

УДК 621.375.826

**НАНЕСЕНИЕ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТОДОМ
ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ**Кривошеев Александр Валерьевич ⁽¹⁾, Бинков Иван Игоревич ⁽²⁾*Аспиранты 1 года,
кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет**Научный руководитель: А.Е. Шупенев,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в
машиностроении»*

С недавних пор в мире возрастает интерес к нанопленкам и их исследованию, поскольку они позволяют значительно улучшить качество поверхности с незначительными затратами материала.

Метод импульсного лазерного осаждения включает лазерную абляцию углерод-содержащей мишени и последующее формирование алмазоподобного покрытия на поверхности подложки. Взаимодействие высокоэнергетического лазерного импульса с материалом мишени приводит к образованию целого ряда продуктов, среди которых присутствуют не только электроны, ионы и нейтральные частицы, но и твердые микрочастицы материала мишени, отрывающиеся при взрывообразном испарении материала. Образованная плазма распространяется нормально к поверхности мишени и достигает подложки, осаждаясь в виде тонкой пленки испаренного материала. Подложка имеет возможность подогрева с помощью нагревателя. Для равномерности испарения и осаждения, подложке и мишени придаются вращательные движения, а также производится нагрев подложки.

Процесс создания плёнок можно проводить в широком диапазоне давлений фонового газа, от глубокого вакуума, до давлений близких к атмосферному. Это позволяет получать пленки из материалов, которые имеют высокое давление насыщенных паров некоторых элементов из их состава. Конструктивная простота метода и отсутствие ограничений на вид испаряемого вещества позволяет оперативно получать пленки из материалов с различными свойствами без каких-либо конструкционных изменений в напылительном оборудовании.

Для практической реализации метода ИЛО в работе использовался высоковакуумный технологический комплекс Нанофаб-100.

Проведение измерений смачиваемости рабочих поверхностей стальных пластин до нанесения алмазоподобного покрытия и после и расчёт энергии поверхности методом Зисмана. План измерений представлен в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерения смачиваемости рабочих поверхностей стальных пластин с нанесёнными алмазоподобными покрытиями.

	Энергия импульса, мДж	Температура подложки, С	Содержание sp ³ фазы, %	Размер зёрен, мкм ²	Энергия поверхности
Б/П	-	-	-	-	83.00
1	60	25	19.09	-	85.51
	120	25	18.48	51.74	96.58

2					
3	120	25	18.03	47.47	91.72
4	60	25	17.47	120.70	94.16
5	120	25	17.14	49.76	90.49
6	120	25	18.85	-	86.76
7	120	25	13.71	-	100.15
8	60	175	6.77	166.62	97.78
9	120	175	11.21	78.00	90.49
10	60	325	7.17	89.82	98.97
11	120	325	11.41	-	86.76

Метод Зисмана основывается на предположении, что свободная энергия твердой поверхности пропорциональна поверхностному натяжению жидкости, полностью смачивающей эту поверхность.

Для проведения измерений энергии поверхности был спроектирован и собран испытательный стенд. На основание стенда устанавливался держатель для образца и перед ним закреплялась фотокамера, за образцом устанавливался белый лист для повышения чёткости изображения. Образец закреплялся в держателе. Нанесённая на поверхность капля фотографировалась при высоком увеличении. Для точного измерения объёма жидкости, наносимой на поверхность образца, использовался лабораторный дозатор.

Благодаря полученным результатам удалось оценить влияние технологических режимов процесса, таких как температура подложки и энергия лазерного импульса, и влияние размера зёрен и содержание sp^3 фазы на поверхностную энергию получаемых образцов.

Все образцы с нанесённым алмазоподобным покрытием имели поверхностную энергию выше, чем образец до нанесения покрытия, что говорит о снижении шероховатости поверхности стальных пластин после нанесения на них алмазоподобного покрытия.

Литература

1. Robertson J.F.R. Diamond-like amorphous carbon. Materials Science and Engineering Reports, № 37, 2002, p. 129–281.
2. Tyunina M., Sreenivas K., Bjormander C. An experimental study and modeling of the thickness distribution in pulsed laser deposited ferroelectric thin films. Applied surface science, 1996, no 2, p. 831–835.
3. Hideki, M., Hisanori, O., & Masanori, T. (2016) History and Applications of Diamond-Like Carbon Manufacturing Processes. SEI TECHNICAL REVIEW · NUMBER 82. global-sei.com/technology/tr/bn82/pdf/82-09.pdf
4. Zisman, W. A. 1964. Contact Angle, Wettability, and Adhesion. Advances in Chemistry. 43. AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. pp. 1–51.