УСТАНОВКА ПИМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОНИКНОВЕНИЯ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ И ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ПЛАЗМОЙ [[1]](#footnote-1)\*)

Черкез Д.И.,Спицын А.В.

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, РФ, [Cherkez\_DI@nrcki.ru](mailto:Cherkez_DI@nrcki.ru)

Одной из важных проблем на пути освоения термоядерной энергетики является обоснование безопасности термоядерных реакторов (ТЯР). Один из компонентов ТЯ топлива тритий, – радиоактивен и дорог, а коэффициент его воспроизводства в ТЯР, как правило, близок к единице. В связи с этим необходимо прогнозирование поведения трития в ТЯР и его различных подсистемах: его накопление в конструкционных материалах и его утечки в теплоносители. При проведении модельных экспериментов крайне важно учитывать специфику работы ТЯР: низкие давления изотопов водорода, температурные окна применения материалов, возможное плазменное облучение. В случае аварии также важно прогнозировать утечки трития через элементы барьеров безопасности, что актуально не только для ТЯР, но и для исследовательских установок, использующих тритий.

В данной работе представлены наиболее интересные результаты экспериментальных исследований, проведённых на установке ПИМ [1] (НИЦ «Курчатовский институт»), посвященные проникновению изотопов водорода через перспективные для использования в ТЯР материалы. Установка представляет собой два вакуумных объёма: камера «высокого давления» (камера экспозиции) с источником плазмы и камера регистрации, оборудованными раздельными системами откачки. Исследуемый образец закрепляется в съёмном прогреваемом мишенном узле, и, таким образом, разделяет эти два вакуумных объёма. В ходе экспериментальных исследований лицевая поверхность образца экспонируется в газе или облучается плазмой, и регистрируется проникающий поток водорода. Камера регистрации оборудована квадрупольным масс-анализатором (QMS), регистрирующим в процессе эксперимента, парциальные давления ряда газов. Разработанная система калибровки QMS позволяет производить корректный пересчёт относительных измерений парциальных давлений (ионных токов), в абсолютные величины газового потока проникающего в камеру регистрации с высокой точностью. Таким образом, стало возможно измерение проникающего потока дейтерия с величиной погрешности 0,5÷2% в диапазоне 1010÷1017 молекул D2·c‑1. В результате комплекса произведённых ранее модернизаций установки, были значительно улучшены вакуумные условия: предельные фоновые давления в камере экспозиции и регистрации составляют 2·10‑6 и 5·10‑8 Па соответственно. Введены в строй системы очистки рабочих газов: азотные ловушки, палладиевый фильтр для диффузионной очистки изотопов водорода. Таким образом, стало возможным проведение экспериментальных исследований в области низких давлений 0,1–100 Па и температур 300–1000 К, характерных для ТЯР, а также исследовать особенности процессов на поверхности при этом происходящих, включая влияние плазменного облучения.

На обновлённой установке ПИМ проведены исследования проникновения дейтерия через ряд перспективных для использования в ТЯР материалов: ферритно-мартенситную сталь ЭК‑181, аустенитную сталь ЧС‑68, сплав V‑4Cr‑4Ti, в т.ч. с осаждёнными AlN покрытиями, пористые материалы на основе мелкозернистого графита.

Работа выполнена при поддержке НИЦ «Курчатовский институт» (16.07.2019 № 1570).

Литература

1. А.В. Голубева, Д.И. Черкез, А.В. Спицын, С.В. Янченков, «Установка для исследования проницаемости материалов при плазменном облучении» //Приборы и техника эксперимента, № 6 (2017) стр. 67-77.

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Pt/en/GV-Cherkez_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)