Разборное соединение первой стенки итэр [[1]](#footnote-1)\*)

Колесник М.С., Пискарев П.Ю., Васильев В.А., Герваш А.А., Киселев Д.А.

АО «НИИЭФА», Санкт-Петербург, Россия, kolesnik@sintez.niiefa.spb.su

В рамках работ по проекту ИТЭР за последние годы по теме “компоненты, обращённые к плазме (КОП)”, к которым относятся дивертор и первая стенка, было решено много инженерных вызовов. Помимо основных нетривиальных задач по разработке конструкции и технологий изготовления КОП, решено множество сложных сопутствующих задач по обеспечению необходимых условий для проведения контроля и испытаний КОП. К таким разработкам относится разборное соединение панелей первой стенки (ППС).

Разборное соединение ППС представляет собой высоковакуумное герметичное (на основе специальных уплотнений) соединение выходных патрубков каналов охлаждения ППС и труб системы подачи гелия под давлением стенда для вакуумных испытаний. В классическом подходе данное соединение выполняется сваркой патрубков и труб между собой с дальнейшей отрезкой и очисткой ППС после проведения вакуумных испытаний. Разборное соединение несёт ряд преимуществ: отсутствие деформаций под действием сварочных напряжений, меньше риск повреждения элементов КОП (нет сварки и последующей мех обработки), отсутствие дополнительного источника загрязнения (мех обработка после испытаний). При этом главная сложность заключается в необходимости обеспечения высокой надежности разборного соединения во время всего цикла испытаний. Стоит отметить, что использование разъемного соединения в ИТЭР предполагается только на стадии финальных испытаний готовых изделий и не связана с эксплуатацией данного вида соединения непосредственно в работе реактора ИТЭР.

В АО «НИИЭФА» разработана и обоснована расчетными методами конструкция разборного соединения ППС с двухконтурным уплотнением и дифференциальной откачкой. В качестве уплотнений выбраны цельнометаллические подпружиненные кольца, представляющие собой оболочку из упругого металла с мягким пластичным покрытием и витой пружины, установленной внутри оболочки и позволяющей сохранять упругие деформации в зоне уплотнения. В 2021 году изготовлены макеты прототипа разборного соединения ППС и начаты испытания для апробации технических решений и подходов, среди которых предварительные и окончательные вакуумные испытания на герметичность, исследование деформации элементов макета после испытаний, а также исследование микротвердости (поверхностное упрочнение) и загрязнения (перенос мягкого уплотняющего металла) сопрягающихся поверхностей. Данные испытания должны подтвердить работоспособность данного технического решения, а также определить границы его применения. Однако так как сварка будет использоваться на последующих стадиях монтажа и замены ППС внутри реактора ИТЭР, для анализа возможных проблем свариваемости патрубков ППС после использования разборного соединения была проведена серия исследований на свариваемость образцов.

В настоящий момент выполнена половина запланированного объёма испытаний, итоговые результаты и окончательное заключение о работоспособности данного подхода, а также о внедрении его в реальные испытания ППС ИТЭР будут получены к концу 2023 года.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/IJ-Kolesnik_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)