

3. Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Разработка конструкции трибологически безопасного резьбового соединения // Вестник ИГЭУ. – 2012. – Выпуск 1. – С. 28 – 31.
4. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Перспективы использования модернизированных смазочных материалов в пожарной и аварийно-спасательной технике // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2011. – №3. – С. 23 – 29.
5. Зарубин В.П., Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В., Никитина С.А. Перспективы использования искусственных геомодификаторов трения для пожарной техники / Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – Химки: АГЗ МЧС России. – 2013. №3 (18). – С. 99 – 105.

***Разработка новых смазочных композиций,
повышающих надежность пожарной техники***

К.т.н. Киселев В.В., к.т.н. Зарубин В.П., к.т.н. Никитина С.А., к.т.н. Покровский А.А.
ФГБОУ ВПО Ивановский институт ГПС МЧС России
8 (910) 687-53-98, slavakis76@mail.ru

Аннотация. Описана разработанная противоизносная присадка к моторным маслам, содержащая соли мягких металлов. Показаны триботехнические показатели разработанной смазки. Указана возможная область внедрения смазочной композиции.

Ключевые слова: пожарная техника, безизносное трение, смазочная композиция

Одним из приоритетных научных направлений научно-технической политики МЧС в настоящее время является повышение уровня технического оснащения сил гражданской обороны. Сотрудниками кафедры механики и инженерной графики в соответствии с указанным направлением проводится активная работа по созданию новых, прогрессивных смазочных композиций, призванных повысить надежность и безотказность работы аварийно-спасательной техники МЧС.

Особое место в отрасли транспортного машиностроения занимает развитие производств противопожарной и спасательной техники. Все мы понимаем, что без современной и мощной научно-технической базы невозможно решить весь комплекс проблем, связанных с обеспечением защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Как известно, на первом этапе создания отечественной аварийно-спасательной техники, в период с конца 80-х до середины 90-х гг., основное внимание уделялось разработке многофункциональных технических комплексов на базе крупнотоннажной автомобильной и бронетанковой техники, предназначенных для ликвидации последствий военных действий и крупномасштабных ЧС природного и техногенного характера, сопровождающихся образованием обширных зон разрушений, наводнений, загрязнения территории радиоактивными и химически опасными веществами.

Однако ввиду острого дефицита бюджетных финансовых средств данные работы не были завершены путем воплощения в реальную машиностроительную продукцию. В это же время, одновременно с созданием поисково-спасательных формирований нового типа, по инициативе и при поддержке руководства МЧС России начато производство отечественных аварийно-спасательных машин, предназначенных для обеспечения аварийно-спасательных и неотложных работ в крупных населенных пунктах. Анализ результатов их применения показал, что такая техника способна оказать существенное влияние на сохранение жизни людей и снижение размеров материального ущерба от ЧС в мирное время.

На сегодняшний день для оснащения формирований МЧС России отечественные пред-

приятия аварийно-спасательного машиностроения предлагают свыше 40 образцов аварийно-спасательных машин различных типов и более 1500 наименований инструмента, приборов, оборудования и имущества для их комплектации. Государство должно быть прямо заинтересовано в том, чтобы российские пожарные и спасатели были мобильными, хорошо экипированными, оснащенными самым передовым оборудованием и техникой.

Вполне естественно столь важную и дорогостоящую технику необходимо поддерживать в хорошем рабочем состоянии и в постоянной боевой готовности.

Актуальной задачей современного машиностроения является рациональное применение смазочных материалов, определяющих во многих случаях работоспособность и долговечность машин. Сложные условия эксплуатации современных машин резко повысили требования к смазочным материалам. В результате этого получила дальнейшее развитие теория смазочного действия, особенно при граничном трении. Возникла необходимость глубокого изучения механизмов и закономерностей механического и физико-химического действия смазок различного состава при различных условиях трения. Особое значение приобретает применение присадок к смазочным маслам.

