

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2019-6-4-7>

## ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16

*Рощин М.Н.*

**Ключевые слова:** износ, износостойкость, испытания, порошковый материал, газотермическое покрытие, нагрузка, контактное давление.

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы повышения износостойкости алюминиевого сплава путем нанесением газотермических покрытий. Обоснован метод ускоренных испытаний на износ. Проведены износостойкие испытания плазменных покрытий из перспективных порошковых материалов, а также образцов из алюминиевого сплава Д16. Газотермическое покрытие ПН55Т45 по износостойкости превосходит сплав Д16 более чем в 30 раз.

## INCREASE OF WEAR RESISTANCE OF PARTS MADE OF ALUMINUM ALLOY D16

*Roshchin M.N.*

**Keywords:** wear, wear resistance, testing, powder material, thermal coating, load, contact pressure.

**Abstract.** The paper deals with the issues of improving the wear resistance of aluminum alloy by applying thermal coatings. The method of accelerated wear tests is justified. Wear-resistant tests of plasma coatings made of advanced powder materials, as well as samples of aluminum alloy D16. Thermal spray coating ПН55Т45 wear resistance is superior to that of alloy D16 is more than 30 times.

Изделия из алюминиевых сплавов широко применяются в различных отраслях промышленности, в частности, в машиностроении, судостроении, авиа- и ракетостроении, сельскохозяйственном машиностроении. Алюминиевые сплавы имеют преимущества перед многими конструкционными материалами: легкость обработки, низкая плотность, приемлемые прочностные характеристики. Однако их низкая стойкость к износу, особенно сплавов, содержащих медь (Д16, В95), и механическому износу не позволяют их применять без модификации поверхности.

Применение алюминиевых сплавов в узлах трения различного оборудования дает большой положительный эффект, а также позволяет улучшить технические и эксплуатационные характеристики машин и агрегатов за счет снижения их массы и динамических нагрузок.

Одной из таких задач является повышение износостойкости деталей из алюминиевых сплавов, работающих в среде абразивного износа.

Целью настоящей работы является повышение износостойкости алюминиевого сплава Д16 путем нанесения газотермических покрытий.

Для проведения эксперимента были изготовлены образцы из сплава Д16. Нанесение газотермических покрытий проводилось на установке УПУ-3Д, с использованием плазмотрона конструкции ИМАШ РАН мощностью до 40кВт, обеспечивающий скорость истечения 0,7-0,8 М, при энтальпии  $1,3 \times 10^7$  дж/кг. К.П.Д. составляет не менее 0,7. Угол раскрытия

газодисперсного потока не более  $3...5^0$  при производительности по порошковому материалу  $5...8$  кг/час.

Плазменное нанесение покрытий накладывает требования по выбору гранулометрического состава порошковых материалов с возможностью обеспечения безградиентного нагрева и последующего плавления частиц. Под определенные параметры плазмы рассчитывается гранулометрический состав порошкового материала. Так например, для аргоно-азотной плазмы с энтальпией  $i=10^7$  дж/кг диаметры частиц должны находиться в диапазоне  $20...60$  мкм. Нижний предел гранулометрического состава порошка может быть получен из рассмотрения градиентного потока вблизи преграды, а также из решения системы уравнений описывающих процесс инъекции порошка в плазму. Порошковый материал должен обладать хорошей сыпучестью, в противном случае его не удастся подать в плазму. Для мелких фракций или материалов с небольшим удельным весом форма частиц должна быть близка к сферической.

В настоящее время промышленность выпускает достаточно широкую номенклатуру порошковых материалов, пригодных для получения износостойких покрытий. Большое распространение получили покрытия из порошков интерметаллидного класса: ПТ65Ю35, ПН70Ю30, ПН55Т45, ПН88Т12, ПН85Ю15 и др. Износостойкость материала пары трения зависит от многочисленных факторов, например нагрузки, шероховатости и твердости поверхности, скорости скольжения, условий смазки, температуры и др.

При выборе перспективных порошковых материалов для повышения износостойкости алюминиевых деталей из очень широкой номенклатуры порошковых материалов для газотермического напыления необходимо иметь экспресс-метод для анализа износостойкости плазменных покрытий из них. В противном случае, если моделировать натурные условия работы реальных трибосопряжений, учитывая достаточно большую длительность испытаний на износ, выбор наиболее подходящих порошковых материалов или композиций на их основе, механические смеси, является задачей технически очень трудной, длительной и дорогостоящей. В связи с этим определение методики ускоренного испытания покрытий на износ на лабораторных машинах трения является принципиальной задачей.

Из многочисленных методов ускоренных испытаний наибольшей оперативностью обладает метод испытаний, в котором плоский образец истирается эталонным диском с подачей абразива в зону трения [1]. Чтобы исключить влияние материала контртела на результаты сравнительных испытаний, истирающий диск выполнен из резины. При этом виде испытаний поверхность трения постепенно увеличивается, изменяется число абразивных частиц одновременно находиться на поверхности трения и воспринимать нагрузку. Поэтому сравнивать можно результаты испытаний проведенных только в идентичных условиях.

