

СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ КАЛЬЦИЕВОГО И ЛИТИЕВОГО КОМПЛЕКСА

Жорник В.И.¹, Дудан А.В.², Гуца А.А.²

1) Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

2) Полоцкий государственный университет

Новополоцк, Республика Беларусь

Непрерывное повышение нагрузочно-скоростных режимов работы трибосоединений и связанное с ним повышение температур материала деталей в зоне трения требует постоянного совершенствования смазочных материалов, методов расширения их нагрузочного и температурного диапазонов работы.

Одним из эффективных способов улучшения свойств пластичных смазочных материалов является модифицирование пластичных смазок введением в их состав функциональных добавок. В настоящее время все большую актуальность приобретает использование в качестве подобных добавок наноразмерных компонентов различной природы. При этом наноразмерные частицы добавки вводятся в состав смазочного материала в виде агрегатов наночастиц, которые необходимо диспергировать для активации их структурообразующих качеств и улучшения реологических и трибологических свойств смазки [1]. Подобный подход относится к физическим принципам модифицирования смазочных материалов наноконпонентами [2].

Высокощелочные сульфонаты кальция, являющиеся основой сульфонатных смазок, широко используются в качестве моющих и диспергирующих присадок к моторным маслам, а также ингибиторов коррозии. В сульфонатных присадках аморфные частицы карбоната кальция с размером 2–15 нм стабилизированы в масле сульфонатом кальция, образуя светлые и чистые дисперсии малой вязкости [3].

Смазка на основе минерального базового масла и комплексного загустителя сульфоната кальция имеет структуру дисперсной фазы в виде совокупности звездообразных мицелл, состоящих из тонких игольчатых кристаллов сульфоната кальция, покрытых стабилизирующими оболочками из полимеров и объединенных между собой за счет сил межмолекулярного взаимодействия. Подобная форма структурированного подвижного каркаса дисперсной фазы обуславливает высокую адаптивность пластичной смазки к уровню механической и термической нагруженности узла трения. Смазка характеризуется высокими противозадирными свойствами, водостойкостью, термической стойкостью, уникальной механической стабильностью, улучшенными антиокислительными и антикоррозионными характеристиками. Она находит применение в смазывании высоконагруженных подшипников качения и скольжения машин и оборудования, работающих при низких и средних скоростях в диапазоне температур от –30 до +200 °С (кратковременно до +240 °С), а также механизмов, работающих в условиях повышенной влажности (до 100 %).

Для смазывания средне- и тяжело нагруженных узлов трения, а также узлов трения, работающих в условиях высоких температур (сталепрокатные станы, кузнечно-прессовое оборудование, теплоэнергетическое оборудование, вентиляторы печей, системы приточно-вытяжной вентиляции и др.), высоких нагрузок и вибраций (карьерная техника, железнодорожный транспорт, строительные дорожные машины, сельхозтехника) применяют пластичные смазки, полученные загущением минеральных масел литиевым комплексом. Такие смазки отличаются высокой механической стабильностью и нагрузочной способностью, устойчивостью к воздействию повышенных температур, водостойкостью. Диапазон рабочих температур варьируется от -30 до $+150$ °С (кратковременно до $+180$ °С). По данным Национального Института Смазок США (NLGI) они составляют 70 % от всех смазок, используемых в мире.

Часто для повышения антиокислительных, антикоррозионных, противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств в пластичные смазки с комплексным литиевым загустителем применяют в сочетании с алмазосодержащим пакетом добавок. Это позволяет получить смазочный материал повышенного ресурса с пространственно сшитым каркасом из коротковолокнистых нитей, обладающий большей маслоудерживающей способностью, что определяет более высокую нагрузочную способность (в 1,6–3,3 раза), расширенный на 30–40 °С диапазон рабочих температур и увеличенный в 1,4–1,7 раза ресурс смазки [4].

