

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ПОДШИПНИКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ УПЛОТНЕНИЙ

Пивоваров А.О., Голев Б.Ю.

Комбайновый завод "Ростсельмаш", г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведены основные тенденции, связанные с повышением ресурса подшипников сельскохозяйственных машин. В работе представлена классификация типов уплотнений с анализом их наилучшего применения при различных условиях работы и в различных средах. Приведены результаты сравнительных стендовых испытаний в пылевой камере однокромочных и трехкромочных уплотнений.

Ключевые слова. Сельскохозяйственные машины, подшипники, уплотнения, агрессивная среда, пылевая камера.

INCREASING THE BEARING LIFE OF AGRICULTURAL MACHINES BY UPGRADING SEALS

Pivovarov A.O., Golev B.Y.

Combine Plant "Rostselmash", Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The article presents the main trends related to increasing the life of bearings of agricultural machines. The paper presents classification of seal types with analysis of their best application under different operating conditions and in different environments. The results of comparative bench tests in the dust chamber of single and three-ring seals are given.

Keywords. Agricultural machines, bearings, seals, aggressive environment, dust chamber.

В современном сельском хозяйстве аграрные товаропроизводители неуклонно повышают эффективность выработки продукции, что увеличивает ежегодную нагрузку на используемую технику. К примеру, если раньше зерноуборочные комбайны имели ежегодную наработку порядка 200...300 часов основного времени, то сегодня крупные агрохолдинги в несколько раз превышают данный показатель за счет разнообразия высеваемых культур, имеющие различные периоды вегетации в течение календарного года. Наблюдаемая закономерная тенденция к росту производительности машин дополнительно создает предпосылки к обеспечению большего ресурса компонентов машин, испытывающие воздействие высокой и низкой температуры, атмосферных осадков и запыленности, характерные для различных регионов и климатических поясов. Поэтому одним из важных путей совершенствования конструкций выступает улучшение характеристик подшипников качения широко применяемых в различных видах сельскохозяйственной техники. Среди основных тенденций по повышению ресурса подшипников следует выделить:

- совершенствование внутренней геометрии путем оптимизации радиальных зазоров, количества и размеров тел качения, отклонения профиля дорожек качения наружного и внутреннего колец [1];

- переход на подшипники нового поколения: роликовые с логарифмическим профилем образующей роликов и беговых дорожек внутренних колец, цилиндрические с овальной дорожкой качения наружного кольца, шариковые с переменными радиусами желобов колец [2];

- применение современных материалов, таких как сверхпрочная нержавеющая сталь [3], керамические и полимерные тела качения, графитовый сепаратор, упрочненное покрытие дорожек качения;

- улучшение смазывания за счет автоматизированной системы смазки, антизадирных и ультрадисперсных присадок, антифрикционного заполнителя;






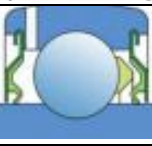














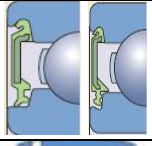








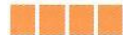




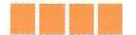
- модернизация уплотнений путем перехода на прогрессивные профили.

Следует отметить, что наблюдаемые эксплуатационные отказы при правильно выбранном подшипнике по статической и динамической грузоподъемности, в большинстве случаев связаны с абразивным, адгезионным, эрозионным и коррозионным износами, попаданием влаги и загрязнений. В этой связи, следует особо выделить необходимость применения новых герметичных типов уплотнений, предотвращающих абразивный износ и диффундирование смазки в частицы проникаемой пыли, что в

большинстве случаев приводит к эффекту вымывания смазочного материала и существенному снижению ресурса. Важные функции подшипников закрытого типа со встроенными уплотнениями заключаются в удержании смазочного материала, заложенного на весь срок службы и предотвращении попадания загрязняющих веществ [4].

