

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ PVD ПОКРЫТИЙ НА МОДИФИЦИРОВАННОЙ СТАЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Константинов В.М., Ткаченко Г.А., Ковальчук А.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, 220013, ул. Я. Коласа 16, тел. +375296388827, факс +375172939116, e-mail: V_M_Konst@mail.ru

Основная цель создания наноструктурированных покрытий, получаемых методами PVD, CVD – это достижение максимальной твердости и износостойкости рабочей поверхности. Во многих научно-исследовательских работах не учитываются механические и эксплуатационные свойства основы. За счет покрытия стремятся улучшить свойства рабочей поверхности, но повысить эксплуатационные характеристики всего изделия за счет тонких пленок затруднительно. Поэтому слоистую систему «покрытие – подложка» следует рассматривать, как единый композиционный материал – топокомпозит, для изменения свойств которого достаточно оказать воздействие на подложку. Для большинства машиностроительных материалов в качестве основных эксплуатационных свойств выделяют твердость, износостойкость и коррозионную стойкость.

В данном исследовании проводилась оценка изменения эффективной твердости слоистой системы, оценка изменения износостойкости и коррозионной стойкости топокомпозита.

ДюрOMETрические испытания подтвердили, что модифицирование основы химико-термической обработкой (насыщение азотом) приводит к повышению твердости топокомпозита. Появление жесткого подслоя под покрытием TiN уменьшает продавливание индентором пленки в мягкое армко-железо, тем самым твердость с 256 ± 10 HV0.01 (армко-железо с TiN) повышается до 685 ± 10 HV 0.01 (армко-железо с азотистым слоем и TiN) [1].

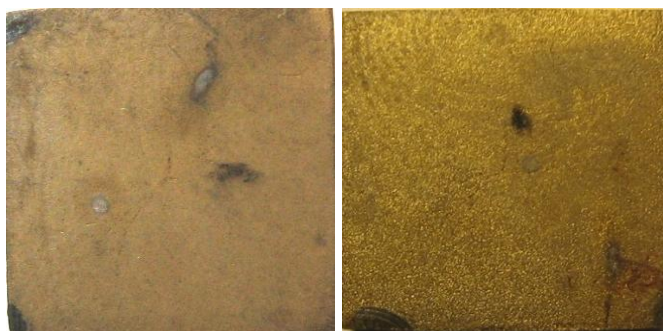
Исследование трибологических свойств проводилось в условиях сухого трения скольжения. Исходные данные: контртело – диск из стали 12X18H10T диаметром 60 мм, толщиной 1,5 мм; частота вращения 0,33 оборота в секунду; нагрузка – 10 г; время испытания – 90 мин.

По показателям линейного и объемного износа было установлено, что износостойкость образцов на основе армко-железа зависит от наличия модифицированного слоя на подложке. Азотирование повышает жесткость системы, уменьшая продавливание пленки TiN, тем самым увеличивая износостойкость в 1,2 раза (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Результаты трибологических испытаний образцов армко-железа

Образец	с покрытием TiN	азотирование с покрытием TiN
Линейный износ $S_{изм}$, мкм	698,2	520,5
Объемный износ, $мкм^3 \cdot 10^{-3}$	474,2	194,9

Коррозионные испытания топокомпозита проводили в 10 % водном растворе NaCl при температуре 20 °С. Методика определения коррозионной стойкости заключалась в сопоставлении массы образцов и оценка площади поверхности занятой продуктами коррозии. Испытанию подвергали образцы армко-железа, которые были предварительно модифицированы путем азотирования с последующим напылением покрытия TiN. Результаты сопоставляли со стойкостью армко-железа с покрытием TiN (рисунок 1).



а – азотирование и покрытие TiN; б – покрытие TiN
Рисунок 1 – Поверхность образцов до испытаний

Установлено, что наиболее интенсивное развитие электрохимической коррозии происходит на не азотированных образцах. Первые очаги коррозии были получены через 5 часов испытаний (рисунок 2). Коррозия развивалась с участков сколов и трещин покрытия TiN, и протекала под пленкой, распространяясь по железной подложке. После 12 часов пребывания в растворе 80 мм² поверхности топокомпозита с не модифицированной основой поражено коррозией (рисунок 2). Через сутки испытаний вся поверхность (100 мм²) образцов была занята продуктами коррозии, при этом цвет поменялся с золотистого на темно бурый. Прирост массы образца составил 0,075 г.



а – азотирование и покрытие TiN; б – покрытие TiN
Рисунок 2 – Поверхность образцов после 48 часов (а) и 24 часов

Предварительное азотирование привело к повышению стойкости топокомпозита за счет формирования нитридов железа. Участки коррозии появились только после 48 часов испытаний (площадь 20 мм²), прирост массы составил 0,006 г (рисунок 2).

Модифицирование подложки дает комплексное улучшение свойств. Твердость топокомпозита возрастает с 256±10 HV 0.01 (не модифицированный) до 685±10 HV 0.01 (модифицированный). Повышение обусловлено твердостью азотированного слоя (400±10 HV 0.01), что исключает продавливание индентора в глубь металла. Поверхность топокомпозита с модифицированной подложкой изнашивается в 1,2 раза менее интенсивно, чем поверхность топокомпозита на не упрочненной подложке. Коррозионная стойкость увеличивается в 2,5 раза при азотировании подложки.

Таким образом, эксплуатационные характеристики топокомпозита напрямую зависят от уровня свойств основы и способа ее модифицирования.

Литература:

1. Константинов В.М., Ткаченко Г.А., Ковальчук А.В. Повышение жесткости металлической основы систем «конструкционная сталь – нитрид титана» *Металлургия: республиканский межведомственный сборник научных трудов / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. – Вып. 36 Металлургия: Респ. межвед. сб. науч. тр. в 2 ч. БНТУ. – Минск, 2012. – Ч.1 – С. 152–161.*