

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ДОБАВКИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО АЛМАЗОГРАФИТА НА СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 2012 С.Г. Докшанин, С.И. Трошин

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Поступила в редакцию 13.03.2012

В работе исследуется влияние концентрации твердой добавки ультрадисперсного порошка алмазографита на свойства пластичных смазочных материалов. Приводится анализ результатов изменения момента трения и интенсивности износа образцов в зависимости от состава смазочных композиций.

Ключевые слова: пластичный смазочный материал, антифрикционные свойства, ультрадисперсная добавка, узел трения

Методика улучшения качества товарных пластичных смазочных материалов путем введения в них функциональных твердых добавок давно получила положительную оценку. Для таких смазочных материалов отмечается улучшение противоизносных и антифрикционных свойств, повышение нагрузки задира, возможность предотвращения схватывания трущихся поверхностей при потере работоспособности основного смазочного материала, улучшение герметизирующих свойств. Наиболее распространенными твердыми добавками остаются графит, дисульфид молибдена, нитрид бора, металлические порошки алюминия, меди, свинца, цинка, олова и других мягких металлов и сплавов на их основе, их оксиды или соли.

Современные машины и оборудование требуют надлежащего качества от смазочного материала. Применяемые ранее добавки уже не удовлетворяют требованиям к эксплуатационным характеристикам узлов трения. Поиск новых веществ, которых можно использовать в качестве твердых добавок, начинается тогда, когда возникает потребность в эффективных смазочных материалах с улучшенными триботехническими свойствами. В последнее время находят весьма перспективным применение веществ с ультрадисперсными частицами. На протекающие в зоне контакта процессы большое влияние оказывает размер частиц твердых добавок, поскольку свойства малых частиц значительно отличаются от свойств массива из того же материала. Отмечено использование в качестве твердых добавок в смазочные материалы ультрадисперсного порошка политетрафторэтилена, фуллеренов и фуллереновых саж, ультрадисперсного алмаза и алмазографита, ультрадисперсных порошков меди, свинца, бронзы и других материалов [1, 2].

Цель исследований: определение оптимальной концентрации ультрадисперсного порошка алмазографита (УДПАГ) в пластичном смазочном материале, при которой наблюдаются максимальные улучшения его антифрикционных и противоизносных свойств.

На рис. 1 представлены графики, отражающие зависимости изменения момента трения $M_{тр}$ от концентрации ультрадисперсной добавки в смазке-основе для различных условий нагружения без проскальзывания на контакте.

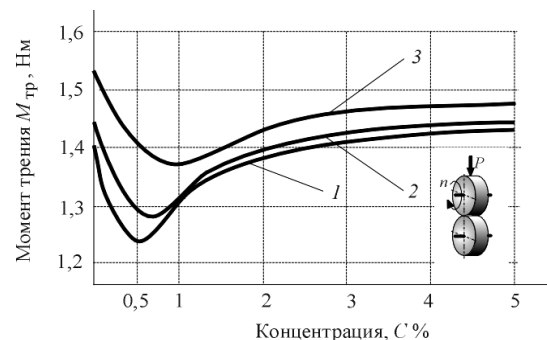
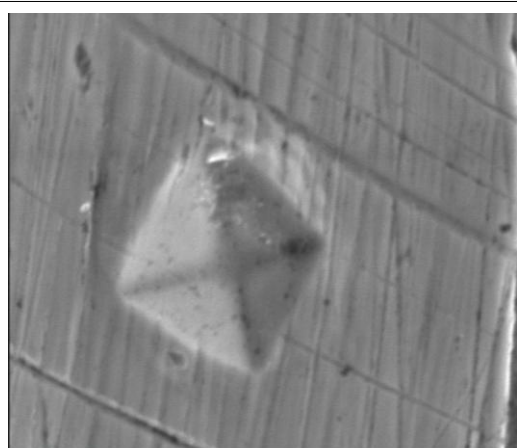


Рис. 1. Зависимость момента трения от концентрации твердой добавки в смазочном материале Литол-24: 1 – $P=0,2$ кН; 2 – $P=0,5$ кН; 3 – $P=1,5$ кН

