

УДК: 621.793

ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ ПОЛУЧЕННЫХ НАПЫЛЕНИЕМ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Серов Никита Вячеславович, канд.техн.наук, доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.serov@rgau-msha.ru

***Аннотация:** В приведенной ниже работе были проведены исследования, направленные на выявление трибологических свойств покрытий, полученных холодным газодинамическим напылением. В качестве напыляемых материалов использовались порошки марок N3-00-02 (Ni), C-01-11 (Cu) и A-80-13 (Al). Испытания проводились на стенде ИМ-01 с применением плоских образцов. В результате испытаний выявили что износостойкость покрытия из порошка N3-00-02 в 2,51 раза выше эталонного образца из стали 45 и 1,56 раза выше сплава алюминия марки АЛ5. При этом покрытие, полученное из порошка марки C-01-11, имеют в 2,36 раза меньший износ чем эталон. Худший результат показали покрытия из порошка марки A-80-13, их износостойкость в 1,92 раза выше стали 45 и в 1,2 раза выше АЛ5.*

Большинство деталей машин и механизмов применяемых в оборудовании работают в условиях трения. При этом скорость их относительной работы достигает высоких значений. Кроме этого, детали подвергаются как химическим так коррозионным воздействиям, что также отрицательно сказывается на их ресурсе. А попадание абразивных частиц в пары трения в разы сокращает их время работы.

Исходя из вышеперечисленных факторов, воздействующих на пары трения, высокую значимость приобретают технологии позволяющие увеличить ресурс деталей входящих в их состав. Для повышения ресурса применяется множество различных технологий, направленных как на восстановление изношенных деталей, так и технологии упрочнения направленных на повышение эксплуатационных характеристик новых деталей машин [1, 2]. Одним из направлений является химическое воздействие на материал, из которого изготовлены пары трения. Так, например производят легирование сталей хромом и другими металлами, цементацию, азотирование или борирование.

Другим направлением повышения ресурса деталей входящих в состав пар трения является создание покрытий [3], отвечающих предъявленным требованиям, то есть функциональные покрытия [4, 5].

Одно из направлений позволяющих получать функциональные покрытия являются методы напыления [6]. Так одним из перспективных и интересных методов получения покрытий является газодинамическое напыление порошков в твёрдой фазе [7]. Холодное газодинамическое напыление (далее ХГДН) позволяет напылять порошки без их нагрева, а при необходимости температура,

не превышая 200...300 С°. Данный аспект дает возможность создания покрытий на деталях, не терпящих нагрева.

В качестве исследуемых материалов использовались порошки марок N3-00-02 (Основа никель с небольшим добавлением корунда), С-01-11 (Основа медь с добавлением цинка и корунда) и А-80-13 (Основа алюминий с добавлением цинка и корунда). Цинк в порошках улучшает прилипание к поверхности (адгезию или когезию), а корунд не дает соплу забиться порошком прочищая его. Кроме того, корунд повышает износостойкость покрытий.

Напыление осуществлялось на оборудовании порошкового напыления в твердой фазе «ДЕМЕТ 405»

На стенде ИМ-01 проводились испытания износостойкости полученных образцов.

Для проведения испытаний были изготовлены плоские образцы 50x30 мм, толщина которых составляла 4 мм.

Сравнения проводились с эталонными образцами из стали 45 и алюминиевого сплава АЛ5. Эталонны имеют те же размеры что и опытные образцы. Твердость эталона из стали 45 180 НВ, а из АЛ5 75 НВ.

В качестве абразива выступает кварцевый песок с размером фракции 0,25 мм. Давление, оказываемое на образцы, составляет 0,33 МПа. Испытания проводятся при 115 мин⁻¹ с средним расходом 7 грамм абразива попеваемого в зону трения за минуту.

