

ВЛИЯНИЕ ПРИСАДКИ К БАЗОВЫМ МАСЛАМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПАРАХ ТРЕНИЯ

Бирюков В.П.¹, Горюнов Н.А.², Принц А.Н.¹

¹*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук, Москва, Россия;*

²*Российский университет транспорта, Москва, Россия*

Ключевые слова: присадка, базовое масло, коэффициент трения.

Аннотация. Работа посвящена определению влияния добавки к базовому гидравлическому маслу на триботехнические характеристики при трении латуни и бронзы по стали 50ХФА. Получены закономерности изменения коэффициентов трения от скорости скольжения и их значения значительно ниже, чем при испытании с базовым маслом. Полученные результаты исследований послужат основой для проведения экспериментальных работ с присадочными материалами.

EFFECT OF ADDITIVES TO BASE OILS TO IMPROVE TRIBOTECHNICAL CHARACTERISTICS IN FRICTION PAIRS

Biryukov V.P.¹, Goryunov N.A.², Printsc A.N.¹

¹*Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;*

²*Russian University of Transport, Moscow, Russia*

Keywords: additive, base oil, coefficient of friction.

Abstract. The work is devoted to determining the effect of an additive to the base hydraulic oil on tribotechnical characteristics during friction of brass and bronze on 50CrVA steel. The regularities of the friction coefficients change from the sliding speed and their values are significantly lower than when tested with base oil. The obtained research results will serve as the basis for experimental work with additive materials.

Присадки к смазочным материалам – в количестве нескольких весовых процентов – добавляются в базовые масла для улучшения смазочных характеристик. Они необходимы для поддержания общих характеристик смазочного материала и способны управлять конкретными характеристиками, например, трением и износом, окислением, пенообразованием и коррозионной стойкостью. Во многих исследованиях было заявлено, что добавление наночастиц, таких как металл [1], оксид металла [2], сульфиды металлов [3] уменьшают трение и износ при их оптимальном содержании.

Медь является одним из самых мягких металлов [1], поэтому в качестве экспериментального материала для наночастиц были выбраны наночастицы меди полученные в лабораторных условиях методом электродугового плазменного испарения-осаждения. Распределение по диаметру частиц меди варьировалось от 30 до 120 нм, а средний диаметр составлял около 50 нм. В качестве базового масла использовали 500SN. Содержание частиц меди

составляло 0,1 мас.%. Смесь частиц масла и меди получали с помощью ультразвуковой вибрации в течение 30 мин при температуре около 50°C. Эксперименты проводились на испытательной машине по схеме "штифт - диск" (модель MG-200). Диски были изготовлены из стали 20CrMnTi. После поверхностного науглероживания их твердость достигла 62 HRC. Штифты были изготовлены из бронзы Н62, с геометрическими параметрами: диаметр 8 мм и длина 20 мм. Экспериментальные результаты СЭМ испытаний показали, что существует эффект восстановления поверхности трения после смазки маслом, содержащим наночастицы меди. Коэффициент трения снижался с 0,046 до 0,031 в течение 21 минуты испытаний.

Наночастицы CuO, ZrO₂ и ZnO [2] смешивали со смазкой (полиальфаолефин, ПАО 6) в концентрациях 0,5-2,0 мас.% с использованием ультразвукового зонда в течение 2 мин. Испытание на износ проводилось с использованием машины TE53SLIM, по схеме "палец – кольцо". Образцы с размерами 12,7×12,7×12,7 мм из стали AISI 1045 с твердостью около 31 HRC прижимались к стальному кольцу из стали AISI D3 диаметром 60 мм, с твердостью 65-66 HRC. Испытания проводились на общей дистанции 3066 м при скорости скольжения 2 м/с и нагрузке 165 Н.

Самые низкие и высокие коэффициенты трения были получены при 1% и 2% для смеси ПАО 6 + CuO соответственно. Повышение содержания CuO, ZnO и ZrO₂ в базовом масле увеличивало их осаждение на изнашиваемых поверхностях, однако трибологические свойства смесей с ZnO и ZrO₂ имели худшие показатели по сравнению с CuO.

Испытания на трение и износ [3] проводились на четырех шариковой машине. Шарик диаметром 12,7 мм изготовлен из подшипниковой стали 52100. Испытание выполняли при частоте вращения 1450 мин⁻¹ при комнатной температуре в течение 30 минут. В конце каждого испытания с помощью оптической микроскопии определяли средний диаметр лунки износа на 3 нижних шариках. Результаты испытаний показывают, что наночастицы DDP-PbS в качестве добавки в жидкий парафин эффективно повышают противоизносную способность. Наименьший диаметр лунки износа наблюдался при концентрации наночастиц PbS в жидком парафине 0,05 мас.%.

В качестве присадки к базовому маслу МГЕ-10А использовали наномодификатор Стрибойл в количестве 0,5 об.%. Испытания на трение и износ выполняли по схеме широкая сторона плоского образца - торец кольцевого контробразца втулки (стали 50ХФА, HRC 48-51). Испытывали образцы двух цветных сплавов латуни ЛМц58-2, НВ=1250-1300 МПа и бронзы БрОФ10-1, НВ=900 МПа с размерами 12×20×70 мм. В процессе испытаний проводили непрерывное измерение момента трения.

