

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее сложных проблем возникших на пути создания реактора управляемого термоядерного синтеза является выбор материалов обращенных к высокотемпературной плазме. Решение этой задачи невозможно без знания физики процессов происходящих при взаимодействии быстрых атомных частиц и излучений с конструкционными материалами.

Характерная энергия частиц плазмы следует из критерия Лоусона и для классической D-T реакции составляет величину порядка десятка кило-электрон-Вольт. Для столь высоких энергий электронов и ионов оказывается возможным представление сечения рассеяния термоядерных частиц в конструкционных материалах, обращенных к плазме в виде суммы сечений упругого и неупругого рассеяний. Другими словами, возможно, говорить о двух независимых каналах рассеяния атомных частиц в твердом теле: упругом и неупругом. Это обстоятельство позволяет нам рассматривать две отдельные задачи: 1. задачу о многократном упругом рассеянии частицы в твердом теле в пренебрежении процессами неупругого рассеяния (лаб. Работа №1) и 2. задачу о многократном неупругом рассеянии. Решения задач, полученные в малоугловом приближении, представимы в аналитической форме и не представляют проблем для численных вычислений. Лабораторная работа № 3 посвящена исследованию ситуаций, в которых необходим одновременный учет процессов как упругого, так и неупругого рассеяния.

Отработка студентами первых трех лабораторных работ даст им навыки необходимые для численного моделирования процессов многократного рассеяния и деградации энергии быстрых атомных частиц в плоскопараллельных слоях твердого тела. Одной из проблем, возникающих в процессе контроля над материалами, обращенными к термоядерной плазме, является задача измерения послойных профилей изотопов водорода. Используемые в настоящее время весьма дорогостоящие и трудоемкие методы, основанные на измерении энергетических спектров быстрых атомов отдачи и ядерно-физический подход определяющий профили только дейтерия и трития, можно заменить на более эффективные методики, основанные на подходах развиваемых сейчас в электронной спектроскопии. Лабораторная работа № 4 посвящена расчетам, являющимся основой для расшифровки спектров упругоотраженных электронов. Прорыв в спектроскопии упругоотраженных электронов

свершился в начале 21 века благодаря созданию экспериментальных установок позволяющих измерять спектры электронов с энергией в десятки килоэлектронВольт с абсолютным энергетическим разрешением в доли одного электронВолта.

Лаб. Работа №5 посвящена расчету каскадных коэффициентов распыления. Физическое распыление конструкционных материалов – один из механизмов, приводящих к эрозии материалов обращенных к плазме. В работе расчеты выполняются на основе классической теории П. Зимунда и не рассматриваются особенности распыления материалов легкими ионами.

Базовые сведения о процессах движения заряженных частиц в твердых телах студенты получают из курса лекций «Взаимодействие частиц и излучений с конструкционными материалами». В качестве дополнительной литературы по курсу рекомендованы классические монографии: Ю.В. Готт «Взаимодействие частиц с веществом в плазменных исследованиях», Н.П. Калашников, В.С. Ремизович, М.И. Рязанов «Движение быстрых заряженных частиц в твердом теле». Однако эти книги, написанные в семидесятые годы прошлого столетия, не отражают целого ряда результатов полученных в последние десятилетия. Отсутствуют издания, посвященные современному состоянию теории взаимодействия быстрых атомных частиц с твердым телом и в мировой литературе. Эти обстоятельства заставили коллектив авторов написать развернутые введения к каждой из работ.

Ограниченный объем пособия не позволил рассмотреть наиболее модные в настоящее время методы Монте – Карловского, имитационного моделирования процесса взаимодействия частиц с веществом. Авторы намерены посвятить этой проблеме отдельное издание.