

УДК 621.039.6

СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ГИБРИДНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР/Б.В. К у т е е в, В.И. Х р и п у н о в. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 3—29.

Наиболее очевидное полезное использование термоядерных нейтронов состоит в получении с их помощью высокопотенциального тепла и электроэнергии. Гибридные системы синтеза и деления открывают дополнительные возможности по переработке большого количества ядерного топлива для последующего использования в обычных ядерных реакторах, по трансмутации радиоактивных отходов в стабильные или короткоживущие изотопы и др. Такой, ставший уже традиционным подход к термоядерным системам предполагает создание реакторов-токамаков большой единичной мощности, работающих в базовом режиме для производства электроэнергии, переработки ядерного топлива или переработки отходов. Современный взгляд на гибридные системы сформировался в результате разработки проектов ускорительных и термоядерных источников нейтронов. Его суть состоит в том, что зона термоядерной реакции рассматривается как источник («генератор») термоядерных нейтронов, управляющий цепной ядерной реакцией в подкритическом blankets или активной зоне деления, в которых происходит размножение («усиление») нейтронов и энергии. В настоящей работе с указанных позиций обсуждаются специфические особенности кинетики нейтронов слабо подкритических гибридных систем и возможные области их коммерческого применения. Представляется, что благодаря снижению требований к плазмофизической части, нейтронным свойствам подкритической части и ожидаемой повышенной безопасности такие системы могут быть реализованы в ближайшем будущем на основе уже существующих ядерных технологий, что будет способствовать внедрению термоядерного синтеза в ядерную энергетику (5 рис., 7 табл., список лит. — 60 назв.).

УДК 621.039

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КРИТИЧНЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ВАНАДИЕВЫЕ СПЛАВЫ/М.Л. С у б б о т и н,

Д.К. К у р б а т о в, Л.Г. Г о л у б ч и к о в. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 30—41.

Перспективы создания крупномасштабной термоядерной энергетики в значительной мере зависят от выбора конструкционных материалов. Показано, что одним из наиболее привлекательных конструкционных материалов для термоядерных реакторов является сплав V—Cr—Ti, основным компонентом которого является ванадий. Ванадиевые сплавы системы ванадий—хром—титан, содержащие 4—6% хрома и 4—10% титана, обладают рядом привлекательных характеристик. По сравнению с мартенситными и ферритно-мартенситными нержавеющими сталями обладают лучшей термостойкостью и большей механической прочностью, хорошей стойкостью в жидком литии при температуре 600—700 °С. Интерес к ванадиевым сплавам обусловлен их относительно лучшими активационными характеристиками: низким уровнем наведенной активности, остаточного энерговыделения, существенно меньшей мощностью контактной дозы, высокой технологичностью при промышленной обработке. Сделаны оценки возможного сценария внедрения термоядерной энергетики в мировой энергетический рынок и выполнено сравнение различных вариантов термоядерных реакторов типа ДЕМО, являющихся прототипами термоядерных энергетических реакторов. Исходя из оценки возможных объемов производства термоядерной энергии, получены оценки потребности и возможности производства ванадиевых сплавов в необходимых количествах (6 табл., список лит. — 29 назв.).

УДК 621.039.665

МОЖНО ЛИ ИЗБЕЖАТЬ ОБРАЗОВАНИЯ БЛИСТЕРОВ В ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ? (Краткий обзор опубликованных результатов экспериментальных исследований)/Д.В. О р л и н с к и й. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 42—49.

Системы диагностики плазмы и управления разрядом на действующих крупных термоядерных установках обычно оснащаются зеркалами для ввода зондирующего и вывода собственного или отражённого оптического и микроволнового излучения. Вместе с тем эти зеркала подвержены бомбардировке ионами плазмы, а также на них могут осаждаться ионы примесей, обычно в плазме присутствующих. В течение последних десятилетий воздействие ионных потоков на металлы активно исследовалось с точки зрения их влияния на некоторые металлические элементы конструкции вакуумной камеры, что может оказаться существенным для сохранности стенок дивертора токамака. А в последние годы на возможность снижения отражательной способности металлических зеркал обратили внимание и специалисты, разрабатывающие системы диагностики плазмы. При взаимодействии быстрых ионов с поверхностью зеркала его отражательная способность может ухудшаться в результате катодного распыления, если энергия ионов превышает несколько сот электрон-вольт, и, как выяснилось в последние десятилетия, в результате накопления и последующего разрушения газовых пузырей (блистеров) в приповерхностном слое зеркала, накапливаемых в процессе облучения металла ионами газов с энергиями, превышающими несколько электрон-вольт. В предлагаемом вниманию читателей кратком обзоре публикаций, главным образом, японских авторов излагаются основные результаты этих ещё не завершённых исследований (11 рис., список лит. — 22 назв.).

