

Физико-механические свойства композитов

Состав	Предел прочности при растяжении, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа
Смесь ПЭВД/ПЭНД первичные без наполнителя	25	126
Смесь ПЭВД/ПЭНД первичные+1,5 % SiO ₂	38	254
Смесь ПЭВД/ПЭНД вторичные без наполнителя	21	188
Смесь ПЭВД/ПЭНД вторичные+1,5 % SiO ₂	36	201

Анализ свойств композитов показывает, что введение нанодисперсного диоксида кремния в смесь вторичных полиолефинов повышает их механическую прочность на 71%, а введение того же диоксида в смесь первичных полимеров увеличивает прочность только на 52%. Это обусловлено появлением во вторичных полиолефинах вследствие окислительных и механодеструкционных процессов при их переработке гидроксильных, перекисных, карбонильных и эфирных групп, которые обеспечивают взаимодействие, между окисленными фрагментами макромолекул полиолефинов и частицами диоксида кремния.

Aleksandr Zlotnikow
(Belarus)

MIKRO-ARK OKSIDLEŞDIRMEGIŇ USULY BILEN ALNAN KERAMIKI ÖRTÜKLERIŇ ANTIFRIKSION MÜMKINÇILIKLERINI ÝOKARLANDYRMAK

Işde Mikroduga okislenme usuly (MDO) bilen alýumin splawlarynda alnan keramik üstleriň sürtülmä garşy häsiýetlerini ýokarlandyrmagyň ýollaryna garalyp geçilýär. Keramiki üstleriň sürtülmesini peseltmegiň iki sany usuly teklipl edildi – esasyň düzümine mineral ýaglary siňdirmek, şeýle hem gury çalgylaryň böleklerini özünde saklaýan elektrolitlerde MDO geçirmek ýoly bilen. Mineral ýagy siňdirmegiň keramiki üstleriň sürtülme koeffisiýetini 5 esseden hem köpräk temperaturanyň peselmeginiň hasabyna peseldýändigini kesgitlenildi. Üstleri öňi syra işjeň maddalar bilen işlemek bu görkezijileri has hem ýokarlandyryar. Keramik

üstleriň sürtülmä garşy häsiýetlerini ýokary götermegiň ikinji usuly hökmünde gaty çalgylaryň bölejiklerini MDO ornaşdyrmak bilen derňeldi. Gaty çalgylary baza elektrolitine ornaşdyrmak sürtülme koeffisiýentiniň has peselmegine getirýändigini ýüze çykaryldy. Geçirilen derňewler keramik üstleriň sürtülmä garşy häsiýetlerini mundan beýläk hem ýokarlandyrmaga we alýuminiý splawlarynyň sürtülme üstýüzünde ulanylmagyna mümkinçilik berýär.

Aleksandr Zlotnikov
(Belarus)

IMPROVING ANTI-FRICTIONAL PROPERTIES OF CERAMIC COATINGS OBTAINED BY THE METHOD OF MICRO-ARC OXIDATION

The paper considers ways to increase the antifriction properties of ceramic coatings obtained on aluminum alloys by the method of micro-arc oxidation (MAO). Two methods of reducing the friction coefficient of ceramic coatings have been proposed by impregnation in compositions based on mineral oils, as well as by carrying out MAO in electrolytes containing particles of dry lubricants. It has been established that impregnation with mineral oil makes it possible to reduce the friction coefficient of ceramic coatings by more than 5 times and, as a consequence, to reduce the temperature in the friction zone. Pre-treatment of the coating with surfactants further improves this performance. As a second method for increasing the anti-friction properties of ceramic coatings, the possibility of introducing solid lubricant particles-zinc oxide, colloidal graphite and molybdenum disulfide- into the coating material from electrolyte during MAO was investigated. It was found that the introduction of solid lubricant particles into the base electrolyte leads to a significant decrease in the friction coefficient, which can be explained by the direct introduction of lubricant particles into the coating material. The studies carried out open up possibilities for further improving the antifriction properties of ceramic coatings and expanding the areas of application of aluminum alloys in friction units.

