

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОГО ЛИТИЯ В ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РАСХОДАХ

Проведено моделирование процесса течения жидкого лития по поверхности макета приемной пластины лимитера в ПО ANSYS CFX. В качестве материала обеспечивающего высокую смачиваемость и выстилающего основную поверхность макета используется наборная структура из вольфрама, в расчёте используется модель пористого материала. Проведено сравнение полученных результатов моделирования и качественная оценка влияния расхода на наличие застойных зон и распределение температуры с учётом принятых допущений.

G.Y. STANISHEVSKIY, A.A. PISAREV

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

MODELING AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROCESS OF DISTRIBUTION OF LIQUID LITHIUM IN A POROUS STRUCTURE AT VARIOUS EXPENSES

Modeling of the flow process of liquid lithium on the surface of a mock-up receiving plate of a limiter in ANSYS CFX software was carried out. A set structure of tungsten, which provides high wettability and lines the main surface of the mock-up, is used as the material. The model of a porous material is used in the calculation. A comparison of the results obtained from modeling was carried out, and a qualitative assessment of the influence of flow rate on the presence of stagnant zones and temperature distribution was made, taking into account the accepted assumptions.

Один из основных вопросов, стоящих перед разработчиками установок управляемого термоядерного синтеза (УТС), в настоящее время является устойчивость материалов узлов установки обращённых и взаимодействующих с плазмой, подвергающихся значительным тепловым нагрузкам. Существует несколько подходов к обеспечению возможной долговременной эксплуатации таких элементов. Один из них, использование жидких металлов в качестве материала, непосредственно контактирующего с плазмой, в частности жидкого лития [1-3].

В работе представлены результаты моделирования растечения жидкого лития, сквозь предварительно смоченный пакет вольфрамовых сеток толщиной 1 мм с характерным размером ячейки 0,1мм. В процессе моделирования использовались следующие граничные условия и допущения: поверхность, на которой размещается пакет, подогрет до температуры 300°C, макет располагается в разряженной атмосфере (0 Па, учёт реакций химического окисления на поверхности жидкотекучего слоя лития исключён), используется

модель изотропного пористого материала, рассматривается 4 варианта скорости подачи жидкого лития 2,3,4,5 г/сек.

По результатам моделирования были получены картины полей скоростей и температур. При их рассмотрении можно сделать вывод о наличии неравномерного распределения потока в зоне диспенсера, предкамера, непосредственно находящаяся у вершины пакета. С увеличением расхода, в теле пакета вольфрамовых сеток наблюдаются рост участков с градиентом скоростей течения лития, что в свою очередь может привести к неравномерному съему поступающего тепла от плазмы, как следствие возможно появление зон локального перегрева поверхности.

Необходимо отметить, что в рамках работы была предпринята попытка прямого моделирования сетчатой пристеночного слоя у каждого из ребер сетки, разрешить данную постановку не представлялось

структуры, повторяющей используемый материал на установке. В связи со сложностью «описания» возможным, поэтому использовалась эквивалентная постановка с моделью пористого тела. Было также установлено, что результаты численного моделирования сильно зависят от используемых характеристик пористого тела и для получения корректного результата, необходимо дополнительно верифицировать параметры распространения лития в пакете вольфрамовых сеток.

Список литературы

1. Мирнов С.В., Евтихин В.А. Применение Ga и Li как материала лимитеров в токамаках Т-3М и Т-11М // ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. 2005. Вып. 4. С. 3-18.
2. Experimental and calculated basis of the lithium capillary system as divertor material / N.V. Antonov [et. al.] // J. Nucl. Mater. 1997. V. 241-243. P. 1190-1196.
3. Писарев А.А. и др. ТЕКУЩИЙ ЖИДКИЙ ЛИТИЙ КАК МАТЕРИАЛ, ОБРАЩЁННЫЙ К ПЛАЗМЕВАНТ // ВАНТ Сер. Термоядерный синтез. – 2024. – Т. 47, – №. 1 – С. 15-28.

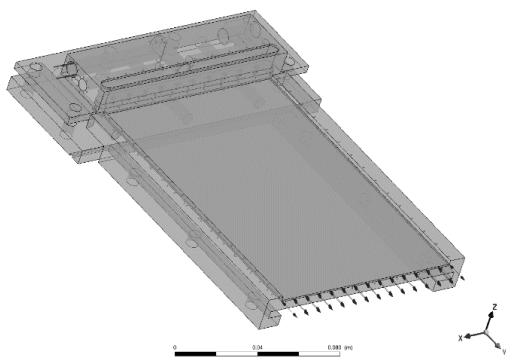


Рис. 1. Модель приемной пластины лимитера