

**Аспекты выбора нагрузки при наноиндентировании тонких твердых покрытий**

Ширяева Т.И., Кузнецова Т.А., Чижик С.А.

Белорусский национальный технический университет

Модифицированию поверхностей с помощью тонких твердых покрытий, не меняющих объемных свойств материала и практически не увеличивающих стоимость конечного изделия, в последнее время уделяется много внимания. При разработке поверхностных покрытий большое значение придается твердости, так как ее оптимальное значение способствует получению наибольшего сопротивления абразивному и эрозионному износу [1].

В данной работе проводилось индентирование алмазоподобных покрытий толщиной от 150 нм до 1 мкм с помощью наноиндентора Nysitron 750 Ubi (США) с острием Берковича. Величина нагрузки варьировалась в зависимости от толщины исследуемого покрытия в диапазоне от 0,5 до 10 мН. Известно, что нагрузка, прилагаемая к заостренному индентору, в первом приближении прямо пропорциональна глубине его проникновения в материал. Стандартные требования к процедуре измерения твердости рекомендуют использовать глубину отпечатка, не превышающую 10% от полной толщины покрытия, что с гарантией исключает влияние подложки на результаты измерения. Однако при индентировании на малые глубины становится существенным влияние погрешностей, связанных со степенью износа острия индентора, шероховатостью поверхности, тонким оксидным слоем, а также механизмом пластической деформации. Для определения оптимальной нагрузки для каждого покрытия проводилось наноиндентирование с постепенно изменяющейся нагрузкой. Учитывая известную степень шероховатости и предполагаемую толщину оксидного слоя, определили нагрузку, которая соответствует допустимой глубине внедрения и практически исключает влияние остальных погрешностей. Оптимальная нагрузка индентирования для покрытия толщиной 1 мкм составила  $7 \pm 1$  мН, а для 150-нм покрытия –  $1 \pm 0,1$  мН. Результаты данного исследования позволяют минимизировать влияние различных факторов на результаты измерения твердости методом наноиндентирования.

Литература:

1. Головин, Ю.И. Наноиндентирование и его возможности / Ю.И. Головин. – М.: Машиностроение, 2009. – 312 с.