

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2019, №2, Том 6 / 2019, No 2, Vol 6 <https://resources.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/09ECOR219.pdf>

DOI: 10.15862/09ECOR219 (<http://dx.doi.org/10.15862/09ECOR219>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Жаров В.Г., Максимов А.В., Сумзина Л.В. Анализ ресурсосберегающих методов повышения срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2019 №2, <https://resources.today/PDF/09ECOR219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/09ECOR219

For citation:

Zharov V.G., Maximov A.V., Sumzina L.V. (2019). Analysis of resource-saving methods of increasing the service life of bearing supports of washing and squeezing machines and technological equipment of public utilities and consumer services. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, [online] 2(6). Available at: <https://resources.today/PDF/09ECOR219.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/09ECOR219

УДК 665.765; 30.9

ГРНТИ 06.81

Жаров Василий Геннадьевич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет туризма и сервиса», дп. Черкизово, Россия
Высшая школа сервиса
Доцент

Кандидат технических наук

E-mail: basille@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=320941

Максимов Александр Васильевич

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет туризма и сервиса», дп. Черкизово, Россия
Высшая школа сервиса
Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: maksimovav52@yandex.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=227609

Сумзина Лариса Владимировна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет туризма и сервиса», дп. Черкизово, Россия
Высшая школа сервиса
Директор

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: bytech1@yandex.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=633241

Анализ ресурсосберегающих методов повышения срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания

Аннотация. Повышение срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания

является актуальной задачей, так как позволит снизить простои оборудования в ремонте и расход запасных частей, снизить сроки исполнения заказов и увеличить их объем.

В статье рассмотрены достоинства и недостатки ресурсосберегающих методов повышения срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования сферы коммунального хозяйства и бытового обслуживания. Авторами выполнен подробный анализ технологических и эксплуатационных методов повышения срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания на основе применения эффекта металлоплакирования.

Показана актуальность применения и правильного подбора технологических и эксплуатационных методов в зависимости от фрикционного взаимодействия пар трения для увеличения срока службы узлов трения машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания.

Проведённый в статье анализ технологических и эксплуатационных методов повышения срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания показал, что выбор конкретного метода должен осуществляться с учётом условий фрикционного взаимодействия и режимов работы пар трения подшипниковых опор. Авторами сделан вывод о том, что необходимо учитывать характер смазочного материала, способ подачи смазки в зону трения, наличие химического взаимодействия с химически активными средами, поэтому использование вышеприведённых методов следует проводить в соответствии с соответствующими рекомендациями и инструкциями.

Ключевые слова: срок службы; смазочный материал; металлоплакирование; специальная обработка; металлоплакирующие присадки; узел трения; стирально-отжимная машина

Срок службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания зависит от величины износа и деформации сопряжённых поверхностей, а также критического количества дефектов, накопленных в поверхностных слоях деталей и вызывающих усталостные разрушения [1].

Формирование изнашиваемой поверхности происходит в результате суммирования различных по интенсивности и видам элементарных актов разрушения и изменений механических и физико-химических свойств материала под воздействием внешних факторов, таких как смазывающая среда, температура, нагрузка, вид трения (качение, качение с проскальзыванием, скольжение), скорость относительного перемещения поверхностей, реверсивность движения и т. д. Совокупность явлений в процессе трения определяет вид изнашивания и его интенсивность. Вследствие разнообразия исходных материалов деталей пар трения и условий их службы виды изнашивания чрезвычайно разнообразны.

Взаимодействие поверхностей может быть механическим и молекулярным. Механическое взаимодействие выражается во взаимном внедрении и зацеплении неровностей поверхности в совокупности с их соударением в случае скольжения грубых поверхностей. Молекулярное – в виде адгезии и схватывания. Адгезия не только обуславливает необходимость приложения касательной силы для относительного сдвига поверхностей, но и может привести к вырывам материала. Схватывание свойственно только металлическим поверхностям и отличается от адгезии более прочными связями. Молекулярное взаимодействие возможно также на участках взаимного внедрения поверхностей. Оно обязательно будет проявляться при разрушении масляной плёнки [2; 8].

Изменения на поверхности трения происходят благодаря деформации, повышению температуры и химическому действию окружающей среды.

Многочисленные упругие деформации из-за несовершенства структуры материала приводят в определённых условиях к усталостному выкрашиванию поверхностей качения, а многочисленные упругие деформации микронеровностей поверхностей скольжения разрушают структуру.

Многоцикловое деформирование поверхностей контакта приводит к наклёпу поверхностного слоя – его упрочнению. Однако у самой поверхности структура несколько ослаблена, микротвёрдость понижена. Микротвёрдость достигает максимума на некоторой глубине, далее уменьшаясь до исходной величины [2; 8].

