

УДК 622.673.14(8)

Е.А. Триллер, канд. техн. наук

Э.А. Петелин, канд. техн. наук

Красноармейский индустриальный институт
Государственного высшего учебного заведения
«Донецкий национальный технический университет»

И.В. Сюмка зам. глав. механика
шахты «Красноармейская-Западная №1»

ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

В работе описан опыт решения проблемы повышения долговечности сферических подшипников канатоведущего шкива многоканатной подъемной машины, изложена последовательность определения контактных напряжений возникающих между роликами и внутренней обоймой подшипника, даны рекомендации о применении пластических смазок, адекватных условиям эксплуатации подшипников.

Подъемная машина, подшипник, долговечность, смазка, трение, ролик, опора, износ, триботехнический состав, контактное напряжение, радиальная нагрузка

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Многолетний опыт эксплуатации многоканатной подъемной машины ЦШ 5×4 в условиях главного подъема шахты «Красноармейская-Западная №1» показал, что вопросы смазки сферических подшипников канатоведущего шкива трения заводом изготовителем должным образом не решены.

В 1999 году производительность главной угольной подъемной установки шахты была увеличена за счет изменения скорости движения подъемных сосудов с 10 до 12 м/с, а также увеличения их грузоподъемности с 20 до 25 тонн.

Увеличение нагрузочных параметров подъемной машины отразилось на скорости износа подшипниковых опор приводного шкива трения. Вскрытие подшипниковых опор показывало, что пластическая смазка Литол-24, которую рекомендовал завод изготовитель подъемной машины, выдавливалась из внутренних полостей подшипников 30032/850, в связи с чем сферические ролики перекатывались по полусухой поверхности и, как следствие, увеличивалось тре-

ние, нагрев подшипников и резко возростала скорость их износа. Чтобы представить размеры данного подшипника достаточно указать его массу, которая составляет порядка 4,1 тонны, а его стоимость около 65000 \$ США.

Анализ исследований и публикаций.

Консультации с заводом изготовителем подъемной машины и выполнение рекомендаций его специалистов по более частой замене рекомендуемой смазки, положительных результатов не дали. Научно-исследовательские институты г. Днепропетровска, ООО ТПК «Терра» и ООО «ДнепрАЗОТ» провели исследования по применению для смазки подшипниковых опор технологии НИОД (направленной ионной диффузии). По имеющимся данным, триботехнический состав «НИОД» позволял значительно уменьшить коэффициент трения за счет изменения свойств поверхностей, взаимодействующих в процессе трения. Однако применение указанной технологии не дало положительных результатов и от нее пришлось отказаться.

Особенно быстро изнашивался полевой подшипник, который в 2000 году был заменен силами механической службы шахты. Однако в 2002 году встал вопрос замены обоих подшипников, внутреннего и полевого.

Замена состоялась в 2002 году. На замену потребовалось 10 суток. Однако через три месяца эксплуатации подъемной машины замеры зазоров внутри подшипников показали, что они увеличились в каждом подшипнике в среднем на 0,3 мм.

Завод изготовитель претензий к качеству подшипников не принимал, хотя недоверие специалистов шахты к заводу оставалось. Расчеты показывали, что при сохранении скорости износа, подшипники необходимо будет менять через каждый год, поэтому на предприятии были предприняты усилия, чтобы заказать более качественные подшипники в Швеции, а силами сотрудников Красноармейского индустриального института ДонНТУ совместно со специалистами электромеханической службы шахты «Красноармейская-Западная №1» был выполнен теоретический анализ процессов, происходящих в подшипниках.

Постановка задачи.

Целью исследования, проведенного авторами, являлось определение величины контактных напряжений, возникающих между роликами и внутренней обоймой сферического подшипника канатоведущего шкива многоканатной подъемной машины. На основании рас-

четных данных, о величине контактных напряжений, необходимо было сделать вывод о пригодности смазки Литол-24 в рассматриваемых условиях и найти, адекватную условиям эксплуатации, замену этой смазке.

Изложение материала и результаты.

Расчётное значение контактных напряжений, возникающих между роликами и внутренней обоймой подшипника, определялось по формуле [1, 2]:

$$\sigma = 0,245 \cdot n_p \sqrt[3]{F_o \cdot E^2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_4} \right)^2}, \text{ Па}$$

где n_p – поправочный коэффициент, значение которого равно

$$n_p = 0,90;$$

F_o – наибольшая радиальная нагрузка, приходящаяся на один ролик, Н;

E – модуль упругости, значение которого применительно к подшипниковой стали марки ШХ15ГС, равно

$$E = 2,2 \cdot 10^{11}, \text{ Па};$$

$R_1; R_2; R_3; R_4$ – радиус кривизны поверхности соответственно ролика, образующей ролика, внешней поверхности внутренней обоймы подшипника, поверхности, по которой катится ролик, м.

Применительно к сферическим подшипникам, установленным на опорах приводного шкива трения, описанные радиусы соответственно равны: $R_1 = 0,075; R_2 = 0,3; R_3 = 0,5; R_4 = 0,4 \text{ м}$.