Вопросы износа являются главными в общей проблеме трения, смазки и износа. Каждый новый шаг в развитии машин, механизмов и приборов связан с изучением явлений, протекающих в зоне контакта деталей, с учетом прочностных характеристик поверхностей и их разрушения (износа). В борьбе с износом на первом месте стоит задача создания общей теории сопротивления изнашиванию материалов. Эта теория необходима для обоснованного применения конструкционных, технологических и эксплуатационных средств по устранению недопустимых патологических процессов повреждаемости и достижению минимального износа.

Трение, смазка и износ в машинах органически связаны между собой. Невозможно говорить о решении задачи износостойкости без привлечения представлений теории трения и смазки или о разработке смазочной техники и материалов без понимания сущности явлений трения и износа. Неразрывная связь между задачами трения, смазки и износа всегда выступает на первый план в исследовательских работах, имеющих прикладное направление. Между тем эти три взаимосвязанные области во многих теоретических работах рассматриваются раздельно, как самостоятельные.

В теоретических исследованиях наиболее разработана механическая сторона явлений, при этом физические представления в большинстве случаев противоречивы или недостаточны, химические явления еще менее изучены. Мало используются последние достижения тех дисциплин, которые должны составлять основу науки о трении, смазке и износе, не являющейся самостоятельной среди естественных наук. Ее основные положения и законы должны основываться на синтезе достижений многих смежных дисциплин: механики упругих и пластических сред, реологии, металловедения, физики твердого тела, физической химии, химии поверхностных явлений и др. Таким образом, можем сделать вывод о том, что поле деятельности в данном направлении является чрезвычайно широким.

Одной из главных причин недостаточного качества отечественной спасательной техники является низкая культура не только ее изготовления, но и эксплуатации, обслуживания и ремонта. Обслуживающий технику персонал не всегда информирован о возможностях эффективного влияния на ее качество посредством изменения условий эксплуатации, используя последние достижения в области трибологии, такие как современные смазочные материалы, специальные средства и технологии. Следует отметить, что в определенной степени это является следствием недостаточной подготовленности и информированности инженерно-технических кадров в данной области, отсутствия даже во многих передовых высших технических учебных заведениях курсов дисциплин по трибологии – науке о трении, изнашивании и смазке машин и оборудования.

В настоящее время на рынке представлен довольно широкий спектр препаратов, при-

званных восстановить изношенные поверхности деталей, однако отношение к таким препаратам далеко неоднозначно. Абсолютное большинство производителей смазочных масел настроено по отношению к присадкам резко отрицательно. Основной их тезис в этом противостоянии – это утверждение того, что современное масло уже содержит весь необходимый пакет присадок, и введение в масло дополнительного компонента не только нежелательно, но и вредно, ибо тем самым нарушается баланс свойств присадок из базового пакета. Действительно, глупо спорить с тем, что использование качественных масел является залогом длительного срока службы и хороших эксплуатационных качеств транспортного средства. Качественные смазочные масла содержат пакеты присадок, улучшающих их свойства. Количество функциональных присадок к маслам исчисляется десятками.

Однако все эти функциональные присадки к маслам определяют работу узла сопряжения в штатных условиях гидродинамического трения и никаким образом не учитывают реальное состояние поверхности цилиндров, поршневых колец, шеек валов и т.д. Они работают одинаково как для нового, так и для сильно изношенного двигателя, а ведь условия смазывания для различных стадий эксплуатации двигателя сильно отличаются. Эксплуатационный износ поверхностей трения вносит индивидуальные отличия в работу каждого узла трения двигателя.

Модифицирование масел, предназначенных для двигателя автомобиля, присадками способно существенно улучшить его характеристики на любых режимах работы. Однако, как известно, наибольший эффект достигается на тех режимах, где наиболее вероятно нарушение штатных режимов смазывания узлов трения – номинальных нагрузок, режимов с большими нагрузками и малыми частотами вращения коленчатого вала. Поскольку на этих режимах гидродинамика сопряжения трения нарушается, то работа штатных пакетов масляных присадок малоэффективна, и состояние поверхностей становится определяющим для показателей мощности механических потерь и износа двигателя.

