

ЭВОЛЮЦИЯ МАЛОПЛОТНЫХ СЛОЁВ ИЗ НАНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ ДЛЯ МИШЕНЕЙ ИТС^{*)}

Громов А.И., Акунец А.А., Борисенко Н.Г., Павлов В.Д., Пастухов А.В.

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия. gromovai@lebedev.ru

Исследовательские работы и отработка технологии получения малоплотных слоёв из наночастиц различных металлов проводятся в Нейтронно-физическом отделе ФИАН более четверти века [1]. Имеется значительное количество задач, в которых используются подобные слои. Среди них: более эффективная конверсия лазерного излучения в рентгеновское, повышение нейтронного выхода и в диагностических целях [2,3]. Свободно стоящие слои данных веществ нужны и для решения практических задач при исследовании лазерной плазмы, таких как: оптимизация поглощения, создание условий для стабилизации плазмы и ряда других.

Слои из отдельных металлических наночастиц образуют цепочки и представляют собой как бы “металлический снег”, поэтому отметим сложность проводимых разработок и исследований, как часто ведущихся в ограниченном объёме, так и из за микроколичеств используемых веществ. Проводилась работы, как под оптическим микроскопом, так и с использованием сканирующей электронной микроскопии для характеристики параметров слоёв [4]. Слои из наночастиц получались испарением вещества при (1-3) мм.рт.ст в атмосфере инертного газа при (до 48 часов) осаждения. Использовали и термоупрочнение.

Первоначальные работы проводились с Cu, удавалось получать плотности 1/50-1/70 от плотности сплошной меди, то есть $\sim 130-180 \text{ мг/см}^3$, но поскольку слои из наночастиц меди пирофорны, следующие исследования проводились с Sn. С этим металлом получили плотность около 40 мг/см^3 и размеры отдельных частиц 10 - 25 нм.

Дальнейшие наработки проводились с Bi, как с материалом по ряду параметров близкому к Au. При этом потребовалось изменение технологии и конструкции испарителей.

На слое из наночастиц Au имеем наименьшую относительную плотность 1/300 от плотности сплошного Au или $\sim 60 \text{ мг/см}^3$ и размерами наночастиц 5-10 нм. На Ag $\sim 80 \text{ мг/см}^3$

Значительное внимание уделялось вопросам мониторинга, так как точность в измерении подобных слоёв прямо влияет на результаты эксперимента [5,6].

Литература

- [1]. A.I. Gromov, N.G. Borisenko, S.Yu. Guskov, Yu.A. Merkul'ev and A.V. Mitrofanov. “Fabrication and monitoring of advanced low-density media for ICF targets” *Laser and Particle Beams*. 1999, vol 17, No 4, pp 661-670.
- [2]. P.E.Young, M.D.Rosen, J.H.Hammer, et.al.”Demonstration of the density dependence of x-ray flux in a laser-driven hohlraum” *Phys.Rev.Let*, 101.035001, 4p.(2008).
- [3]. Н.Г. Борисенко, А.И.Громов, Ю.А. Меркульев, А.С.Орехов, Ш.Чаурасия, Л.Дж.Даришвар и др. Сравнение эффективности конверсии лазерного излучения в рентгеновское излучение на металлическом и малоплотном висмуте.// Препринт ФИАН.№ 29. Москва 2011.14 с.
- [4]. A.S. Orekhov, A.A.Akunets, L.A. Borisenko, N.G.Borisenko, A.I. Gromov, Yu.A. Merkuliev, V.G.Pimenov, E.E. Sheveleva, V.G. Vasiliev. Modern trends in low-density materials for fusion. *Journal of Physics: Conference Series*, 2016,688 (1) 012080.
- [5]. А.И. Громов, А.А. Акунец, Н.Г. Борисенко. ”Метод получения малоплотных нанометаллических покрытий для лазерных мишеней” Сборник аннотаций докладов Международной научной премии Металловед года. Издание 2(2021).с.15.
- [6]. V.S. Belyaev. A.P. Matafonov, S.N. Andreev, V.P.Tarakanov, V.P. Krainov, V.S.Lisitsa, A.Yu. Kedrov, B.V. Zagreev, A.S. Rusetskii, N.G. Borisenko, A.I. Gromov and A.V. Lobanov. “ Investigation of the yield of the nuclear reaction $^{11}\text{B}(p,3\alpha)$ initiated by powerful picosecond laser radiation”. *Physics of Atomic Nuclei*. 2022.Vol 85.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)