

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК, ВВОДИМЫХ В ПЛАСТИЧНУЮ СМАЗКУ, НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ПАРЫ ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

А.В. ДУДАН, В.И. КРАВЧУК, И.И. ПИЛИПЕНОК

*Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

В работе показано, что для увеличения срока службы деталей узлов трения скольжения рекомендуется использовать комплексные смазки: литиевую смазку с использованием структурирующей и прирабочной добавки в виде пакета наноразмерных алмазов и сульфат-кальциевую с добавками фторопласта и вязкостной присадкой. Установлено, что для пары трения «бронза – сталь» в условиях граничного трения при указанном контактном давлении максимальная износостойкость образцов на стадиях приработки и устоявшегося трения достигается при использовании комплексной сульфат-кальциевой пластичной смазки с добавками фторопласта и вязкостной присадкой.

Введение. Ресурс узлов трения в значительной степени определяется работоспособностью смазочных материалов. Современное развитие техники связано с повышением скоростей и нагрузок в узлах трения, что требует разработки новых смазочных материалов, обладающих повышенной нагрузочной способностью и обеспечивающих более низкую интенсивность изнашивания. В настоящее время получают все большее распространение попытки направленного улучшения свойств пластичных смазок введением третьего компонента (добавки) в состав пластичной смазки. Одним из эффективных способов является применение модифицированных смазок введением в их состав функциональных добавок. В настоящее время все большую актуальность приобретает использование в качестве подобных добавок наноразмерных алмазосодержащих компонентов. Важной задачей при этом является выбор таких параметров и критериев процесса трибомеханического модифицирования, чтобы в условиях производства стабильно получать рабочие поверхности деталей автотракторной техники с заданными свойствами [1, 2].

Целью данной работы являлось определение влияния модифицирующих добавок, вводимых в литиевую и сульфат-кальциевую смазки на интенсивность изнашивания пары трения скольжения сталь–бронза.

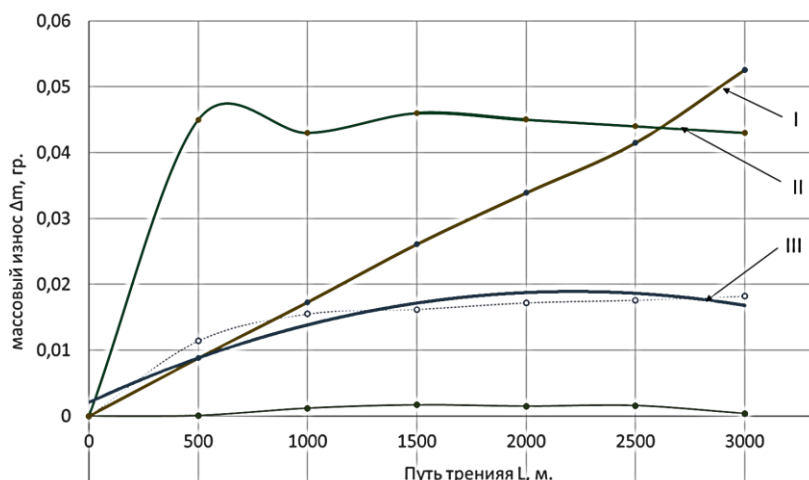
Методы исследований. Исследуемые образцы изготовлены из бронзы БрО5Ц5С5 ГОСТ 613-79 и представляют собой стержень размером Ø 10 x 15 мм. В качестве контртела был выбран диск Ø 70 x 6 мм из закаленной стали 45.

Триботехнические испытания проводились на универсальной машине трения ММВ – 1А вертикального типа с компьютерным управлением. Машина поддерживает силу нагрузки в течении эксперимента постоянной

с отклонением ± 2 Н. Относительная погрешность измерения силы трения не превышала $\pm 2\%$ при жидкостном режиме смазывания. Интенсивность изнашивания оценивалась массовым износом Δm , мг на аналитических весах AS 60/220/C/2/N после прохождения каждые 500 м. Для определения зависимости влияния нагрузочно-скоростных режимов трибозаимодействия была использована пластичная приработочная комплексная литиевая смазка третьего поколения OIMOL KL R 2 с концентрацией наноалмазов 1,0 % и комплексная сульфат-кальциевая с добавками фторопласта и вязкостной присадкой. В качестве базовой смазки была выбрана серийно выпускаемая пластичная смазка Литол-24 (ГОСТ 21150-87).

Режимы трения при испытании образцов: удельная нагрузка: 3-6 МПа; скорость скольжения - 0,1 м/с; расстояние, пройденное образцами – 500-3000 м.

Основная часть. Результаты испытаний, приведенные на рисунке 1, показали, что при относительно низком номинальном давлении 3 МПа износ образцов из бронзы БрО5Ц5С5 при трении в среде смазки модифицированной наноразмерными алмазами сопоставим с массовым износом образцов, испытываемых в смазке Литол-24. Минимальным износом (~ 2 раза меньше) обладает образец работающий в комплексной сульфат-кальциевой смазке с добавками фторопласта и вязкостной присадкой. Однако следует отметить, что период приработки смазок с наночастицами завершается в интервале от 500 до 1500 м, тогда как приработка с использованием смазки Литол-24 достигает 5000 м. Повышение триботехнических свойств и снижение периода приработки при модифицировании пластичной смазки наноразмерными частицами может быть обусловлено как изменением физико-химических и реологических свойств смазочного материала (в частности повышением термостойкости и несущей способности масляной пленки), так и упрочнением поверхностных слоев пары трения за счет их интенсивного пластического деформирования в процессе трения со смазочным материалом, содержащим твердые частицы [3].



I – Литол-24; II- Комплексная литиевая смазка +1,0 мас. % ША-А; III- Комплексная сульфат-кальциевая с добавками фторопласта и вязкостной присадкой

Рисунок 1. – Зависимость массового износа от пути трения при удельной нагрузке 3 МПа

В качестве причин противоизносного действия наноразмерных твердых частиц рассматривается упорядочение структуры смазочного материала под воздействием собственного заряда наноразмерных частиц. Причиной возникновения заряда является несовершенство их строения, появляющееся на стадии получения частиц, либо в процессе эксплуатации трибосопряжения (триборазрушения).

Заключение. Показано, что повышение функциональных свойств пластичной смазки может быть достигнуто введением в ее состав пакета нано- и микроразмерных добавок. Установлено, *что для* пары трения «бронза – сталь» *в условиях граничного трения* при указанном контактном давлении максимальная износостойкость образцов на стадиях приработки и устоявшегося трения достигается при использовании комплексной сульфат-кальциевой пластичной смазки с добавками фторопласта и вязкостной присадкой. Смазка Литол-24 обеспечивает износостойкость на уровне литиевой смазки с алмазографитовой шихтой, но при этом период приработки пары трения увеличивается до 3,5–4 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев, Л. Б. Системный анализ технологии формирования износостойких покрытий на поверхностях трения деталей / Л. Б. Леонтьев, А. Л. Леонтьев, В. Н. Макаров // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 12 (часть 4). – С. 729–734.
2. Модифицирование материалов покрытий наноразмерными алмазосодержащими добавками / П.А Витязь [и др.]. – Минск: Беларус. Навука, 2011. – 527 с.
3. Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / П.А Витязь [и др.]; под общ. реакцией П.А Витязя, – Минск: Беларус. Навука, 2013. – 381 с.