Авторами проводится активная работа по созданию противоизносных присадок, содержащих в своей основе соли мягких металлов. Ранее была разработана и успешно испытана присадка «Смазочная композиция» [1] на основе солей меди и олова предельных жирных кислот. Присадка предназначена для промышленных масел общего назначения и трансмиссионных масел. Действие указанной присадки описано в работах [2, 3].

В данной работе приводим триботехнические показатели новой смазочной композиции на основе солей никеля, олова, меди и кобальта. Указанные металлические компоненты находятся в смазке в ионном виде и способны проходить через системы фильтров. Смазочная композиция предназначена для качественного улучшения триботехнических показателей минеральных и полусинтетических масел и смазок любой вязкости, применяемых в пожарной и аварийно-спасательной технике.

Для оценки и сравнения разработанных присадок были исследованы зависимость коэффициента трения от приложенной нагрузки, зависимость интенсивности изнашивания от пробега при фиксированной нагрузке и коррозионная активность разработанной смазочной композиции. Эти характеристики определяют границы работоспособности пары трения. Стойкость материалов к изнашиванию в различных средах и при различных режимах трения позволяет выявить ресурс и срок службы узлов трения.

Исследование триботехнических характеристик разработанной присадки проводилось на машине для испытания материалов на трение и износ модели СМТ-1 (рисунок 1). При исследовании износостойкости образца в присутствии разработанной присадки режимы трения были выбраны усредненными, применительно к режимам работы большинства узлов трения машин и аппаратов. При этом скорость скольжения диска по образцу составляла 1 м/с. Нагрузка при испытаниях повышалась ступенчато до резкого увеличения момента трения, путь трения при смазке маслом с присадками составлял 25 км. Смазочная композиция вводилась в зону трения капельным способом: 8 – 10 капель в минуту.

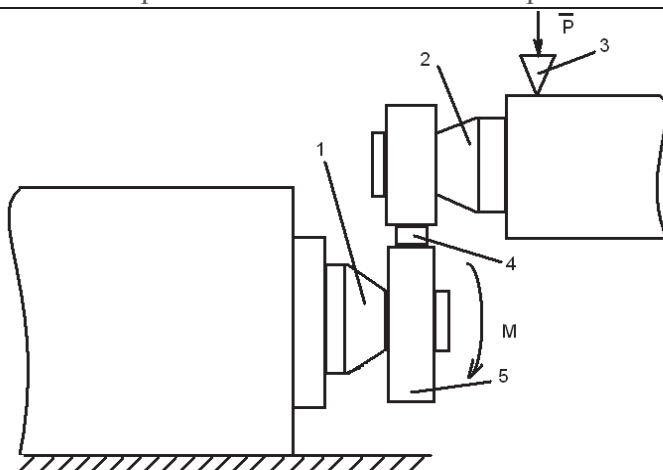


Рисунок 1. Упрощенная схема узла трения машины СМТ – 1: 1 – нижний (вращающийся) вал; 2 – верхний (неподвижный) вал; 3 – нагружающее устройство; 4 – образец; 5 – контртело

Образцы для испытаний масел изготавливались из стали марки 45 (HRC 40...42). Все образцы имели поверхности 8 класса шероховатости по ГОСТ 2789. Контртелом служили ролики $d = 40$ мм, толщиной 15 мм, изготовленные из стали 45 (ГОСТ 1050) с твердостью HRC 35...40 (рисунок 2).

