

загрязнению и износу.

4.4. Использование нанокompозитов. Наноструктурированные композиты и комбинации различных материалов на наноуровне могут создавать материалы с уникальными механическими свойствами, включая износостойкость и прочность.

5. Разработка систем мониторинга и диагностики, которые позволяют постоянно контролировать работу насосов, выявлять признаки износа и своевременно принимать меры по их устранению, продлевая срок службы насосов, а именно:

5.1. Мониторинг состояния оборудования. Регулярный мониторинг условий работы механизмов и оборудования позволяет выявлять ранние признаки износа и повреждений, что, в свою очередь, позволяет своевременно предпринимать меры по предотвращению серьезных поломок.

5.2. Анализ состояния масла и смазки. Регулярный мониторинг состояния масла и смазочных материалов позволяет выявлять присутствие абразивных частиц, окислов и других загрязнений, что помогает своевременно предотвращать повреждения и износ элементов насосов.

5.3. Мониторинг параметров эксплуатации. Отслеживание параметров, таких как температура, давление, частота вращения и т. д., позволяет выявлять аномалии в работе оборудования, что помогает предотвращать износ и возможные поломки.

5.4. Управление условиями эксплуатации. Более эффективное управление условиями эксплуатации, включая режимы работы, нагрузки, скорости и температурные режимы, позволяет минимизировать износ и повысить долговечность оборудования.

5.5. Превентивное техническое обслуживание. Основываясь на данных мониторинга, проведение своевременного технического обслуживания и замены деталей позволяет предотвращать возможные поломки и износ.

Эти методы в комбинации друг с другом могут существенно повысить долговечность и эффективность работы аксиально-поршневых гидромашин с наклонным блоком в широком диапазоне промышленного применения.

Таким образом, износ деталей аксиально-поршневых насосов оказывает существенное влияние на их работоспособность и эффективность. Основными нагруженными парами трения, влияющими на функциональность насосов, являются «цилиндр – поршень», «блок цилиндров – распределитель» и соединения регулирующего устройства. Уменьшить износ данных пар трения можно как на этапе проектирования при выборе износостойких материалов или покрытий, так и в процессе эксплуатации при ремонте и техническом обслуживании.

Список использованных источников

1. Прокофьев, В. Н. Машиностроительный гидропривод / В. Н. Прокофьев, Л. А. Кондаков, Г. А. Никитин, В. Я. Скрицкий, В. Л., Сосонкин; под ред. В. Н. Прокофьева. – М. : Машиностроение, 1978. – 495 с.
2. Алексеева, Т. В. Техническая диагностика гидравлических приводов / Т. В. Алексеева, В. Д. Бабанская, Т. М. Башт ; под ред. Т. М. Башты. – М. : Машиностроение, 1989. – 264 с.

УДК 621.822

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДРОБЕУДАРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ЧУГУННЫХ КОЛОСНИКОВ ДЛЯ ДЖИНОВ

Муминов М. Р., к.т.н., ст. науч. сотруд., Юсупов А. А., науч. сотруд.

*АО «Пахтасаноат илмий маркази»,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Реферат. В статье приведены материалы по повышению износостойкости чугунных колосников волокноотделительных машин за счет наклепа их поверхностного слоя после динамической обработки микрошариками в потоке со сжатым воздухом. В результате длительных производственных испытаний установлено увеличение износостойкости упрочненных колосников более чем в 2 раза по сравнению с необработанными.

Ключевые слова: колосник, чугун, упрочнение, микрошарик, твердость, износ, износостойкость, изнашивание.

Эффективная эксплуатация волокноотделительных машин (джинов и линтеров) во многом определяется работоспособностью колосниковой решетки, которая совместно с лобовым брусом и фартуком составляет их рабочую камеру. Колосниковая решетка, представляющая собой отдельный сборочный узел, состоит из индивидуальных колосников фасонного профиля (рис. 1).



Рисунок 1 – Индивидуальные колосники фасонного профиля:
а – для джина; б – для линтера

Функциональным назначением колосниковой решетки, например, в джинах, является пропуск пильных дисков через регламентированные технологические зазоры между боковыми поверхностями колосников в рабочую камеру и свободный вынос из нее хлопкового волокна, оторванного от семян зубьями пильных дисков. Назначение колосниковой решетки в линтерах аналогично.

