

УДК 669.058
DOI 10.47367/0021-3497_2021_2_99

**СМАЗОЧНАЯ КОМПОЗИЦИЯ
ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН**

**LUBRICATING COMPOSITION
FOR MANUAL TRANSMISSION TEXTILE MACHINERY**

Е.А. ТОПОРОВА, В.П. ЗАРУБИН, В.В. КИСЕЛЕВ, А.В. ТОПОРОВ, Д.Ю. ПАЛИН
E.A. TOPOROVA, V.P. ZARUBIN, V.V. KISELEV, A.V. TOPOROV, D.YU. PALIN

**(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)**

**(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia)**

E-mail: evatopor@mail.ru; slavakis76@mail.ru; ironaxe@mail.ru

Качество продукции, производимой в текстильной промышленности, непосредственно связано со стабильной работой узлов и механизмов, приводящих в движение рабочие органы текстильного оборудования. Стабильность и надежность работы различных узлов текстильных машин связаны, в свою очередь, с качеством конструкционных материалов деталей, а также со свойствами смазочных материалов, используемых для смазки узлов оборудования. В статье приводятся результаты исследований разработанных смазочных композиций для использования их в тяжело нагруженных узлах трения текстильных машин.

Quality of production made in the textile industry is directly connected with stable work of the knots and mechanisms driving working bodies of the textile equipment. Stability and reliability of various units of textile machinery, are associated, in turn, with the quality of structural materials of parts, as well as with the properties of lubricants used for lubrication of equipment components. The article presents the results of studies of the developed lubricant compositions for use in heavily loaded friction nodes of textile machines.

Ключевые слова: трение, смазка, износ, надежность.

Keywords: friction, lubrication, wear, reliability.

С развитием электроники и компьютерного программирования появилась возможность управлять кинематическими и сило-

выми характеристиками рабочих органов текстильных машин, задавать законы движения рабочих органов при помощи микро-

процессоров и автоматизированных систем управления. Тем не менее, осуществить передачу вращающего момента рабочим органам тяжело нагруженных узлов прядильного, ткацкого, отделочного и другого оборудования возможно только при помощи механических передач. Скорости движения рабочих органов и соответственно частоты вращения валов и осей отличаются в сотни раз, при этом движение передается, как правило, от одного двигателя, что приводит к необходимости использования механических передач с большим передаточным отношением [1]. С этой точки зрения целесообразно использование червячных передач, которые и нашли применение в приводах чесальных, ленточных, гребнечесальных, приготовительно-ткацких, отделочных машин, ткацких станков. Червячные передачи широко применяются в приводах рабочих органов текстильных машин отечественного и зарубежного производства (на ткацких станках СТБ предприятия ТЕКСТИЛЬ-МАШ, оборудовании фирм "Rieter", "Trutzschler" и других производителей).

Особенности конструкции червячной передачи предполагают возникновение высоких контактных напряжений между червяком и червячным колесом, что приводит к повышенному износу и заклиниванию передачи. Сложность геометрии червяка делает его изготовление дорогостоящим, поэтому целесообразно увеличивать срок службы данной детали [1]. Известно, что ресурс работы червячной передачи во многом зависит от износа зубьев червячного колеса, который значительно превышает износ червяка [2], [3]. Увеличение ресурса работы червячной передачи может быть осуществлено при помощи замены материала червячного колеса – алюминиевой или оловянной бронзы на среднеуглеродистые качественные стали или низколегированные стали. Для обеспечения работоспособности такой трибопары необходимо использовать смазку, образующую металлоплакирующие пленки на поверхностях трения, что возможно при введении химически активных присадок. Основное назначение вводимых в базовую смазку присадок – это улучшение, прежде всего, противоизнос-

ных и антизадирных свойств [1], [5], [6]. Мельниковым В.Г. и Киселевым В.В. были разработаны смазочные материалы, реализующие избирательный перенос в паре трения сталь-сталь. Смазки на основе масла И-40А содержали стеараты меди и олова до 1,5% [5], [6]. Было отмечено, что эффект реализуется при давлении в контакте около 5МПа. Другие авторы отмечают давление в контакте менее 3 МПа, а также от 7,5 до 10 МПа [3] и от 5 до 7 МПа [4].