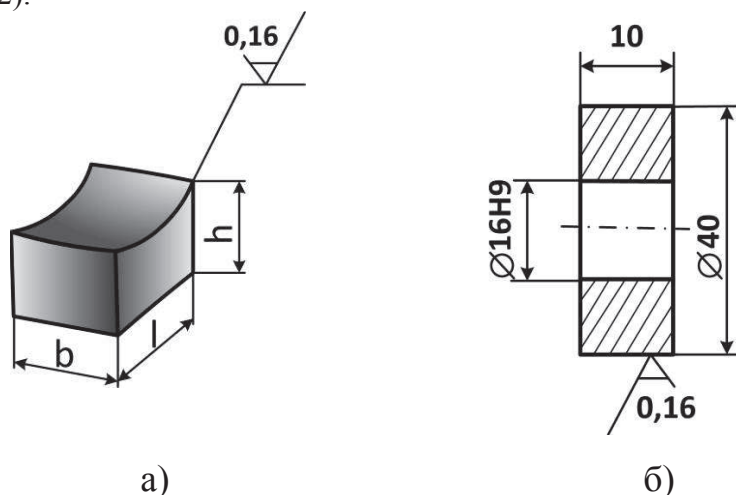


Рисунок 2. Частичный вкладыш (а) и контртело (б) для проведения испытаний на трение и изнашивание

Измерение линейного износа проводили методом «искусственных баз» по заранее нанесенным отпечаткам на твердом теле ТКС - 1 М коническим твердосплавным индентором с углом при вершине 120° . Диаметры отпечатков определялись с помощью микроскопа МБС-10. Схема определения линейного износа представлена на рисунке 3.

Величина линейного износа с учетом вогнутости поверхности определялась по формуле:

$$\Delta h = \frac{(d_1 - d_2) \times \operatorname{tg}\left(90 - \frac{\alpha}{2}\right)}{2 \times m} - \frac{(d_1 - d_2)}{8 \times R}, \quad (1)$$

где Δh – линейный износ, мкм;

d_1 – диаметр отпечатка до изнашивания, мкм.;

d_2 – диаметр отпечатка после изнашивания, мкм.;

R – радиус вогнутости поверхности, мкм.

Интенсивность изнашивания определялась по формуле:

$$I = \Delta h / S, \quad (2)$$

где I – интенсивность изнашивания, мкм/км;

S – путь трения, км.

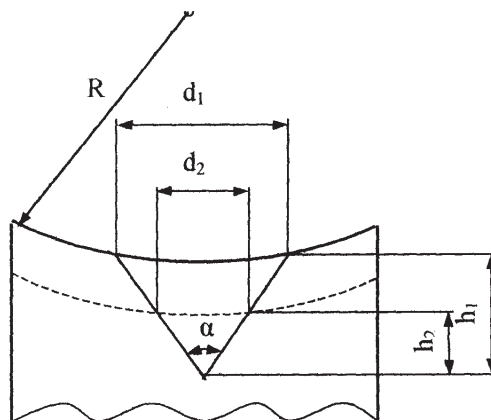


Рисунок 3. Схема определения линейного износа по методу «искусственных баз»

Коррозионная активность масла с присадкой определялась согласно ГОСТ 20502 – 75. Сущность метода заключается в определении изменения массы металлических пластин, подвергшихся периодическому воздействию испытуемого объекта и воздуха, нагретых до температуры 140 °С. Коррозионность определялась на приборе аналогичном ДК – НАМИ по ГОСТ 13371 – 67.

Коррозионность масла определяли без добавления катализатора. Испытания проводили в течение 10 часов при нормативной температуре (80 – 90 °С) и непрерывном вращении мешалки.

Пластины свинца толщиной 1 мм маркировали, протирали ватой, смоченной бензолом, просушивали 1 – 3 минуты и полировали до блеска и взвешивали с погрешностью не более 0,0002 г.

Потерю массы свинцовой пластины (X) в граммах на квадратный метр вычисляли по формуле:

$$X = m / 0,001, \quad (\text{г/м}^2) \quad (3)$$

где m – потери массы пластины за время испытания, г.

Коррозионность масла вычисляли как среднее арифметическое результатов определения потерь массы двух свинцовых пластин, испытанных параллельно. Потерю массы пластины до 1 г/м² включительно принимали за отсутствие коррозии.

Математическая обработка экспериментов показала, что оптимальным содержанием присадки в масле является 2 мас.%, что и было заложено в следующую серию исследований [4].

Вводимая 2% концентрация разработанной присадки в моторные масла позволила качественно улучшить его основные триботехнические характеристики (рисунок 4, рисунок 5).