В процессе джинирования и линтерования возникает потеря работоспособности колосниковой решетки вследствие изнашивания отдельных колосников, поверхности которых входят в рабочую зону волокноотделительной машины. В результате изнашивания боковых поверхностей рабочей части колосника, происходящего при контакте с волокнистой массой с твердыми минеральными частицами, а также в результате внезапного касания с пильными дисками, уменьшается ширина колосника. Это увеличивает регламентированный технологический зазор между колосниками до предельного значения – не более 3,2 мм – для джинов и 3,0 мм – для линтеров.

Износостойкость рабочей части колосника повышают термической обработкой [1]. Серый чугун СЧ15, применяемый для изготовления колосников волокноотделительных машин, относится к ферритным и феррито-перлитным чугунам. По данным [2] твердость по Бринеллю HB , определяемая структурой металлической основы, имеет следующие значения для чугунов: ферритный – $HB150$, ферритно-перлитный – $HB200$, перлитный – $HB250$.

Возможности динамического упрочнения серых чугунов [3–4], отличающихся низкой пластичностью ($\delta = 0,2–0,5\%$), частично объясняется экспериментальными данными по определению степени максимального наклепа для структур металла (феррит, феррит + перлит, перлит и др.) различной твердости [5]. Так, для структуры металла феррит и феррит + перлит с твердостью HB до 200, соответствующую твердости серых чугунов с пластинчатым графитом, степень максимального наклепа наибольшая среди сравниваемых структур.

Среди динамических методов поверхностно-пластического деформирования (ППД) наиболее эффективным является упрочнение микрошариками (диаметр дроби $d = 0,3–0,4$ мм), имеющее заметное преимущество по значению удельной кинетической энергии $E_{\text{кв}}$ (кДж/(мм²·мин)) – обобщенный критерий оценки режимов дробеударного наклепа при сравнении с другими методами (дробеметное, пневмодинамическое и др.).

Экспериментальные исследования по дробеударной обработке микрошариками боковых поверхностей рабочих участков колосников были проведены на пескоструйном аппарате. Данное оборудование по функциональным возможностям не отличается от специальных промышленных образцов пескоструйной камеры, широко применяющейся в различных отраслях промышленности для решения ряда технологических задач (очистка, снятие заусенцев и ржавчины, создание необходимой шероховатости, полирование, деформационное упрочнение и др.).

Вместо традиционного абразивного материала (высококремнистый песок, электрокорунд, карбид кремния) в экспериментах были использованы стальные дробы, которые под давлением воздуха в смесительной камере специального пистолета в виде воздушной смеси направляются со скоростью V на металлическую поверхность детали. Материалом дроби стальной литой (ДСЛ), в соответствие с ГОСТ 11964–81, является низкоуглеродистая сталь, подвергнутая закалке при температуре 860–900 °С с последующим низкотемпературным отпуском при 180–220 °С в течение 1,5–2 ч. Данная дробь имеет твердость HV 365–545, прочность при испытании на сжатие статической нагрузкой – не менее 6000 Н, изготавливается размерами 0,3–2,2 мм, что соответствует номеру дроби.

Режим и условия дробеударной обработки микрошариками: давление сжатого воздуха $p = 3–4$ атм (0,3–0,4 МПа), диаметр рабочего тела $d = 0,3–0,4$ мм, угол атаки $\alpha = 90^\circ$, расстояние от сопла абразивоструйного пистолета до обрабатываемой поверхности $l = 15–20$ см.

В соответствии с методикой и планом проведения экспериментов в производственных условиях испытывались чугунные колосники после дробеударной обработки боковых поверхностей в рабочей части колосников для джинов и линтеров. С целью создания одинаковых условий эксплуатации колосников, с обработанной рабочей поверхностью и без обработки, комплект из пяти колосников устанавливался на одном джине 7 ДП.

Испытания проводили на хлопке-сырце урожая 2022 года, селекции «Султон», «Наманган-77», сорт 1, 2 и 3 ручного сбора, засоренность min 3 % и max 12–14 %, влажность min 6–7 % и max 20–22 %. Длительные производственные испытания в течении 105 рабочих дней (период с 01.04.2023 по 02.08.2023 год) показали, что колосники, упрочненные дробеударной обработкой микрошариками, имеют повышенную износостойкость по сравнению с неупрочненными. При этом среднее значение абсолютного линейного износа Δa чугунных колосников с упрочненной поверхностью в 1,7 раз меньше, чем у колосников без обработки и составил 0,176 мм.

Производственные испытания чугунных колосников для линтеров также показали преимущество по износостойкости упрочненных микрошариками колосников по сравнению без обработки. Если за тот же период эксплуатации, что и для колосников джина, износ упрочненных колосников в среднем составил $\Delta a = 0,14$ мм, то неупрочненных – 0,31 мм, то есть износостойкость превосходит в 2,2 раза.

