

С.А. КРАТ¹, А.С. ПРИШВИЦЫН¹, Я.А. ВАСИНА¹, А.К. ХОМЯКОВ¹,
Ю.М. ГАСПАРЯН¹, А.А. ПИСАРЕВ¹

¹*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ОСАЖДЁННЫХ ИЗ ПЛАЗМЫ ЛИТИЕВЫХ СЛОЁВ ОТ ТЯЖЁЛЫХ ИЗОТОПОВ ВОДОРОДА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Одним из основных каналов накопления трития в термоядерных установках является со-осаждение трития с распылённым плазмой материалом стенки. В токамаках, в которых планируется использование жидкого лития в качестве обращённого к плазме материала проблема накопления изотопов водорода в литиевых слоях стоит особенно остро, так как образование твёрдой гидридной фазы способно привести к выходу из строя систем использующих жидколитиевые элементы.

В установке МР-2 [1] путём распыления жидкого литиевого катода дейтериевой плазмой магнетронного разряда были получены соосаждённые литий-дейтериевые слои толщинами порядка 500 нм. Содержание дейтерия в них измерялось при помощи термодесорбционной спектроскопии (ТДС), проводившейся без промежуточного контакта литий-дейтериевого слоя с атмосферным воздухом. Максимальная температура нагрева в процессе ТДС анализа составляла 1300 К. Одновременно с измерением потоков десорбции газов из плёнки, измерялась скорость испарения самой плёнки при помощи кварцевых микровесов. Основной пик десорбции наблюдался при температуре ~ 700 К, общее содержание дейтерия составляло ~ 15 ат. % [2].

Для полученных слоёв были рассмотрены методы удаления тяжёлых изотопов водорода. Было рассмотрено три основных метода воздействия: выдержка в течение длительного времени при повышенной температуре в вакууме, выдержка в течение длительного времени при повышенной температуре в атмосфере протия [3] и обработка поверхности литиевого слоя ультрафиолетовым излучением.

При выдержке в вакууме, температура литиевого слоя составляла 600 К, время выдержки – 1 час. Было установлено, что при данной температуре происходит удаление ~ 90 % всего содержащегося в литиевом слое дейтерия, а также частичное испарение самого литиевого слоя.

При выдержке в атмосфере протия (1 атмосфера) температура, достаточная для удаления более 95% всего дейтерия из плёнки, составляла ~ 470 К. При этом наблюдалось существенное накопление протия.

После воздействия ультрафиолетового излучения, часть дейтерия десорбировалась при температурах значительно ниже основного пика

десорбции, начиная от температуры плавления лития. В ТДС спектре дейтерия для слоя, подвергнутого воздействию ультрафиолетового излучения в течение 15 минут, не наблюдалось пиков десорбции с температурой выше температуры основного пика десорбции ~ 700 К.

Использованная литература

1. Krat S.A. et al. A setup for study of co-deposited films // J. Instrum. 2020. Vol. 15, № 01. P. P01011–P01011.
2. Krat S.A. et al. Deuterium release from lithium–deuterium films, deposited in the magnetron discharge // Vacuum. 2014. Vol. 105. P. 111–114.
3. Krat S. et al. Isotope exchange in Li-D co-deposited layers at temperatures below 200 °C // J. Nucl. Mater. 2020. P. 152064.