Можно заметить на представленном рисунке 4, что модифицированное масло позволило значительно, в 1,5 – 2 раза снизить коэффициент трения. Кроме этого, в некоторой степени увеличился и показатель нагрузочной способности в контактирующей паре. Такие результаты были получены, благодаря образованию на поверхности трения химически чистых, постоянно возобновляемых слоев антифрикционных металлов, а именно меди, олова, никеля и кобальта.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что при модифицировании базового моторного масла М8В разработанной присадкой интенсивность изнашивания значительно снижается с увеличением пробега контактирующей пары, а именно до 10 раз.

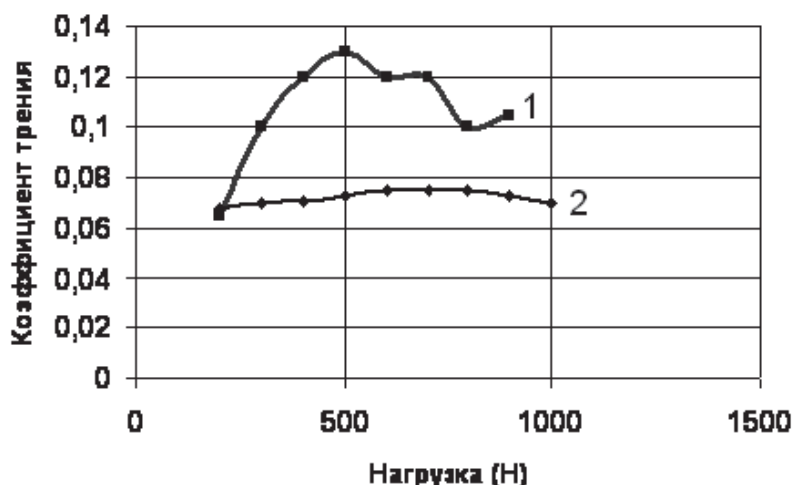


Рисунок 4. Зависимость коэффициента трения от давления базового масла М8В и того же масла, модифицированного разработанной присадкой. 1 – моторное масло М8В ГОСТ 10541-78 SAE 20W-20 API CB; 2 – моторное масло М8В с 2% разработанной присадкой

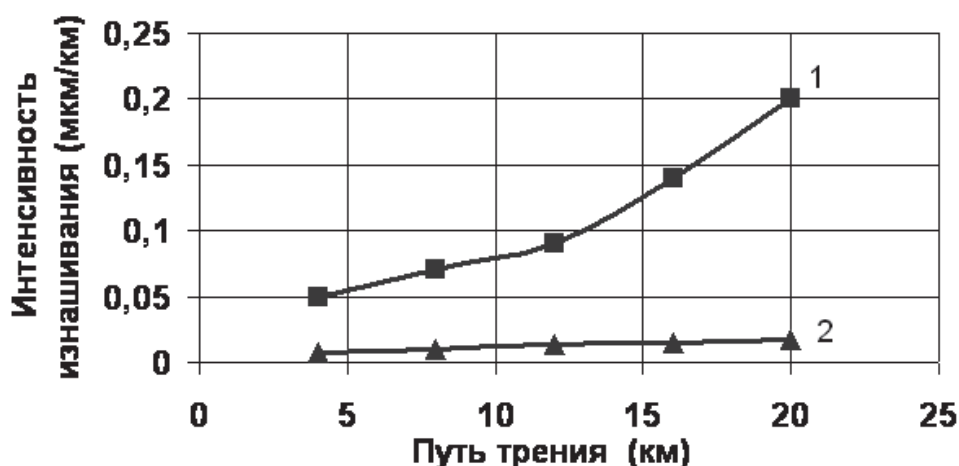


Рисунок 5. Зависимость интенсивности изнашивания от пути трения при постоянном давлении 5 МПа. 1 – моторное масло М8В ГОСТ 10541-78 SAE 20W-20 API CB; 2 – моторное масло М8В с 2% разработанной присадкой.

