

Э. П. Мельник, И. В. Василенко

Л. П. Ищук, И. Б. Полова

ВЛИЯНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Порошки мягких металлов и их соединений применяют для улучшения трибологических характеристик пластичных смазок давно, и первые сведения об этом опубликованы еще в начале века [1]. Смазки с такими добавками получили название металлоплакирующих. Многолетний опыт практического применения показал, что металлоплакирующие смазки не являются универ-

сальным средством борьбы с трением и износом. Их использование эффективно и экономически оправдано в различных резьбовых, тяжело нагруженных шариковых соединениях, некоторых цепных и зубчатых передачах.

В начале 60-х годов металлоплакирующие смазки вновь становятся объектом пристального внимания ученых и инженеров-исследователей, которых специалистов по трению и износу.

Таблица 1

Смазочные добавки, % (масс.)	Свойства смазки					
	предел прочности при сдвиге, Па · 10 ⁻²		коллоидная стабильность, %	смазочные (ЧШМ 3.2)		
	при 20 °С	при 80 °С		P _к , Н	P _с , Н	И _з
<i>Без добавок</i>						
—	6,4	3,5	11,0	630	1780	31
<i>С ПМС-2</i>						
5	6,2	2,4	8,0	840	1880	39
10	7,2	2,8	7,9	1190	1880	51
15	7,2	3,0	7,3	1120	1880	52
<i>С Cu₂O</i>						
1	3,4	1,9	15,6	800	1880	38
5	3,8	1,6	12,9	1000	2370	44
7	5,2	3,6	11,5	1120	2400	46
10	5,3	3,2	9,1	1120	2660	49
15	5,6	3,4	7,0	1400	2820	55
<i>С CuO</i>						
1	9,7	4,2	8,0	800	1780	38
5	10,6	4,7	7,1	1000	2370	47
7	10,7	5,4	7,0	1060	2400	47
10	11,5	5,3	7,0	1190	2660	47
15	11,9	5,8	6,9	1120	2660	47
<i>С Cu(OH)₂</i>						
1	7,8	3,2	9,0	940	1780	38
5	4,6	1,8	9,9	940	2110	40
7	4,2	1,8	10,0	940	2400	42
10	4,0	1,5	12,2	940	2660	45
<i>С CuS</i>						
1	0,5	—	18,6	840	2660	42
5	3,0	1,2	14,9	890	5620	80
7	3,2	1,6	14,2	1120	6300	87
10	3,4	1,6	14,0	1190	7200	92
<i>С CuSO₄ · 5H₂O</i>						
1	4,2	2,1	19,0	710	1780	31
3	4,0	2,0	21,1	750	2110	33
5	2,4	1,0	23,1	1000	4000	51
7	2,0	0,5	23,5	800	2370	39
<i>С CuCO₃ · Cu(OH)₂</i>						
1	5,0	2,2	12,9	800	1410	39
3	5,0	2,8	11,2	800	1680	38
5	5,4	2,4	10,7	890	1780	38
7	5,4	2,8	10,4	940	1880	38
10	5,8	2,6	10,0	630	1780	33
<i>С CuCl₂ · 2H₂O</i>						
1	5,4	2,0	13,0	750	1880	34
3	6,2	2,8	11,7	840	2370	44
5	9,2	4,2	10,0	840	2660	54
<i>С (CH₃COO)₂Cu · H₂O</i>						
1	6,2	2,8	12,6	1000	1600	40
3	4,4	2,0	17,0	890	1880	39
5	3,1	1,9	17,9	840	2110	39
<i>С CuC₂O₄</i>						
1	5,4	2,4	13,8	800	1500	38
3	5,0	2,1	14,0	840	2100	39
5	4,8	2,0	14,3	1000	1880	35

× 5H₂O разупрочняют смазку, понижают ее коллоидную стабильность, добавка CuCl₂ · 2H₂O, наоборот, упрочняет ее структуру.

Таблица 2

Добавка	Свойства смазки (SRV "Optimol")			
	антифрикционные: коэффициент трения			противозносные: ширина лужки, мм
	максимальный	минимальный	установившийся	
Без добавки при нагрузке, Н				
40	0,1	0,09	0,09	0,17
100	Схватывание			—
10% ПМС-2 при нагрузке, Н				
40	0,1	0,095	0,095	0,17
100	Схватывание			—
10% Cu_2O при нагрузке, Н				
40	0,1	0,09	0,09	0,14
100*	0,115	0,105	0,105	0,25
10% CuO при нагрузке, Н				
40*	0,13	0,095	0,1	0,24
100	Схватывание			—
10% $\text{Cu}(\text{OH})_2$ при нагрузке, Н				
40	0,105	0,1	0,105	0,14
100	Схватывание			—
5% CuS при нагрузке, Н				
40	0,095	0,09	0,09	0,21
100	Схватывание			—
5% CuCl_2 при нагрузке, Н				
40	0,095	0,09	0,09	0,18
100	Схватывание			—

* Прихваты.

