

ОСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ И ШТАМПОВУЮ ОСНАСТКУ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАШИН, НА УСТАНОВКЕ "КРЕМЕНЬ-2" *)

Мисников В.Е., Обрезков О.И., Шутьев О.Л.

НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, misnikov_ve@nrcki.ru

В работе рассматривается процесс разработки технологии осаждения износостойких покрытий в вакууме ионно-плазменным методом. Разработку технологического процесса осаждения можно разделить на четыре этапа: разработка химических составов и архитектуры покрытий; разработка технологии изготовления мишеней заданного состава; разработка оборудования для осуществления технологического процесса и разработка режимов осаждения покрытий.

В ходе исследований было выявлено, что наиболее перспективными являются покрытия имеющие наноразмерную структуру: наноламинированные покрытия, в которых происходит периодическое (с периодом порядка 10 – 20 нм) чередование слоев различного химического состава, и нанокпозиционные покрытия, в которых частицы твердой фазы находятся в аморфной матрице, которая препятствует росту кристаллитов твердых частиц. Принцип увеличения твердости и износостойкости в таких покрытиях описывается уравнением Холла-Петча:

$$HV \approx \sigma_0 + Kd^{-1/2}, \quad (1)$$

где HV – твердость, σ_0 – напряжение начала скольжения дислокаций в кристалле, K – (<https://efre2020.hcei.tsc.ru/>) коэффициент, зависящий от материала. В нанокпозиционных покрытиях, с уменьшением размера зерна энергетически затрудняется движение дислокаций, поэтому происходит рост твердости [1].

Для осаждения наноструктурированных покрытий, в ходе работы была разработана установка «Кремень-2», в которой реализуется процесс осаждения покрытий из вакуумного дугового разряда.

Установка умеет безмасляную систему вакуумной откачки, позволяющую получать рабочий вакуум на уровне $5 \cdot 10^{-4}$ Па. Установка оснащена следующими электрофизическими устройствами:

- 12 дуговых испарителей с током разряда до 140 А, снабженных магнитной системой управления дугой. Система управления дугой позволяет снижать объем капельной фазы в осаждаемом покрытии [2];

- газовый ионный источник очистки с напряжением до 3,5 кВ;

- источник металлических ионов типа MEVVA с ускоряющим напряжением до 50 кВ.

Литература

- [1]. Vereshchaka A.S., Operability increase of edge cutters based on the directed modification of properties their operation surfaces at plating nano-structured multi-level composite coatings // Bulletin of MSTU “Stankin”, 2014, No 4 (31), pp. 45-51.
- [2]. Dukhopelnikov D.V., Kirillov D.V. Influence of the Arched Magnetic Field on the Cathode Erosion Rate of the Vacuum Arc Discharge // 7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, 2020, pp. 45-51.

*) [DOI – тезисы на английском](#)