

УДК. 629.113.004.67 (575.2) (04)

**О ВЛИЯНИИ ПАРАМЕТРОВ НАГРУЖЕНИЯ
И СМАЗОЧНЫХ СРЕД НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ
ПОКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА**

В.П. Макаров – докт. физ.-мат. наук,

К.Е. Мурзакулов – инженер

The results of influence of temperature on change of factor of friction of a covering electrolytic of iron are given with various materials and greasing.

При инженерных расчетах необходимо учитывать то обстоятельство, что коэффициент трения почти в равной мере зависит от трех факторов:

- 1) сочетания материалов,
- 2) конструкции фрикционной пары,
- 3) режима работы, который обуславливает изменения, протекающие как в материале, так и в геометрическом очертании неровностей.

Изучение продуктов износа позволило установить [1], что снижение интенсивности износа связано с образованием на поверхности трения окиси железа Fe_2O_3 , которая предохраняет поверхность от повреждения. Исследования [2] показали, что Fe_3O_4 является весьма эффективным смазочным веществом. Уменьшение износа может происходить не только потому, что пленка является смазкой, но и потому, что образующаяся хрупкая пленка, разрушаясь при скольжении, балансирует в тонком поверхностном слое. На жесткой обнаженной поверхности тела атомы кристаллической решетки легко вступают в соединение с окружающими элементами. Это приводит к образованию на поверхности металла чрезвычайно прочных, невидимых простым глазом пленок окислов и различных веществ, содержащихся в окружающей среде. Наличие их резко изменяет величину коэффициента трения. Так как толщина пленки значительно влияет на коэффициент трения, ее

необходимо учитывать. Однако толщина пленки в процессе трения может изменяться. С повышением толщины пленки коэффициент трения падает, а при уменьшении толщины пленок окислов коэффициент трения увеличивается.

Итак, наличие пленок, с одной стороны, понижает, а с другой – повышает коэффициент трения. Однако в этом нет никакого противоречия. Тонкие, не индивидуализированные пленки окислов, погашая силы молекулярного взаимодействия, понижают трение. Более толстые пленки, с ярко выраженной структурой, изменяют коэффициент трения в зависимости от их объемных свойств. При этом, по нашему мнению, коэффициент трения может как повышаться, так и понижаться, в зависимости от объемных свойств окисла. Вероятно, поэтому алюминий, окисел которого имеет большую прочность, обладает высоким коэффициентом трения. Падение коэффициента трения с увеличением теплоты образования окислов объясняется тем, что эта энергетическая характеристика металла является мерой его активности. Естественно предположить, что чем менее активна поверхность металла, тем меньше силы молекулярного взаимодействия. Можно предположить, что разные силы трения обусловлены различной толщиной пленки. Безусловно, сила трения будет больше там, где тепловой эффект меньше [1].

В лабораторных условиях мы проводим испытания на износ гальванического покрытия, нанесенного на изношенные детали машин способом электронатирания, аппаратура машины “пальчикового типа” показывала температуру покрытия на расстоянии 0,3 мм от поверхности трения [3].

Измерение силы трения позволило определить величину коэффициентов трения. По величине коэффициента трения судят о ди-

намике процесса трения и физико-механических взаимодействиях между поверхностями трения [3]. По коэффициенту трения определяют степень антифрикционности и прирабатываемости трущихся поверхностей материалов [4]. Определенные опытным путем коэффициенты трения гальванического покрытия в зависимости от скорости скольжения при давлении 1 МПа представлены в табл. 1–3.

