

УДК 621.43

Лабораторное исследование смазочных композиций, предназначенных для улучшения трибологических свойств моторных масел

*Шмелев А.А., студент
кафедры «Поршневые двигатели» МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Путинцев С.В., д.т.н., профессор двигатели»
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru*

Цель исследования состояла в оценке эффективности и сравнении служебных свойств трибологических составов (ТС) класса "металлические мыла", рассматриваемых как перспективные компоненты современных моторных масел [1].

В качестве свойствообразующих веществ указанных ТС были выбраны соединения стеарата цинка (СЦ) в полиметилсилоксане (ПМС), отличающиеся соответственно высокой, средней и низкой концентрацией СЦ в ПМС: ТС1; ТС2 и ТС3. Роль базы сравнения при испытаниях выполняло минеральное моторное масло Лукойл Стандарт SAE 10W-40 API SF/CF (далее по тексту этому объекту присвоен кодовый номер 0). Указанные ТС добавлялись в рекомендуемой концентрации в базу сравнения, составляя при этом объекты испытаний под кодовыми номерами соответственно 1, 2 и 3.

Испытания носили лабораторный характер и выполнялись на двух типовых машинах трения: 1. МИ-6 (вращательного действия с парой трения «стальной вращающийся диск – чугунная неподвижная колодка» согласно ASTM D-3233 Almen Wieland Method; 2. МТ-10 (вращательного действия с парой трения «стальная вращающаяся обойма – стальной неподвижный ролик» согласно ASTM 2782 Timken Extreme Pressure Test).

Методика испытаний включала три этапа:

1. Оценку совместимости компонентов ТС и моторного масла, осуществляемую путем отстаивания соответствующих соединений в прозрачной емкости на свету при комнатной температуре в течение недели. После чего визуально оценивалось состояние

раствора в емкости на предмет сохранения его гомогенности и стабильности, а также степени осадкообразования.

2. Сравнительные антифрикционные и противоизносные испытания, включающие снятие на машине Ми-6 диаграмм Штрибека (зависимостей коэффициента трения смазываемой пары f от параметра нагруженности λ), а также определение ширины полосы износа h на чугунной колодке [2, 3].

3. Сравнительную оценку противозадирных свойств базового объекта и лидера среди объектов 1...3 на машине МТ-10 путем определения предельной нагрузки заедания и площади пятна износа стального ролика.

Результаты испытаний.

1. Оценка совместимости компонентов



TC1 TC2 TC3

Рис. 1. Вид ТС после недельного отстаивания на свету при комнатной температуре

После недельного отстаивания на свету при комнатной температуре в объеме раствора ТС2 и, особенно, ТС3 произошло послойное разделение твердой и жидкой фазы в виде осадкообразования активного компонента. Это указало на недостаточную стабильность коллоидного раствора ТС с пониженными концентрациями СЦ в ПМС.

После введения каждого из ТС1...ТС3 заданной концентрации в объем моторного масла и последующего отстаивания при аналогичных вышеприведенным условиям было обнаружено выпадение светлого осадка на дне каждой из трех емкостей, содержащей указанные ТС (рис.2).



Рис. 2. Вид объектов 1...3 после недельного отстаивания на свету при комнатной температуре

Эти результаты свидетельствовали о неудовлетворительной совместимости компонентов ТС и СК, что потребовало применения тщательного перемешивания содержимого в емкостях перед введением его в масляные ванны машин трения МИ-6 и МТ-10 в оде данных испытаний. Оценка совместимости показала, что проблема растворимости активного компонента (СЦ) как в ПМС, так и в моторном масле требует серьезного рассмотрения и решения.

2. Антифрикционные свойства

Вид диаграмм Штрибека на рис.3 показывает, что введение в моторное масло ТС во всех трех случаях примерно одинаковым образом изменило характер протекания диаграммы при работе пары трения на «чистом» масле, снизив общий уровень трения в смазываемой паре. Подсчет среднего коэффициента трения за цикл испытаний показал, что по сравнению с объектом 0 объекты 1, 2 и 3 обеспечили подавление трения соответственно на 22%, 18% и 16% (рис.4).

