

## ТЭХНІКА

УДК 621.9.079:621.892

*Л. Н. Бакланенко, В. К. Пакштас***ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ  
НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УЗЛОВ ТРЕНИЯ**

При проведении технологических исследований по созданию пластичных смазок с использованием отходов металлообработки в качестве базовых пластичных смазок использовали: солидолы - жировой и синтетический, ЦИАТИМ-201, Литол-24.

В качестве добавок в базовые смазки применяли отходы СОЖ, образующиеся после волочения медной проволоки, продукт, содержащий в своем составе высокодисперсные частицы меди (Металлоорганический комплекс МОК).

Минимальный износ исследованных металлов (сталь 45, бронза Бр.ОЦС5-5-5 и чугун СЧ21) наблюдается при смазке узла трения Литолом-24. Далее по убыванию эффективности идут ЦИАТИМ-201 (за исключением случая износа стальной подложки) и солидол УС-2. Введение в солидол УС-2 МОК приводит к снижению износа материала при концентрации МОКа 1,5 масс %. Процентная эффективность наполненного солидола примерно соответствует Литолу-24. Результат действия наполнителя зависит от его концентрации в смазке — повышение концентрации МОК в смазке от 1,5% до 3% увеличивает износ всех трех металлов.

На примере смазки ЦИАТИМ-201 определена роль органического продукта, вносимого вместе с наполнителем в смазку.

Для этого МОК промывали в керосине, в результате чего основная часть органической смеси с поверхности частиц удалялась (за исключением адсорбированного слоя). По данным эксперимента нельзя отметить существенного влияния удаленной органической составляющей МОК на показатели износа, хотя вместе с тем эффект от применения МОК во многом может быть обусловлен влиянием адсорбированного слоя, представляющего собой продукты контактных реакций с металлом веществ, входящих в состав жидкой фазы. Порошок технической меди по сравнению с МОК (в том числе отмытым) не улучшает противоизносные свойства ЦИАТИМа-201. Предварительные исследования позволили выявить противоизносный эффект, возникающий при добавлении в пластичные смазки МОК. В связи с этим исследования эффективности этой добавки были продолжены для других видов испытаний. Основное внимание было уделено изучению свойств наполненного солидола УС-2 — продукта, имеющего более низкую стоимость по сравнению с другими пластичными базовыми смазками.

Были проведены триботехнические испытания пары трения сталь 45 — сталь 40Х при смазке солидолом УС-2, наполненным МОК. Испытания в данном случае проводили при более высоких скоростях скольжения. В качестве наполнителя использовали крупнодисперсный МОК I (дисперсность до 200 мкм) и мелкодисперсный МОК II (дисперсность до 100 мкм), концентрация которого менялась в пределах от 0 до 10 масс %.

На кинетических зависимостях коэффициента трения (рис. 1,2) наблюдается спад на начальной стадии испытаний, свидетельствующий о приработке поверхностей трения. В последующем коэффициент трения либо стабилизируется на определенном уровне, либо несколько возрастает. Последнее характерно для смазок, содержащих относительно высокое количество наполнителя (более 10 масс %). В данном случае, по-видимому, происходит агрегатирование довольно крупных частиц наполнителя, заклинивание узла трения с переходом на режим резания. Увеличение коэффициента трения при высоком наполнении солидола УС-2 сопровождается увеличением температуры примерно на 40°C. При сравнительно малом содержании наполнителя в смазке коэффициент трения стабилизируется на уровне более низком, чем при смазке узла трения ненаполненным солидолом УС-2.

В результате исследований влияния дисперсности МОК на триботехнические характеристики было установлено, что режим устойчивой работы узла трения довольно чувствителен к величине дисперсности частиц наполнителя и при подготовке наполнителя необходимо отделять крупную фракцию порошка. Оптимальная концентрация МОК в смазке составляет 1-4% масс.



Дальнейшим этапом в исследованиях явилось снятие нагрузочных зависимостей коэффициента трения от температуры, а также составление диаграмм износа (рис. 3). Ориентируясь на значение коэффициента трения при максимальной нагрузке, можно сделать следующие выводы:

— для исследованных пар трения: сталь 45 - сталь 40X и сталь 45 - чугун СЧ21 — МОК является более эффективным наполнителем смазки, чем порошок меди;

— эффект от использования МОК наиболее сильно проявляется для пары трения: сталь 45 — сталь 40X и сталь 45 — чугун СЧ21.

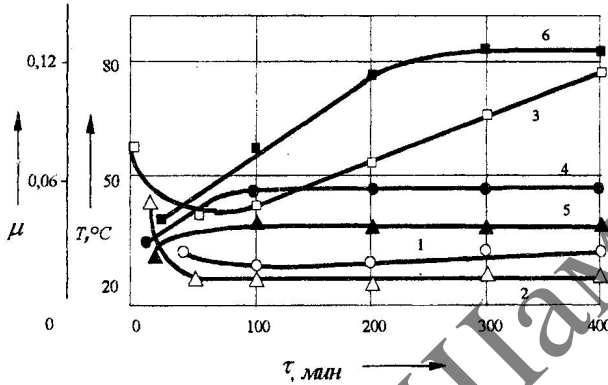


Рис. 1. Изменение коэффициента трения и температуры в зоне фрикционного контакта сталь 45 — сталь 40X от продолжительности испытаний. (Смазочный материал: солидол УС-2 (1,4); солидол УС-2, наполненный МОК I в количестве 1,5 масс. %; (2,5) и 10 масс. % (3,6)).