УДК 533.924

ОБ ЭРОЗИИ ВАНАДИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ С ПЛАЗМОЙ/А.В. Недоспасов, Н.М. Зыкова, Н.В. Ненова. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 50—52.

Приведены результаты экспериментальных и теоретических работ по эрозии ванадия под воздействием полностью ионизованной литиевой и дейтериевой плазмы, полученных сотрудниками Объединенного института высоких температур РАН. Рассмотрены эрозия ванадиевых электродов в сильноточных разрядах в парах лития, распыление ванадия в потоке дейтериевой плазмы, тепловая контракция на поверхности ванадия. Эти результаты дополняют обширный экспериментальный материал о воздействии потоков ионов и плазмы на поверхность образцов, изготовленных из ванадия и сплавов на его основе, ранее опубликованный в обзоре Н.П. Апаринной, М.И. Гусевой, Л.С. Данеляна и др. (2 рис., 1 табл., список лит. — 14 назв.).

УДК 621.039.616

МОДЕЛЬ «ПЕСОЧНОЙ КУЧИ» ДЛЯ АНАЛИЗА БЫСТРОГО ПЕРЕНОСА ТЕПЛА ПОСЛЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ЭЦР-НАГРЕВА В ТОКАМАКЕ T-10/Н.В. Касьянова, В.Ф. Андреев. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 53—63.

В работе модель «песочной кучи» используется для объяснения формирования критического профиля электронной температуры в омическом режиме и для анализа быстрого распространения тепла (быстрее диффузионного времени, вычисленного по балансу энергии) после включения центрального и нецентрального ЭЦР-нагрева. Использование модели «песочной кучи» для описания пилообразных колебаний электронной температуры дает следующие результаты: радиус переворота фазы, период пилообразных колебаний и амплитуда близки к экспериментальным значениям. Модель «песочной кучи» позволяет получить стационарный профиль электронной температуры, близкий к экспериментальному профилю при минимальном числе свободных параметров: в данном случае это значения длины области осыпания песка L_f и критического градиента z_c в центре ($L_f = 167$ и $z_{c1} = 8$) и на периферии ($L_f = 10$ и $z_{c2} = 8$). Модель «песочной кучи» описывает характерные особенности эволюции температуры после включения центрального ЭЦР-нагрева: задержку роста электронной температуры на периферии в течение первых 2,5 мс после включения центрального гиротрона и быстрый вынос тепла из центра на периферию плазмы спустя 2,5 мс. Модель «песочной кучи» позволяет описать переходный процесс после включения нецентрального ЭЦР-нагрева: быстрое изменение электронной температуры на периферии плазмы за время ~0,5 мс после включения нагрева и совпадение эволюции расчетной и экспериментальной температуры (14 рис., список лит. — 33 назв.).

УДК 533.9.08, 004.42

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ МАГНЕТРОННОГО РАЗРЯДА/В.М. Градов, А.М. Зимин, С.Е. Кривичкий, А.В. Шумов. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 64—71.

Статья посвящена созданию и апробации автоматизированного комплекса для спектральной диагностики плазмы сложного состава. Приведено описание аппаратной и программной частей комплекса, поддерживающего также режим дистанционного управления. Приведена методика обработки экспериментальных данных, проанализирована её применимость для диагностики магнетронной плазмы. Приведены полученные результаты и их обсуждение (7 рис., список лит. — 5 назв.).

УДК 523.1

ФОНОНЫ НА ГРАВИТОНЕ В РОЛИ ЧАСТИЦ ТЁМНОЙ МАТЕРИИ ВСЕЛЕННОЙ/Б.А. Трубников. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Термоядерный синтез, 2009, вып. 1, с. 73—75.

Предложена гипотеза о наличии в природе сил взаимодействия нового типа со спином, равным 3, что ведёт к свойству взаимного расталкивания одноимённых зарядов и ускоренному расширению нашей Вселенной (список лит. — 7 назв.).

