

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ИХ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

А. Н. Виноградов, доктор техн. наук, профессор
Саратовский государственный технический университет

Д. К. Кушалиев, магистр транспорта, транспортной техники и технологии
Д. К. Кайсаров, соискатель
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

Мақалада жылжу подшипнікінің кері айналу қозғалысы конструкциясы ұсынылған. Осы мақсатта подшипник серіппелі бұрандалы цилиндрмен, тербелгіш қозғалыста бір бағытқа айналатын және бір қалыпта тозып, майланатын қосымша қозғалыспен жабдықталған.

В статье предложена конструкция подшипника скольжения для возвратно-вращательного движения, в котором эти условия могут быть выполнены. С этой целью подшипник снабжен подвижным вкладышем в виде винтовой цилиндрической пружины, который в колебательном режиме принудительно поворачивается только в одну сторону и таким образом достигается равномерность износа и распределение смазки.

The construction of slide gear for return-rotate movement in which these conditions can be done is offered in the article. That is why gear is provided with movable liner in the form of screw cylinder spring, which in vibrational mode turns only in one side and thus reaches uniformity of deterioration and distribution of lubricant.

Введение. Проблема повышения качества и конкурентоспособности подшипников различных технологических и транспортных машин, приборов автоматического оборудования является одной из важнейших в современных условиях, без решения которой не может быть достигнут технический прогресс.

Важная роль принадлежит технологии абразивной финишной обработки деталей подшипников, позволяющей получить заданные свойства поверхностного слоя рабочих поверхностей и сохранить их в эксплуатации путем назначения для этого соответствующих видов обработки, режимов, материалов, способов смазки и условий эксплуатации.

Цель и задачи исследования. Повышения качества и эксплуатационных характеристик подшипников за счет совершенствования технологии финишной обработки их рабочих поверхностей с использованием новых триботехнических методов, формирования рациональных физико-механических свойств поверхностного слоя деталей, совершенствования конструкции подшипников, а так же оборудования и инструмента комплексными конструкторско-технологическими методами.

Материалы и методы исследования. Теоретические исследования выполнены с использованием положений технологии машиностроения, теория резания, термодинамики, векторной алгебры, системного подхода, физики металлов, термодиффузии, теории вероятностей и математической статистики, методов

моделирования на ЭВМ. Экспериментальные исследования тепловых, термодиффузионных, термдеформационных процессов, сопровождающих процесс финишной обработки, а также процессы при эксплуатации опор качения и скольжения проводились в лабораториях и производственных условиях с обработкой результатов экспериментов статистическими методами с использованием современных измерительных средств и компьютерных технологии в научных лабораториях СГТУ (Саратовский Государственный Технический Университет), а также в конструкторских и технологических лабораториях, на испытательной станции и в цехах ОАО «Саратовский подшипниковый завод».

Результаты исследования. Энергетической основой НОТ (нормального окислительного трения), как было показано Б. И. Костецким [1] и является энергия пластической деформации (активация металла), которая частично реализуется скачкообразным возникновением пленки оксида металла. Другая ее часть переходит в потенциальную энергию пленки оксида в виде ее внутренних напряжений и ускоряет разрушение очередной пленки. Энергетической основой ИП (избирательный перенос), как оказалось, также является микропластическая деформация, которая локализована при нормальном трении в поверхностном слое (1-2 мкм) и может реализоваться как возникновением защитной структуры в виде пленки оксида (при НОТ), так и мягкого металла (Cu, Ag, Au) при ИП. В средах, содержащих кислород и влагу ИП и НОТ конкурируют в захвате поверхности и могут вытеснять друг друга, что зависит от режима и условий. В компрессоре холодильника, где окислительные процессы подавлены, а пластические деформации микрошероховатостей (на мягкой стали) возникают при естественном режиме нагружения, условия благоприятны для ИП. В двигателях внутреннего сгорания, где окисление поддерживается горением топлива и неограниченным запасом кислорода и влаги, условия благоприятны для НОТ и поэтому ИП дает временный эффект, а при продолжении эксплуатации интенсивность окислительного износа повышается за счет диспергирующего действия ПАВ (поверхностно-активных веществ). Из опыта исследований механизмов НОТ, ИП и явления ФН (фрикционной непроводимости), следуют два совместно действующих условия повышения устойчивости эффекта безызносности:

1. Активация рабочих поверхностей пластической деформацией.
2. Подавление (ограничение) окислительных процессов на рабочих поверхностях подшипников.

В традиционных подшипниках, работающих с зазором, эти условия не выполняются.

