

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Сенченко А.С.^{*}, Гоок А.Э.^{**}, Гоок С.Э.^{***}

^{*}Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

^{**}Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

^{***}Общество Фраунгофера, Институт производственных систем и технологий конструирования ИПК, г. Берлин, Германия

В работе рассмотрен вариант сварки корпусных деталей оборудования АЭС в узкую разделку, позволяющий оптимизировать процесс сварки с учетом уменьшения объема наплавленного металла, что дает возможность снизить трудоемкость и повысить производительность изготовления оборудования АЭС.

Ключевые слова: блок защитных труб (БЗТ), узкая разделка кромок, автоматическая сварка под флюсом, двусторонняя разделка кромок.

В настоящее время одной из важных задач в изготовлении оборудования АЭС является оптимизация технологии сварки. Сварку корпусных деталей на предприятии выполняют автоматической сваркой под флюсом со стандартной разделкой кромок.

Применение узкой разделки взамен стандартной разделки дает следующие преимущества:

- уменьшение объема наплавленного металла;
- уменьшение расхода сварочных материалов;
- увеличение производительности изготовления;
- снижение трудоемкости механической обработки и сварочных работ;
- улучшение качества сварных соединений, за счет снижения послесварочных напряжений.

Рассмотрим данную технологию на примере выполнения продольных и кольцевых швов корпуса блока защитных труб (БЗТ) реактора ВВЭР-1200. Корпус БЗТ состоит из обечаек, конуса и плит, для его изготовления необходимо выполнить 9 продольных швов при толщине металла 80 мм и более, а также более 3 кольцевых швов при толщине металла уже 50 мм. Сварку выполняют в двустороннюю разделку с углом раскрытия кромок $15^{\circ} \pm 1^{\circ}$ (рис. 1) [1, 2]. Вследствие сварки больших толщин металла на процесс сварки затрачивается значительное количество времени.

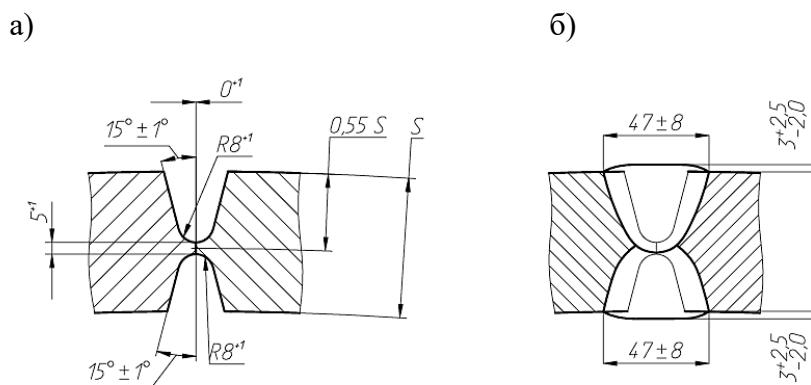


Рисунок 1 – а) разделка кромок под сварку с углом $15^{\circ} \pm 1$, б) выполненное сварное соединение

Повысить качество сварных соединений и производительность изготовления корпуса БЗТ возможно применив более технологичную узкую разделку (рис. 2). За счет применения разделки со скосом кромок $4^{\circ} \pm 1^{\circ}$ площадь наплавленного металла снижается на 20%, при этом

снижается трудоемкость на механическую обработку и сварочные операции, а также расход сварочных материалов. Количество проходов (сварочных валиков) сокращается на 20%.

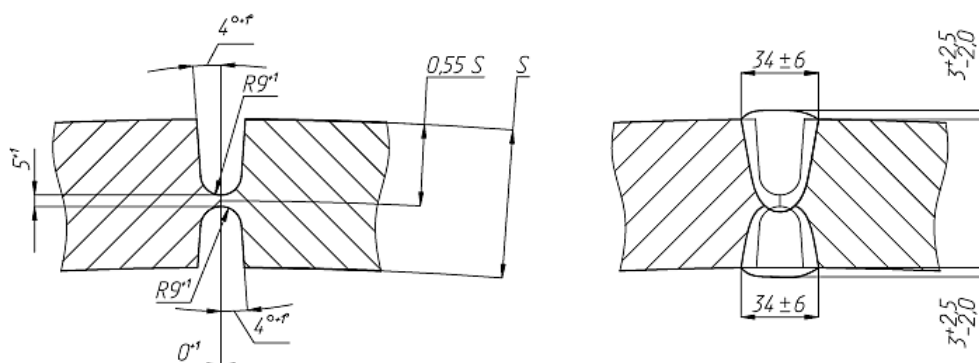


Рисунок 2 – а) разделка кромок под сварку с углом $4^{\circ \pm 1^{\circ}}$, б) выполненное сварное соединение

Основной эффект от внедрения технологии сварки под флюсом в узкую разделку, по сравнению с используемой технологией достигается за счет снижения затрат времени на сварку и сокращения расхода сварочных материалов, что видно из следующих расчетов (табл. 1).