В современном машиностроении различают широкое разнообразие типов уплотнений, классифицируемых по количеству кромок и зависящих от эксплуатационного режима, характеризующегося частотой вращения, степени защиты от загрязнений, стойкости к механическим повреждениям и ресурсу в агрессивной среде, представленное в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация типов уплотнений

Название	Конструкция	Кол-во рабочих кромок	Частота вращения	Защита от воды и загрязнений	Защита от механических повреждений	Ресурс
Стандартные однокромочные		1				
Усиленные однокромочные		1				
Усиленные однокромочные с крышкой		1				
Двухкромочные		2				
Двухкромочные модифицированные		2				
Трехкромочные		3				
Трехкромочные с крышкой		3				

Результат анализа данных показывает, что на ресурс работы подшипников в значительной степени влияет количество и конструкция резиновых кромок. В узлах сельскохозяйственной техники в диапазоне частоты вращения $n = 2500...6000 \text{ мин}^{-1}$, характерного для шкивов, натяжных роликов, валов вентиляторов, где преобладающим показателем является компактность и бесшумность, наилучшим решением являются усиленные однокромочные уплотнения, а также, двухкромочные модифицированные с низким коэффициентом трения. При $n = 800...2500 \text{ мин}^{-1}$, например, для вариатора молотильного барабана, где важна защита от крупнодисперсных частиц и влаги, рекомендуются усиленные однокромочные совместно с защитной крышкой, а при сильном загрязнении – двухкромочные, формирующие две лабиринтные полости, что предотвращает попадание в подшипник посторонних частиц. Наиболее рациональное использование трехкромочных уплотнений отмечается в органах соломотряса, очистки или барабана сепаратора в меньшем диапазоне частот вращения $n \leq 800 \text{ мин}^{-1}$ в особо загрязненной среде, где первостепенным является защита от крупно- и мелкодисперсных частиц.

Применение многокромочных уплотнений имеет важное ограничение. Увеличение количества кромок приводит к росту рабочей температуры подшипника из-за увеличенной площади контакта с наружной поверхностью внутреннего кольца. Данный факт требует особого внимания при согласовании частоты вращения, габаритных размеров и степени защиты от посторонних частиц и влаги.

Для подтверждения соответствия динамической грузоподъемности и скорректированного расчетного ресурса подшипника, при 90% - ной надежности, нормам, рассчитанным по ГОСТ 18855-2013 (ISO 281:2007) необходимо проводить периодические стендовые испытания по

стандартизированным методикам [5], не учитывающие влияние окружающей среды и загрязнений, характерные при работе сельскохозяйственных машин.

Для проверки надежности и герметичности наиболее распространенных уплотнений, проведены исследования в приближенных к реальным условиям эксплуатации, при которых шариковый однорядный подшипник с усиленными однокромочными уплотнениями, был помещен в пылевую камеру с частотой вращения 100 мин^{-1} (Рис. 1).



Рисунок 1 – Испытательный стенд герметичности уплотнений (пылевая камера): 1 – общий вид испытываемого подшипникового узла; 2 – увеличенное изображение при работе стенда

Пылевая камера представляет собой металлическую емкость с различными по дисперсности фракциями пыли и пожнивными остатками. В объеме стенда на валу устанавливается подшипник в корпусе, таким образом, чтобы при его вращении оба уплотнения постоянно подвергались внешнему динамическому воздействию абразивной среды.

Через 250 часов наработки проявился шум первого испытываемого образца из-за проникнувшей пыли через кромку уплотнения, что характеризует недостаточную эффективность конструкции для сильнозапыленных условий.