Химическая активность поверхностей металла и смазочного материала существенно влияет на прочность адсорбционной пленки. Наиболее прочные адсорбционные слои на металлах образуют поверхностно- активные вещества (ПАВ), такие как жирные кислоты, их спирты и эфиры, животные и растительные жиры, а также амины, амиды и их производные. Наибольшее увеличение действия жирных кислот и их мыл наблюдается на стали [1].

В данной работе предлагается исследовать новый наполнитель к маслам и смазкам, сочетающий в себе свойства металлоплакирующей присадки и металлокерамической добавки. Предполагается, что при совместном их использовании будет получен синергетический эффект [7...9].

В условиях лаборатории были разработаны три смазочные композиции: состав №1 содержал в себе металлоплакирующую добавку, выполненную на основе стеарата кобальта; состав №2 – металлокерамический наполнитель; состав №3 – комбинированный наполнитель.

Состав №1 представляет собой стеарат кобальта насыщенных и ненасыщенных жирных кислот растительных масел. Металлический компонент в стеарате находится в виде комплексонов, которые разрушаются с выделением химически чистого кобальта в зоне трения, где присутствуют нормальные и сдвигающие нагрузки и повышенные температуры. Химически чистый металл очень активен и практически мгновенно восстанавливается на контактирующих металлических поверхностях деталей узлов трения, предотвращая непосредственный контакт пары трения.

Металлокерамический наполнитель (состав №2) к смазочным материалам является искусственным аналогом природного минерала серпентина. Для получения этого наполнителя применялась золь-гель технология. Данная технология приготовления металлокерамического наполнителя является основным методом синтеза серпентина различной степени дисперсности и позволила получить наполнитель большей чистоты, чем природный. Исследуемый металлокерамический наполнитель представляет собой слоистую разновидность гидросиликатов магния $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$, синтезированных с применением геля кремниевой кислоты. Гель кремниевой кислоты получается путем гидролиза этилсиликата марки ЭТС-40.

Для получения комбинированного наполнителя (состав №3) в реакторе с водяным подогревом и постоянным перемешиванием совмещаем два наполнителя: кобальтовый стеарат и металлокерамический наполнитель, получая при этом комбинацию стеарата кобальта насыщенных жирных кислот и порошка искусственного серпентина. Металлические компоненты в составе №3 находятся в виде комплексонов и мелкодисперсного порошка. Мелкодисперсный порошок интенсифицирует процесс выделения на поверхностях трения химически чистого кобальта.

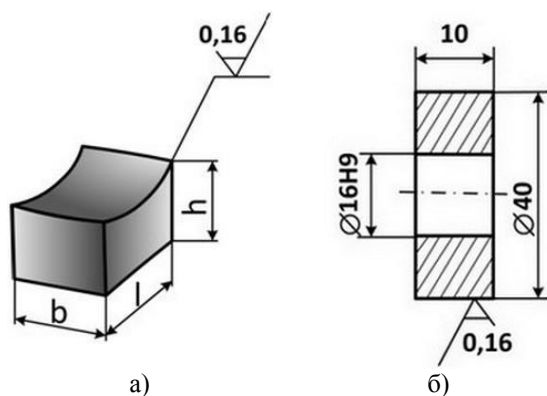


Рис. 1

Триботехнические свойства разработанных смазочных композиций проводились по следующим методикам: частичный вкладыш и контртело (рис. 1 – частичный вкладыш

и контртело (б) для проведения испытаний на трение и изнашивание) были изготовлены из стали 45 (ГОСТ 1050) с поверхностной твердостью (45...48) HRC. Все образцы имели рабочие поверхности с $Ra=0,16$.