Испытания на коррозионную активность разработанной смазочной композиции показали, что потери массы пластин в масле с разработанным стеаратом составили от 0,88 до 0,99 г/м², что согласно ГОСТ 20502 – 75 соответствует отсутствию коррозионного воздействия данной присадки на испытываемое масло.

Отмечаем и тот факт, что моторное масло, модифицированное разработанным стеаратом меди, олова, кобальта и никеля, гораздо стабильнее работает во всем диапазоне изученных нами нагрузок и температур, что не наблюдается в моторном масле без присадки. Поэтому разработанная присадка позволяет в достаточной мере избежать эффекта повышенного износа во время прогрева двигателя. Один холодный пуск двигателя сравним с сотнями километров пробега автомобиля в установившемся режиме. Разработанная авторами присадка позволяет значительно снизить этот негативный эффект.

Применение прогрессивных смазочных материалов позволит добиться значительных положительных результатов, а именно: продлить ресурс работы узлов автотранспортной техники до 2 раз, резко снизить аварийные разрушения оборудования, сократить затраты на внеплановые ремонты оборудования, экономить горюче-смазочные материалы.

Разработанная присадка химически нейтральна ко всем видам минеральных и полусинтетических масел отечественного и импортного производства. Присадка полностью растворима маслами, не задерживается системами фильтров, не способствует коррозионным процессам.

Разработанная присадка может найти широкий круг применения. Выявленные в ходе экспериментов некоторые качественные показатели, значительно превосходят показатели других аналогичных присадок. Не последним достоинством присадки является простота в применении и относительная дешевизна в изготовлении.

Литература

1. Патент №2233866 (РФ) МПК⁷ С 10 М 159/18// С 10N 10:02. Смазочная композиция / Киселев В.В., Мельников В.Г., Замятина Н.И., Бельцова Е.А. (РФ); Опубл. Бюл. №22, 2004.
2. Киселев В.В., Мельников В.Г. Исследование свойств разработанных присадок на основе солей мягких металлов// Эффект безызносности и триботехнологии. – 2004. – №1. – С. 16 – 20.
3. Киселев В.В. К проблеме улучшения триботехнических свойств смазочных материалов// Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2006. – Т.49. – № 12. – С.113 -114.
4. Киселев В.В. Исследования по выявлению оптимальной концентрации разработанного медно – оловянного комплекса в масле//Депонирована в ВИНТИ 29.04.2003, № 836.
5. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Повышение надежности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19. – №2. – С. 50 – 53.
6. Киселев В.В., Полетаев В.А. Исследование триботехнических характеристик металлосо-держающих присадок к маслам, используемым в электрических машинах // Вестник ИГЭУ. – 2011. – Выпуск 2. – С. 65 – 67.
7. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М.: Машиностроение, 1999. – 336 с.
8. Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Разработка конструкции трибологически безопасного резьбового соединения // Вестник ИГЭУ. – 2012. – Выпуск 1. – С. 28 – 31.
9. Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В. Перспективы использования модернизированных смазочных материалов в пожарной и аварийно-спасательной технике // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2011. – №3. – С. 23 – 29.

Определение показателей качества сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества

Проф. д.х.н. Волков В.А.¹, доц., к.б.н. Миташова Н.И.², проф. д.т.н. Агеев А.А.³

¹Московский государственный университет дизайна и технологии,
vav36@mail.ru

²Университет машиностроения, mitanieko@mail.ru

³Российский новый университет
ageev49@bk.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты биотестирования сточных вод предприятий обслуживания населения, содержащих ПАВ, и модельных растворов в сопоставлении с коллоидно-химическими свойствами. Установлено, что предельно допустимая концентрация ПАВ, найденная методом биотестирования, совпадает с концентрацией насыщения адсорбционных слоев, которая определяется по изотерме поверхностного натяжения. Это позволяет заменить утомительное и недостаточно точное биотестирование измерением поверхностного натяжения растворов ПАВ для нормирования показателей сточных вод.