Процедура контроля скорости потока воды ультразвуковым методом в полномасштабном прототипе панели первой стенки для подтверждения отсутствия заблокированных каналов [[1]](#footnote-1)\*)

Мамбеткеримов Д.С., Пискарев П.Ю., Герваш А.А., Глазунов Д.А., Окунева Е.В., Васильев В.А.

АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова», Санкт-Петербург, Россия, [mambetkerimov@sintez.niiefa.spb.su](mailto:mambetkerimov@sintez.niiefa.spb.su)

Конструкция панели первой стенки (ППС) ИТЭР включает в себя большое количество параллельных каналов охлаждения, блокировка которых в процессе изготовления может привести к перегреву и дальнейшему выходу из строя соответствующего элемента. В технической спецификации соглашения о поставке, подписанного между международной организацией (МО) ИТЭР и домашним агентством РФ ИТЭР, для контроля состояния параллельных каналов ПП ППС был предложен метод тестирования изделия горячей водой с одновременным отслеживанием теплового отклика на поверхности с помощью чувствительного тепловизора. Для реализации метода требуется термостабилизированное помещение. В АО «НИИЭФА» был предложен альтернативный, менее трудоемкий и менее затратный метод, заключающийся в определении неравномерности распределения потока воды по отдельным ответвлениям каналов охлаждения панели - для каждой пары пальцев. Особенность этого метода в том, что контроль осуществляется без внесения изменений в потоки теплоносителя в каналах охлаждения на ограниченном участке трубопровода - для этого используется ультразвуковой расходомер.

Операция контроля осуществляется с помощью ультразвукового расходомера модели Fluxus F601. Этот расходомер позволяет проводить измерения на гладких трубах с внутренним диаметром 6 мм и более на испытательном участке длиной 26 мм (прямой участок, без поворотов и сварных швов). В существующей конструкции ППС нет участков труб, пригодных для измерения. В связи с этим предлагается использовать для измерений прямой участок пальца. Сечение канала охлаждения пальца представляет собой сложную форму с неравномерным распределением расходов, что невозможно учесть в стандартных настройках программного обеспечения расходомера. Кроме того, поперечное и продольное сечения канала охлаждения реального изделия всегда будут отличаться с некоторым разбросом от номинальных значений из-за деформаций, возникших после сварки основания пальца. Таким образом, для корректировки показаний ультразвукового расходомера необходимо использовать комплексный поправочный коэффициент. Программа и методика испытаний включает испытания спарок пальцев до и после их установки на основание ППС. До установки на панель показания расхода, полученные ультразвуковым расходомером, калибруются для каждой спарки по показаниям кориолисова расходомера. После установки спарок на основание панели используется полученный ранее комплексный поправочный коэффициент.

Для предварительных испытаний были созданы макеты, повторяющие геометрию канала в пальцах ППС с различной высотой канала. При испытаниях на данных макетах подтвердилась возможность использования ультразвукового расходомера для нецилиндрического сечения при помощи введения поправочного коэффициента.

В ходе проведенных работ была подтверждена пригодность предложенного АО «НИИЭФА» метода контроля скорости потока воды ультразвуковым расходомером. Соответствующая процедура разработана в АО «НИИЭФА», утверждена МО ИТЭР и одобрена для дальнейшего использования в «серийных» ППС.

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