Таблица 1

Результаты испытаний на износостойкость на установке ИМ-01

Материал	Образец	t, мин	m _{до} , Г	m _{после} , Г	Δm _{уд}	Δv _{уд}	ε	εv
С-01-11	1	30	64.8932	64,8747	0.000328	0.036767	2.36	2.69
	2	30	65,782	65.7608				
N3-00-02	1	30	58.6062	58.5968	0.000308	0,034636	2,51	2,86
	2	30	58,2129	58,2038				
А-80-13	1	30	59.5353	59.5206	0.000403	0.149454	1.92	0,66
	2	30	59.4323	59,4228				
А15	1	30	8.8699	8.8554+	0.000483	0.179097	1,60	0.55
Сталь 45	—	—	—	—	0.000775	0.099029	1	1

Расчет износостойкости образцов рассчитывали по формуле:

$$\Delta m_{уд} = (m_{до} - m_{после})/t \quad (1)$$

где $m_{до}$ – масса до, $m_{после}$ – масса после, t – время проведения испытаний.

В следствии того, что разные металлы и сплавы используемые в деталях машин имеют разную плотность, то следовательно сравнивать их массу и износ затруднительно. В данном случае в приведенной работе наиболее целесообразным является сравнение не массы образцов, а плотности материалов, из которых они изготовлены ($\Delta v_{уд}$).

$$\Delta v_{уд} = \Delta m_{уд} / \rho 1000, \quad (2)$$

где ρ - плотность материала, кг/м³ (Алюминий - 2698; Медь - 8930; Никель - 8902; сталь 45 - 7826).