Повышение срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания является актуальной задачей, так как позволит снизить простои оборудования в ремонте и расход запасных частей, снизить сроки исполнения заказов и увеличить их объём.

Одним из перспективных направлений повышения срока службы отдельных узлов и машин в целом является реализация эффекта металлоплакирования в зоне контакта деталей [3].

Для повышения износостойкости и контактной прочности материалов пар трения подшипников известно применение технологических методов повышения срока службы деталей пар трения. Процесс нанесения защитных покрытий при трении для повышения работоспособности узлов трения может быть реализован при помощи различных технологий.

Одним из таких методов является обкатка подшипников в жидких металлоплакирующих средах. При этом методе на поверхностях трения образуется защитный слой плакирующего металла. Однако необходимо отметить, что подавляющее большинство подшипников качения, работающих в различных отраслях народного хозяйства, смазывается пластичными смазочными материалами, в связи с этим, обкатку подшипников качения в металлоплакирующих средах с использованием маловязких промышленных масел целесообразно проводить перед началом эксплуатации [3].

Другой известный метод нанесения покрытий – финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей [2]. Суть метода состоит в том, что фрикционным способом детали покрывают тонкими слоями меди, латуни, бронзы. В настоящее время существует несколько видов ФАБО. В классической ФАБО металлическая плёнка наносится на деталь за счёт поджатия латунного или медного прутка в глицериновой среде и переноса частичек прутка на поверхность детали. Силы поджатия при этом достигают 20...70 МПа, процесс сопровождается большим выделением тепла, низкой производительностью и неравномерностью толщины наносимой плёнки, в пределах от 5 до 10 мкм. Другой метод ФАБО заключается в том, что покрытие наносится в жидкой среде, содержащей неорганические соединения меди и поверхностно-активные вещества. Металлическая плёнка при этом получается в результате физико-химических процессов, происходящих между рабочей средой и обрабатываемой деталью при механической активации поверхности инструментом. Инструмент может быть изготовлен из различных материалов – резины, полиуретана, фетра и т. д.

Процесс нанесения плёнки требует усилий на два порядка меньше, чем при классической ФАБО – всего 0,2...0,8 МПа и отличается большой производительностью. По данным [4] видно, что на образцах с покрытием уменьшилось время приработки в зависимости от их материалов до 5 раз, а суммарный износ за два часа испытаний в 2–3 раза, при снижении интенсивности изнашивания в 3–4 раза.

Проведённые исследования медных антифрикционных покрытий, нанесённых методом ФАБО, позволяют сделать вывод о целесообразности применения данного метода при ремонте и эксплуатации стирально-отжимных машин и технологического оборудования предприятий коммунального хозяйства и бытового обслуживания [3].

Однако, данный метод ввиду особенностей нанесения защитных покрытий, связанных с применением специальных инструментов, воздействующих на поверхность трения, не позволяет наносить защитные покрытия на рабочие поверхности подшипников качения. Поэтому для повышения эксплуатационных характеристик подшипников качения данный метод использовать затруднительно, а в большинстве случаев – невозможно [3].

В связи с особенностями эксплуатации подшипников качения для повышения износостойкости и повышения контактной прочности материалов подшипников целесообразно применять специальные смазочные материалы.

Широкое распространение подшипников качения в стирально-отжимных машинах, машинах химической чистки и прачечных, технологическом оборудовании бытового назначения и других отраслях промышленности привело к значительному увеличению объёма выработки антифрикционных смазок и предъявило к ним ряд новых требований по сравнению с применяемыми для подшипников скольжения. В противоположность к тому, что наблюдается при трении скольжения, в подшипниках качения коэффициент трения при обильной смазке не уменьшается, а возрастает. При малых нагрузках f без смазки меньше, чем с любой пластичной смазкой. Роль смазки в подшипниках качения сводится, прежде всего, к предохранению трущихся поверхностей от износа, задира и коррозии, что лучше обеспечивается пластичными смазочными материалами, чем жидкими [5].

Рассмотрим ещё один возможный способ смазывания пар трения сталь – сталь с использованием металлоплакирующих добавок, основанный на пластифицировании поверхностного слоя металла (эффект Ребиндера), который вносит существенный вклад в смазочное действие масел [6] и особенно сильно проявляется при контакте по химической природе и строению фаз [2].

Медьсодержащая плёнка должна оказывать сильное пластифицирующее воздействие на стальную поверхность, как и плёнка любого другого мягкого металла. Однако в отличие от жидких поверхностно- и коррозионно-активных сред она может вызывать избирательный эффект пластифицирования, проявляющийся исключительно в местах её фактического контакта со сталью, т. е. без разупрочнения подповерхностных слоёв материала.