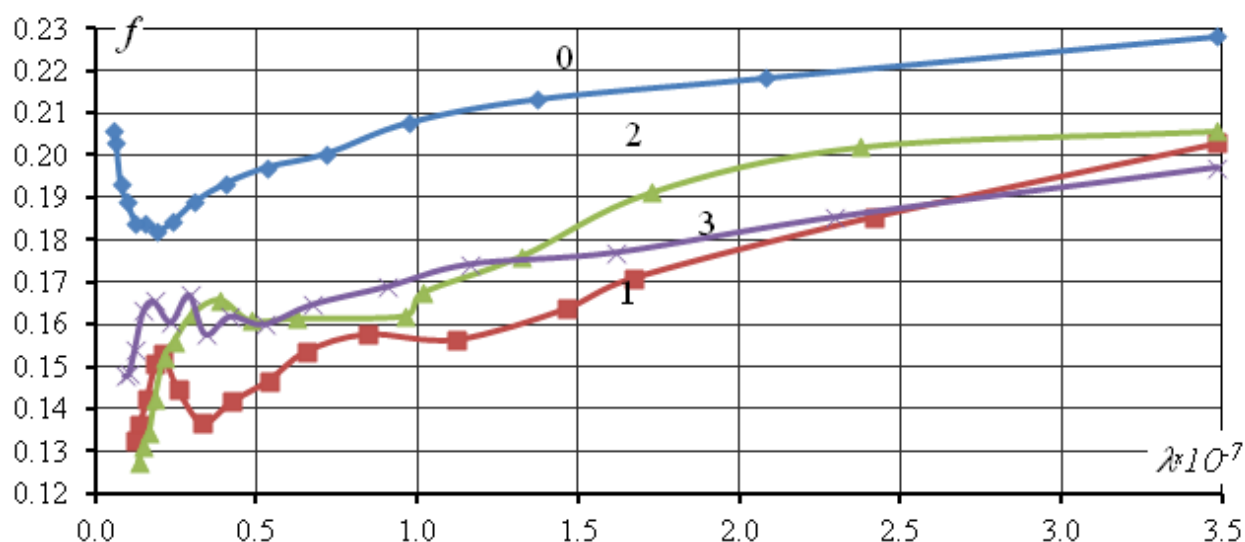


Рис. 3. Диаграммы Штрибека для объектов испытаний

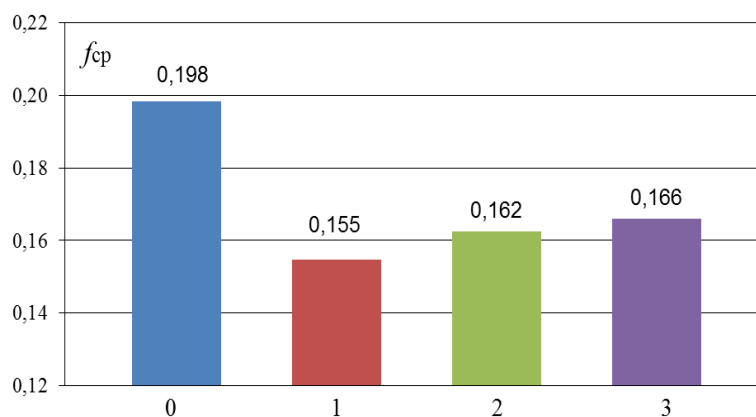


Рис. 4. Средний за испытания на машине трения МИ-6 коэффициент трения объектов

Полученный результат удовлетворительно коррелируется с данными по замеру средней температуры смазочного материала в ванне машины трения МИ-6 за цикл испытаний объектов, характеризующей тепловыделение от трения (рис.7). Учет данного критерия в качестве оценки антифрикционных свойств показал, что СЦ в зависимости от концентрации в ПМС снизил трение на 23%, 23% и 15% соответственно.