Таблица 1

Износ покрытия электролитического железа при трении по стали 45
(давление 1 МПа = 10 кгс/см²)

Скорость скольжения, м/с	Интенсивность износа, г/см ² на 1000 м			
	опыт			
	1-й	2-й	3-й	Среднее
0,5	2,41	2,63	2,67	2,56
1,05	3,31	3,10	3,36	3,25
2,26	0,17	0,29	0,26	0,24
3,75	0,44	0,51	0,49	0,48
6,50	2,76	3,1	3,1	2,98

Таблица 2

Износ покрытия электролитического железа при трении по чугуна СЧ.18
(давление 1МПа)

Скорость скольжения, м/с	Интенсивность износа, г/см ² на 1000 м			
	опыт			
	1-й	2-й	3-й	Среднее
0,5	1,37	1,52	1,41	1,42
1,05	2,92	3,12	3,13	3,05
2,26	0,082	0,084	0,067	0,077
3,75	0,004	0,003	0,007	0,0046
6,50	0,0069	0,0080	0,0062	0,007

Таблица 3

Износ покрытия электролитического железа при трении по бронзе ОЦС 4-4-2,5
(давление 1 МПа)

Скорость скольжения, м/с	Интенсивность износа г/см ² на 1000 м			
	опыт			
	1-й	2-й	3-й	Среднее
0,5	0,0052	0,0076	0,0055	0,0061
1,05	0,0037	0,0044	0,0031	0,0037
2,26	0,0004	0,0007	0,0005	0,00053
3,75	нарост	нарост	0,0002	нарост
6,50	0,003	0,002	0,003	0,003

На основании данных таблиц построены зависимости коэффициентов трения от материалов контртела и скорости скольжения (рис. 1). Анализ этих зависимостей показывает, что на скоростях скольжения 1 и 2 м/с коэффициенты трения по стали и чугуну в 3...4 раза больше, чем у бронзы, причем коэффициент трения по чугуну больше, чем по стали на 37%. С увеличением скорости скольжения коэффициенты трения по своему значению сближаются. У пары электролитическое железо – чугун коэффициент трения уменьшается и становится меньше, чем у пары электролитическое железо – сталь, а коэффициент трения пары электролитическое железо – бронза повышается.

Испытание на скорости скольжения 6,5 м/с показало, что коэффициент трения пары электролитическое железо – сталь стал наибольшим, а у пар электролитическое железо – чугун и электролитическое железо – бронза значения коэффициентов трения заметно сблизились. Обращает на себя внимание тенденция изменения коэффициентов трения к величине 0,5...0,55 по мере увеличения скорости скольжения.

Результаты экспериментов показывают, что коэффициент трения электролитического железа по стали 45 изменяется в достаточно широком диапазоне. На его значение оказывает влияние скорость, давление и свойства смазки (рис. 2, 3).

Наибольшее значение коэффициента трения обнаружено при трении в среде нейтрального масла ($V=15$ м/с; $P=0,5$ МПа) $f = 0,14$ и наименьшее значение также приходится на это масло $f = 0,0055$ ($V=1$ м/с; $P=2,5$ МПа). Обращает внимание общая закономерность независимо от применяемой смазки – с увеличением давления коэффициент трения уменьшается.

Поверхностно-активные вещества в виде присадок снижают коэффициент трения на больших и увеличивают его на малых скоростях трения. Переход от граничного трения к схватыванию, т.е. патологическому изнашиванию, отмечается для всех сред через определенный, для данного сочетания параметров трения, минимальный коэффициент трения. Масло М8-Б является базовой смазкой для автомобильных двигателей, которое в своем составе имеет жирные кислоты. Масло М8-Б, применяемое для экспериментов, по данным анализа, имело кислотное число 0,01, чем и объясняется снижение коэффициента трения. Анализ результатов исследования влияния свойств смазочных сред на коэффициент трения покрытия электролитического железа позволяет сделать вывод, что трение весьма чувствительно к применению присадок. Использование смазки без присадок, т.е. жидкого парафина (вазелинового масла) или добавка к нему 0,2% олеиновой кислоты резко изменяют

