

УДК 621.791.92 : 621.81

## **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ВИНТОВЫХ НАСОСОВ КОМБИНИРОВАННЫМИ МЕТОДАМИ УПРОЧНЕНИЯ**

**А.В. Миранович, канд. техн. наук, доцент,**

**А.А. Косак, магистрант,**

**Д.Е. Афанасенко, аспирант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* В работе выполнено исследование износостойкости поверхностей эксцентриковых винтовых насосов, упрочненных комбинированной обработкой.

*Abstract:* The presents a study of the wear resistance of surfaces of eccentric screw pumps strengthened by combined treatment.

*Ключевые слова:* эксцентриковый винтовой насос, композиционный ферромагнитный порошок, износостойкость, производительность процесса.

*Keywords:* Eccentric screw pump, composite ferromagnetic powder, wear resistance, process performance.

Основной причиной выхода из строя эксцентриковых винтовых насосов используемых для непрерывной, равномерной и дозированной перекачки вязких жидкостей с высоким содержанием абразивных частиц (песок, железный колчедан, уголь и др.) является износ рабочих поверхностей ротора (эксцентрикового шнека) [1, 2]. При этом абразивный износ ротора возникает вокруг линии уплотнения насоса в результате контакта твердых частиц с винтовой поверхностью эксцентрикового шнека [2]. Одним из рациональных способов упрочнения контактных поверхностей ротора эксцентрикового винтового насоса является комбинированная обработка (КМО), реализуемая на одном технологическом оборудовании, посредством магнитно-электрического упрочнения (МЭУ) с электро-механической обработкой (ЭМО) и последующей финишной обработкой – шлифованием [3, 4]. В работе с целью обеспечения износостойкости поверхностей рабочих органов эксцентриковых винтовых насосов и производительности КМО проведены исследования с применением метода на основе многопараметрической оптимизации режима КМО с использованием детерминированного и стохастического подходов [5, 6].

В качестве параметров оптимизации КМО рабочих поверхностей взяты следующие параметры: относительная износостойкость

покрытия ( $\varepsilon$ ) и производительность процесса (приращение массы наносимого покрытия) КМО ( $Q$ ). Испытания износостойкости образцов с покрытиями, полученными КМО и обработанных при оптимальных условиях и режимах процессов, проводились на машине трения СМЦ-2 по стандартной методике по схеме «диск-колодка» при сравнительной оценке износостойкости покрытий из композиционных ферромагнитных порошков (КМП) Н70Х17С4Р4 и ПР10Р6М5 при трении скольжения.

Независимыми переменными приняты следующие факторы: плотность тока  $i$ , А/мм<sup>2</sup>; скорость подачи  $S$ , мм/об; окружная скорость заготовки  $V$ , м/с; концентрация абразивных частиц в жидкости  $K_{\text{ч}}$ ; величина рабочего зазора  $\delta$ , мм. Постоянными взяты факторы: магнитная индукция в рабочем зазоре  $B = 0,8$  Тл; размер зерен композиционного порошка  $\Delta = 240 - 320$  мкм; расход рабочей жидкости  $q = 2,3 \cdot 10^{-3}$  дм<sup>3</sup>/(с·мм<sup>2</sup>); давление накатника  $P = 1,0$  КН; рабочее тело накатника (шарик радиусом 6,0 мм); СОЖ – 5%-й раствор товарного эмульсола Э2 в воде.

Экспериментальные исследования проводили на образцах из стали 08Х13 (ГОСТ 5632-2014), представляющих собой кольца с наружным диаметром 40,0 мм, внутренним – 16,0 мм и высотой 12,0 мм. В результате выполненных экспериментов с применением центрального композиционного ротатбельного униформ-плана получены математико-статистические модели, устанавливающие зависимости параметров оптимизации от технологических факторов КМО.

Установлено, что по степени влияния на относительную износостойкости упрочняемой поверхности  $\varepsilon$  – в ряд  $Y_1 = \varepsilon: i \rightarrow V \rightarrow K_{\text{ч}} \rightarrow S \rightarrow \delta$ , а по производительность процесса  $Q$  технологические режимы КМО можно выстроить в ряд  $Y_2 = Q: V \rightarrow S \rightarrow i \rightarrow K_{\text{ч}} \rightarrow \delta$ , а Анализ зависимостей показал, что условия оптимальности для наиболее значимых факторов  $V$ ,  $S$ ,  $K_{\text{ч}}$  и  $i$  ( $0,05 < V < 0,06$  м/с;  $0,18 < S < 0,28$  мм/об;  $0,028 < K_{\text{ч}} < 0,584$  г/см<sup>3</sup> и  $1,7 < i < 1,9$  А/мм<sup>2</sup>) позволяют обеспечить стабильность процесса КМО с производительностью в пределах 212,9–225,3 мг/мин и относительной износостойкостью покрытий в пределах 1,8 – 2,5. Также определены оптимальные режимы процесса КМО композиционных ферромагнитных порошков (таблица) с использованием обобщенной функ-

ции желательности Харрингтона методом спирального покоординатного спуска.

Таблица – Оптимальные режимы комбинированной обработки МЭУ с ЭМО

Материал КМП	Оптимальные значения факторов				
	$i$ , А/мм <sup>2</sup>	$S$ , мм/об	$V$ , м/с	$K_{\text{ч}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\delta$ , мм
H70X17C4P4	1,85	0,181	0,053	0,348	1,55
ПР10Р6М5	1,91	0,212	0,051	0,316	1,50

В результате экспериментальных исследований износостойкости покрытий, полученных комбинированной обработкой МЭУ с ЭМО композиционными порошками, установлено, что по сравнению со сталью 08X13 наибольшей износостойкостью при трении скольжения обладают покрытия из порошка H70X17C4P4 (выше в 2,2–2,5 раза), для порошка ПР10Р6М5 – выше в 1,8–2,3 раза.

#### Список использованной литературы

1. Балденко, Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины. т. 1: Одновинтовые насосы. / Д.Ф. Балденко и др. – М. : ИРЦ Газпром, 2005. – 486 с.
2. Козорез, А.С. Повышение надежности погружных скважинных электронасосных агрегатов применением новых материалов и износостойких покрытий / А.С. Козорез и др. – Минск: Народная книга, 2008. – 307 с.
3. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск : БГАТУ, 2016. – 236 с.
4. Хейфец, М.Л. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей / М.Л. Хейфец Л.М. – Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.
5. Ящерицын, П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский. – Минск: Вышэйшая школа, 1985. – 236 с.
6. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. – Брянск : БГТУ, 2004. – 271 с.

УДК 621.791.92 : 621.81

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ВИНТОВЫХ ОБЪЕМНЫХ НАСОСОВ

**А.В. Миранович, канд. техн. наук, доцент,**

**А.А. Косак, магистрант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* В работе выполнен анализ и приведена классификация методов повышения износостойкости деталей винтовых объемных насосов.