ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ТОПЛИВНОГО СЛОЯ ВНУТРИ полой СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ЗА СЧЕТ ВНЕШНЕГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО пьезо-ВОЗДЕЙСТВИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

И.В. Александрова1, А.А. Акунец1, Е.Р. Корешева1, Е.Л. Кошелев1, Т.П. Тимашева1

1Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН, Москва, Россия, koresh@sci.lebedev.ru
2Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия,
 koresh@sci.lebedev.ru

Задачей настоящего исследования являлось обнаружение условий формирования топливного слоя внутри полых сферических оболочек в высокодисперсном состоянии. Именно в этом состоянии свободная граница топлива имеет минимальный уровень шероховатости, что является одним из важнейших требований качества криогенной топливной мишени (КТМ). Кроме того, высокодисперсный топливный слой является изотропным. Это свойство позволяет свести к минимуму риск его деградации (рост шероховатости и разнотолщинности) в процессе доставки КТМ в зону облучения лазером [1].

Хорошо известно [2–4], что такие факторы, как внешние периодические воздействия на расплав и скорость его охлаждения, позволяют регулировать дисперсность металлов и полупроводников в процессе отвердевания. Однако, как влияют эти факторы на процесс образования твердого топливного слоя (криогенного слоя) внутри КТМ, ранее не исследовалось.

С помощью разработанного в ФИАН криогенного пьезовибратора, в серии экспериментов изучена возможность диспергирования криогенного слоя за счет периодических механических воздействий на изотоп водорода (помещенный внутри полой оболочки) в процессе его перехода из жидкого в твердое состояние, а также совместное воздействие двух диспергирующих факторов: скорости охлаждения расплава и частоты вибраций. Оболочка с изотопом водорода (Н2, D2, H2+D2), лежащая на пластине пьезовибратора, охлаждалась вместе с пластиной до температуры немного выше тройной точки изотопа. После этого инициировался процесс отвердевания изотопа при охлаждении оболочки ниже Ттр в присутствии вибраций. Частота вибраций варьировалась в пределах от 0,3 Гц до 3 МГц, скорость охлаждения оболочки варьировалась в пределах от 0,001 до 30 К/мин. В экспериментах использовались сферические оболочки производства ФИАН из стекла диаметром 0,4–0,6 мм и из полистирола диаметром 1,0–1,8 мм, заполненных исследуемым изотопом до давления 100–300 атм при 300 К. Результаты экспериментов показали:

1. Периодическое внешнее воздействие на расплав в сочетании с различным темпом охлаждения позволяет эффективно управлять дисперсностью структуры образующегося твердого криогенного слоя из изотопа водорода.

2. Конфигурация дисперсного слоя существенно зависит от режима вращения оболочки (постоянная или беспорядочная ось вращения): однородное распределение диспергированного слоя по поверхности оболочки достигается только при ее беспорядочном вращении.

Полученные результаты показали, что пьезовибратор является полезным инструментом для разработки технологии массового производства бесподвесных КТМ для реактора ИТС.

Литература

1. I. Aleksandrova et al. J.Russian Laser Research 29 (5), 419, 2008
2. И.Д. Морохов и др. Ультрадисперсные металлические среды. М.: Атомиздат. 1977 г.
3. К.А. Осипов. Аморфные и ультрадисперсные кристаллические материалы. М.: Наука, 1972, 89 с.
4. В.Н. Нишанов и др. КСФ №1, 18, 1987