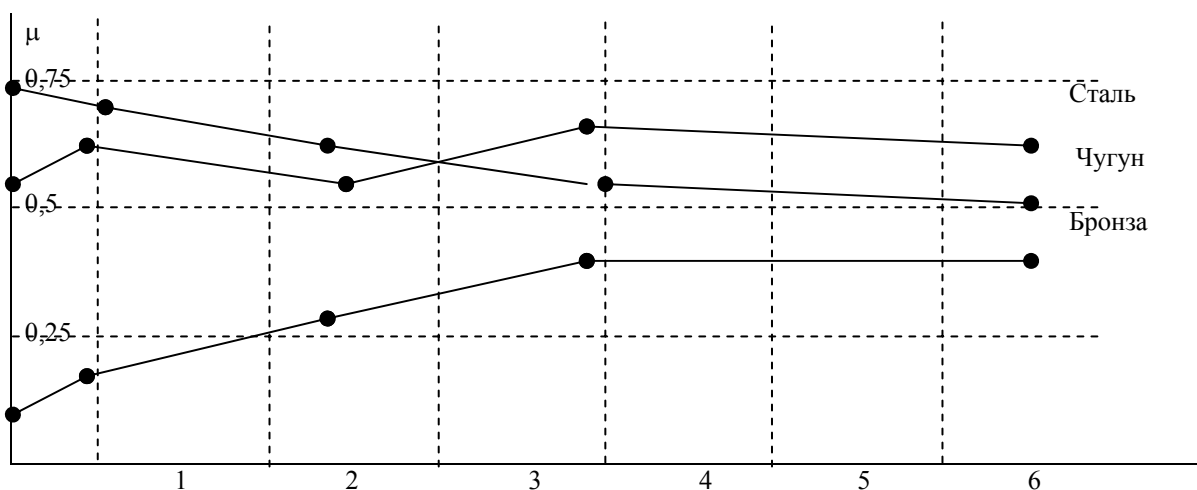


Рис. 1. Изменение коэффициента трения ЭЖ по стали 45, чугуну СЧ18 и бронзе ОЦС 4-4-2,5.

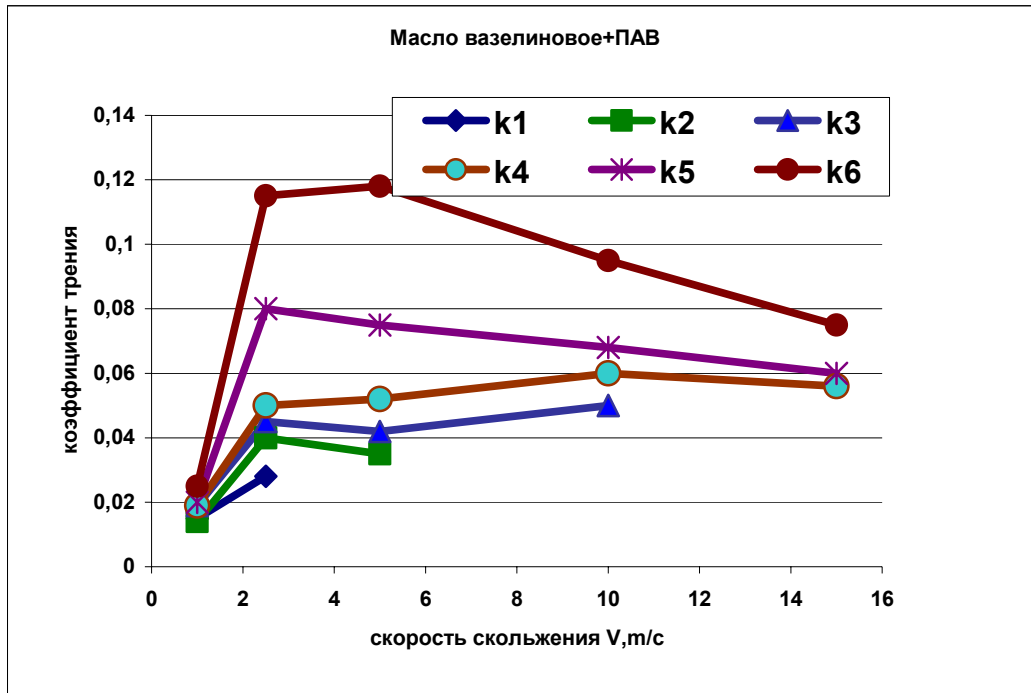


Рис. 2. Изменение коэффициента трения электролитического железного покрытия по стали в зависимости от давления и скорости при смазке вазелиновым маслом с присадкой ПАВ.

