

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	$K_{\text{ч}}$, 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 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.

Abstract: The presents an analysis and classification of methods for increasing the wear resistance of parts of positive displacement screw pumps.

Ключевые слова: винтовой объемный насос, износ, дефект, метод, технология упрочнения и восстановления, износостойкое покрытие.

Keywords: Screw positive displacement pump, wear, defect, method, hardening and restoration technology, wear-resistant coating.

Известно [1, 2], что долговечность деталей винтовых объемных насосов, нашедших преимущественное использование в пищевой и нефтехимической промышленности, определяется их прочностью и износостойкостью. Так, например, винтовые насосы производства компании «Nova Rotors» серий DN (JN, MN и SN) применяются для перекачивания продуктов малой и (или) средней вязкости с твердыми и (или) мягкими включениями (от вина до сметаны, от флокулянтов или коагулянтов до бурового раствора и т.д.).

Преимуществами этих насосов являются: перекачивание продуктов без нарушения их структуры и разрушения включений; обеспечение равномерного потока перекачиваемого продукта; точное регулирование производительности насоса; низкий уровень шума работы насоса.

Вместе с тем, тяжелые условия работы винтовых объемных насосов со значительными пусковыми нагрузками и высокой температурой в рабочей зоне, а также повышенная вязкость жидкости и высокая концентрация абразивных частиц, солей, щелочей, примесей в ней существенно снижают надежность работы деталей насосов. При этом выход из строя винтовых объемных насосов возможен по таким причинам, как качество изготовления, сборки и монтажа, а также механические повреждения и износ рабочих поверхностей основной рабочей пары «ротор-статор» [2, 3].

Данные по распределению дефектов насосов показывают, что более 35 % дефектов – это износ посадочных поверхностей ротора и статора. Исходя из того, что для восстановления этих поверхностей и придания им требуемого комплекса свойств необходимы методы, обеспечивающие высокую твердость, необходимую шероховатость и толщину упрочняемых поверхностей, минимальное термическое влияние на материал основы.

Для этого необходимо выполнить анализ технологий упрочнения и восстановления трущихся поверхностей, определить оптимальный способ обработки типовых деталей винтовых объемных насосов.

Таблица – Примерная классификация технологий упрочнения и восстановления изношенных деталей винтовых объемных насосов

Вид упрочняющей обработки	Метод	Технологический процесс
Упрочнение нанесением покрытий на поверхности	Наплавка легированным металлом	Газопламенная наплавка, электродуговая наплавка, плазменная наплавка, наплавка лазерным лучом, наплавка пучком ионов
	Напыление	Газотермическое напыление, плазменное напыление порошковых материалов, детонационное напыление, электродуговое напыление, лазерное напыление и др.
	Химическое осаждение	Оксидирование, фосфатирование, никелирование, осаждение из газовой фазы, нанесение смазочного материала
	Электрохимическое осаждение	Хромирование, никелирование, борирование, цинкование, меднение, железнение, осаждение электролитических сплавов на основе железа, хрома и др.
	Электрофизические методы	Электроискровое легирование, электроакустическое нанесение покрытий, лазерное легирование, легирование пучком ионов и др.
	Осаждение твердых покрытий из паровой фазы	Термическое испарение тугоплавких соединений, катодно-ионная бомбардировка, электронно-лучевое испарение, электрохимическое испарение
Упрочнение изменением структуры поверхностного слоя	Термическая обработка поверхности	Закалка токами высокой частоты, лазерная закалка, плазменная закалка
	Механическая обработка пластическим деформированием	Накатка, раскатка, дробеструйная обработка, чеканка, вибрационная обработка, обработка взрывом, термомеханическая обработка и др.
	Электрофизическая обработка	Электроимпульсная обработка, электроконтактная, обработка, электроэрозионная обработка, ультразвуковая обработка и др.
Упрочнение изменением энергетического запаса поверхностного слоя	Обработка в магнитном поле	Электромагнитная обработка, обработка в импульсном магнитном поле

В настоящее время известны как традиционные технологии, так и принципиально новые электрофизические, электроннолучевые, лазерные, импульсные и другие, позволяющие получить высоко-

прочные и износостойкие покрытия или слои на различных материалах [4, 5].

Примерная классификация основных технологий упрочняющей обработки металлических поверхностей деталей представлена в таблице.

На основании проведенного анализа технологий упрочнения и восстановления изношенных деталей насосов установлено следующее: современные методы наплавки и упрочнения не могут в полной мере обеспечить формирование бездефектной структуры поверхностных слоев, что значительно снижает основные характеристики деталей – усталостную прочность, жесткость и износостойкость; комбинированная обработка поверхностей посредством нанесения покрытий и последующего поверхностного деформирования позволяет повысить геометрические и физико-механические параметры (шероховатость, пористость, микротвердость и остаточные напряжения), обеспечивающие износостойкость деталей насосов.

Список использованной литературы

1. Восстановление деталей машин : справочник / Ф.И. Пантелеев [и др.] ; под ред. В.П. Иванова. – М. : Машиностроение, 2003. – 672 с.
2. Балденко, Д.Ф. Одновинтовые гидравлические машины. т. 1: Одновинтовые насосы. / Д.Ф. Балденко и др. – М. : ИРЦ Газпром, 2005. – 486 с.
3. 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.
4. Акулович, Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле / Л.М. Акулович и др. – Полоцк : ПГУ, 1999. 240 с.
5. Хейфец, М.Л. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей / М.Л. Хейфец Л.М. – Гомель : ИММС НАНБ, 1999. 276 с.