаллизации слитка на процесс затвердевания металла шва невозможно. С другой стороны эти особенности процесса кристаллизации оказывают определяющее влияние на структуру, механические свойства шва, склонность его к горячим и холодным трещинам. Поэтому работы по исследованию особенностей кристаллизации жидкого металла выполнялись с начала широкого применения сварки.

Значительное количество исследований посвящено исследованию первичной структуры металла шва. В одной из первых работ на эту тему, выполненную Б.И.Медоваром и А.М.Макарой, авторы пришли к выводу, что первичная кристаллизация сварочной ванны носит периодический прерывистый характер в соответствии с теорией периодичности кристаллизации слитка с учетом специфических особенностей формирования сварного соединения.

А.А.Алов и И.М.Вагонов, высказали предположение о том, что металл шва при сварке плавлением образуется в результате

последовательной кристаллизации отдельных волн металла, поступающего из ванночки. Н.Лашко и С.В.Лашко-Авакян высказали собственную точку зрения. По их мнению, при сварке имеет место не периодичность кристаллизации, а прерывность, внесенная условиями сварки. Главной причиной прерывистой кристаллизации является прерывистое поступление тепловых импульсов, подводимых к металлу в результате введения в сварочную ванну порции жидкого металла.

В 50...60 гг. для изучения первичной структуры металла шва был разработан и применен ряд оригинальных методик, позволивших получить новые научные результаты. В частности, Б.В.Брук, применив для исследования кристаллического строения металла шва радиоактивные изотопы, показал, что наличие слоев связано с неравномерным распределением ликвидирующих примесей при кристаллизации металла шва, вызванным непостоянством отношения скоростей поступления и отвода тепла.

С помощью специального травления и электронного микроанализатора «Камекса» в низкоуглеродистых сварных швах выявлена сетка тонких сульфидных прослоек по границам первичных кристаллитов.

Для изучения химической неоднородности первичной структуры сварного соединения Б.В.Мовчан разработал методику микрорентгенографии, используя которую получены прямые данные о распространении легирующих элементов в металле шва.

Исследования Б.С.Касаткина позволяют установить взаимосвязь между первичной и вторичной структурами сварных швов. Эти исследования показали, что сетка границ ферритных зерен дробит дендриты независимо от их химической неоднородности. В результате этого образуется внутризеренная химическая неоднородность феррита, оказывающая существенное влияние на механические свойства шва.

Таким образом, в научно-исследовательской периодической литературе практически отсутствуют работы по исследованию влияния длительной эксплуатации вагонов на структуру и свойства металла шва и зоны термического влияния.