Прочность центральной сборки дивертора с полностью вольфрамовой облицовкой для реактора-токамака итэр [[1]](#footnote-1)\*)

Лабусов А.Н., Маханьков А.Н., Миронов И.А., Панов В.С.

АО «НИИЭФА», С.-Петербург, Россия, [labusov@sintez.niiefa.spb.su](mailto:labusov@sintez.niiefa.spb.su)

В соответствии с обязательствами в рамках проектирования и строительства реактора-токамака ИТЭР Российская Федерация отвечает, в том числе, за поставку центральных сборок дивертора. Выполненные в 2008-2010 гг. расчетно-конструкторские работы по проектированию дивертора подтвердили его прочность и ресурс для так называемой водородной фазы работы установки. Однако принятые организацией ИТЭР в 2012 г. новые планы работы токамака потребовали подтверждения работоспособности как дивертора целиком, так и его центральной сборки в частности, для фазы работы установки с выделением нейтронов. В связи с новыми требованиями к плазме облицовка дивертора с 2012 г. стала полностью вольфрамовой. Выполненные в 2012-2014 гг. прочностные расчеты центральной сборки выявили несоответствие базовой конструкции 2010 г. критериям прочности внутрикамерных компонентов ИТЭР. В течение 2015-2021 гг. АО «НИИЭФА» были проведены расчетно-конструкторские работы с целью разработки конструкции центральной сборки дивертора, удовлетворяющие условиям работы с выделением нейтронов. Как результат выполненных работ, в декабре 2021 г. изготовленный полномасштабный прототип центральной сборки дивертора был успешно отправлен из АО «НИИЭФА» и принят в организации ИТЭР.

Для центральной сборки дивертора реактора-токамака ИТЭР можно выделить следующие аспекты, влияющие на ее работоспособность при эксплуатационных нагрузках:

1. прочность опор;
2. прочность силовой несущей конструкции;
3. прочность теплозащитных элементов;
4. прочность соединения защитных плиток.

В результате работы было выявлено, что прочность и ресурс опор в первую очередь зависит от механических нагрузок, вызванных электромагнитными силами при срывах тока плазмы.

Прочность и ресурс силовой несущей конструкции центральной сборки дивертора определяется как механическими нагрузками, вызванными электромагнитными силами при срывах тока плазмы, так и тепловыми нагрузками, в первую очередь тепловыделением в материалах конструкции при нейтронном облучении.

Прочность и ресурс силовой конструкции и трубок охлаждения теплозащитных элементов центральной сборки дивертора определяется механическими нагрузками, вызванными электромагнитными силами при срывах тока плазмы.

Прочность и ресурс облицовки (защитных плиток) теплозащитных элементов центральной сборки дивертора определяется тепловыми нагрузками, действующими на обращенные к плазме поверхности.

В результате работы разработана конструкция прототипа центральной сборки дивертора, в целом удовлетворяющая эксплуатационным требованиям для так называемой первой загрузки дивертора в реактор-токамак ИТЭР.

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