

В.А. Годлевский, М.А. Колбашов, Ю.Н. Моисеев
(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России;
e-mail: godl@yandex.ru)

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Приводятся перечень и краткая характеристика задач трибологии применительно к техническим средствам пожаротушения и аварийно-спасательных работ. Особое внимание уделяется задачам, связанным с долговечностью базового шасси и движущимся элементам пожарной надстройки. Затронуты проблемы надёжности центробежных пожарных насосов, антифрикционных свойств огнетушащих веществ.

Ключевые слова: пожарная техника, долговечность, трибология, триботехника, износ, смазочное масло.

V.A. Godlevskiy, M.A. Kolbashov, U.N. Moiseev
**TRIBOLOGICAL PROBLEMS FIREFIGHTERS
AND RESCUE EQUIPMENT**

The list and the short characteristic of tribological science problems with reference to technical means of fire extinguishing and rescue works are resulted. The special attention is given to the problems connected with durability of the base chassis and moving elements of fire superstructures. Problems of reliability of centrifugal fire pumps, antifrictional properties of fire-fighting substances are reviewed.

Key words: firefighter's equipment, durability, tribology, triboengineering, wear, lubricating oils.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 4 сентября 2016 г.

Введение

Трибология как прикладная техническая наука, занимающаяся проблемами трения, износа и смазки, находит реализацию в различных отраслях, занятых эксплуатацией специальных машин и технических устройств. В частности, борьба с пожарами и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций, также связана с применением достижений трибологии применительно к объектам пожарной и аварийно-спасательной техники. Настоящая статья представляет краткий очерк, показывающий, какие из трибологических задач и их решений могут быть реализованы в данной сфере. Разумеется, в наибольшей мере задачи эффективной эксплуатации узлов и агрегатов сосредоточены в пожарных и аварийно-спасательных автомобилях.

Мобильные средства пожаротушения. Пожарные автомобили

Пожарный автомобиль (ПА), как транспортное средство, несущественно отличается от грузовых автомобилей, работающих в общих отраслях народного хозяйства, однако очень отличается по условиям эксплуатации, что заставляет особым образом заботиться о его надёжности. В первую очередь, отмечают следующие эксплуатационные отличия:

- ограниченное время подготовки к выезду и связанный с этим недостаточный прогрев двигателя;
- движение к месту пожара с максимально возможной скоростью и с максимальной нагрузкой (полный комплект пожарно-технического оборудования, до предела загруженные ёмкости с огнетушащим веществом);
- во многих случаях движения к месту пожара по бездорожью;
- неравномерность работы систем и механизмов (частый переход с одного нагрузочного режима на другой, частые разгоны и торможения);
- большая доля времени (около 70 %) работы автомобильного двигателя "на насос", то есть в режиме высокой частоты и, следовательно, повышенной интенсивности изнашивания деталей;
- всепогодный характер работы, в том числе, во время выпадения осадков (дождя, снега), в условиях высоких (при пожаре) или, наоборот, низких температур [1].

Чтобы нивелировать перечисленные экстремальные эксплуатационные условия, возможно использование перечисленных ниже технических решений:

- повышение эффективности фильтрации воздуха, поступающего в двигатель, для предотвращения повышенного абразивного износа элементов двигателя при движении по грунтовым дорогам в условиях повышенной запылённости (возможно использование технических решений для защиты от внешнего абразива объектов сельскохозяйственной или строительной техники [2]);
- при эксплуатации пожарной техники в значительной мере оправдано использование смазочных материалов повышенного качества, например, применение моторных и трансмиссионных масел с улучшенными температурно-вязкостными характеристиками и эффективными пакетами функциональных присадок. Перспективными в этом отношении являются антизадирные агенты типа металлоплакирующих присадок, модификаторов трения (в частности, так называемых "геомодификаторов"), поверхностно-активных адсорбатов, нанокпозиционных твердых присадок [3, 4].

