

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

А.И. Коршунов¹, Е.А. Коршунов¹, А.Я. Григорьев²

¹Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Гомель, Беларусь

²Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь

Объектом исследования являются плазменные покрытия, сформированные из многокомпонентного сплава системы Ni–Cr–B–Si. Покрытия наносили на установке плазменного напыления УПУ-3Д при соблюдении оптимальных технологических режимов. Лазерная обработка покрытий производилась с применением импульсного твердотельного лазера «Квант-16». Структура и фазовый состав покрытия изучались с помощью методов оптической и электронной микроскопии, металлографического и рентгеноструктурного анализов. Послойный химический анализ элементов покрытия проводился на цифровом растровом микроскопе «Stereoscan-120» с рентгеновским микроанализатором. Триботехнические характеристики покрытий изучались на машине торцевого трения при скольжении образцов пальчикового типа в режиме граничного трения. Микротвердость исследуемых покрытий измерялась на микротвердомере ПМТ-3.

Рентгеноструктурный анализ покрытий, обработанных лазерным излучением с высокой плотностью энергии и скоростях охлаждения в диапазоне $10^{-3} \div 10^{-4}$ К/с показал существенное изменение характеристик дифракционной картины: интенсивности, радиальной ширины отражений и их количества. Наблюдается диффузионное перераспределение элементов бора, кремния и углерода в зоне контакта покрытий и основы. Происходит межмолекулярное взаимодействие элементов покрытия и основы на локальных микроучастках активных центров, возникающих в местах дефектов кристаллической решетки.

Электронно-микроскопические исследования модифицированных плазменных покрытий показали, что изменяется не только объем карбидной фазы, но и структура границ раздела карбидная фаза-матрица. Это связано с тем, что лазерная обработка при высокой плотности излучения интенсифицирует диффузионную подвижность атомов и изменяет химический состав границы покрытия и основы.

Выявлена зависимость триботехнических характеристик от вида и величины энергетического воздействия при объемном оплавлении пламенем горелки и термообработке лазерным излучением. Установлено, что в диапазоне PV -фактора $0,65 \div 4,5$ МПа·м/с коэффициент трения и износ для всех обработанных лазерным излучением покрытий существенно уменьшался, а давление при котором начинается интенсивное разрушение поверхности увеличивается до 7,5 МПа. Установлено, что повышение износостойкости в $1,6 \div 2$ раза происходит не только вследствие закрепления дислокаций точечными дефектами и их комплексами, но и выделившимися вторичными карбидами и боридами хрома типа Cr_2C_3 , Cr_3C_4 , CrB , CrB_2 ультрамикроскопической структуры, равномерно распределенными в никелевой матрице покрытия.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

А.И. Коршунов¹, Е.А. Коршунов¹, В.А. Смуругов²

¹Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Гомель, Беларусь

²Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь

Одним из эффективных путей повышения износостойкости деталей машин является нанесение методом плазменного распыления порошковых покрытий из сплавов Ni–Cr–B–Si.

В работе изучена возможность восстановления деталей машин и повышения износостойкости узлов трения путем плазменного напыления хромоникелевых покрытий на стальные поверхности и их модификаций твердосмазочными пленками (MoS_2 , графит), пластичными металлами и легкоплавкой эвтектикой.

Анализ результатов фрикционных испытаний покрытий системы Ni–Cr–B–Si в условиях сухого трения показал, что во всем диапазоне исследуемых нагрузок 0,1—10 МПа и скоростей скольжения 0,1—2 м/с интенсивность изнашивания покрытия в 2—3 раза меньше, чем закаленной стали 45 ($H_m = 4800$ МПа), и составляет $1,8\text{—}2,5 \cdot 10^{-9}$. Для пар трения с исходным покрытием характерны более длительные периоды приработки, стабилизации температуры и достижения равновесной шероховатости поверхностей трения, чем для модифицированных покрытий. Фрикционное взаимодействие трибосопряжений без модифицирующих пленок характеризуется большим коэффициентом трения, который в начальный период испытаний составляет 0,2. Для пар трения с покрытиями, модифицированными Ga–In, суммарный износ за период приработки оказался в 1,5—2 раза меньше, чем у пар трения с немодифицированными покрытиями. Максимальная нагрузочная способность наблюдалась для пар трения с пленками из эвтектики Ga–In и составила 5 МПа. Более высокие триботехнические характеристики покрытий, модифицированных Ga–In, обусловлены тем, что они позволяют сосредоточить деформации в тонком слое пластифицированной основы металла и обеспечить положительный градиент механических свойств на поверхности. Установлено, что характер и интенсивность абразивного изнашивания покрытий системы Ni–Cr–B–Si определяется количеством и распределением твердых боридов хрома и карбидоборидных соединений по глубине упрочненной зоны.

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ БИОПОЛИМЕРА И СЛОИСТОГО СИЛИКАТА

Н.Е. Кочкина, В.А. Падохин

Институт химии растворов РАН, Иваново, Россия

Крахмал — природный полисахарид, характеризуемый низкой стоимостью, биоразлагаемостью, технологичностью. Поэтому крахмал и его производные в настоящее время рассматриваются как полимерная основа в композиционных пластиках различного назначения. Для придания композитам на базе крахмала гидрофобности, высокой прочности и термостойкости обычно используют прием смешения биополимера с синтетическими ВМС. Однако это снижает экологическую безопасность целевого продукта и удорожает его.

Более перспективным путем получения высококачественных крахмальных биоразлагаемых пластмасс является добавление к биополимеру небольшого количества слоистого силиката — монтмориллонита (ММТ), эксфолиированного до монослоев толщиной ~ 1 нм.

Существует целый ряд работ, направленных на создание высокоэффективных способов получения нанокompозитов на основе крахмала и ММТ. Основной недостаток предлагаемых технологий заключается в значительных затратах времени и энергии на диспергирование ММТ и его смешение с биополимерной матрицей.

В настоящей работе процесс получения наноматериалов на основе нативного или катионного крахмала и ММТ интенсифицирован с помощью роторно-импульсного устройства комбинированного принципа действия (РПУ). РПУ является высокоэффективным диспергатором и теплогенератором, что обуславливает целесообразность его использования в качестве энергосберегающего реактора для получения нанокompозитов.

Показано, что кратковременная предварительная активация суспензии ММТ в РПУ позволяет снизить средний арифметический диаметр частиц минерала с 5.58 до 0.68 мкм.