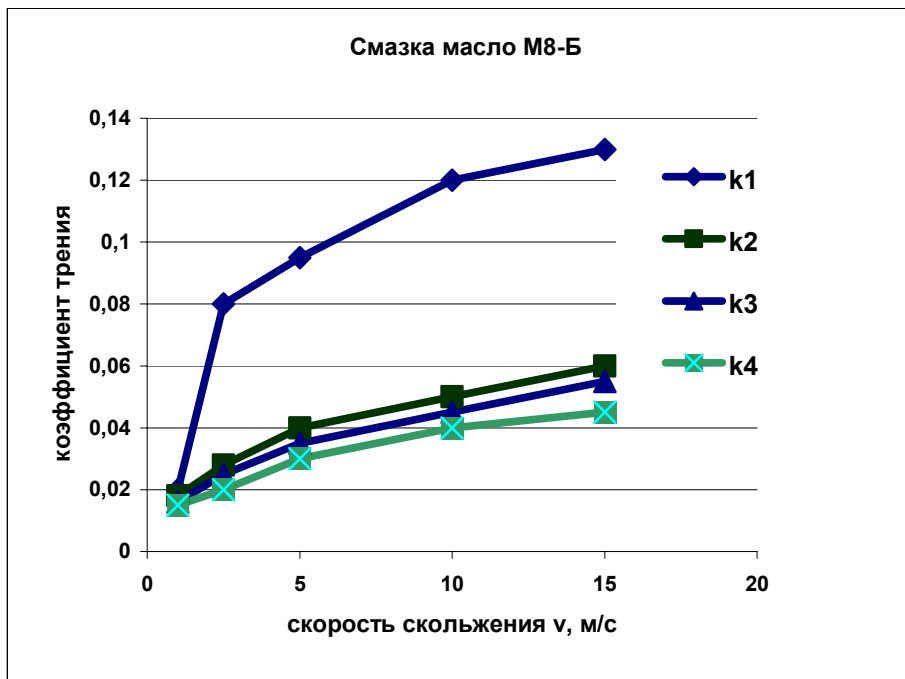


Рис. 3. Изменение коэффициента трения электролитического железного покрытия по стали в зависимости от давления и скорости при смазке М8-Б.

картину трения. На скоростях до 5 м/с ПАВ повышает коэффициент трения и, следовательно, ухудшает антифрикционные свойства. При больших скоростях скольжения влияние ПАВ становится положительным и коэффициент трения снижается. Последнее объясняется облегчением деформационных процессов в поверхностных слоях и уменьшением тангенциальных усилий. Эти явления в литературе известны как проявления первой формы эффекта Ребиндера. Испытания в среде масла М8-Б свидетельствуют, что покрытие электролитического железа натиранием является вполне допустимым приемом восстановления изношенных изделий.

Литература

1. *Даниелян А.М.* Теплота и износ инструментов в процессе резания металлов. – М.: Машгиз, 1954. – С. 57.
2. *Мурзакулов К.О.* Восстановление деталей машин способом “натирания” // Вестник КТУ им. И. Раззакова (машиностроительный факультет). – Бишкек, 1999. – Вып. 2. – С. 85.
3. *Крагельский И.В., Виноградова И.Э.* Коэффициенты трения: Справочное пособие. – М.: Машгиз, 1962. – С. 220.
4. *Чичинадзе А.В.* Температурное поле, коэффициенты трения и износ фрикционных пар. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 89.