Наибольшая радиальная нагрузка, приходящаяся на один ролик, определялась по зависимости:

$$F_o = \frac{K_p \cdot F_p}{2z}$$

где F_p – радиальная нагрузка, приходящаяся на подшипник, Н;

z – количество роликов в подшипнике, значение которых в рассматриваемом случае равно $z = 20$ шт.;

K_p – поправочный коэффициент, значение которого рекомендуется принимать, равным $K_p = 4,08$ [1, 2].

Радиальная механическая нагрузка на каждый из подшипников определялась с учетом динамики движения сосудов в период ускорения системы.

Радиальная динамическая нагрузка на обе подшипниковые опоры в таком случае определялась по уравнению:

$$F_p = (k \cdot m_{zp} + (m_k - m_y) \cdot (H_n - 2h_o) + m_{np}) \cdot a_1$$

где m_{zp} – масса груза, кг;

m_k, m_y – суммарная масса погонного метра соответственно головных и уравновешивающих канатов, кг;

H_n – высота подъема, м;

h_o – высота разгрузочных кривых, м;

m_{np} – приведенная масса подъемной установки, кг;

a_1 – допустимое ускорение скипа из условия отсутствия скольжения, м/с²;

Выводы и направления дальнейших исследований.

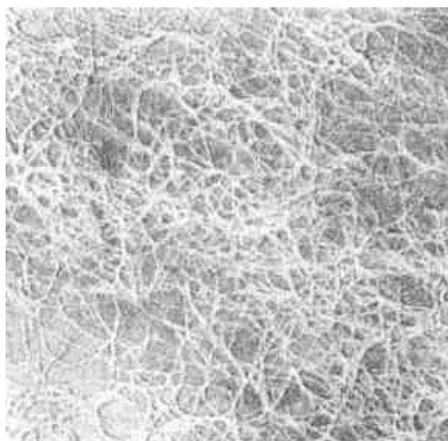
Выполненные расчёты показали, что величина контактных напряжений между роликами и внутренней обоймой подшипника указывает на то, что опорные подшипники приводного шкива трения подъёмной машины ЦШ 5×4 относятся к тяжело нагруженным опорам с контактными напряжениями около 3000 МПа при малых скоростях движения.

Из технических характеристик пластических смазок следовало, что смазка Литол-24 в рассматриваемых условиях применяться не может, так как из-за высоких контактных напряжений будет наблюдаться необратимое механическое разрушение волокон литиевого загустителя, обеспечивающего адгезические свойства смазки. Процесс разрушения механического разрушения волокон литиевого загустителя представлен на рис.1 [3].

Анализ пластических смазок зарубежных производителей показал, что фирмы Шелл, Эссо, Тексако и еще ряд других выпускают пластические смазки со специальными присадками (EP), повышающими механическую прочность волокон загустителей и их адгезические свойства.

В 2003 году на шахту была завезена пластическая смазка фирмы Тексако MOLYTEX EP2. Со времени применения указанной смазки износ подшипников 30032/850 на канатоведущих шкивах трения подъемной машины практически прекратился. Неоднократные вскрытия подшипниковых опор показывали, что каждый ролик под-

шипника находится в смазке и выдавливания пластической смазки из роликовых дорожек в подшипниках не наблюдается.



а)



б)

Рисунок 1 - Структура волокон в смазке, загущенной литиевым мылом:

а) до механического воздействия;

б) после разрушительного механического воздействия.

Подшипники, которые были заменены в сентябре месяце 2002 года, работают и по настоящее время. Приобретать подшипники шведского производства не потребовалось.

Украинско-Немецкое СП «Фукс Мастила Украина», расположенное в г. Львове, в настоящее время наладило производство пластических смазок с присадками (ЕР), обеспечивающих надежную смазку высоко нагруженных передач.

Список источников:

1. Справочник по сопротивлению материалов/ Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев.- Киев: Наук. думка, 1988.- 736 с.
2. Г.Б. Иосилевич Детали машин.- М.: Машиностроение, 1988.- 368 с.
3. Справочник по триботехнике: в 3 т. Т 2: Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения/ Под общ. Ред. М. Хеблы, А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1990. – 416 с.

Статья поступила в редколлегию

Рецензент: к.т.н., доцент Зиновьев С.Н.

Е.А.Триллер, Е.А.Петелін, І.В.Сюмка. Досвід, проблеми й рішення підвищення довговічності підшипників шахтних підйомних машин. У роботі описаний досвід рішення проблеми підвищення довговічності сферичних підшипників канатоведучого шківів багатоканатної підйомної машини, викладена послідовність визначення контактних напруг виникаючих між роликками й внутрішньою обоймою підшипника, дані рекомендації про застосування пластичних змащень, адекватних умовам експлуатації підшипників. підйомна машина, підшипник, довговічність, змащення, тертя, ролик, опора, зношування, триботехнічний склад, контактна напруга, радіальне навантаження

E.Thriller, E.Petelin, I. Syumka. Experience and solving of the problem of increasing the durability of bearings of mine winders. The paper describes the experience of solving the problem of increasing the durability of the spherical bearings of rope-leading pulley of multi-rope winding machine, states the sequence of determining the contact pressure arising between rollers and inner bearing race, gives the recommendations on the use of plastic lubricants that fit adequately the operating conditions of bearings .

winding machine, bearing, durability, lubricant, friction, roller, support, wear, tribotechnical composition, contact pressure, radial load

© Е.А. Триллер, Э.А. Петелин, И.В. Сюмка, 2010