Исследование триботехнических характеристик разработанных присадок проводилось на машине для испытания материалов на трение и износ модели СМТ-1 (рис. 2 – упрощенная схема узла трения машины СМТ-1: 1 – нижний (вращающийся) вал; 2 – верхний (неподвижный) вал; 3 – нагружающее устройство; 4 – образец; 5 – контртело).

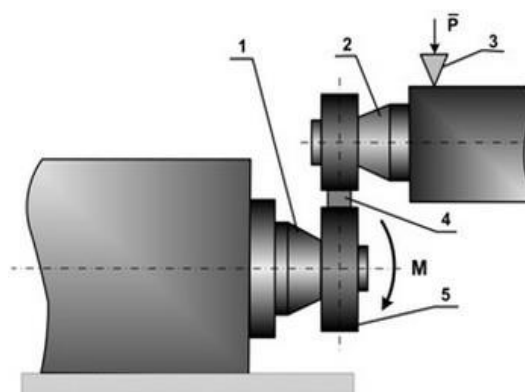


Рис. 2

Кроме момента трения определялась степень износостойкости испытуемых образцов. В данной работе использовались методы определения линейного износа образцов. Схема определения линейного износа представлена на рис. 3.

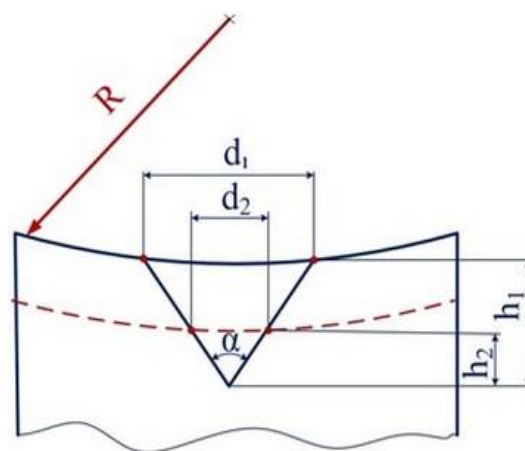


Рис. 3

Для определения интенсивности износа на поверхности трения наносились отпечатки коническим индентером. Диаметры отпечатков определялись с помощью микроскопа МБС - 10.

Смазочные материалы вводились в зону трения капельным способом. Концентрация разработанных присадок во всех экспериментах составляла 2 масс.%. Такую концентрацию выбрали исходя из анализа литературных источников, поскольку указанная концентрация приводится как одна из

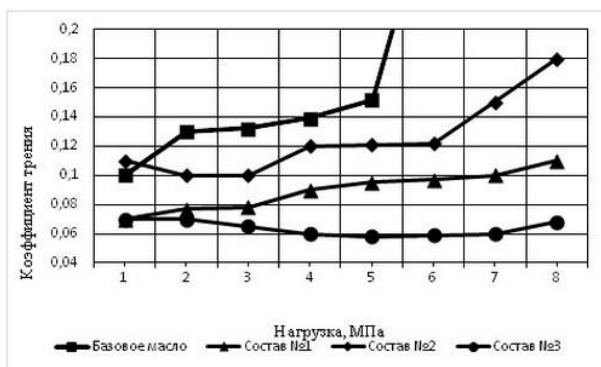


Рис. 4

Анализ результатов дает возможность сделать вывод об антифрикционных и противоизносных свойствах разработанных добавок к маслам. Введение в базовое масло присадки и наполнителя снижает коэффициент трения и интенсивность изнашивания. Все используемые добавки значительно повысили нагрузочную способность масла И-20. Если у масла без наполнителя резкий скачок коэффициента трения и катастрофический износ пары трения наблюдался при нагрузке в 4...5 МПа, то масло с добавками продолжало работать на нагрузке 7...8 МПа. Это является неоспоримым достоинством разрабатываемых добавок. При детальном рассмотрении триботехнических показателей исследованных смазочных материалов можно прийти к выводу об их эффективности. Так, металлоплакирующая добавка обладает хорошими, достаточно ровными показателями коэффициента трения и интенсивности изнашивания. По сравнению с базовым маслом эта присадка позволила снизить коэффициент трения в 1,5...2 раза, интенсивность изна-