На рисунке 1 представлен фрагмент с экрана монитора, показывающий приложенную нагрузку и показания датчика момента трения при частоте вращения 1400 мин⁻¹ для пары трения ЛМц58-2-сталь 50ХФА.

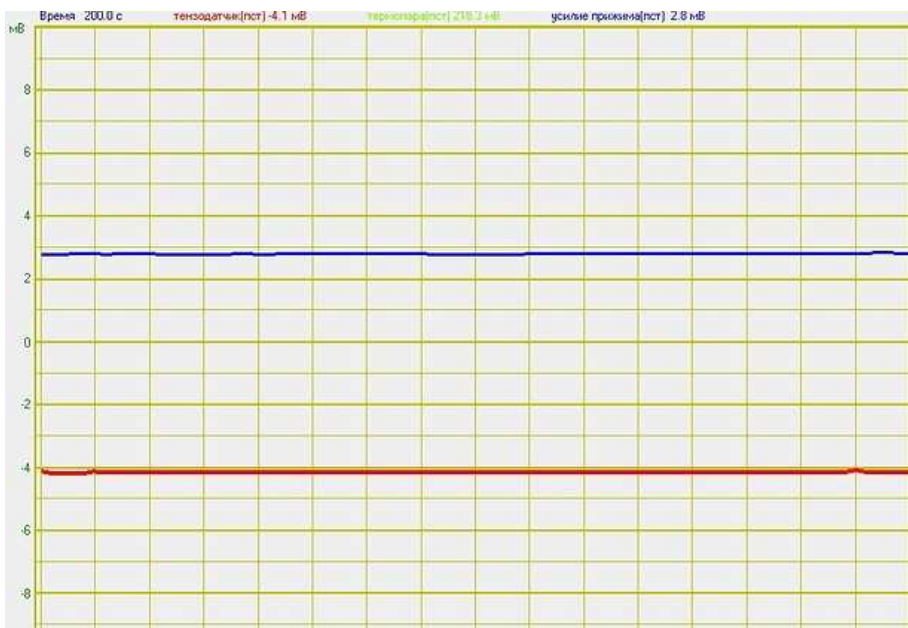


Рис. 1. Графики показаний датчиков нагрузки и момента трения при испытании ЛМц58-2-сталь 50ХФА с 0,5% присадки Стрибойл

На рисунке 2 показаны графики коэффициентов трения от скорости скольжения для пары БрОФ 10-01-сталь 50ХФА.

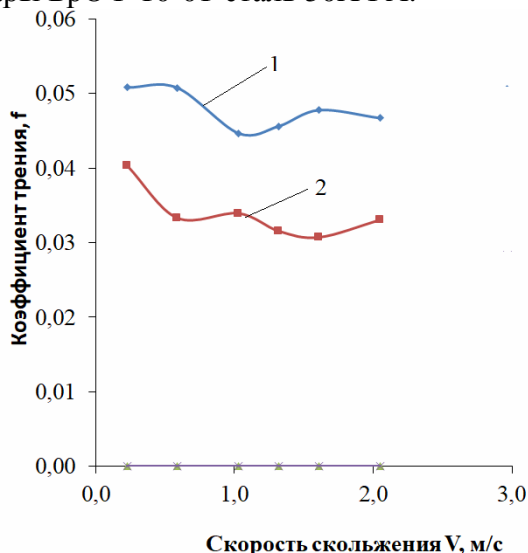


Рис. 2. Изменения коэффициентов трения от скорости скольжения БрОФ 10-01- сталь 50ХФА: 1- МГЕ-10А, 2 - МГЕ-10А+0,5% Стрибойл

Кoeffициенты трения для пары БрОФ 10-01-сталь 50ХФА при введении присадки составляли 0,031-0,04 в зависимости от скорости скольжения, что намного ниже, чем при испытании этой же пары трения с исходным базовым маслом МГЕ-10А. Аналогичные результаты были получены при испытаниях пары ЛМц58-2-сталь 50ХФА.

Выводы

Проведенные исследования показали, что введение 0,5% присадки Стрибойл в базовое масло МГЕ-10А позволило снизить коэффициенты трения в парах трения БрОФ 10-01- сталь 50ХФА и ЛМц58-2-сталь 50ХФА во всем диапазоне скоростей скольжения.

Список литературы / References

1. Liu G., Li X., Qin B. et al. Investigation of the mending effect and mechanism of copper nano-particles on a tribologically stressed surface // Tribol Lett. 2004. Vol. 17. No 4. P.961-966.
2. Battez A.H., Gonzalez R., Viesca J.L. et al. CuO, ZrO₂ and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants // Wear. 2008. Vol.265. P. 422-428.
3. Chen S., Liu W., Yu L Preparation of DDP-coated PbS nanoparticles and investigation of the antiwear ability of the prepared nanoparticles as additive in liquid paraffin // Wear. 1998. Vol.218. No 2. P. 153-158.

Бирюков Владимир Павлович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник	Biryukov Vladimir Pavlovich – candidate of technical sciences, leading researche
Горюнов Николай Алексеевич – студент	Goryunov Nikolay Alekseevich – student
Принц Антон Николаевич – младший научный сотрудник	Printsc Anton Nikolaevich – junior research assistant
laser-52@yandex.ru	

Received 20.06.2022