

В ходе проведенных исследований установлено, что импульсный электролиз сплава медь-олово позволяет расширить рабочий интервал плотностей тока для получения покрытий заданного состава и с высокими защитно-декоративными свойствами.

Е.С. Соболева,  
А.А. Павлов,  
Д.О. Губанова

Ярославский государственный технический университет, Ярославль

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВЫХ ПОКРЫТИЙ, ИМЕЮЩЕМ В СВОЕМ СОСТАВЕ ФТОРОПЛАСТ**

Повышение износостойкости и антифрикционных свойств деталей машин и механизмов путем нанесения электрохимических покрытий общеизвестно, и с давних пор находит широкое применение в машиностроении и приборостроении. Создание композиционных электрохимических покрытий (КЭП) является одним из актуальных направлений современной гальванотехники. Принцип получения КЭП основан на том, что вместе с металлами из электролитов-суспензий соосаждаются дисперсные частицы различных размеров и видов. Включаясь в покрытия, частицы существенно улучшают их эксплуатационные свойства (твердость, износостойкость, коррозионную устойчивость) и придают им новые качества (антифрикционные, магнитные, каталитические). Благодаря этому КЭП находят широкое применение в различных отраслях промышленности [1]. Особенно возрос интерес к фторированным полимерным материалам.

Поэтому данные исследования посвящены разработке антифрикционных никельфторопластовых покрытий, полученных из разработанных электролитов-суспензий, содержащей в качестве второй фазы полимерную составляющую, а именно, фторопластовый порошок (сополимер тетрафторэтилена, имеющей структурную формулу  $(CF_2 - CF_2 - )_n - ( - CH_2 - CH_2 - )_m$ ) Фторопласт-40 – частично фторированный полимер. Обладает рядом уникальных свойств[2]. Для нанесения никельфторопластовых покрытий готовили суспензии на основе сополимера тетрафторэтилена с этиленом, диспергированного в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ) и сульфатно-хлоридного электролита никелирования Уоттса, при этом в него вносили расчетное количество фторопласта  $100 \text{ г/дм}^3$

и осуществляли диспергирование на механической мешалке EP-10 в течение одного часа.

Концентрация компонентов в сульфатно-хлоридном электролите никелирования Уоттса составляла, г/дм<sup>3</sup>:

NiSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O – 200 – 250; NiCl<sub>2</sub>×6H<sub>2</sub>O – 25 - 30; H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> – 25 – 30;  
Условия pH = 4,5 – 5,5; t = 20 - 25°C.

Проводили предварительную обработку.

Состав раствора обезжиривания для стальных деталей, г/дм<sup>3</sup>:

NaOH – 30-50; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 20-35; Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>·12H<sub>2</sub>O – 30-50;

Состав раствора электрохимического активирования стальных деталей:

NiCl<sub>2</sub>×6H<sub>2</sub>O – 200-250 г/дм<sup>3</sup>

HCl – 70-85 мл/дм<sup>3</sup> (плотность ρ = 1,19 г/см<sup>3</sup>)

i<sub>к</sub> = 2 -3 А/дм<sup>2</sup>, τ = 3 – 5 мин, t = 15 - 25 °С.

И затем проводили нанесение композиционного никельфторопластового покрытия на предложенных образцах для испытание их на трение. Режимы осаждения (плотность тока 1 А/дм<sup>2</sup>, времени электроосаждения 60 минут, толщина покрытия 60-70 мкм).

Оценка коэффициента трения на "ЧМТ-1" при исследовании антифрикционных покрытий производится по методу тарированного датчика линейных перемещений.

Тогда коэффициент трения это отношение момента трения на произведение осевой нагрузки и среднего диаметра кольца износа

$$\mu = \frac{M_{тр}}{N \cdot d_{ср}}$$

Согласно вышеуказанной формуле в результате испытаний антифрикционных покрытий при определенной нагрузке равной 50 килограмм, получили следующие данные: в таблице 1 результаты по исследованию коэффициента трения сталь по стали, в таблице 2 результаты по исследованию коэффициента трения сталь по никельфторопластовому покрытию

**Таблица 1 – Результаты по исследованию коэффициента трения сталь по стали**

Нагрузка, г	Перемещение, мм	Нагрузка, г	Момент трения, г*мм	Коэффициент трения
50000	9,95	200,7112	15675,54472	0,24

**Таблица 2 – Результаты по исследованию коэффициента трения  
сталь по никельфторопластовому покрытию.**

Нагрузка, г	Перемещение, мм	Нагрузка, г	Момент трения, г*мм	Коэффициент трения
50000	5,95	126,7272	9897,39432	0,015

Как видно, из экспериментальных исследований никельфторопластовые покрытия имеют низкий коэффициент трения.

В рамках работы данные антифрикционные покрытия предполагается использовать в кинематических парах топливного насоса высокого давления ТНВД, нагрузка в которых порядка 50 килограмм/мм<sup>2</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сайфуллин Р.С. Композиционные покрытия и материалы. М., «Химия», 1977.

2. Энциклопедия полимеров. Ред. Коллегия: В.А. Кабанов (глав. ред.) [и др.] Т.3- м., «Советская энциклопедия», 1977. (Энциклопедия. Словари. Справочники). Т.3 П-Я. 1977. 1152 стб. с илл.

УДК 669.721.5

И.А. Козлов, С.С. Виноградов, д-р техн. наук  
ФГУП «ВИАМ», Москва

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Широкому применению плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) магниевых сплавов препятствуют: высокие энергозатраты, сложность получения стабильного качества покрытия на одном и том же сплаве с различной термической обработкой, низкие защитные свойства ненаполненного ПЭО покрытия при толщинах менее 40 мкм.

В связи с этим проведён комплекс исследований, направленных на разработку энергетически эффективной технологии модифицирования поверхности методом плазменного электролитического оксидирования на примере наиболее распространённого магниевого сплава МЛ5, включающей