После трения со смазкой ЦИАТИМ-203 с добавками медного порошка и комплексобразующего вещества наблюдается десятикратное уменьшение шероховатости поверхности стальной детали ($Ra = 0,075$ мкм) по сравнению с шероховатостью поверхности детали после работы со смазкой ЦИАТИМ-203 без добавок ($Ra = 0,7$ мкм). При проведении лабораторных испытаний этих СМ коэффициент трения составлял соответственно 0,074 и 0,098. При этом установлено, что коэффициенты трения для стали и меди приблизительно равны и составляют 1,2, в то время как для стали, покрытой медью, он равен 0,4 [7].

Известно, что при наличии медной сервовитной плёнки площадь фактического контакта увеличивается в несколько раз, в результате чего материалы поверхностей трения испытывают только упругие деформации, интенсивность изнашивания поверхностей резко уменьшается [6].

В работе [4] были проведены опытные испытания металлоплакирующей смазки СМП-5, в состав которой был введён медный порошок ПМС-2 в количестве 6 % и поверхностно-активных веществ – 0,25 % глицерина и 0,25 % олеиновой кислоты. Которые показали, что использование металлоплакирующего смазочного материала позволяет повысить долговечность узлов трения в 2 раза и более, снизить потери на трение до 30 %, увеличить срок

службы смазки до пополнения или замены в 2 раза и более, снизить расход смазочных материалов, потребление электроэнергии до 20 %.

При исследовании поверхностей трения роликов и дорожек качения было установлено, что на поверхностях трения имеются медные пятна или колонии из малых пятен размерами от 0,01 мм до 0,001 мм и менее. Причём, на поверхностях трения подшипников обнаружен специфический блеск медных пятен, который характеризует так же отсутствие окисления. Однако данный способ нанесения защитного антифрикционного покрытия не позволяет получать плёнку одинаковой толщины, наличие большого числа компонентов смазки усложняет технологию её приготовления. Применение мелкодисперсного медного порошка связано со сложностями при равномерном распределении порошка во всём объёме смазочного материала, увеличении коэффициента трения при большой толщине покрытия, при значительном нагреве смазки возможно осаждение медного порошка на дно масляного картера. Триботехнические свойства пластичных медьсодержащих смазочных материалов зависят от эксплуатационных характеристик базовых СМ и природы контактирующих материалов [7].

Проведённый анализ технологических и эксплуатационных методов повышения срока службы подшипниковых опор стирально-отжимных машин и технологического оборудования коммунального хозяйства и бытового обслуживания показал, что выбор конкретного метода должен осуществляться с учётом условий фрикционного взаимодействия и режимов работы пар трения. Также необходимо учитывать характер смазочного материала, способ подачи смазки в зону трения, наличие химического взаимодействия с химически активными средами, поэтому использование вышеприведённых методов следует проводить в соответствии с соответствующими рекомендациями и инструкциями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ конструкций подшипниковых опор технологического оборудования сервисных предприятий. Жаров В.Г., Сумзина Л.В., Максимов А.В. Промышленный сервис. 2018. № 2 (67). С. 37–39.
2. Прокопенко А.К. Повышение срока службы трущихся деталей и инструмента машин легкой промышленности и бытового назначения в процессе эксплуатации. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. М., 2000. 51 с.
3. Рекомендации по использованию технологии обработки узлов и деталей машин в металлоплакирующих средах. Пашковский И.Э., Прокопенко А.К., Францев В.Н., Пашковская Т.И., Светлаков В.М., Корнеев А.А., Жаров В.Г., Горлов Е.С., Соколова Е.И. МГУС, Москва, 2003.
4. Денисова Н.Е., Гонтарь И.Н., Кившенко А.М., Свищевская Г.И., Денисова Л.Е. Опыт применения металлоплакирующей смазки в подшипниках текстильных машин. В кн. Долговечность трущихся деталей машин. Вып. 4. М.: Машиностроение, 1990, с. 29–34.
5. Оптимизация состава металлоплакирующей смазки для подшипниковых опор. Пашковский И.Э., Жаров В.Г., Шестопапов Т.А. Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. № 2. С. 30.
6. Гаркунов Д.Н., Чихачёва Н.Ю., Щедрин А.В. и др. Новые направления самоорганизации контактных процессов в методах лезвийной, деформирующей и комбинированной обработки // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. №5. С. 14–15.
7. Влияние состава пластичного смазочного материала на эксплуатационные характеристики подшипниковых опор машин и оборудования коммунального хозяйства и сервисных предприятий. Жаров В.Г., Сумзина Л.В., Максимов А.В. Промышленный сервис. 2018. № 3 (68). С. 22–26.
8. Гаркунов Д.Н. Триботехника // 2015. Bstudy.net <https://bstudy.net/692245/tehnika/tribotekhnika>.