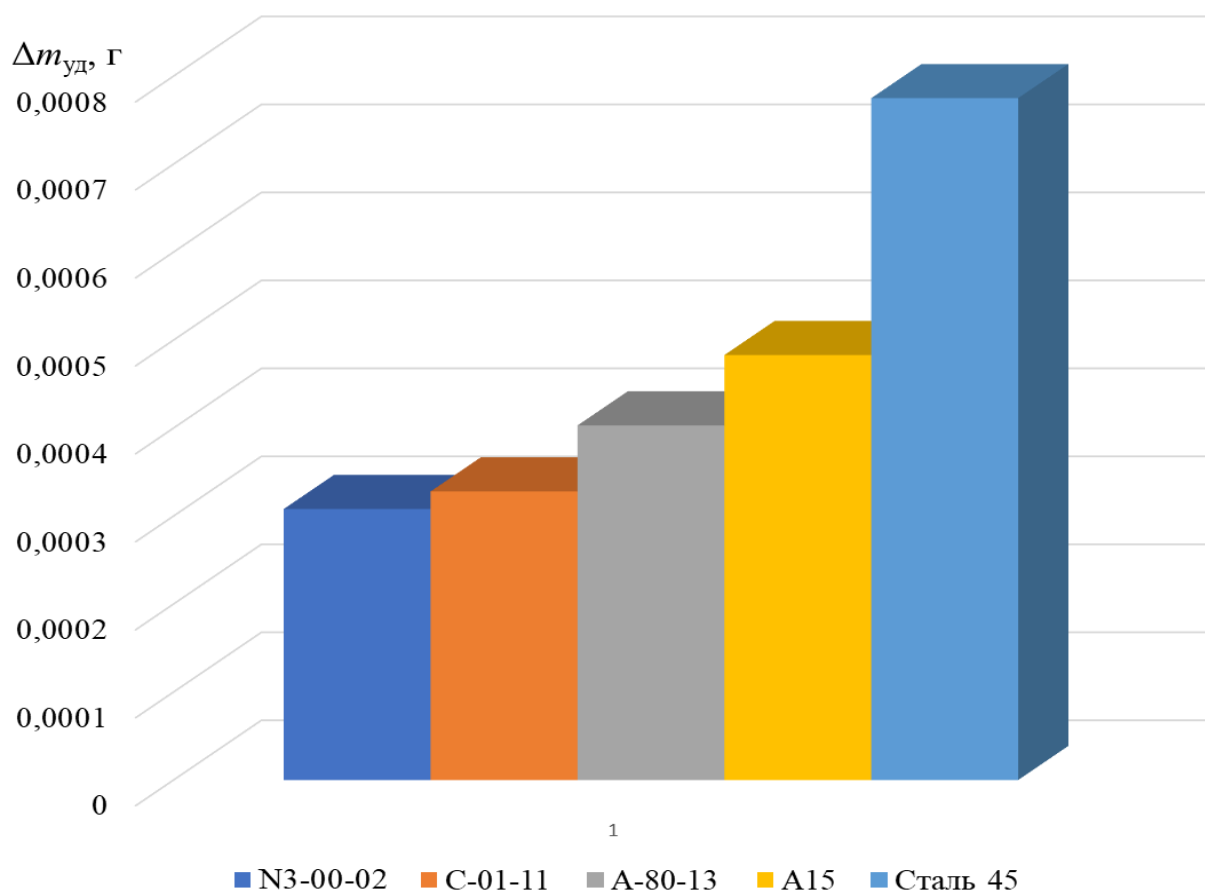


Рис. 1 Изменение массы образцов за время испытаний

В результате проведения испытаний были получены следующие коэффициенты трения представленные в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты трения полученные в результате испытаний

Порошок марки	N3-00-02	C-01-11	A-80-13
f	0.27	0.29	0,29

Так в результате испытаний, проведенных в данном исследовании (Рис.1) выявлено что, износостойкость покрытия из порошка N3-00-02 в 2,51 раза выше эталонного образца из стали 45 и 1,56 раза выше сплава алюминия марки АЛ5. При этом покрытие, полученное из порошка марки С-01-11, имеют в 2,36 раза меньший износ чем эталон. Худший результат показали покрытия из порошка марки А-80-13, их износостойкость в 1,92 раза выше стали 45 и в 1,2 раза выше АЛ5.

Библиографический список

1. Патент № 2605259 С2 Российская Федерация, МПК В23Р 6/00, А01В 15/04. Способ восстановления и упрочнения рабочих органов

сельскохозяйственных машин : № 2015113931/02 : заявл. 15.04.2015 : опубл. 20.12.2016 / Н. В. Серов, А. В. Серов, П. И. Бурак ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева" (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева). – EDN WOUERB.

2. Утилизация отходов инструментального и машиностроительного производства электроконтактной приваркой / Р. А. Латыпов, П. И. Бурак, А. В. Серов, Н. В. Серов // Доклады ТСХА : Материалы международной научной конференции, Москва, 05–07 декабря 2017 года. Том Выпуск 290, Часть 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – С. 207-209. – EDN UPQAHQ.

3. Критерий возможности использования компактных материалов для получения функциональных покрытий электроконтактной приваркой на цилиндрические поверхности / А. В. Серов, П. И. Бурак, Р. А. Латыпов, Н. В. Серов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 1(83). – С. 52-58. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-1-52-58. – EDN YPMТТС.

4. Методика назначения оптимальных режимов электроконтактной приварки / А. В. Серов, Н. В. Серов, П. И. Бурак, В. М. Соколова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2019. – № 6(94). – С. 35-39. – DOI 10.34677/1728-7936-2019-6-35-39. – EDN ZBWHAZ.

5. Developing and Testing the Air Cooling System of a Combined Climate Control Unit Used in Pig Farming / I. Yu. Ignatkin, S. Kazantsev, N. A. Shevkun [et al.] // Agriculture. – 2023. – Vol. 13, No. 2. – P. 334. – DOI 10.3390/agriculture13020334. – EDN ZJWUMP.

6. Серов, А. В. Исследование возможности применения холодного газодинамического напыления при заделке отверстий радиаторов охлаждения / А. В. Серов, П. И. Бурак, Н. В. Серов // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 12. – С. 38-41. – EDN YQZJBR.

7. Бурак, П. И. Дефекты радиаторов охлаждения автотранспортных средств, способы их предотвращения и ремонт / П. И. Бурак, А. В. Серов, Н. В. Серов // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов. – Москва : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2012. – С. 45-50. – EDN YJHХN.