оптимальных для подобных добавок. На рис. 4, 5 представлены исследуемые триботехнические характеристики базового масла И-20, а также масла И-20 с вводимыми в него добавками (1 – базовое масло с металлоплакирующей присадкой, состав 2 – базовое масло с металлокерамической присадкой, состав 3 – базовое масло с комбинированной присадкой; на рис. 4 – зависимости коэффициента трения, а на рис. 5 – интенсивности изнашивания от давления в пятне контакта).

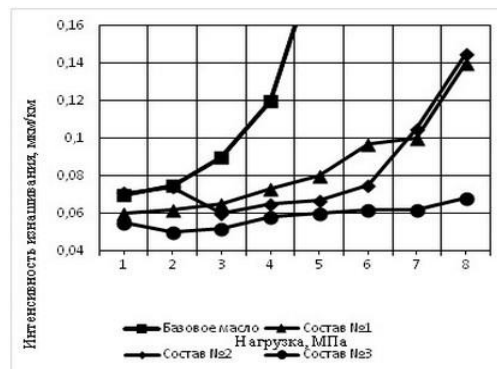


Рис. 5

шивания в 2...4 раза. Металлокерамическая добавка к маслу также показала снижение коэффициента трения и интенсивности изнашивания по сравнению с базовым маслом (в 1,2...1,8 и 2...3 раза соответственно). Однако стоит отметить совершенно другой характер исследуемых зависимостей по сравнению с разработанным составом №1. При использовании минеральной добавки заметны резкие колебания показателей коэффициента трения и интенсивности изнашивания. Особенно это видно в момент приработки пары трения. Такое поведение наполнителя говорит о более грубой его работе по сравнению с металлоплакирующей добавкой. Однако у смазки №2 в диапазоне нагрузок от 4 до 6 МПа заметны более ровные участки диаграмм, по которым можно судить об образовании устойчивого металлокерамического слоя. Лучшие показатели среди исследуемых композиций показала смазка №3. На всем диапазоне нагрузок у этой смазки наблюдается значительное уменьшение коэффициента трения в 3...6 раз и значительное уменьшение интенсив-

ности изнашивания в 2,5...5 раз. При этом смазка №3, на наш взгляд, объединила в себе положительные показатели металлоплакирующей и металлокерамической добавки. Так, на этапе приработки у смазки №3 отсутствуют резкие скачки значений коэффициента трения как у смазки №2, на это могло повлиять действие металлоплакирующей присадки. Попадая в зону трения, частицы минеральной добавки начинают подготавливать поверхность трения, выравнивая микронеровности и разрушая окисную пленку. Металлоплакирующая присадка сразу же осаждается на подготовленную "чистую" поверхность, не допуская контакта "металл - металл", снижая тем самым значение коэффициента трения. При дальнейшей работе комбинированный наполнитель образует устойчивый антифрикционный слой на поверхностях пары трения, о чем свидетельствуют относительно ровные участки диаграмм коэффициента трения и интенсивности изнашивания при нагрузке от 4 до 7 МПа.

