УДК 669.018.95

КОМПЛЕКСНАЯ СУЛЬФОНАТ КАЛЬЦИЕВАЯ СМАЗКА И ОБЛАСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

В.И. Жорник[1], А.В. Ивахник[1], А.В. Дудан[2], А.А. Гуща[2]
[1]Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск
[2]Полоцкий государственный университет, Новополоцк

Сульфонаты кальция относятся к числу эффективных загустителей пластичных смазок с высоким уровнем реологических и трибологических характеристик, для которых открывается широкий спектр областей применения, включая тяжелонагруженные и высокотемпературные узлы трения сталепрокатного и теплоэнергетического оборудования, горно-шахтных и обогатительных машин, дорожно-строительной и сельскохозяйственной техники, морского и железнодорожного транспорта, портовой техники, оборудования стекольной, цементной и целлюлозно-бумажной промышленности и др.

Технология производства сульфонат кальциевых смазок основана на введении в базовое масло сверхщелочного сульфоната кальция с общим щелочным числом TBN (total base number) = 150–500 мг КОН / г. Сверхщелочной сульфонат, смешанный с базовым маслом, обрабатывают кислотой, чтобы дестабилизировать его мицеллярную структуру. Затем вводят промоторы и воду и нагревают до температуры гелеобразования (60–90°С). В реакционной смеси при этом аморфный карбонат кальция превращается в кальцит (кристаллическая модификация карбоната кальция). При более высоких температурах реакция конверсии способствует образованию фатерита, нежелательной кристаллической формы карбоната кальция, ухудшающей свойства сульфонат кальциевой смазки [1].

Целью данной работы являлось исследование реологических и трибологических свойств комплексной сульфонат кальциевой смазки для определения области ее рационального применения.

Для исследований была выбрана комплексная сульфонат кальциевая смазка OIMOL KSC WR 2 (ТУ BY 190410065.017-2014), полученная на основе минерального масла КС-19, имеющего при 100 °С кинематическую вязкость 18–22 мм^2/с, и комплексного загустителя сульфоната кальция. Загущение осуществлялось добавлением в масло высокощелочной присадки ССК-400D (ТУ BY 390401182.022-2011) с общим щелочным числом TBN = 400 мг КОН / г, а также введением 12-гидрооксистеариновой, уксусной и борной кислот и гидроокиси кальция. При получении комплексной сульфонат кальциевой смазки реализуется химический принцип модифицирования смазочного материала наноразмерными частицами, при

котором синтез частиц нанокальцита осуществляется в дисперсионной среде (масле) непосредственно в процессе получения смазки, а синтезируемые частицы выступают в качестве зародышей кристаллизации дисперсной фазы пластичного смазочного материала [1].

Качество смазочных материалов оценивалось по их реологическим и трибологическим свойствам, включая пенетрацию (ГОСТ 5346-78), коллоидную стабильность (ГОСТ 7142-74), температуру каплепадения (ГОСТ 6793-74), механическую стабильность – изменение пенетрации после 100000 ударов (DIN ISO 2137), вымывание водой (ASTM D1264-11), смазывающие свойства на четырехшариковой машине трения (критическая нагрузка, нагрузка сваривания) (ГОСТ 9490-75).

Для сравнения уровня свойств смазки OIMOL KSC WR 2 были выбраны сульфонат кальциевые смазки марок SKF LGHB и CERAN HV (пр-во фирмы Total, Франция), а также комплексная литиевая смазка ИТМОЛ-150Н и комплексная кальциевая смазка БИНОЛ-180 (пр-во ОДО «Спецсмазки», Минск).

