

Необходимым условием надежности задвижек запорной арматуры является обеспечение повышенных требований к точности формы и шероховатости уплотнительных поверхностей деталей. Для удовлетворения этих требований были разработаны процесс и необходимая технологическая оснастка доводки рабочих поверхностей. Особенность процесса заключается в применении специально разработанного абразивного инструмента, позволяющего обеспечивать качество обработки уплотнительных поверхностей для задвижек, работающих при давлении до 15 МПа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожкин, Н. Н. Электрошлаковая наплавка изношенных деталей неплавящимся электродом по слою легирующей шихты / Н. Н. Дорожкин, А. В. Дудан // Автоматическая сварка. – 1987. – № 3. – С. 64.

УДК 621.039.546

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ СВАРКА ТВЭЛОВ

Д. В. Юшкевич, А. Д. Губко, И. Г. Олешук, И. Л. Поболь
Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск

Изучена возможность электронно-лучевой сварки деталей теплоделяющих элементов из сталей STS 410 и JIS S45C. Исследованы геометрия сварных швов, микроструктура и микротвердость сварных соединений.

Одной из динамично развивающихся областей техники во всем мире является разработка и производство ядерных энергетических установок. Использование новых материалов и конструктивных решений будет способствовать повышению надежности, экологической безопасности и, как следствие, повышению конкурентоспособности продукции. В последнее время наметилась тенденция к переходу на новые виды топлива (с большим обогащением по ^{235}U и МОХ-топливо), одновременно повышается удельная тепловая мощность ядерных реакторов, возрастают температурные и механические нагрузки на детали теплоделяющих элементов (ТВЭЛов), ускоряются процессы коррозионного разрушения деталей, в том числе в области сварных соединений [1]. Поэтому актуальной является разработка новых технологических процессов получения неразъемных соединений из углеродистых и нержавеющей сталей, сплавов на основе циркония, используемых для изготовления ТВЭЛов.

В Физико-техническом институте изучена возможность электронно-лучевой сварки (ЭЛС) деталей теплоделяющих элементов из сталей

STS 410 и JIS S45C (аналог AISI 1045), используемых для изготовления ТВЭ-Лов. На рисунке 1 представлена фотография трубки ТВЭЛа и заглушки до проведения ЭЛС.

Для получения сварных соединений использовали комплекс электронно-лучевого оборудования, разработанный на основе аппаратуры ЭЛА-15 (максимальная мощность луча при сварке 15 кВт, вакуум в рабочей камере 10^{-3} Па). Для получения кольцевых швов была изготовлена специализированная оснастка с регулируемой скоростью вращения шпинделя.

Для исследования микроструктуры сварных соединений образцы подвергали шлифовке, полировке и травлению. Травление стали JIS S45C осуществляли 4-процентным раствором HNO_3 в этиловом спирте, а стали STS 410 – реактивом Марбле (100 мл HCl , 20 г CuSO_4 , 100 мл H_2O). Исследования проводили на оптическом металлографическом микроскопе ММР с цифровой камерой ТКМ.

Измерение микротвердости осуществляли на поперечных шлифах образцов с помощью приборов ПМТ-3 в соответствии с ГОСТ 9450-76. Нагрузка на индентор составляла 100 г.

На рисунке 2 представлен внешний вид сварного соединения из сталей STS 410 JIS S45C. Глубина сварного шва составляет 1 – 1,5 мм, ширина шва в верхней части – около 2 мм. Трещины, поры, неметаллические включения в сварном шве и зоне термического влияния отсутствуют.

На рисунке 3 представлена микроструктура сталей JIS S45C (а) и STS 410 (б) при увеличении 400. Сталь JIS S45C (аналог стали 45Г) имеет мелкозернистую феррито-перлитную структуру, соответствующую 9 – 10 баллам по ГОСТ 5639-82 с микротвердостью 2 ГПа. Нержавеющая хромистая сталь STS 410 характеризуется мелкозернистой структурой сорбита с включениями карбидов. Микротвердость стали составляет 3,5 – 4,7 ГПа.

Микроструктура сварного шва, полученного с помощью электронно-лучевой сварки сталей JIS S45C и STS 410, показана

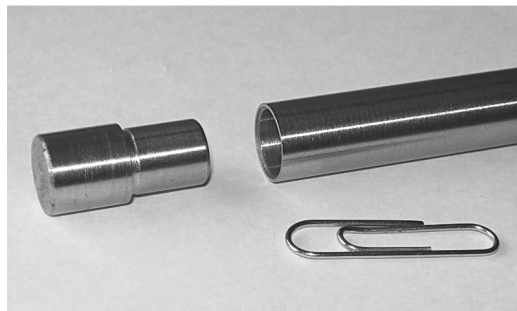


Рис. 1. Фотография заглушки и трубки твэла до сварки

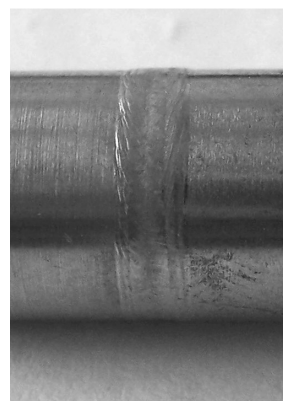


Рис. 2. Внешний вид сварного соединения из сталей STS 410 JIS S45C

на рисунке 4. Сварной шов имеет дендритную мартенситную структуру с микротвердостью 5,0 – 6,4 ГПа. Увеличение микротвердости металла сварного шва связано с образованием закалочных структур.

