

ПЛАСТИЧНАЯ СМАЗКА С ГИБРИДНОЙ ЛИТИЙ-КАЛЬЦИЕВОЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ

В.И. ЖОРНИК, А.В. ИВАХНИК

*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

Представлены преимущества пластичной смазки с гибридной литий-кальциевой дисперсной фазой (Li/Ca-смазки) по сравнению с литиевой и кальциевой смазками, что обусловлено ее более высокими реологическими свойствами по отношению к кальциевой смазке и повышенными трибологическими характеристиками в сравнении с литиевой смазкой. При этом стоимость изготовления литий-кальциевой смазки существенно ниже стоимости литиевой (на 30–40 %) и комплексной литиевой (на 50–60 %) смазок, но превышает стоимость кальциевой смазки, однако при этом принципиально превосходит ее по ряду эксплуатационных показателей. Показана перспективность применения Li/Ca-смазки взамен литиевых и кальциевых смазок.

Пластичные смазочные материалы (ПСМ) представляют собой сложные композиции, в состав которых входят несколько компонентов: дисперсионная среда (ДС) – нефтяные, синтетические и растительные масла; дисперсная фаза (загуститель) – соли высокомолекулярных кислот (мыла), твердые углеводороды и др.; добавки в виде присадок (маслорастворимых веществ) или наполнителей (нерастворимых в масле мелкодисперсных твердых компонентов, например, графита, дисульфида молибдена, мягких металлов и др.). Дисперсионная среда является основным компонентом пластичной смазки и составляет 75–95% ее массы. Дисперсная фаза (ДФ) создает пространственный каркас, удерживающий за счет адсорбционных сил дисперсионную среду. Добавки улучшают различные функциональные свойства пластичной смазки [1].

В настоящее время в мировой смазочной индустрии около 75 % всех общетехнических ПСМ изготавливается с использованием в качестве загустителя литиевых солей высокомолекулярных кислот (литиевых мыл) [2]. Однако в последние годы из-за возросшей потребности в литии со стороны других отраслей, в частности, для производства литий-ионных аккумуляторов, стоимость литиевых соединений, используемых в пластичных смазках, возросла в несколько раз. В связи с этим интенсивно расширяются разработки и применение общетехнических пластичных смазок нового поколения с использованием в качестве компонентов ДФ более дешевых кальциевых соединений. Однако эти смазки отличаются от известных кальциевых смазок (типа солидолов, имеющих температуру применения не выше 70–80 °С), более высокими показателями работоспособности. К числу таких смазок относятся безводные кальциевые, сульфонат кальциевые, литий-кальциевые смазки.

Целью данной работы являются анализ структуры дисперсной фазы литий-кальциевой пластичной смазки (Li/Ca-смазки) и сопоставление ее

свойств

с кальциевой (Солидол С), литиевой (Литол-24) и комплексной литиевой (ИТМОЛ-150Н) смазками, а также оценка стоимостных показателей *Li/Ca*-смазки и областей ее рационального применения.

Микроструктура дисперсной фазы литий-кальциевой смазки (рис. 1, *а*) несколько отличается от микроструктуры дисперсной фазы простой литиевой (смазка Литол-24) (рис. 1, *б*) и простой кальциевой (смазка Солидол С) (рис. 1, *в*) смазок. В структуре *Li/Ca*-смазки, имеющей гибридную дисперсную фазу, присутствуют как относительно тонкие веретенообразные волокна 12-гидроксистеарата лития длиной 10–25 мкм и диаметром 2–5 мкм, способствующие, в частности, повышению температуры каплепадения, так и более крупные пластинчатые образования длиной 15–40 мкм и толщиной 5–10 мкм, образованные солями 12-гидроксистеарата кальция, обуславливающие, как правило, повышенные трибологические характеристики смазки, в том числе, высокую несущую способность смазочного слоя.