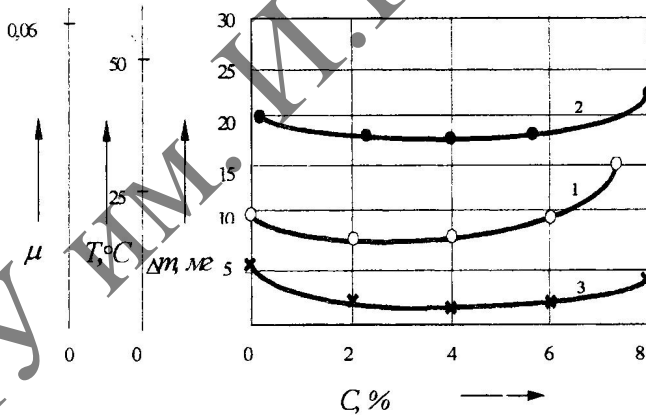


Рис. 2. Изменение износа (1), коэффициента трения (2) и температуры (3) в зоне фрикционного контакта сталь 45 — сталь 40X от концентрации в солидоле УС-2 МОК I. Продолжительность работы узла трения 320 минут.

Нагрузочные зависимости температуры (рис. 4, 5) имеют вид восходящих кривых, взаиморасположение которых в целом подтверждает сделанные выше выводы об эффективности МОК. При использовании МОК температура узла трения ниже, чем при использовании медного порошка (за исключением пары трения сталь 45-Бр. ОЦС5-5-5).

Введение МОК в ЦИАТИМ-201 оказывает сложное влияние на триботехнические характеристики смазки, при этом повышается температура в зоне трения (кроме пары трения сталь - бронза). Что касается работы узла трения при смазке немодифицированным ЦИАТИМом-201, то его температурный режим практически не зависит от природы трущейся пары.

С позиции интенсивности износа при смазке узлов трения ЦИАТИМом можно сделать следующие замечания. Использование МОКа в качестве наполнителя смазки для пар трения сталь — чугун и сталь — бронза приводит к отрицательному результату. Работа узла трения сталь

— сталь при высоких температурах (247°C) с использованием наполнителя МОК сопровождается ростом коэффициента трения и интенсивностью износа кольца. В этих же условиях колодка практически не изнашивается, что, на наш взгляд, объясняется достижением динамического равновесия между износом подложки и нанесением на нее медного слоя из материала наполнителя. Поскольку колодка при выбранной схеме испытаний имеет более высокую температуру, чем кольцо, то, по-видимому, для нее раньше (при меньших нагрузках) должны быть достигнуты условия, при которых происходит растрескивание медного шлама.

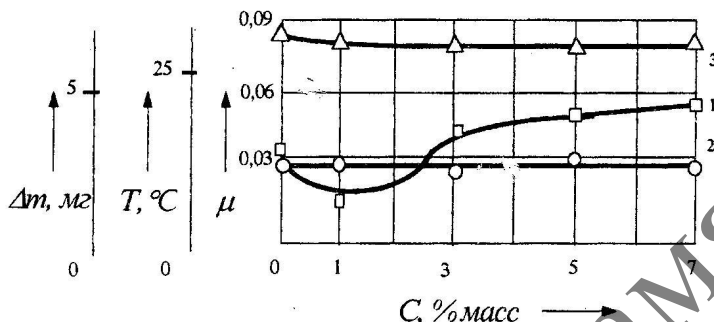


Рис. 3. Изменение износа (1), коэффициента трения (2) и температуры (3) в зоне фрикционного контакта сталь 45 — сталь 40X от концентрации в солидоле УС-2 МОК II. Продолжительность работы узла трения 320 минут.

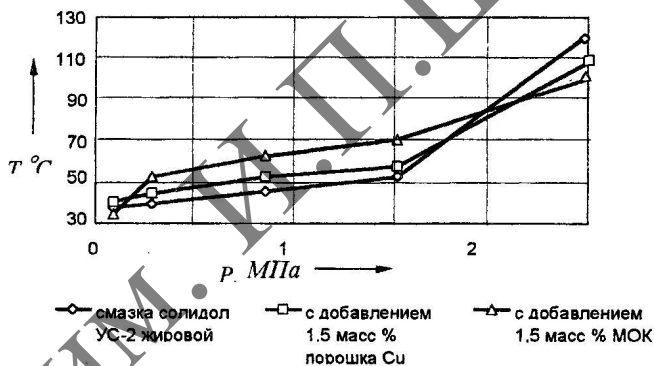


Рис. 4. Изменение температуры в зоне фрикционного контакта сталь 45 — сталь 40X от давления.