Широко распространено совместное применение литиевого и кальциевого комплекса в качестве загустителя. Благодаря загустителю смешанного типа пластичная смазка отличается высокой механической и коллоидной стабильностью, повышенными противозадирными свойствами, улучшенной адгезией, формирует долговременную смазывающую пленку, снижающую затраты на техническое обслуживание узла трения. Такие смазки применяют для смазывания тяжело нагруженных шаровых опор, подшипников скольжения и качения, карданных соединений, шасси и прочих узлов транспортных средств, подверженных ударным или вибрационным воздействиям, узлов сельскохозяйственных машин и внедорожников, работающих во влажных, пыльных и/или засушливых условиях. Они пригодны в качестве универсальной смазки общего назначения для промышленного оборудования. Диапазон рабочих температур от -20 до $+140$ °С.

Пластичная смазка на основе смеси высокоочищенных минеральных масел с кинематической вязкостью $80-100$ мм²/с при 40 °С, загущенных литиевым и кальциевым мылом 12-гидрооксистеариновой кислоты является экологически безопасной, что позволяет применять ее в низко-, средне- и высоконагруженных узлах трения оборудования пищевой и фармацевтической промышленности при возможном контакте (допуск H2 USDA) с продуктами переработки и допустимой рабочей температуре эксплуатации от -30 до $+120$ °С.

Таким образом, использование в качестве загустителя кальциевого и литиевого комплексов позволяет существенно улучшить реологические и трибологические свойства пластичных смазок, расширить области их применения, а в со-

четании с алмазосодержащим пакетом добавок увеличить ресурс смазки в 1,4–1,7 раза и ее маслоудерживающую способность за счет активации структурообразующих качеств.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гринкевич, К.Э. Трибологические характеристики смазок с нанопорошками дихалькогенидов молибдена и вольфрама / К.Э. Гринкевич [и др.] // Смазочные материалы: тез. 9-ой междунар. науч.-техн. конференции (Бердянск, 4–8 сентября 2006) Изд. Нац. университета «Львівська політехніка». – Львов, 2006. С. 22–24.

2. Жорник, В.И. Влияние твердых наноразмерных добавок на структуру пластичной смазки и механизм изнашивания поверхности трения / В.И. Жорник, А.В. Ивахник, В.П. Ивахник // Механика машин, механизмов и материалов. – 2010. – № 3 (12). – С. 85–92.

3. Жорник, В.И. Структура и свойства пластичной смазки на основе сульфоната кальция / В.И. Жорник [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета, Серия В. Промышленность. – Новополоцк, 2015. – № 11. – С. 63–68.

4. Lubricant oils and greases containing nanoparticle additives: patent WO2006119502 A3 USA, МПК7 C10M159/24 / J.A. Waynick; заявитель Southwest Res Inst. –№ PCT/US2006/017564; – заявл. 03.05.2006; опубл. 08.11.2007.

УДК 621.9.06

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ

Медведев О.А., Мелешук Д.В.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Многономенклатурные автоматизированные производственные участки являются эффективным средством повышения производительности труда в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства. При большом разнообразии номенклатуры деталей, обрабатываемых на участке, интервалы времени обработки деталей на многоцелевых станках и интервалы времени транспортирования деталей с помощью автоматизированной транспортно-складской системы характеризуются большим рассеянием значений. В этих условиях оценка эффективности работы участка путем построения циклограмм, характерных для оценки работы автоматических линий, с учетом средних значений указанных интервалов приводит к завышенным результатам. При этом не учитываются потери связанные с возможностью одновременного простоя нескольких станков в ожидании загрузки новыми заготовками, а также простои, возникающие из-за неравномерного поступления заготовок. В данной работе рассмотрены возможности использования методов теории массового обслуживания для моделирования и оценки эффективности работы многономенклатурных участков учитывающие стохастический характер времени работы отдельных элементов. Анализ взаимосвязанной работы элементов участков показал, что их можно считать многоканальными двухфазными системами массового обслуживания [1, 2] (первая фаза - транспортирование заготовок к станкам транспортным роботом, вторая - их обработка на станках) с очередями из заготовок перед первой