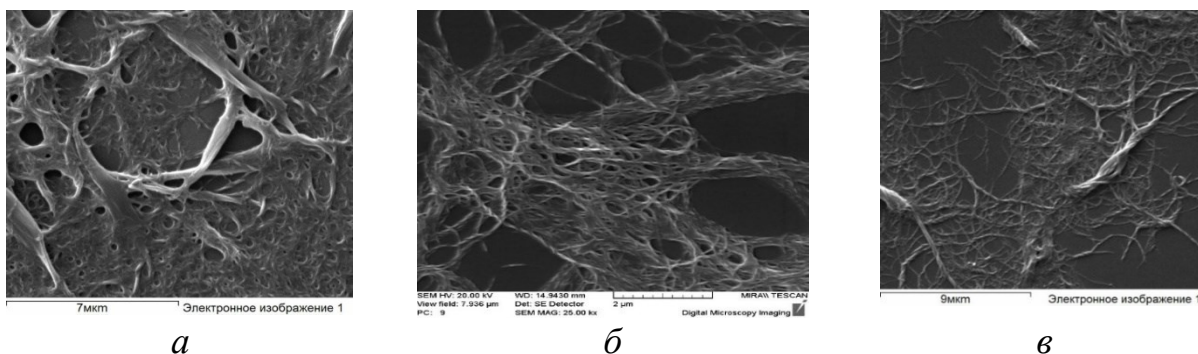


Рисунок 1. – Микроструктура дисперсной фазы литий-кальциевой (*а*), простой литиевой (*б*) и простой кальциевой (*в*) смазок

Приведенное в таблице 1 сопоставление реологических и трибологических свойств литиевой (Литол-24), кальциевой (Солидол С) и комплексной литиевой (ИТМОЛ-150Н) смазок с параметрами пластичной смазки с гибридной литий-кальциевой дисперсной фазой свидетельствует о преимуществах последней. Использование гибридного загустителя позволяет сочетать преимущества каждого из типов мыл. Если доля кальциевого мыла в литий-кальциевых пластичных смазках не превышает 20 масс.%, то их температура каплепадения более чем вдвое превышает температуру каплепадения кальциевых смазок и достигает 180 °С, а противозадирные свойства и защита от износа улучшены по сравнению с аналогичными параметрами для литиевых смазок.

Применение более дешевых кальциевых компонентов взамен дорогостоящих соединений лития и использование специальных технологических приемов введения в реакционную массу щелочных компонентов ДФ по способу [3] позволяют существенно снизить стоимость изготовления пластичной смазки общетехнического назначения. В частности, стоимость изготовления литий-кальциевой смазки примерно на 30–40 % ниже стоимости литиевой смазки и на 50–60 % ниже стоимости комплексной литиевой смазки. Стоимость смазки с гибридной литий-кальциевой дисперсной фазой выше стоимости со-

лидолов (ориентировочно на 45–60 %), однако функциональные свойства *Li/Ca*-смазки (в частности, по предельной температуре применения) существенно превосходят солидолы.

Таблица 1. – Характеристика ПСМ с различной дисперсной фазой

Наименование показателя	Вид дисперсной фазы			
	<i>Ca</i> (Солидол С)	<i>Li</i> (Литол-24)	<i>kLi</i> (ИТМОЛ-150Н)	<i>Li/Ca</i> -смазка
Температура каплепадения, °С	85	185	195	180
Пенетрация, 0,1 мм	285	230	275	275
Коллоидная стабильность, %	9	12	10	6
Противозадирные характеристики на ЧМТ, P_c , Н	1646	1470	2450	1960
Показатель износа, мм	0,49	0,52	0,43	0,45

Литий-кальциевые смазки могут изготавливаться на различных видах масел (минеральных, синтетических, растительных), а также с использованием комбинированных ДС. Приведенные результаты исследований показывают перспективность применения общетехнической пластичной смазки с гибридной литий-кальциевой дисперсной фазой в тяжело нагруженных и высокотемпературных узлах трения технологического оборудования машиностроительного комплекса и перерабатывающей промышленности, а также в лесозаготовительной, сельскохозяйственной, карьерной технике и в других отраслях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ищук Ю.Л. Состав, структура и свойства пластичных смазок. – Киев: Наукова думка, 1996. – 516 с.
2. Lubes'n'Greases [Электронный ресурс]. – URL: [https:// www. lubesngreases.com/magazine/26_12/lithium-loosens-its-grip-on-grease](https://www.lubesngreases.com/magazine/26_12/lithium-loosens-its-grip-on-grease) (дата обращения 15.03.2023).
3. Биоразлагаемая пластичная смазка и способ ее получения: патент РБ 23651; В.И. Жорник, А.В. Запольский, А.В. Ивахник, В.П. Ивахник; з-ка № а20200310 от 06.11.2020 заявитель ОИМ НАН Беларуси. – Опубл. 28.02.2022 // Афіцыйны інтэлектуал. уласнасці. – 2022. – № 1.