

УДК 621.791.92 : 621.81

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

А.В. Миронович, 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 износстойкости 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, износстойкость, 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 электромеханической обработкой (ЭМО) и последующей финишной обработкой – шлифованием [3, 4]. В работе с целью обеспечения износстойкости 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 износстойкость

покрытия (ε) 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) H70X17C4P4 и ПР10Р6М5 при трении скольжения.

Независимыми переменными приняты следующие факторы: плотность тока i , A/mm^2 ; скорость подачи S , мм/об ; окружная скорость заготовки V , м/с ; концентрация абразивных частиц в жидкости $K_{\text{ч}}$; величина рабочего зазора δ , мм . Постоянными взяты факторы: магнитная индукция в рабочем зазоре $B = 0,8 \text{ Тл}$; размер зерен композиционного порошка $\Delta = 240 - 320 \text{ мкм}$; расход рабочей жидкости $q = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{мм}^2)$; давление накатника $P = 1,0 \text{ КН}$; рабочее тело накатника (шарик радиусом 6,0 мм); СОЖ – 5%-й раствор товарного эмульсона 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 ротатабельного униформ-плана получены математико-статистические модели, устанавливающие зависимости параметров оптимизации от технологических факторов КМО.

Установлено, что по степени влияния на относительную износостойкость упрочняемой поверхности ε – 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 ($0,05 < V < 0,06 \text{ м/с}$; $0,18 < S < 0,28 \text{ мм/об}$; $0,028 < K_{\text{ч}} < 0,584 \text{ г/см}^3$ и $1,7 < i < 1,9 \text{ A/mm}^2$) 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 ²	S , мм/об	V , м/с	K_u , г/см ³	δ , 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 08Х13 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.