

УДК 519.6

Методика расчета формирования криогенного слоя D-T смеси в сферическом контейнере

Е.А. Веселова¹, Ю.Н. Дерюгин¹, В.М. Изгородин¹, Е.Ю. Соломатина¹

Всероссийский Научно Исследовательский Институт
Экспериментальной Физики¹

Для разработки технологии получения криогенных мишеней для ЛТС и их сохранения требуется знание влияния температуры окружающих деталей камеры и остаточного газа на температурный режим самой мишени, толщину криогенного слоя и его распределения по внутренней поверхности микросферы.

В работе [1] была создана одномерная расчетная модель процесса симметричного замораживания газонаполненной микросферы. Данная модель представляет собой задачу Стефана с двумя фазовыми переходами с учетом потенциального движения замораживаемого газа. С использованием созданной методики вычислены пространственно-временные распределения температуры внутри и вне сферы, скорость движения газа внутри сферы и время замораживания в широких пределах размеров микросфер, количества содержащегося в них газа и скорости охлаждения.

При замораживании газонаполненной микросферы, которая подвешивается на нити в контейнере, в результате влияния силы тяжести происходит не симметричное охлаждение мишени. В работах [2,3] отмечается, что в следствии энерговыделения при распаде трития в D-T смеси происходит симметризация твердой фазы D-T смеси в мишени.

Целью данной работы является разработка экономичной методики расчета формирования криогенного слоя D-T смеси в микросфере на основе двумерного подхода и уравнений движения газовой фазы в приближении Буссинеска. Тепловая задача представляет собой задачу Стефана с фазовым переходом газ-твердое тело с выделением фронта фазового перехода на подвижной эйлеровой сетке. Расчетная методика построена на структурированных подвижных сетках. Расчетный шаг расщепляется на два этапа. На первом этапе решаются уравнения движения газовой фазы, которые аппроксимируются неявной разностной схемой. На втором этапе решается внутренняя задача Стефана. Здесь используется алгоритм с выпрямлением фазового фронта. Уравнение теплопереноса аппроксимируется неявной разностной схемой, которая записывается в дельта- форме, относительно приращения температуры. Системы разностных уравнений расщепляются по направлениям на одномерные системы, которые решаются методом прогонки. Методика реализована в рамках пакета программ ЛОГОС [4]. Приводятся результаты расчетов формирования криогенного слоя для различных значений температур, размеров и материалов оболочки.

Литература

1. Deryugin Yu. N., Izgorodin V.M., Solomatina E. Yu. / Numerical simulation of the freezing process of hydrogen isotopes in a spherical container. J. Moscow Phys. Soc. 9. 1999. pp. 165-172.
2. Investigation of the effect of a plastic ring on the uniformity of ice layers in cryogenic inertial confinement fusion targets. LLE Review. 2002. Vol. 81. pp.14.
3. Modeling the Temperature and Ice-Thickness Profiles Within OMEGA Cryogenic Targets. LLE Review, Vol. 8.
4. Козелков А.С., Дерюгин Ю.Н., Зеленский Д.К., Глазунов В.А., Голубев А.А., Денисова О.В., Лашкин С.В., Жучков Р.Н., Тарасова Н.В., Сизова М.А. Многофункциональный пакет программ ЛОГОС для расчета задач гидродинамики и тепломассопереноса на многопроцессорных ЭВМ: базовые технологии и алгоритмы. // Супервычисления и математическое моделирование: Труды XII международного семинара. Саров, 11-15 октября 2010. С. 215-230.

MSC 34G10 58D25

Method of calculating the formation of a cryogenic layer of D-T mixture in a spherical container

E.A. Veselova¹, YU.N. Deryugin¹, V.M. Izgorodin¹, E.YU. Solomatina¹

All-russian Research Institute of Experimental Physics