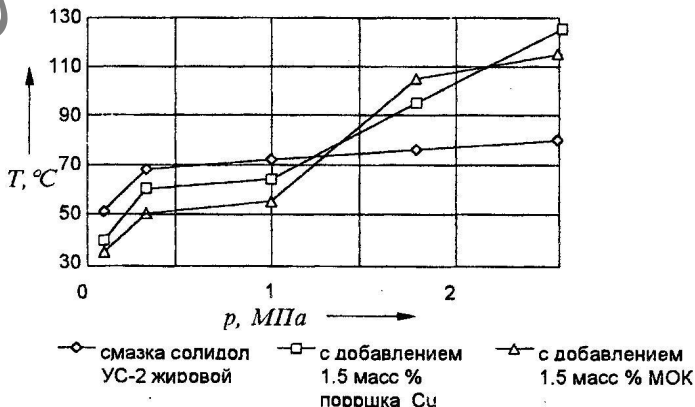


Рис. 5. Изменение температуры в зоне фрикционного контакта сталь 45 — чугун СЧ21 от давления.



Таким образом, введение МОК в количестве 1,5 масс % в солидолы улучшает их противоизносные свойства для всех исследованных пар трения. Использование его в качестве наполнителя ЦИАТИМа-201 имеет большие ограничения, и всякий раз при решении этого вопроса следует учитывать условия работы узла трения и природу контактирующих материалов.

Математическая обработка результатов эксперимента проводилась методом регрессионного анализа по различным моделям.

В результате получены следующие зависимости для пары трения сталь 45 - БрОЦС5-5-5:

— зависимость износа кольца (сталь 45) от продолжительности испытаний

$$m = 0.052 + 1.0623 t - 9.785 t^2;$$

— зависимость износа колодки (БрОЦС5-5-5) от продолжительности испытаний

$$m = -0.3466 + 0.58952 t + 0.04935 t^2;$$

— зависимость коэффициента трения от концентрации МОК, давления и скорости скольжения

$$m = 0.12448 - 0.00139 C + 0.01788 P - 0.00633 V;$$

— зависимость температуры от концентрации МОК, давления и скорости скольжения

$$T = 4849 - 55.286 C + 774.27P - 245.77 V;$$

— зависимость износа кольца (сталь 45) от концентрации МОК, давления и скорости скольжения

$$m = -2.195 + 0.0174 C + 0.363 P + 0.20325 V;$$

— зависимость износа колодки (БрОЦС5-5-5) от концентрации МОК, давления и скорости скольжения

$$m = -0.6012 + 0.087156 C - 9.0355 P + 1.0755V + 2.0457 C^2 -$$

$$- 0.15037 P^2 - 0.031462 V^2.$$

Наряду с лабораторными исследованиями металлоплакирующих смазок были проведены стендовые испытания в подшипниках качения. При испытаниях оценивалась работоспособность подшипников при использовании различных базовых смазочных материалов (жировой солидол, ЦИАТИМ-201, Литол 24), а также смесей этих смазок с МОК.

В результате исследований установлено, что оптимальное содержание МОК в смазке подшипников составляет 10 масс %. При этом количестве наполнителя смазка лучше удерживается в подшипниках, момент трения и температура имеют меньшие значения, чем при других содержаниях наполнителя. При смазывании узла трения ненаполненным жировым солидолом смазка под действием самонагрева разжижается и вытекает.

Сопоставление данных триботехнических испытаний подшипников качения, смазываемых синтетическим солидолом и синтетическим солидолом с добавлением МОК, показывает, что при использовании наполненной смазки температура в зоне трения в среднем на 3-10° С ниже. Отмечается также тенденция к сокращению времени, необходимого для наступления стабилизации работы узла трения.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности использования отходов кабельного производства, содержащих МОК, в качестве добавки к базовым пластичным смазкам, и в отдельных случаях заменить дефицитные смазочные материалы и увеличить срок их службы.

Установлено, что нефтепродукт, получаемый из отработанной СОЖ путем очистки и обезвоживания, по своим свойствам незначительно отличается от товарного жидкого масла.

### Литература

1. А.с. 1643593 СССР, С10М125/22. Металлоплакирующая смазка /А.С.Кужаров. — 4648154/04; Заявлено 07.02.89; Опубл. 23.04.91. Бюл. №15.

2. А.с. 1696466 СССР, С10М141/02. Металлоплакирующая смазка /А.П.Грибайло, Л.Н.Бакланенко, Д. Г. Лин и В.Я. Кусочкин. — 47880020/04; Заявлено 01.02.90; Опубл. 07.12.91. Бюл. № 45.

3. Гаркунов Д.Н. и др. Избирательный перенос в узлах трения (Эффект безизносности) М.: "Транспорт", 1969.

### Summary

Using the waste after wiredrawing of copper wire in the capacity of plastificator when obtaining the metalplating of lubricants.