Zharov Vasily Gennadyevich

Russian state university of tourism and service, sv. Cherkizovo, Russia
E-mail: basille@mail.ru

Maximov Alexander Vasilyevich

Russian state university of tourism and service, sv. Cherkizovo, Russia
E-mail: maksimovav52@yandex.ru

Sumzina Larisa Vladimirovna

Russian state university of tourism and service, sv. Cherkizovo, Russia
E-mail: byttech1@yandex.ru

Analysis of resource-saving methods of increasing the service life of bearing supports of washing and squeezing machines and technological equipment of public utilities and consumer services

Abstract. Increasing the service life of bearing supports of washing and squeezing machines and technological equipment of public utilities and consumer services is an important task, as it will reduce downtime of equipment under repair and the consumption of spare parts, reduce lead times and increase their volume.

The article discusses the advantages and disadvantages of resource-saving methods of increasing the service life of bearing supports of washing and squeezing machines and technological equipment in the sphere of public utilities and consumer services. The authors carried out a detailed analysis of the technological and operational methods of increasing the service life of the bearing supports of washing-pressing machines and technological equipment of public utilities and consumer services based on the application of the metal-plating effect.

The relevance of the application and proper selection of technological and operational methods depending on the frictional interaction of friction pairs to increase the service life of friction units of machines and technological equipment of public utilities and consumer services is shown.

The analysis of technological and operational methods for increasing the service life of bearing supports of washing-pressing machines and technological equipment of public utilities and consumer services conducted in the article showed that the choice of a specific method should be carried out taking into account the conditions of friction interaction and modes of operation of friction pairs of bearing supports. The authors concluded that it is necessary to take into account the nature of the lubricant, the method of supplying lubricant to the friction zone, the presence of chemical interaction with chemically active media, therefore, the use of the above methods should be carried out in accordance with the relevant recommendations and instructions.

Keywords: lifetime; lubricant; metalplating; special treatment; metalplating additives; friction unit; washing and squeezing machines

REFERENCES

1. Zharov V.G., Sumzina L.V., Maksimov A.V. (2018). Analysis of bearing structures of technological equipment of service enterprises. *Industrial Service*, 2(67), pp. 37–39 (in Russian).
2. Prokopenko A.K. (2000). Increasing the service life of rubbing parts and tools of machines of light industry and domestic use during operation. [*Povyshenie sroka sluzhby trushchikhsya detaley i instrumenta mashin legkoy promyshlennosti i bytovogo naznacheniya v protsesse ehkspluatatsii.*] Moscow, p. 51.
3. Pashkovskiy I.Eh., Prokopenko A.K., Frantsev V.N., Pashkovskaya T.I., Svetlakov V.M., Korneev A.A., Zharov V.G., Gorlov E.S., Sokolova E.I. (2003). Increasing the service life of rubbing parts and tools of machines of light industry and domestic use during operation. [*Povyshenie sroka sluzhby trushchikhsya detaley i instrumenta mashin legkoy promyshlennosti i bytovogo naznacheniya v protsesse ehkspluatatsii.*] Moscow: Moscow State University of Service, p. 51.
4. Denisova N.E., Gontar' I.N., Kivshenko A.M., Svishchevskaya G.I., Denisova L.E. (2003). Opyt primeneniya metalloplakiruyushchey smazki v podshipnikakh tekstil'nykh mashin. V knige Dolgovechnost' trushchikhsya detaley mashin. Vypusk 4. [*Experience of using metal-clad grease in textile machine bearings. In the book Durability of rubbing parts of machines. Release 4.*] Moscow: Engineering, pp. 29–34.
5. Pashkovskiy I.Eh., Zharov V.G., Shestopalov T.A. (2004). Optimization of the composition of metal-clad grease for bearing supports. *Mechanization and electrification of agriculture*, 2, p. 30 (in Russian).
6. Garkunov D.N., Chikhachyova N.Yu., Shchedrin A.V. and etc. (2014). New directions of self-organization of contact processes in the methods of blade, deforming and combined processing. Strengthening technologies and coatings, 5, pp. 14–15. (in Russian).
7. Zharov V.G., Sumzina L.V., Maksimov A.V. (2018). Influence of the composition of a plastic lubricant on the performance characteristics of the bearings of machinery and equipment of public utilities and service enterprises. *Industrial Service*, 3(68), pp. 22–26. (in Russian).
8. Bstudy.net. (2015). *Garkunov D.N. Tribotech.* [online] Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/16496.pdf> (in Russian).