Анализ влияния примесей на работу термоядерного реактора на основе открытой ловушки

А.В. Аникеев1,3, В.Т. Астрелин1, А.Д. Беклемишев1,3, А.В. Бурдаков1,2, А.А. Иванов1,3, И.А. Иванов1,3, С.В. Полосаткин1,2,3, В.В. Поступаев1,3, С.Л. Синицкий1,3, Н.В. Сорокина1,2

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск, Россия
2Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия,
 n.v.sorokina@inp.nsk.su
3Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

В ИЯФ СО РАН разрабатывается проект линейной магнитной ловушки нового поколения для удержания термоядерной плазмы. Концепция новой установки, получившей название ГДМЛ, основана на новых эффектах, обнаруженных и исследованных ранее на установках ГОЛ-3 и ГДЛ. В установке ГДМЛ плазма с популяцией быстрых ионов должна удерживаться в осесимметричном соленоиде с пристыкованными к обеим сторонам многопробочными секциями. Многопробочные секции длиной 5 м образованы сверхпроводящими катушками, создающими магнитное поле до 7,5 Тл.

Накопление примесей в термоядерных установках приводит к увеличению радиационных потерь, ускоренному рассеянию и уходу в конус потерь быстрых частиц, а также уменьшению концентрации термоядерного топлива. Предположительно, основными каналами поступления примесей в ГДМЛ будут распыление и эрозия лимитеров и плазмоприемников, поступление примесей с пучками нейтралов, а также десорбция остаточных примесей со стенки вакуумной камеры. Особенностями установки ГДМЛ является резкая граница плазмы и турбулентное перемешивание центральной области плазмы в результате процессов вихревого удержания. Эти особенности могут приводить к быстрому проникновению низкоионизованных тяжелых примесей в центральную область плазмы с высокой температурой, что может вызывать большую мощность линейчатого излучения. Найденная оценка предельной концентрации примесей ~1011 см–3 близка к величине концентрации примесей, возникающей за счет указанных выше источников.

Ожидаемый поток частиц из плазмы в выходные расширители по порядку величины составляет 10 м3 Па/с. Накопление газа и плазмы в расширителях может приводить к ухудшению удержания плазмы вследствие электронной теплопроводности. Оценки показывают, что для работы установки плотность плазмы в экспандерах не должна превышать ~1013 см–3. Для обеспечения такой плотности требуется очень эффективная система вакуумной откачки и выполнение специальных мер по поддержанию низкой плотности плазмы в расширителях.