Прогнозирование надежности узла колосниковой решетки представляет практический интерес и одновременно является сложным вопросом, так как трение и изнашивание зависят от многих факторов (влажность, засоренность, состояние рабочих поверхностей), которые могут изменяться в ходе самого изнашивания. Изнашивание при переменной скорости целесообразно аппроксимировать параболой вида [6]:

$$\overline{x(z)} = a + bz + cz^2, \quad (1)$$

где параметры a , b и c определяют из уравнения, полученного методом наименьших квадратов.

$$am + b \sum z_i + c \sum z_i^2 = \sum x_i, \quad (2)$$

где m – число наблюдений; изменяется от $i = 1$ до m .

С помощью уравнений (2) можно составить уравнения развития изнашивания по данным испытаний на износ в зависимости от течения времени t . В соответствии с данными экспериментальных исследований износ упрочненных колосников в течение времени эксплуатации $t = 105$ дней составил $\Delta a = 0,176$ мм, а износ колосников без предварительной динамической обработки за тот же период времени – 0,304 мм. Для данного случая при параболической аппроксимации воспользуемся первым уравнением системы (2) при $a = 0$; $b = 0$, то есть аппроксимируем параболой вида.

Подставляя $x = 105$, $z = 0,176$ в уравнение параболы, определим $c = 3389,7$. Таким образом, уравнение развития изнашивания аппроксимируется параболой

$$x = 3389,7z^2, \quad (3)$$

или для принятых обозначений

$$t = 3389,7\Delta a^2. \quad (4)$$

Из уравнения развития изнашивания легко выразить зависимость износа упрочненных чугунных колосников от времени эксплуатации

$$\Delta a = \sqrt{\frac{t}{3389,7}}, \text{ мм} \quad (5)$$

где t – количество дней эксплуатации колосников.

Полученное уравнение износа (5) позволяет осуществить приближенную прогнозную оценку абсолютного линейного износа Δa колосников, влияющего на величину технологического зазора между колосниками одноименной решетки в джинах.

Таким образом, упрочнение микрошариками рабочих поверхностей чугунных колосников, реализуемое по схеме дробеструйной обработки, в результате производственных испытаний показало существенное преимущество по износостойкости по сравнению с необработанными колосниками. Высокая износостойкость упрочненных чугунных колосников позволяет длительное время сохранить рекомендуемый технологический зазор между колосниками в волокноотделительных машинах. Полученные уравнения развития изнашивания и следующие из них уравнения износа дают основания для критериальной оценки предельного износа и долговечности колосников.

Список использованных источников

1. Мирошниченко, Г. И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка / Г. И. Мирошниченко. – М. : Машиностроение, 1972. – 486 с.
2. Гуляев, А. П. Металловедение / А. П. Гуляев. – М. : Metallurgy, 1986. – 544 с.
3. Абраменко, Ю. Е., Албагачиев А. Ю. Ударное упрочнение чугунов // Вестник машиностроения, 1988. – № 4. – С. 46–48.
4. Шин, И. Г. Деформационное упрочнение дробью колосников машин первичной обработки хлопка / И. Г. Шин // Проблемы текстиля. 2009. – № 4. – С. 57–60.
5. Одинцов, Л. Г. Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием : справочник / Л. Г. Одинцов. – М. : Машиностроение, 1987. – 328 с.
6. Войнов, К. Н. Прогнозирование надежности механических систем / К. Н. Войнов. – Л. : Машиностроение, 1978. – 208 с.

УДК 621.22 (075.8)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧИХ КОЛЕС ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Хоменок Я.А., студ., Андреевец Ю.А., ст. преп.

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Реферат. В работе произведен анализ методов изготовления рабочих колес центробежных насосов: механическая обработка, изготовление литьем, штамповкой, сборкой из предварительно выполненных деталей. Определены достоинства и недостатки каждого метода. Выбран метод изготовления рабочего колеса центробежного насоса для перекачивания морской воды при нормальной температуре с учетом технологичности.

Ключевые слова: рабочее колесо, центробежный насос, механическая обработка детали, методы изготовления, изготовление рабочих колес литьём.

Цель работы: определение наиболее эффективных и технологичных способов производства рабочих колес, которые позволят повысить производительность и надежность насосов, снизить издержки на производство и обслуживание, а также улучшить их эксплуатационные характеристики. Анализ методов изготовления позволит выбрать оптимальный подход к созданию рабочих колес с учетом требований качества, долговечности и экономической эффективности.

Наиболее сложной геометрической формой обладает рабочее колесо центробежного насоса.