

УДК 621.521

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БАЗОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ВОДОКОЛЬЦЕВЫХ ВАКУУМНЫХ НАСОСОВ НАПЛАВКОЙ

**Автухов А.К., к.т.н., доцент; Шевченко С.А., к.т.н., доцент;
Цыганкова И.В., аспирант**
*(Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства им. П.Василенко)*

Проанализированы процессы развития отказов водокольцевых вакуумных насосов. Рекомендованы методы диагностирования подшипниковых узлов насосов при эксплуатации по состоянию. Разработан технологический режим восстановления посадочных мест подшипников качения способом наплавки в среде углекислого газа.

Введение. В настоящее время вакуумную технику широко используют в различных отраслях (сельском хозяйстве и переработке сельхозпродукции, деревообработке, металлургии) для осуществления технологических процессов или обеспечения работы производственного оборудования [1–4]. Основным элементом вакуумной системы, как правило, является механический вакуумный насос. В указанных отраслях широкое распространение получили водокольцевые вакуумные насосы простого и двойного действия.

Постановка проблемы. Основные элементы водокольцевых вакуумных насосов работают в коррозионно-активной среде при значительных нагрузках. Такие условия эксплуатации приводят к ускоренному изнашиванию сопряженных поверхностей деталей и узлов. Поэтому проблема обеспечения высокой эксплуатационной надежности насосов и уменьшения производственных издержек, связанных с их восстановлением, является актуальной.

Анализ исследований и публикаций. В ранее выполненных работах [5, 6] выделены следующие процессы и факторы, приводящие к деструкции элементов водокольцевых вакуумных насосов: эрозия, коррозия, кавитация, известковые отложения, динамические нагрузки, износ подшипников, нарушение температурного режима, утечки воды. Типичные неисправности водокольцевых вакуумных насосов и рекомендации по их устранению приведены в [7]. Поскольку суммарные эксплуатационные издержки потребителя содержат и расходы на восстановление работоспособности насосов, то актуальным является совершенствование технологии восстановления изношенных поверхностей методом наплавки.

Цель работы. Целью работы является определение ведущих процессов, приводящих к износу подшипниковых узлов водокольцевых вакуумных насосов, обоснование способа их диагностирования и разработка технологического режима восстановления изношенных поверхностей базовых деталей.

Изложение основного материала.

Типичная конструкция вакуумного насоса простого действия (по подобной схеме выполнены насосы ВВН, НВВ, УВВ), представлена на рисунке 1 [7].

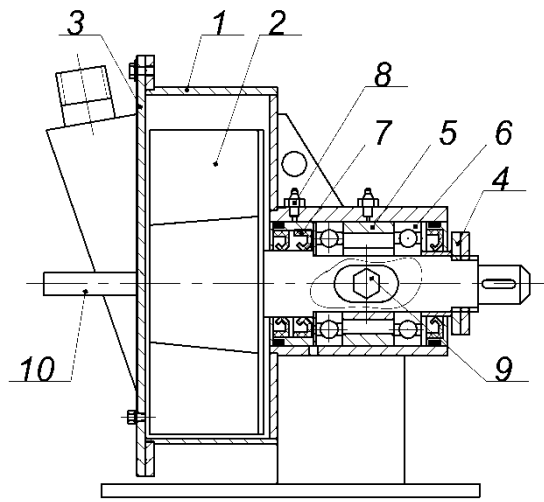


Рис. 1 – Водокольцевой вакуумный насос:

- 1 - корпус; 2 - ротор; 3, 4 - крышка; 5 - втулка; 6 - подшипник; 7 - манжета; 8 - масленка; 9 - болт; 10 - штуцер подвода воды

Типично, процесс разрушения подшипниковых узлов происходит в такой последовательности. Механическое повреждение уплотнительного или резинового кольца приводит к попаданию воды в подшипниковый узел, что приводит к уменьшению вязкости и частичной потере служебных свойств смазочного материала. Для обнаружения перехода от гидродинамического режима трения к граничному трению целесообразно использовать акустико-эмиссионное диагностирование [8]. По мере повреждения поверхностей тел и дорожек качения подшипников возрастают динамические нагрузки, которые выявляются путем вибрационного диагностирования [9].

Эксплуатация вакуумного насоса с разрушенными уплотнительными кольцами и подшипниками приводит к повреждению посадочных мест резиновых колец и подшипников на валу ротора. Принятие превентивных мер по результатам диагностирования позволит предотвратить лавинообразное развитие процесса повреждения поверхности деталей.

Способ устранения повреждений посадочных мест уплотнительного кольца и подшипника зависит от величины износа. Восстановление посадочного места под резиновое уплотнительное кольцо можно

производит приваркой контактной ленты электролитическим или электроискровым способом (способ восстановления выбирается в зависимости от величины износа).