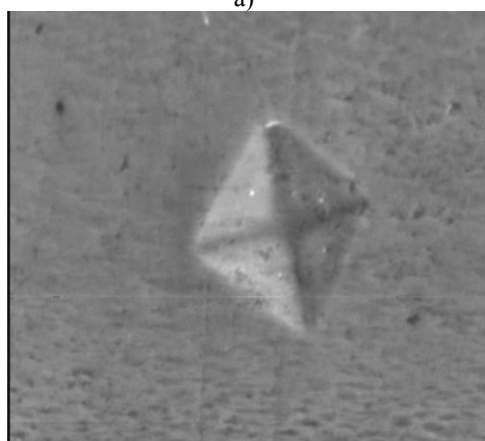
Исследования антифрикционных свойств проводились на машине трения по схеме «ролик-ролик». Образцы диаметром 40 мм и шириной 10 мм изготавливались из стали 45 без дополнительной термообработки, твердость НВ 220. Контактующие поверхности подготавливались шлифованием, параметр шероховатости $R_a=1,6$ мкм. Нагрузка P на образец изменялась от 100 до 1500 Н, частота вращения образца $n=430$ об/мин. Время одного цикла испытаний составляло 60 мин. В качестве основы для внесения ультрадисперсной добавки использовался смазочный материал Литол-24. Исследования проводились для смазочных композиций с содержанием УДПАГ от 0,1 до 5% от массы базового смазочного материала.

Докшанин Сергей Георгиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Прикладная механика». E-mail: Sergey_dokshandin@mail.ru
Трошин Сергей Иванович, старший преподаватель кафедры «Прикладная механика». E-mail: Serg_troshinu@mail.ru



КГТУ * РЭМ-100У * 30 kv * x 2500 — 8 мк *

а)



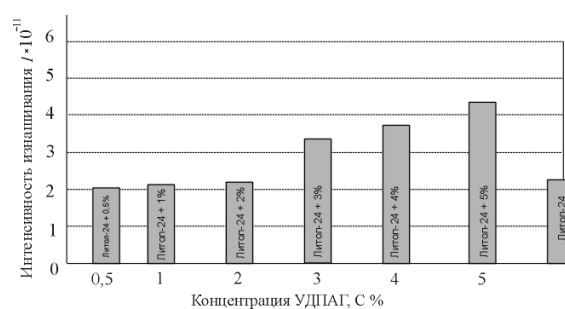
КГТУ * РЭМ-100У * 30 kv * x 2500 — 8 мк *

б)

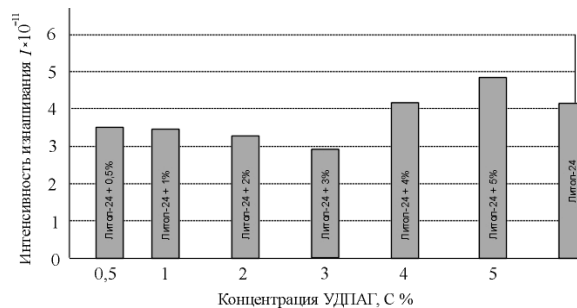
Рис. 2. Фотографии конических отпечатков после проведения испытаний (материал образца сталь 45): а) Литол-24 без УДПАГ при $P=75$ Н; б) Литол-24 с 2% УДПАГ при $P=250$ Н

Противоизносные свойства смазочных композиций исследовались на лабораторной установке по схеме «диск-колодка» при трении неподвижного образца о боковую поверхность вращающегося диска. Измерение износа образцов выполнялось методом искусственных баз нанесением на трущиеся поверхности отпечатка коническим индентором (рис. 2).

Диск изготовлен из стали 45 с последующей термообработкой до HRC 45-50. Образцы для сравнения результатов износа изготавливались из различных материалов: сталь 45 (твердость HB 220), бронза БрО5Ц5С5 (твердость HB 60). Скорость скольжения образцов при всем цикле испытаний $V_{ск}=1,13$ м/с, нагрузка изменялась в диапазоне от 10 до 250 Н на заданном пути трения. Время одного цикла испытания составляло 3 часа. На рис. 3 представлены сравнительные диаграммы интенсивности изнашивания образцов при трении с пластичным смазочным материалом Литол-24 без добавки УДПАГ и при ее различных концентрациях.



а)



б)

Рис. 3. Диаграммы интенсивности изнашивания образцов: а) сталь 45; б) бронза БрО5Ц5С5

Анализ полученных результаты показал, что наибольший эффект от введения твердой добавки УДПАГ в пластичный смазочный материал обнаруживается при концентрации в диапазоне от 0,5 до 3% масс. Подобные результаты вполне соответствуют полученным ранее при исследовании подобных смазочных композиций, применяемых в подшипниках качения [3]. Итоги проведенных исследований могут иметь следующие объяснения: пластичный смазочный материал после введения в него ультрадисперсной добавки начинает снижать свою структурную прочность. Это обусловлено внедрением в структуру дисперсионной среды ультрадисперсных частиц, что создает при этом расклинивающий эффект, приводит к нарушению межмолекулярных связей и снижает смазочную способность базового смазочного материала.

