

ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТАВКЕ ВЕРХНИХ ПАТРУБКОВ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ ТОКАМАКА ИТЭР^{*)}

¹Саврухин П.В., ²Кузьмин Е.Г., ²Кедров И.В., ¹Брыксин Д.А., ¹Кирнев Г.С.

¹Частное учреждение ГК Росатом «Проектный центр ИТЭР», 123182, Москва, РФ

²Акционерное общество «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», 196641, Санкт-Петербург, РФ

В соответствии с Соглашением с Международной организацией ИТЭР (МО ИТЭР), Российская Федерация обеспечивает поставку верхних патрубков и верхних уплотнительных фланцев вакуумной камеры реактора ИТЭР. Основным поставщиком изготавливаемого оборудования является АО «НИИЭФА», обеспечивающее весь комплекс опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, необходимых для поставки патрубков в соответствии со сроками, согласованными МО ИТЭР.

Верхние патрубки ИТЭР представляют собой цельносварную двухслойную оболочку из аустенитной нержавеющей стали с внутренними каналами водяного охлаждения [1]. Из-за присутствия радиоактивных продуктов и конструкции с водяным охлаждением, вакуумная камера ИТЭР, включая патрубки, является оборудованием важным для безопасности реактора (SIC/PIC) класса 1 и классифицируется Ядерным регулятором Франции (ASN) как ядерное оборудование, работающее под давлением (NPE). Изготовление патрубков осуществляется в соответствии с требованиями системы менеджмента качества (СМК) МО ИТЭР (класс QC-1) и вакуумными требованиями (класс VQC-1A). На всех стадиях жизненного цикла оборудования верхних патрубков выполняются требования безопасности Приказа о ядерном оборудовании, работающем под давлением (ESPN). Проектирование, изготовление и испытания элементов патрубков проводятся в соответствии с кодами и правилами RCC-MR 2007 [2]. Контроль соответствия требованиям безопасности на всех этапах изготовления патрубков (от проектирования до финальной приемки) осуществляется Частным учреждением ГК Росатом «Проектный центр ИТЭР», МО ИТЭР, а также независимым Согласованным Нотифицированным Органом (СНО АНБ «Винкоте»).

В качестве основных конструкционных материалов элементов верхних патрубков, по результатам всесторонних НИОКР, выполненных при участии АО «НИИЭФА», определены специальные аустенитные стали 316L(N)-IG и 304L, изготавливаемые по спецификациям МО ИТЭР. Изготовление и поставка материалов, используемых для патрубков, и изготовление патрубков, представляет собой сложный технологический процесс и производится в несколько этапов, в соответствии с Планами изготовления и контроля (MIP), под надзором «Проектного центра ИТЭР», МО ИТЭР, СНО АНБ Винкоте и Ядерного регулятора Франции. Проверка всех технологических процедур, применяемых в процессе изготовления материалов и патрубков, проводится как до начала процесса изготовления, так и по окончании производства, на основе Отчетов по окончании производства (EMR) и Процедур технической приемки (FAT) на площадках заводов изготовителей.

Транспортировка изготовленных патрубков осуществляется Частным учреждением ГК Росатом «Проектный центр ИТЭР», в соответствии с Планами перевозки (TP) под контролем МО ИТЭР и СНО АНБ Винкоте. Окончательная приемка изготовленного оборудования (SAT) осуществляется на площадках сборки секторов вакуумной камеры ИТЭР в Корее и Италии и на площадке сборки вакуумной камеры МО ИТЭР.

В настоящий момент завершено изготовление всех верхних патрубков вакуумной камеры ИТЭР и продолжаются работы по изготовлению уплотнительных фланцев.

Литература

- [1]. [1] Yuri Utin, Alexander Alekseev, Carlo Sborchia, et. al. Fusion Engineering and Design, Volumes 98–99, October 2015, p 1643–1647.
- [2]. [2] RCC-MR 2007 Design and Construction Rules for Mechanical components of nuclear installations edited by AFCEN, <http://afcenc.com/en/publications/rcc-mrx/69/rcc-mr-2007>.

^{*)} DOI – тезисы на английском