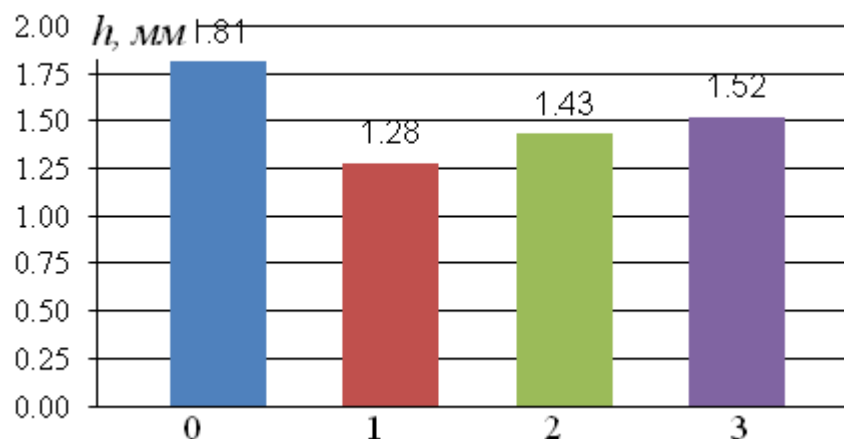
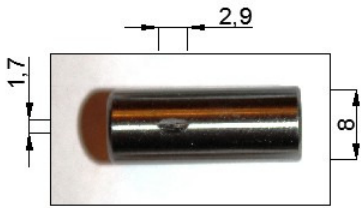
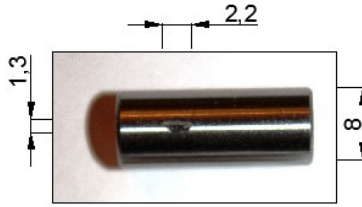


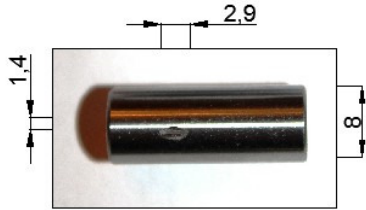
Рис. 5. Средние значения ширины полосы износа чугуной колодки

Результаты испытаний, представленные на рис.5, показали улучшение противоизносных свойств моторного масла при введении в него ТС, а именно на: 29%, 21% и 16% соответственно для ТС1, ТС2 и ТС3.

3. Противозадирные свойства

Результаты оценки предельной нагрузки заедания и измерения износа на ролике представлены в таблице:

Номер объекта и комментарий	Вид и размеры (мм) пятна (эллипса) износа на ролике	Износ (площадь эллипса), мм ²
0 Нагрузка: 892,7 Н, вызвавшая заедание пары трения		3,87
1 Нагрузка: 892,7 Н, не вызвала заедание пары трения		2,25

1 Нагрузка: 1236,1 Н, вызвавшая заедание пары трения		3,19
---	--	------

Как следует из результатов в табл.1, введение в моторное масло ТС1 (объект 1) обеспечило существенное (на 39%) повышение предельной нагрузки заедания пары трения по сравнению с работой пары трения на "чистом" моторном масле (объект 0). При этом износ ролика пары трения для объекта 1 при равных условиях нагружения оказался на 42%, а в режиме заедания на 18% ниже, чем износ для объекта 0 - базы сравнения.

Выводы

1. Испытания показали, что введение ТС1 в минеральное моторное масло Лукойл Стандарт SAE 10W-40 API SF/CF) привело к снижению коэффициента трения смазываемой пары "стальной диск-чугунная колодка" на 15...23% при одновременном подавлении износа чугунной колодки на 16...29%.

2. Обнаружена прямая зависимость между ростом концентрации стеарата цинка в полиметилсилоксане и улучшением трибологических свойства смазочных композиций.

3. Присутствие в моторном масле ТС1 обеспечило повышение на 39% предельной нагрузки заедания пары трения "стальная обойма-стальной ролик", снизив при этом на 18...42% износ стального ролика при прочих равных условиях.

4. Имеет место и требует своего решения проблема неудовлетворительной совместимости стеарата цинка с полиметилсилоксаном, а также коллоидного раствора этих веществ в моторном масле.

Список литературы

1. Путинцев С.В. Металлические мыла как перспективный противоизносный и антифрикционный компонент смазочного материала для ДВС // Машиностроение. 2011. № 4. С. 15-17.
2. Путинцев С.В., Галата Р.А., Белоусов А.И. Методика и результаты испытаний на машине трения перспективных антифрикционных присадок к моторному маслу // Межд. Научно-техническая конференция «Двигатели внутреннего сгорания XXI века»: материалы. СПб 2000. С. 56.

3. Путинцев С.В., Пронин М.Д., Точенов М.Н. Сравнительное исследование трибологических свойств моторных масел на типовой машине трения. М: Известия вузов. Машиностроение, 2005. № 12. С. 32-38.