Таким образом, можем сделать вывод о том, что разработанная комбинированная присадка может найти свое применение в качестве присадки к смазкам механических передач текстильных машин. Выявленные в ходе экспериментов некоторые качественные показатели, значительно превосходят показатели других аналогичных присадок. Не последним достоинством присадки является простота в применении и относительная дешевизна в изготовлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев Б.Р., Березин К.Г., Егоров С.А., Аleshин Р.Р. Повышение работоспособности червячных механизмов применением металлоплакирующих смазок // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 4. С. 93...98.
2. Павлов В.Г., Попов П.К., Селиверстов Е.Ю., Семидоцкий Н.В. Ресурс работы червячной передачи по условию предельно допустимого износа // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2007, №5. С. 19...25.
3. Дякин С.И., Филатова Т.П. Некоторые концепции применения материалов в тяжело нагруженных трибосопряжениях // Сб. ст.: Долговечность трущихся деталей машин. Вып. 2 / Под ред. Д.Н. Гаркунова. – М.: Машиностроение, 1987. С.19...31.

4. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985.

5. Киселев В.В., Мельников В.Г. Исследование свойств разработанных присадок на основе солей мягких металлов // Эффект безызносности и триботехнологии. – 2004, №1. С.16...20.

6. Зарубин В.П., Киселев В.В., Пучков П.В., Топоров А.В. Улучшение эксплуатационных характеристик автотранспортной техники за счет применения высокоэффективных присадок // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. Т. 3, № 1 (19). С. 56...62.

7. Зарубин В.П., Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В., Мельников А.А. Перспективы применения нанопорошков силикатов в смазочных материалах, используемых в пожарной технике // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. Т. 22, № 5. С. 65...70.

8. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов. Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010, № 3. С. 24...28.

9. Пучков П.В., Топоров А.В., Киселев В.В. Разработка конструкции трибологически безопасного резьбового соединения // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2012, № 1. С. 28...31.

REFERENCES

1. Kiselev B.R., Berezin K.G., Egorov S.A., Aleshin R.R. Povyshenie rabotosposobnosti chervyachnykh mekhanizmov primeneniem metalloplakiruyushchikh smazok // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2010, № 4. S. 93...98.
2. Pavlov V.G., Popov P.K., Seliverstov E.Yu., Semidotskiy N.V. Resurs raboty chervyachnoy peredachi po usloviyu predel'no dopustimogo iznosa // Trenie i smazka v mashinakh i mekhanizмах. – 2007, №5. S. 19...25.
3. Dyakin S.I., Filatova T.P. Nekotorye kontseptsii primeniya materialov v tyazhelonagruzhennykh tribosopryazheniyakh // Sb. st.: Dolgovechnost' trushchikh-sya detaley mashin. Vyp. 2 / Pod red. D.N. Garkunova. – М.: Mashinostroenie, 1987. S.19...31.
4. Garkunov D.N. Tribotekhnika. – М.: Mashinostroenie, 1985.
5. Kiselev V.V., Mel'nikov V.G. Issledovanie svoystv razrabotannykh prisadok na osnove soley myagkikh metallov // Effekt bezyznosnosti i tribotekhnologii. – 2004, №1. S.16...20.
6. Zarubin V.P., Kiselev V.V., Puchkov P.V., Toporov A.V. Uluchshenie ekspluatatsionnykh kharakteristik avtotransportnoy tekhniki za schet primeniya vysokoeffektivnykh prisadok // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI. – 2014. Т. 3, № 1 (19). S. 56...62.
7. Zarubin V.P., Kiselev V.V., Toporov A.V., Puchkov P.V., Mel'nikov A.A. Perspektivy primeniya nanoporoshkov silikatov v smazochnykh materialakh,

ispol'zuemykh v pozharной tekhnike // Pozharovzryvo-bezopasnost'. – 2013. T. 22, № 5. S. 65...70.

8. Kiselev V.V., Toporov A.V., Puchkov P.V. Povyshenie nadezhnosti pozharной tekhniki primeneniem modernizirovannykh smazochnykh materialov. Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoй zashchity. – 2010, № 3. S. 24...28.

9. Puchkov P.V., Toporov A.V., Kiselev V.V. Razrabotka konstruksii tribologicheskoi bezopasnoy

rez'bovogo soedineniya // Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta. – 2012, № 1. S. 28...31.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования ИВГПУ. Поступила 14.04.21.