Таблица 3

Добавка, % (масс.)	Скорость коррозии $\times 10^3$, мм/год	
	500 мин ⁻¹	1500 мин ⁻¹
Без добавки	260	480
ПМС-2		
5	130	350
10	160	230
Cu_2O		
5	80	300
10	80	130
CuO		
5	50	170
10	50	80
CuS		
5	>1000	>1000
10	>1000	>1000
CuCl_2 (5)	>1000	>1000
ПМС-2 (10) + дифениламин (1)	260	400
ПМС-2 (10) + КИНХ-2 (5)	>1000	>1000

Другие медьсодержащие добавки на исследуемые характеристики влияют меньше.

На антифрикционные и противозносные характеристики смазки в условиях осциллирующего движения медьсодержащие соединения (за исключением CuO и CuS , которые ухудшают противозносные свойства ис-

ходной смазки) практически не влияют (см. таб. 2). На защитные свойства смазок в динамических условиях медь и ее оксиды влияют положительно (см. таб. 3). Соли же неорганических кислот существенно ухудшают эти свойства, по-видимому, вследствие гидролиза.

Однако кроме наполнителей товарные пластичные смазки содержат присадки различного функционального назначения, которые могут являться антагонистами, что приводит к ухудшению тех или иных свойств. Так, при введении в модельную пластичную смазку содержащую порошок ПМС-2, 1% дифениламина защитные свойства ухудшаются в 2 раза, а при введении 5% КИНХ-2 — на порядок, что может препятствовать практическому применению таких смазок. Кроме того, ни в одном из проведенных опытов не наблюдалось избирательного переноса (интенсивность износной — 10^{-10} — 10^{-11} , коэффициент трения — $0,01$ [7]) достигнут не был, несмотря на то, что в отдельных случаях образование на поверхности стальной медной пленки (особенно в сульфатом и хлоридом) наблюдалось даже визуально.

Таким образом, медьсодержащие добавки позволяют в отдельных случаях улучшить трибологические характеристики смазок, однако уровня лучших товарных смазок, таких как ШРУС-4, фиол-2У, серии других, содержащих традиционно применяемые присадки [8], металлоплакирующие смазки не достигают. Кроме того, при введении медьсодержащих присадок значительно ухудшаются коллоидная стабильность, дисперсность, тиксотропные свойства и противоокислительная стабильность [9], т. е. характеристики, в значительной степени определяющие работоспособность смазок в условиях эксплуатации. Поэтому при использовании таких смазок с целью повышения трибологических характеристик необходимо принимать специальные меры по улучшению реологических, защитных и других характеристик, т. е. неоправданно усложнять их рецептуру и технологию получения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бонер К. Дж. Производство и применение пластичных смазок. Пер. с англ. / Под ред. В. В. Силицына. М.: Техиздат, 1958.— 703 с.
2. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах / Под ред. Д. Н. Гаркунова. М., Машиностроение, 1982.— 207 с.
3. Кужаров А. С., Омищук Н. Ю. Свойства и применение металлоплакирующих смазок. М., ЦНИИТЭ, 1985.— 57 с.
4. Гаркунов Д. Н. Триботехника. М., Машиностроение, 1985.— 424 с.
5. Кузьмичев С. П., Попова И. Б., Ищук Ю. Л.— Газовая промышленность (Киев), 1974, № 2, с. 10.
6. Кравченко А. Р., Кузнецов В. А., Котлов Ю. Г. Химия и технология топлив и масел, 1979, № 5, с. 10.
7. Литвинов В. М., Михин Н. М., Мышкин Н. К. Химическая механика избирательного переноса при трении. М., Наука, 1979.— 187 с.
8. Силицын В. В. Пластичные смазки в СССР. М., Машиностроение, 1984.— 192 с.
9. Гришин Н. Н., Викторова Ю. С., Фукс И. Г.— Химия и технология топлив и масел, 1987, № 11, с. 42—43.