Испытания на износостойкость нанесенных покрытий проводилось по методу ускоренных испытаний на машине трения типа Бринелля-Хаворта [2].

Образцы имели прямоугольную форму 10x20x90мм. Изнашивание испытуемого образца материала происходило при трении его о резиновый диск, контактное давление между которыми было равно 1 МПа. В зону трения подавался предварительно просушенный в печи абразив. Окружная скорость резинового диска в зоне контакта с испытуемым образцом составляла 2,5 м/с. Время испытаний составляло 30 мин. В результате испытаний измерялся весовой износ образцов  $\Delta G$  на аналитических электронных весах Shinko Vibra HTR-220 CE, производитель: Shinko Vibra, Япония, т.е. разница веса образцов до и после испытаний, который пересчитывался на объемный износ  $\Delta V = \Delta G / \rho$ , где  $\rho$  – удельный вес материала или покрытия. Пересчет на объемный износ обязателен, т.к. основным показателем изнашивания натуральных деталей является изнашивание линейных размеров. Для оценки эффективности поверхностного упрочнения образца принимается коэффициент износостойкости  $K = \Delta V_s / \Delta V$ , где  $\Delta V_s$  – объемный износ штатного образца из материала Д16,  $\Delta V$  – объемный износ испытуемого образца [3].

Исследовалась износостойкость образцов из материала Д16 на машине трения типа Бринелля-Хаворта. Результаты сравнительных испытаний приведены на рис.1.

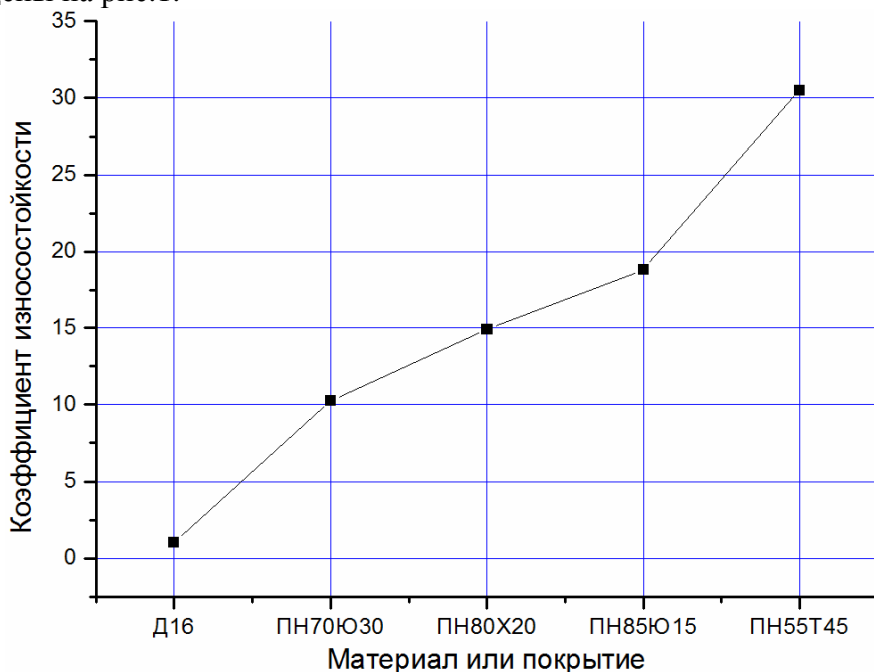


Рис. 1. Коэффициент износостойкости материалов и покрытий

### Выводы

Проведены износостойкие испытания плазменных покрытий из перспективных порошковых материалов, а также образцов из алюминиевого сплава Д16. Газотермическое покрытие ПН55Т45 по износостойкости превосходит сплав Д16 более чем в 30 раз.

### Список литературы

1. Рощин М.Н. Повышение износостойкости деталей из алюминиевого сплава намоточного оборудования // Современные тенденции развития естествознания и технических наук сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2018. С. 225-228.
2. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Исследование изнашивания металлов. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 351 с.
3. Лаптева В.Г., Алисин В.В., Куксенова Л.И. и др. Зависимость изнашивания керамики от состава наноструктурных порошков ЧСЦ // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2011. № 2. С. 50-54.

### References

1. Roshchin M.N. Improving the wear resistance of parts made of aluminum alloy winding equipment // Current trends in the development of natural science and engineering collection of scientific papers on the materials of the International scientific-practical conference. 2018. P. 225-228.
2. Khrushchev M.M., Babichev M.A. Research of wear of metals. M.: Published in the USSR Academy of Sciences, 1960. 351 p.
3. Lapteva V.G., Alisin V.V., Kuksenova L.I. et al. Dependence of wear of ceramics on the composition of nanostructured powders of CHSC // Problems of mechanical engineering and reliability of machines. 2011. No. 2. P. 50-54.

<p><b>Рощин Михаил Николаевич</b> – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт машиноведения им. А.А.Благонравова Российской академии наук, Россия, г.Москва, Roschin50@yandex.ru</p>	<p><b>Roshchin Mikhail Nikolaevich</b> – candidate of technical sciences, leading researcher, Institute of mechanical engineering named A.A. Blagonravov of Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow, Roschin50@yandex.ru</p>
---	--

*Received 11.03.2019*