При переходе от границы сплавления к стали JIS S45C наблюдалась зона термического влияния (ЗТВ) шириной до 0,2 мм. Микротвердость в ЗТВ соответствовала значениям в основном металле, а размер зерна увеличился до 3 баллов по ГОСТ 5639-82.

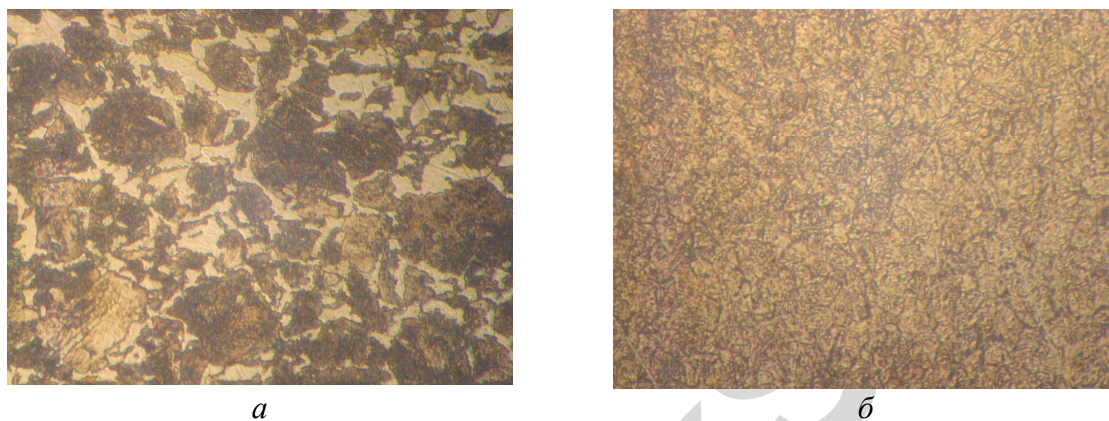


Рис. 3. Микроструктура сталей JIS S45C (а) и STS 410 (б)

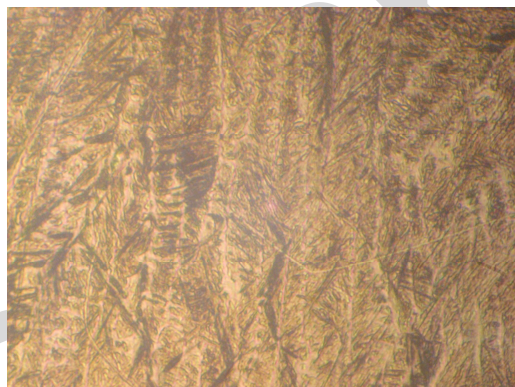


Рис. 4. Микроструктура сварного шва, полученного с помощью электронно-лучевой сварки сталей JIS S45C и STS 410

Таким образом, металлографические исследования соединений, полученных из разнородных сталей (углеродистой и нержавеющей хромистой) с использованием электронно-лучевой сварки, показали, что в сварных швах образуется дендритная мартенситная структура с микротвердостью до 5,0-6,4 ГПа. Для снижения твердости металла шва необходимо применять предварительный подогрев деталей перед сваркой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернар, П. Французский опыт и перспективы обращения с ОЯТ и РАО / П. Бернар // Безопасность окружающей среды. – 2010. – № 1. – С. 38 – 41.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ КАЗАНА ЧУГУННОГО В УСЛОВИЯХ ОАО «ТЕХНОЛИТПОЛОЦК»

А. А. Иванькович, А. Л. Лисовский

Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Приведены данные применения методики проектирования, с использованием методов математического моделирования кокиля казана чугунного на ОАО «ТехнолитПолоцк» с использованием САД и САЕ-систем, а также 3D-проектирования с моделированием полей температур и напряжений.

Разработка систем автоматизированного проектирования кокильной оснастки на протяжении долгого времени остается одним из самых важных и в то же время сложнейших вопросов литейного производства. От решения этого вопроса в значительной степени зависит уровень технологии и степень автоматизации процесса кокильного литья.

Математические методы позволяют с высокой долей вероятности предсказывать свойства будущей реальной отливки или оснастки, прогнозировать возможности образования тех или иных дефектов.

Анализ многочисленных научно-технических публикаций показывает, что на предприятиях литейного производства Республики Беларусь и стран СНГ при проектировании кокильной оснастки в значительной степени доминируют традиционные подходы, не использующие методы математического моделирования и опирающиеся на полуэмпирические методы расчета кокиля [1, 2]. В настоящее время для решения проблем проектирования кокильной оснастки предлагаются различные САД-системы, позволяющие повысить методы проектирования с использованием методов машинной графики. В то же время известно, что разрабатываемая оснастка для кокиля должна учитывать особенности затвердевания отливки и процессы заполнения кокиля. Следует учитывать и процессы формирования напряжений как в кокиле, так и в отливке, при этом обычные САД-системы оказываются неэффективны [2].

Моделирующие системы не предназначены для генерации технологических параметров. Так или иначе, все параметры моделируемой технологии пользователь-технолог в качестве входных данных должен определить сам: полную геометрическую модель отливки и формы, параметры всех материалов, граничные и начальные условия, отражающие технологию, и т.д. Несмотря на то что физические характеристики материалов, без-