ПОВЫШЕНИЕ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Применение алюминиевых сплавов в узлах трения ограничено из-за их низкой твердости и износостойкости. Одним из путей устранения этих недостатков является формирование на поверхности деталей из алюминиевых сплавов оксидно-керамических покрытий методом микродугового оксидирования (МДО). Общим недостатком таких керамических покрытий является высокий коэффициент трения, так как их основной компонент – кристаллический оксид алюминия $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ является абразивным материалом. Поскольку получаемые методом МДО керамические покрытия имеют заметную микропористость, были изучены возможности придания покрытиям антифрикционных свойств их пропиткой в составах на основе минеральных масел, а также путем проведения МДО в электролитах, содержащих частицы сухих смазок.

Покрытия наносили на образцы из алюминиевой фольги марки АД1 толщиной 100 мкм. В качестве электролита для проведения процесса МДО был выбран водный раствор включающий, г/л: гидроксид калия 3,5-5,0 и натриевое жидкое стекло 40-80. Процесс осуществляли с использованием промышленного переменного тока частотой 50 Гц при плотности тока около 6 А/дм², которую поддерживали плавно, повышая напряжение до 280-320 В по мере роста толщины покрытия. Толщина получаемых покрытий составляла 50-60 мкм.

Для пропитки образцы с покрытием погружали в минеральное масло марки И-20А и выдерживали при температуре 100-120°С в течение 1 часа. За это время масло заполняло поры керамического покрытия. Затем образцы извлекали из масла и удаляли с поверхности остатки масла. Для усиления смачиваемости и повышения степени пропитки покрытия минеральным маслом применяли предварительную обработку поверхности покрытия водным раствором поверхностно-активного вещества (ПАВ). Обработку осуществляли путем окунания детали с покрытием в 1-3% водный раствор ПАВ с последующей сушкой при температуре 100-110°С. В качестве ПАВ использовали препараты «Эмульфор» (эфир олеиновой кислоты и триэтаноламина) и «ОП-7» (смесь полиэтиленгликолевых эфиров моно- и диалкилфенолов). Влияние пропитки покрытий на их антифрикционные свойства показывает табл. 1.

Таблица 1.

Влияние пропитки маслом И-20А на свойства покрытий

Показатель	Без пропитки	С пропиткой маслом	С пропиткой маслом+ПАВ
Коэффициент трения	0,65	0,30	0,26
Температура в зоне трения, °С	70	40	30

Как следует из приведенных данных, пропитка минеральным маслом позволяет снизить коэффициент трения керамических покрытий более чем в 2 раза и, как следствие, снизить температуру в зоне трения. Предварительная обработка покрытия ПАВ еще более улучшает эти показатели.

В качестве второго способа повышения антифрикционных свойств керамических покрытий исследовано введение в материал покрытия из электролита при МДО частиц твердых смазок: графит коллоидный, оксид цинка и дисульфид молибдена в количестве 2–5 г/л. Влияние указанных добавок на коэффициент трения керамических покрытий иллюстрирует табл. 2.

Таблица 2.

Влияние добавок твердых смазок на свойства покрытий

Тип добавки	Коэффициент трения
Без добавки	0,60-0,65
ZnO	0,42-0,45
Графит	0,38-0,40
MoS ₂	0,30-0,32

Как следует из данных табл. 2, введение частиц твердых смазок в базовый электролит приводит к значительному снижению коэффициента трения, что можно объяснить непосредственным внедрением частиц смазок в материал покрытия. Наилучший эффект достигается при использовании графита и дисульфида молибдена. Проведенные исследования открывают возможности дальнейшего повышения антифрикционных свойств керамических покрытий и расширения областей применения алюминиевых сплавов в узлах трения.