

А.В. ГЛУШКО, В.В. ДМИТРИК, докт. техн. наук, профессор.

К улучшению качественных характеристик структуры сварных соединений паропроводов

Повышение эксплуатационных характеристик сварных соединений из Cr–Mo–V теплоустойчивых перлитных сталей элементов паропроводных систем тепловых электрических станций является актуальной задачей для энергетики.

Ресурс эксплуатации сварных соединений паропроводов составляет 0,6–0,8 ресурса их основного металла, что в значительной степени определяется их структурной, химической и механической неоднородностью, а также наличием дефектности.

Увеличение ресурса эксплуатации энергоблоков, ориентированных на маневренный режим работы, представляется возможным при использовании в их составе сварных соединений, характеризующихся меньшей степенью повреждаемости. Целесообразно улучшить качественные характеристики исходной структуры сварных соединений, а также снизить уровень их химической и механической неоднородности, что позволяет уменьшить интенсивность повреждаемости сварных соединений и увеличить их ресурс до 300000 - 350000 ч.

Как основные в тепловой энергетике используются стали 15X1M1Ф, 12XM, 12X1MФ, 15XM. Из сталей марок 15X1M1Ф и 12X1MФ изготавливают сварные соединения паропроводов свежего пара энергоблоков 100-300 МВт работающих при температуре 545 °С и давлении 3,25 – 10 МПа. Из стали 12X1MФ также изготавливают сварные соединения паропроводов горячего промежуточного прогрева блоков 150-200 МВт работающих при температуре 545 °С и давлении 3,25-3,9 МПа. Из сталей 15XM и 12XM изготавливают сварные соединения паропроводов с поперечными связями, работающие при температурах 310-510 °С и давлении 10 МПа. В стадии освоения в тепловой энергетике находятся теплоустойчивые мартенситно-ферритные стали 10X9MФБ и 12X11B2MФ как, более жаропрочные, чем 12X1MФ и 15X1M1Ф.

Теплоустойчивые перлитные стали, используемые для проводов ТЭС сваривают ручной дуговой сваркой (РДС), реже механизированной сваркой под слоем флюса и в смеси защитных газов $CO_2 + Ar$. Процесс сварки выполняют на средних режимах. Обеспечивают достаточное проплавление кромок основного металла и металла предыдущих валиков. Режимы сварки толстостенных и тонкостенных соединений паропроводов заметно отличаются.

При сварке трубопроводов диаметром > 100 мм и толщине стенки > 10 мм основными положениями технологии являются [1]:

- это сварка стыков с подогревом до температуры 300 – 350 °С;
- одновременная сварка одного стыка паропровода двумя сварщиками;
- использование обратно – ступенчатого способа сварки;

- строгое выполнение процесса сварки на заданных параметрах режима (сварочный ток, напряжение дуги, длина дуги и др.).

Корневые швы рекомендуется выполнять аргонодуговой сваркой. Стенки трубных заготовок собираются и свариваются на цилиндрических подкладных кольцах, изготовленных из аналогичной теплоустойчивой стали. Выполнение корневого шва стыка, расположенного на подкладном кольце, осуществляется электродами диаметром 3–4 мм на токе, соответственно, 90-130 А. Аргонодуговая сварка корневого шва без подкладного кольца производится вольфрамовым электродом диаметром 25–30 мм без присадки на постоянном токе прямой полярности.

Штатная технология изготовления сварных соединений паропроводов из Cr–Mo–V теплоустойчивых перлитных сталей обеспечивает получение их качественной исходной структуры, а также соответствующих механических свойств, отвечающих эксплуатационным требованиям при наработке соединений до 200000–250000 ч [5]. Однако при увеличении их срока эксплуатации в условиях ползучести и малоциклового усталости (маневренные режимы работы) > 250000 ч металл сварных соединений в значительной степени деградирует, что обеспечивается проходящими в металле физико-химическими процессами и последующими структурными изменениями [9]. Целесообразно выявить зависимость повреждаемости металла сварных соединений от структурных изменений и дефектов для снижения ее интенсивности. Эффект структурных изменений следует затормозить, что представляется возможным при получении исходной структуры сварных соединений с улучшенными качественными характеристиками для их получения необходимо усовершенствовать сварочную технологию изготовления сварных соединений.

Длительная прочность сварных соединений паропроводов (наработка около 250000 ч) в маневренных режимах работы снижается на 25–30 % по сравнению с длительной прочностью аналогичных соединений, эксплуатируемых в стационарных режимах [1]. При наработке сварных соединений примерно 30000 ч в маневренных режимах их длительная прочность дополнительно снижается на 15-20 %.

В ходе проведенных исследований выяснилось, что выявление браковочных структур, расположенных в локальных объемах металла сварных соединений неразрушающими методами контроля весьма трудоемкая и не всегда выполнимая операция. Однако предупреждение их формирования позволяет увеличить ресурс эксплуатации сварных соединений паропроводов на 15–20 %.

Список литературы:

1. Хромченко Ф.А. Ресурс сварных соединений паропроводов. – М.: Машиностроение, 2002.
2. Куманин В.И., Ковалева Л.А., Алексеев С.В. Долговечность металла в условиях ползучести. – М.: Металлургия. 1988.
3. Дмитрик В.В., Сыренко Т.А. К механизму диффузии хрома и молибдена в металле сварных соединений паропроводов.// Автоматическая сварка. -2012. - №10. – С.22-27.