Для восстановления посадочных мест под подшипники качения, целесообразно применять наплавку в среде углекислого газа [10]. Нами рассчитан режим восстановления посадочных мест подшипников качения способом наплавки в среде углекислого газа. Для определения параметров процесса наплавки первоначально была определена толщина наплавляемого слоя, которая определяется по формуле:

$$h_H = U_{\max} + z, \quad (1)$$

где h_H – толщина наплавляемого слоя, мм;

U_{\max} – максимальный износ, мм;

z – припуск на механическую обработку (0,7-1 мм).

Параметры режима наплавления определяются по формулам [10]:

$$I_H = 40^3 \sqrt{D_D}, \quad (2)$$

$$U = 21 + 0,04 I_H, \quad (3)$$

$$\alpha_H = 2,3 + 0,065 \frac{I_H}{d_e}, \quad (4)$$

$$\alpha_p = \frac{\alpha_H}{\eta}, \quad (5)$$

$$v_e = \frac{4 \alpha_p I_H}{\pi D_D^2 \gamma_e}, \quad (6)$$

$$H = (6-10) d_e, \quad (7)$$

$$a = (0,05-0,1) D_D, \quad (8)$$

$$S_H = (2-2,5) d_e, \quad (9)$$

$$v_H = \frac{\pi D_e^2 v_e \eta}{4 S_H h_H}, \quad (10)$$

где I_H – сила тока наплавления, А; D_D – диаметр детали; U – напряжение, В; α_H – коэффициент наплавки, г / А·час; d_e – диаметр электродного провода, мм; α_p – коэффициент расплавления проволоки, г /

А·час; v_e – скорость подачи электродного провода, м/час; γ_e – плотность электродной проволоки, г/см³ (для проволоки со сплошным сечением $\gamma_e = 7,8$ г/см³); η – коэффициент учета потерь металла на обжиг и разбрызгивание (для наплавления в среде углекислого газа $\eta = 0,88-0,92$); H – вылет электродной проволоки, мм; a – смещение электрода с зенита, мм; v_n – скорость наплавления, м/час; S_n – шаг наплавления, мм.

Параметры режима наплавления представлены в таблице 1.

Таблица 1. Режимы восстановления посадочных мест под подшипники качения ротора водокольцевого вакуумного насоса ВВН-1

Диаметр наплавленной детали, мм	Диаметр электродного провода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость подачи электродного провода, м/час	Скорость наплавления, м/час	Вылет электродной проволоки, мм	Смещение электрода с зенита, мм	Шаг наплавления, мм
40	1,2	138	26,5	85	56	10	4	2,7

Список литературы

1. Езеф Фабера. Прогрессивная технология: вакуумные установки сушки древесины // Деревообрабатывающая промышленность, 1996. – №4. – С. 26–27.
2. Механізація виробництва продукції тваринництва / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько та ін.; За ред. І.І. Ревенка. - К.: Урожай. 1994. - 264 с.
3. Камінський В.Д. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції – Одеса: Аспект, 2000. – 460 с.
4. Скобло Т.С. Исследование влияния вакуумирования на качество прокатных валков / Т.С. Скобло, А.К. Автухов, Н.С. Пасько // Промышленность в фокусе. –2013. –№7. –С. 54- 58.
5. Антонов Н.М., Борознин В.А., Бобылев Ю.В. Показатели надежности вакуумной системы доильной установки // Вестник КрасГАУ, 2009. –№12. – С. 184–188.
6. SIHI Liquid Ring Vacuum Pump Troubleshooting Guide. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sihi-pumps.com/option,com_docman/task,doc_download/gid,23/Itemid,32.html
7. Автухов А.К. Эксплуатация и ремонт вакуумных насосов // Вісник ХДТУСГ, 2000. –Вип. 4. –С. 94–100.
8. Литовка С.В., Косолапов В.Б. Анализ методов диагностирования изнашивания трибосопряжений машин лесного комплекса // Технічний сервіс

агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. –№4. – С. 144–156.

9. Шевченко С.А. Контроль технического состояния сельскохозяйственной техники вибрационно-диагностическим методом // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Новые решения в современных технологиях. - Харьков: ХГПУ. -1999. -Вып. 55. - С. 33-35.

10. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Полінський та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Урожай, 1995.- 224 с.

Анотація

ВИЯВЛЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БАЗОВИХ ДЕТАЛЕЙ УСУНЕННЯ ВІДМОВ ВОДОКІЛЬЦЕВИХ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ НАПЛАВЛЕННЯМ

Автухов А.К., Шевченко С.А., Циганкова І.В.

Проаналізовано процеси розвитку відмов водокільцевих вакуумних насосів. Рекомендовано методи діагностування підшипникових вузлів насосів при експлуатації за станом. Розроблено технологічний режим відновлення посадкових місць підшипників кочення способом наплавлення в середовищі вуглекислого газу.

Abstract

FAULT DETECTION AND RECOVERY OF THE BASIC PARTS OF WATER RING VACUUM PUMPS BY SURFACING

Avtuhov A.K., Shevchenko S.A., Tsyhankova I.V.

The processes of failure of water ring vacuum pumps are analyzed. Methods of bearings diagnosing in operation are recommended. Technological recovery mode for landing rolling bearing seats by surfacing in carbon dioxide is developed.