Можно отметить, что основные влияния при изменении рабочих параметров отражаются на моменте трения и величине износа для смазочных композиций с малым содержанием ультрадисперсного порошка алмазографита. При концентрациях до 2-3% масс. внедрение частиц в межструктурное пространство дисперсионной среды не приводит к чувствительному расклинивающему эффекту, а распределенные в объеме частицы снижают касательные напряжения в слоях смазочного материала. Кроме того, наблюдаются улучшения антифрикционных и противоизносных свойств, что подтверждено исследованиями [4]. Образующаяся на контактирующих поверхностях тонкая пленка ультрадисперсных частиц алмазографита прочно удерживается на поверхности за счет высоких адгезионных свойств, повышая несущую способность смазочного слоя. Введение УДПАГ в малых концентрациях

не приводит к повышению вязкости смазочного материала и не нарушает его реологические свойства.

Значения таких результатов также следует связать с режим приработки и образованием новой шероховатости на поверхности трения, которая формируется при сглаживании наиболее выступающих неровностей. Время процесса приработки поверхностей за счет присутствия в смазочном материале частиц ультрадисперсного алмазографита сокращается и происходит до тех пор, пока неровности не приобретут более приемлемые формы и размеры, обеспечивающие увеличение фактической площади контакта. При этом происходит активное повышение поверхностной температуры, что уменьшает вязкость смазочного материала и снижает сопротивление трению при качении роликов. Окончанием режима приработки можно считать состояние, когда наступает стабилизация значения момента трения. Для концентрации от 3% и выше отмечается стабильное увеличение момента трения. Вероятно, это связано с некоторым скапливанием на площадке трения избыточных частиц твердой добавки. Кроме того, проведенные ранее исследования показали, что при высокой концентрации частиц твердой добавки вязкость смазочного материала может повыситься на 6-8%, что приводит к дополнительному сопротивлению при трении. Высокая плотность частиц в смазочном материале и повышение ее вязкости не позволяет добавке равномерно распределиться по всему объему, приводит к образованию конгломератов с размерами, сопоставимыми с параметром шероховатости трущихся поверхностей. Имея множество кромок вследствие своей поликристаллической структуры частицы срезают микровыступы, являясь своего рода микрорезцами. Это

дополнительное воздействие на микронеровности помогает увеличить интенсивность износа в начальный момент работы узла трения.

Выводы: лучшими антифрикционными и противоизносными свойствами обладают созданные на основе пластичного смазочного материала Литол-24 смазочные композиции, в которых содержание твердой добавки ультрадисперсного порошка алмазографита составляло от 0,5 до 3% от массы смазочного материала. Положительный эффект от введения твердой добавки в данном диапазоне концентрации наблюдался при всех видах контакта твердых тел, при изменении скоростей скольжения и нагрузок. Выбор необходимой концентрации ультрадисперсного порошка для внесения в смазочный материал определяется экспериментально исходя из действующих эксплуатационных условий узла трения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Погодаев, Л.И.* Новый пластичный смазочный материал / *Л.И. Погодаев, В.Н. Кузьмин, В.М. Петров* // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2006. №6. С. 34-47.
2. *Яхьяев, Н.Я.* Смазочная композиция для улучшения трибологических характеристик смазочного материала / *Н.Я. Яхьяев, Ж.Б. Бегов, Ш.Д. Батырмурзаев* и др. // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2010. № 7. С. 29-32.
3. *Терентьев, В.Ф.* Трибонадежность подшипниковых узлов в присутствии модифицированных смазочных композиций / *В.Ф. Терентьев, Н.В. Еркаев, С.Г. Докианин.* – Новосибирск: изд-во «Наука» СО РАН, 2003. 142 с.
4. *Люты, М.* Методология создания смазочных материалов с наномодификаторами / *М. Люты, Г.А. Костокович, А.А. Скаскевич* и др // Трение и износ. 2002. (25)№ 4. С.411-424.

DEFINITION THE INFLUENCE OF ULTRADISPERSE DIAMOND-GRAPHITE ADDITIVE CONCENTRATION ON PROPERTIES OF LUBRICATING GREASES

© 2012 S.G. Dokshanin, S.I. Troshin

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

In paper the influence of firm additive of ultradisperse diamond-graphite powder concentration on properties of lubricating greases is examined. The assaying of results of change the friction torque and intensity of deterioration of samples depending on composition of lubricant greases is reduced.

Key words: *lubricant grease, antifrictional properties, ultradisperse additive, friction unit*

Sergey Dokshanin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department "Applied Mechanics". E-mail: Sergey_dokshanin@mail.ru
Sergey Troshin, Senior Teacher at the Department "Applied Mechanics". E-mail: Serg_troshinu@mail.ru