Следующим этапом на стенд был установлен аналогичный подшипник с трехкромочным уплотнением. Согласно плану испытаний, предполагалось, что на стенде с крупно- и мелкодисперсной пылью новый тип уплотнений проработает в три раза больше, чем при первом опыте. При достижении 850 часов наработки увеличения температуры подшипника, характерного шума или потери смазки зафиксировано не было. Произведенный демонтаж уплотнений (Рис. 2) и проверка состояния смазки показали проникновение крупнодисперсной пыли между металлической частью уплотнения и первой резиновой кромкой. Также обнаружены мелкодисперсные частицы пыли между первой и второй кромками. В полости между второй и третьей кромкой, а также в самом подшипнике указанных выше частиц не обнаружено, что свидетельствует о пригодности для дальнейшей эксплуатации испытываемого образца.

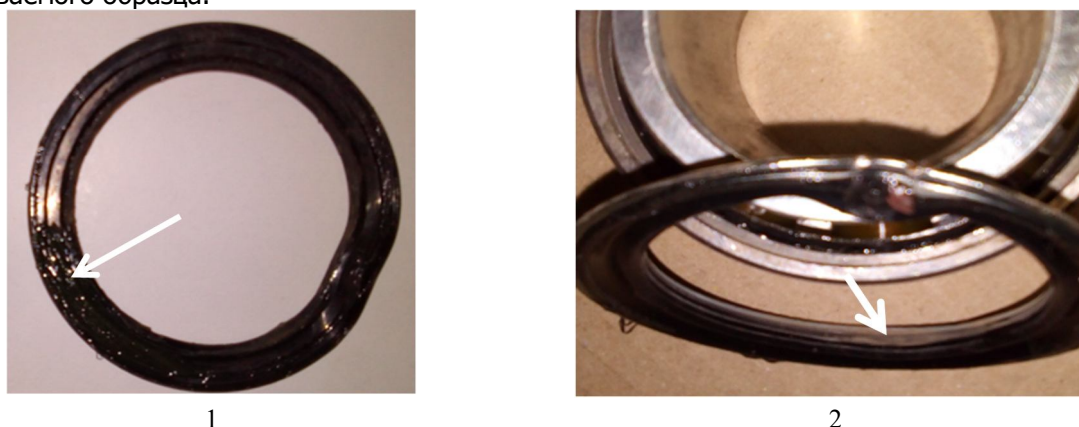


Рисунок 2 – Испытываемые типы уплотнений: 1 – однокромочное; 2 – трехкромочное

Основные выводы по работе следующие:

1. Применение модификаций подшипников с многокромочными уплотнениями позволяет обеспечить современные требования по повышению общего ресурса сельскохозяйственной техники с минимальными затратами.

2. Трехромочные уплотнения обеспечивают эффективную работу в сильно загрязненных условиях с крупно- и мелкодисперсными частицами пыли в узлах с частотой вращения менее 800 мин⁻¹.

3. Усиленные уплотнения эффективно защищают подшипники в крупнодисперсной пыльной среде при рабочих частотах вращения от 800 до 6000 мин⁻¹.

Список использованных источников

1. Щерба М. Ю. Статистические исследования отклонений профилей дорожек качения подшипников цилиндрошлифовальных станков / М. Ю. Щерба, В. А. Кохановский // Вестник ДГТУ. – 2012. – № 1(62). – Вып. 1. – С. 74–78.

2. Макаручук В.В. Стратегия развития производства подшипников качения для авиационной техники /В.В. Макаручук, В.В. Мурашкин //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. - т. 13. – №4(3). – С. 805-810.

3. Носенко, В. А. Высотные параметры шероховатости при шлифовании нержавеющей стали высокоструктурным кругом / В. А. Носенко, Р. А. Белухин // Изв. ВолгГТУ. – № 8. Сер. Прогрессивные технологии в машиностроении. – Вып. 12: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – С. 36–39.

4. Гранкин М.Г. Практический справочник по выбору деталей машин/ М.Г. Гранкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2011. – 498, [1] с.: ил. – (Профессиональное мастерство).

5. Пивоваров А.О. Стендовое испытание конических подшипников для планетарных передач / А.О. Пивоваров, Вл. П. Шевчук // Международный научный студенческий вестник. – 2015. - №6. - С. 34.