Таблица 1 – Расход сварочных материалов на 1 шов

Сварной шов	Технология	Площадь шва, мм ²	Расход сварочных материалов, кг	
			проволока	флюс
Продольный шов	Старая технология	2160	20	28,7
	Предлагаемая технология	1760	16,7	23,4
	Сокращение	300	3,3	5,3
Кольцевой шов	Старая технология	1100	31,5	43,8
	Предлагаемая технология	950	27	37,8
	Сокращение	160	4,5	6

По применяемой технологии на сварку швов блока защитных труб затрачивается 274,5 кг сварочной проволоки и 389,7 кг флюса.

С применением разделки со скосом кромок $4^{\circ \pm 1^{\circ}}$ на сварку швов блока защитных труб затрачивается 231,3 кг сварочной проволоки и 324 кг флюса.

Стоит отметить, что для применения новой технологии сварки необходимо, чтобы сварочное оборудование было оснащено системой слежения с автоматическим позиционированием сварочной головки по линии стыка кромок, чтобы исключить несплавление металла. Также необходимо будет провести дополнительное обучение персоналу по технологии выполнения сварки в узкую разделку, с учетом того, что режимы сварки сохранены в соответствии с базовым вариантом [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПНАЭ Г-7-009-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка.
2. НП-104-2018. Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.
3. НП-105-18. Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже

Optimization of the Procedure of Welding NPP Equipment Body Parts

Senchenko A.S. ^{*1}, Gook A.E. ^{**2}, Gook S.E. ^{***}

Abstract – The paper considers a variant of welding the body parts of NPP equipment into a narrow cutting, which allows optimizing the welding process taking into account the reduction in the volume of deposited metal, which makes it possible to reduce the labor intensity and increase the productivity of manufacturing NPP equipment.

Key words: protective tube unit (PTU), narrow cutting of edges, automatic submerged welding, double-sided cutting of edges.

УДК 621.039.5.5.8:621.38.004.6

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ДЛЯ ЭНЕРГОБЛОКА С ВВЭР-ТОИ

Уманцева В.А., Галушкин А.В., Кузин С.А.

Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атомаш», в г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Актуальность данной работы определена необходимостью оценить надежность пластинчатых теплообменников, которые разработаны для ВВЭР-ТОИ и заменят почти все кожухотрубные теплообменники в ответственных системах. На основании исследования разработаны рекомендации по увеличению надежности оборудования и определены границы его применимости. Анализ отчетов по эксплуатации фирм, изготавливающих пластинчатые теплообменники, в том числе и для АЭС (для сравнительно небольших расходов) подтвердил надежную эксплуатацию пластинчатых теплообменников. Проведенные расчеты показателей надежности для пластинчатых теплообменников, предполагаемых к использованию на ВВЭР-ТОИ, показывают соответствие показателей регламентированным величинам. Результатом настоящего анализа стало получение объективных характеристик безопасности (частота отказов) пластинчатых теплообменников в энергетике. В большинстве случаев пластинчатые теплообменники показали очень низкое значение частоты отказов.

Ключевые слова: ВВЭР-ТОИ, пластинчатый теплообменник, надежность, безопасность, энергетическое оборудование.

Пластинчатый теплообменник предназначен для эксплуатации при заданных значениях расходов, температур, давлений и рабочих сред. При эксплуатации теплообменника резкое (скачкообразное) изменение рабочих давлений и (или) температуры любой из (или обеих) рабочих сред недопустимо, так как может повлечь его (теплообменника) механическое повреждение.

Данная работа посвящена анализу влияния на показатели надежности пластинчатых теплообменников 2 класса безопасности по НП-001-15 [1].

Теплообменник в своём составе содержит комплект гофрированных пластин с уплотнительной прокладкой по контуру каждой пластины. Комплект пластин зажат между основной и прижимной плитой. Теплообменник представляет собой конструкцию с двумя полостями, разделенными между собой пластинами. Для присоединения к внешним коммуникациям основная плита имеет места под крепление фланцев. Эскиз теплообменника показан на рисунке 1.