Таблица

Характеристика свойств пластичных смазок

Параметры	Марка смазки				
	OIMOL KSC WR2	SKF LGHB2	CERAN NV	ИТМОЛ-150Н	БИНОЛ-180
Дисперсная фаза	Комплекс сульфоната кальция	Сульфонат кальция	Сульфонат кальция	Комплексное литиевое мыло	Комплексное кальциевое мыло
Пенетрация при 25 ºС, 0,1 мм	250 – 295	265 – 295	280 – 310	250 – 295	230 – 290
Температура каплепадения, ºС	>300	>300	>300	220	240
Коллоидная стабильность, %	1,5	3	4	12	7
Механическая стабильность: изменение пенетрации после 100000 ударов, 0,1 мм	4	18	8	80	95
Стойкость к вымыванию водой, %	2	2	3	10	8
Критическая нагрузка, Н	2520	2250	2300	800	1200
Нагрузка сваривания, Н	6200	4800	5000	2500	3100

Анализ данных таблицы показывает, что комплексная сульфонат кальциевая смазка OIMOL KSC WR 2 одного и того класса пенетрации (2-й класс по классификации NLGI), что и смазки SKF LGHB 2 и CERAN HV,

PolotskSU

при одинаковом уровне температуры каплепадения (>300 ºС) имеет улучшенную коллоидную стабильность (1,5 % при 3–4 % для смазок SKF LGHB 2 и CERAN HV) и более высокую механическую стабильность (изменение пенетрации составило ΔП = 4·0,1 мм при уровне показателя ΔП = 8·0,1 мм для смазки CERAN NV и ΔП =18·0,1 мм для смазки SKF LGHB 2). Для комплексной литиевой и комплексной кальциевой смазок реологические характеристики имеют гораздо более низкий уровень: температура каплепадения находится в пределах 220–240 °С, коллоидная стабильность составляет 7–12 %, изменение пенетрации после 100000 циклов нагружения – ΔП = (80–95)·0,1 мм.

Критическая нагрузка для комплексной литиевой смазки ИТМОЛ-150Н и комплексной кальциевой смазки БИНОЛ-180 составляет соответственно $P_{кр}$ = 800 Н и $P_{кр}$ = 1200 Н, а нагрузка сваривания $P_{св}$ = 2500 Н и $P_{св}$ = 3100 Н, что значительно уступает аналогичному показателю для сульфонат кальциевых смазок. Среди исследованных сульфонат кальциевых смазок комплексная сульфонат кальциевая смазка OIMOL KSC WR 2, не имеющая в своем составе специальных EP-присадок, характеризуется более высоким уровнем противоизносных и противозадирных свойств (критическая нагрузка $P_{кр}$ = 2520 Н, нагрузка сваривания $P_{св}$ = 6200 Н) при том, что нагрузка сваривания сульфонат кальциевой смазки SKF LGHB 2 соответствует $P_{св}$ = 4800 Н, а для смазки CERAN HV – $P_{св}$ = 5000 Н.

Для сульфонат кальциевых смазок характерна их необычайная способность «сцепляться» с металлом, что дает возможность этому продукту удерживаться на поверхности трения, обеспечивая минимальный расход смазки в межсервисный период. Это свойство смазочного материала оценивается показателем вымываемости водой, который для сульфонат кальциевых смазок в 3–5 раз ниже, чем для комплексной литиевой или комплексной кальциевой смазок.

По совокупности эксплуатационных параметров (термостойкость, механическая и коллоидная стабильность, смазывающая способность, вымываемость и др.) сульфонат кальциевые смазки существенно превосходят комплексные литиевые и комплексные кальциевые смазки. Это предопределяет область их рационального применения, которая включает тяжелонагруженные и высокотемпературные узлы трения сталепрокатного и теплоэнергетического оборудования, горно-шахтных и обогатительных машин, дорожно-строительной и сельскохозяйственной техники, морского и железнодорожного транспорта, портовой техники, оборудования стекольной, цементной и целлюлозно-бумажной промышленности и др.

Литература

1. Zhornik, V.I. Nanocalcite-based greases / V.I. Zhornik, A.V. Ivakhnik, V.P. Ivakhnik // Nanomechanics Science and Technology: An International Journal. – 2013. – Vol. 4. – No. 4. – PP. 281–288.

PolotskSU