Нами предложена конструкция подшипника скольжения для возвратно-вращательного движения, в котором эти условия могут быть выполнены [2]. С этой целью подшипник снабжен подвижным вкладышем в виде винтовой цилиндрической пружины (промежуточным элементом), который в колебательном режиме принудительно поворачивается только в одну сторону и таким образом достигается равномерность износа и распределение смазки. Натяг пружины, необходимый для достижения микропластических деформаций, создается ее поджатием. В колебательном режиме за счет закручивания или раскручивания пружинного вкладыша возникает упругое натяжение соответственно на внутренней или наружной поверхности, и он принудительно поворачивается в одном направлении (эффект храповика). Подавление окислительных процессов в предложенной конструкции легко достигается сальниковым уплотнением. Положительный эффект получается также за счет снижения адгезионной составляющей трения (трения покоя) и частичной реализации идей Н. Е. Жуковского «о движении без трения» (вращением промежуточной опоры) без использования для этого внешнего источника энергии. Подобный подшипник (рисунок 1) может найти широкое применение взамен

игольчатых подшипников карданного вала, сайлентблоков подвески, шарнирах рулевого управления и других шарнирных узлах, работающих в возвратно-вращательном режиме.

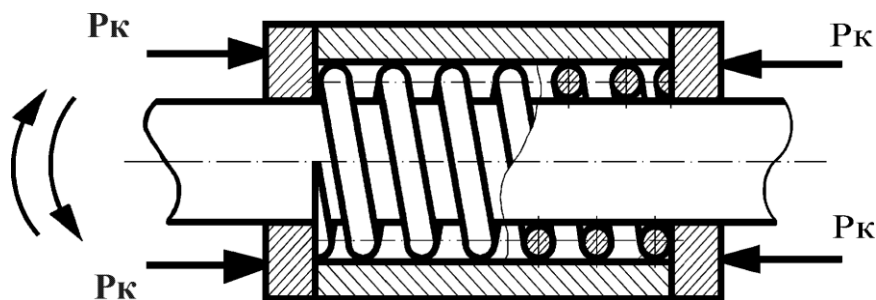


Рисунок 1 – Схема подшипника с подвижным пружинным вкладышем

В разработанном группой авторов устройстве, рисунок 1, задача повышения эксплуатационных характеристик достигается введением в подшипник упругого промежуточного элемента – подвижного вкладыша в виде винтовой цилиндрической пружины, регулированием усилия сжатия которого P_k , на рабочих поверхностях создается уплотнение, необходимое для ограничения окислительных процессов и возникновения активации поверхности микропластической деформацией.

Стабилизация режима и равномерность износа достигается тем, что при возвратно-вращательном движении вала или наружного кольца за счет закручивания или раскручивания при этом пружинного вкладыша возникает торможение соответственно на внутренней или наружной поверхностях, и пружинный вкладыш (благодаря возникающему при этом «эффекту храповика») принудительно поворачивается только в одном направлении, зависящем от направления навивки пружины. Кроме того, постоянно в процессе работы меняется линия контакта на рабочих поверхностях, что также ведет к снижению их износа.

Для подрегулировки уплотнения, например с целью компенсации износа при ремонте, между одной из опорных шайб и торцом пружинного вкладыша при необходимости могут быть установлены регулировочные шайбы.

Для возбуждения и поддержания режима безызносности могут быть использованы (при выполнении отмеченных выше условий) различные методы, описанные в специальной литературе: введение в смазку металлоплакирующих присадок, специальная обработка методами ФАБО (финишной антифрикционной безабразивной обработки), применение материалов, содержащих металлоплакирующие компоненты и др.

В предлагаемом шарнирном подшипнике активация рабочих поверхностей пластической деформацией выполняется за счет установки упругого пружинного вкладыша между наружной и внутренней втулками таким образом, чтобы на рабочих поверхностях вкладыша был бы незначительный натяг (рисунок 2 А). Причем, в процессе работы подшипника (при повороте в одну сторону) на одной из рабочих поверхностей натяг увеличивается, а на другой уменьшается до образования зазора и проскальзывания (рисунок 2 Б). При повороте в другую сторону (рисунок 2 В) на той из поверхностей, где был зазор – возникнет натяг и наоборот. Подавление (ограничение) окислительных процессов на рабочих поверхностях подшипников должно быть обеспечено конструктивно, т.е. устанавливаются сальниковые уплотнения, устраняющие доступ кислорода и других окислителей к рабочим поверхностям или технологически – введением ингибиторов в смазку.

Вероятность появления зазоров и натягов в сопряжении можно определить, воспользовавшись интегральной теоремой Лапласа [3]. Так, если вероятность p