

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛМАЗНЫХ ПОКРЫТИЙ

С.Е КУНАШЕНКО

¹ Томский политехнический университет
E-mail: Kunashenko1995@gmail.com

Сегодня алмаз известен как материал с исключительным сочетанием уникальных свойств. Экстремальные значения твердости, теплопроводности, прозрачности, химической инертности и многих других свойств делают алмаз чрезвычайно привлекательным для использования практически в любой отрасли науки и техники. Однако такие факторы, как его чрезвычайно высокая стоимость, сложность обработки и небольшой размер, серьезно ограничивают область применения монокристаллического алмаза, несмотря на разработку метода синтеза при высоких давлениях и температурах (НРНТ).

На рисунке 1, а, б, с показаны СЭМ-изображения с различными концентрациями CH_4 на кремниевой подложке

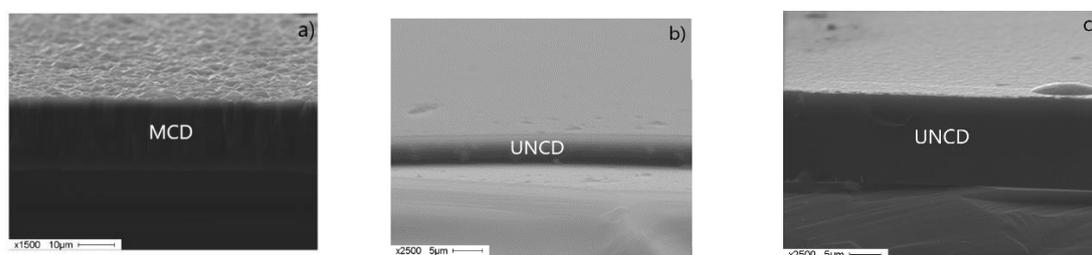


Рисунок 1 - СЭМ-изображения образцов, синтезированных при разной концентрации CH_4

Измерения наноиндентирования проводились на алмазных покрытиях с различными концентрациями CH_4 . На каждом образце было сделано от пяти до десяти отпечатков с одинаковым $F_{\text{max}} = 25$ мН.

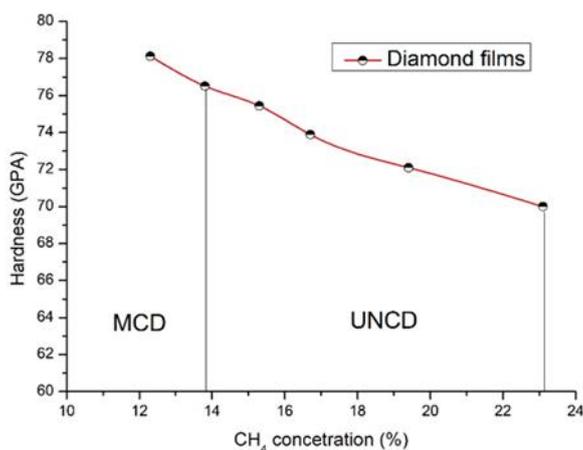


Рисунок 2 - Твердость алмазных пленок, полученных при усилнии нагрузки 25 мН

Плотность пленок измеряли на алмазных покрытиях с различными концентрациями CH_4 . Результаты измерений представлены в таблице 1. Чтобы получить более точные

данные о массе алмазной пленки, образцы подвергали травлению в HNO₃ + HF-кислоте с парафином перед обработкой кремниевой подложки с целью удаления пленки с подложки.

Таблица 1 - Результаты измерения плотности алмазных покрытий

CH ₄ concentration (%)	Weight (g)	Volume (cm ³)	Density (g/cm ³)
5.5	0,00364	0,00119	3.0588
12.3	0,00321	0,001102	2.9122
13.8	0,00307	0,001122	2.735
15.3	0,00312	0,001179	2,645
16.7	0,00278	0,001111	2.502
19.4	0,00245	0,001180	2,245
23.1	0,00217	0,001093	1.9838

Рисунок 3 показывают кривые CoF как функцию расстояния скольжения для алмазных пленок относительно контртела глинозема. Как видите, все кривые имеют сходную тенденцию. На начальной стадии испытаний на износ CoF равен 0,67 при концентрации 5,5% CH₄. Высокое начальное значение коэффициента трения обусловлено интенсивной механической блокировкой между неровностями поверхности поверхностей раздела. Следует отметить, что пленка Diamond MCD имела максимальное расстояние перемещения из всех полученных пленок (~ 35 м). В дальнейшем увеличение доли метана в газовой смеси (уменьшение размера гранул синтезированных пленок приводит к постоянному снижению взлета).

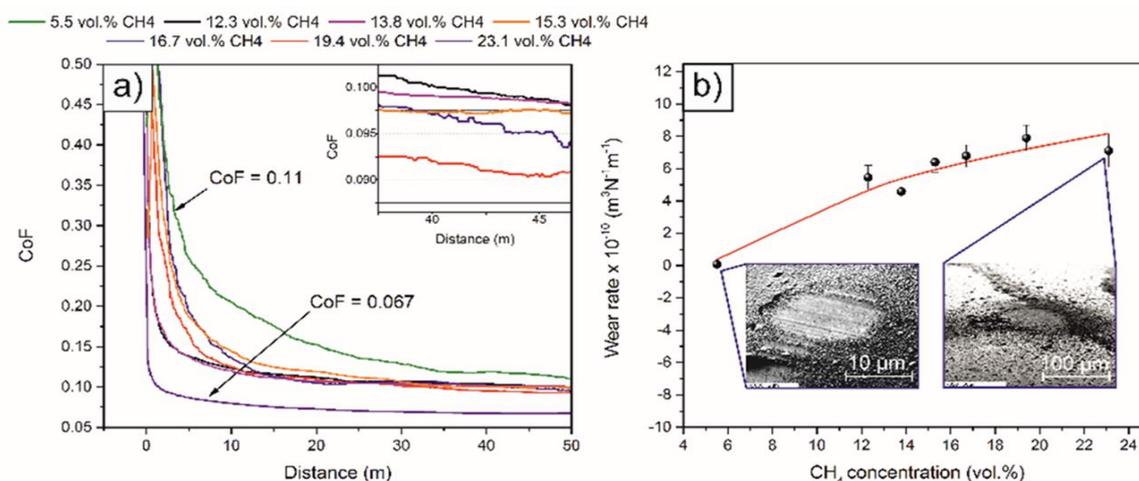


Рисунок 3 - Кривая COF как функция расстояния скольжения для алмазных пленок, выращенных при различных концентрациях CH₄

В отличие от CoF, потери на износ пленки MCD были минимальным значением для всех полученных пленок (рис. 3b). Было также обнаружено, что все пленки UNCD имели примерно одинаковые значения скорости износа. Такая тенденция к CoF и скорости износа пленок MCD и UNCD объясняется несколькими основными факторами: качеством алмаза (отношение sp^3 / sp^2), шероховатостью поверхности и механическими свойствами.

Список литературы

1. Дерягин Б.В., Федосеев Д.В. Рост алмаза и графита из газовой фазы. – М.: Наука, 1977. – 115 с.
2. Линник С.А., Гайдайчук А.В. Синтез алмазных пленок в сильноточном тлеющем разряде переменного тока // ПЖТФ. – 2012. – Т.38, № 6. – С. 9-14.