От создателей нового поколения пожарной техники требуется конструктивное совершенствование работы агрегатов трансмиссии, обеспечивающее отсутствие ударов, вибраций и перегрузок. Поскольку большинство исполнительных механизмов специальных пожарных автомобилей имеют гидропривод, необходима оптимизация конструкции, материалов и режимов работы гидравлических цилиндров (уплотнения, цилиндропоршневые группы) с целью повышения их надёжности, долговечности, снижения эксплуатационных затрат. Имея в виду тот факт, что узлы и агрегаты пожарных автомобилей в большой степени подвержены опасности водного загрязнения, и то, что вода, проникая в механизмы, нарушает их нормальную эксплуатацию, необходимо принимать специальные меры по предотвращению этого процесса [5].

Пожарные насосы. Мотопомпы

Пожарные насосы, работающие как в составе пожарных автомобилей, так и вне их (мотопомпы), подвержены ускоренному износу в большей степени, чем пожарные автомобили в целом. Рабочие каналы насосов подвергаются, в первую очередь, абразивному износу, который возникает при заборе загрязненной твердыми частицами воды из открытых источников. Попадающие в насос частицы более крупного размера способствуют динамическим ударам и частичному перекрытию рабочих каналов. Другой причиной изнашивания является кавитация, возникающая на быстро движущихся лопастях рабочего колеса центробежного насоса, что приводит к выкрошиванию микрообъемов, эрозии металла на поверхностях. Критически важным для работоспособного состояния центробежного насоса является состояние манжетных уплотнений и самих подшипников рабочего колеса. Нарушение герметичности кольцевых уплотнений приводит к проникновению воды в масляный картер, нарушает режим смазывания и может приводить к разрушению подшипников качения. Для предотвращения перечисленных нарушений работы насосов возможно принятие следующих мер:

- повышение износостойкости внутренних поверхностей насоса, чтобы противостоять абразивному и кавитационному изнашиванию. Возможна замена материала поверхности на более износостойкий металл или применение износостойких покрытий быстроизнашивающихся поверхностей [6];

- совершенствование материала и конструкции кольцевых уплотнений для повышения их уплотнительной надёжности (например, применение уплотнений на основе силиконовых эластомеров или узлов с ферромагнитными жидкостями) [7];

- замена подшипников качения на более надёжные и дешевые подшипники скольжения (например, пористые втулки, изготовленные методами порошковой металлургии, антифрикционные полимеры и др.) [8], что уменьшает габариты узла, снижает его массу (это привело к массовому применению втулок из новых антифрикционных материалов в авиакосмической отрасли и производстве бытовых приборов; по-видимому, такого же процесса стоит ожидать и в сфере пожарной техники [9, 10]).

Дополнительные трибологические проблемы, связанные с пожаротушением и спасательными работами

Антифрикционные свойства воздушно-механической пены. Воздушно-механическая пена содержит в качестве пенообразователя *поверхностно-активное вещество (ПАВ)*, которое способно формировать адсорбционные смазочные слои. В некоторых случаях (например, при запенивании взлётно-посадочной полосы при аварийной посадке воздушных судов) важно, чтобы пена обеспечивала не только локализацию возможного возгорания, но и оптимальное трение на поверхности полосы). Во всяком случае, многообразие известных составов ПАВ должно позволить улучшить этот процесс, по сравнению с применяемыми типами пенообразователей. По нашему мнению, стоит проводить специальные исследования, направленные на создание негорючих специализированных составов на водной основе, обеспечивающие создание "скользящей" поверхности на взлётно-посадочной полосе при аварийной ситуации.

Трение огнетушащего порошка. К области трибологии можно отнести и другую, мало еще изученную, проблему течения огнетушащего порошка по трубопроводам и рукавам. Вообще говоря, проблема реологических свойств псевдооживленной порошковой массы может решаться в терминах задач внутреннего трения, и на этом пути можно было бы оптимизировать конфигурацию трубопроводов, предотвратить заторы в порошковых магистралях и влиять на "слеживаемость" рабочего тела внутри ёмкостей и магистралей.

Износ пожарных рукавов и специальной защитной одежды пожарных. Тканевые и нетканые полимерные материалы, применяемые для пожарных рукавов и специальной защитной одежды пожарных, неизбежно подвержены износу под действием механических факторов. Такие материалы особенно чувствительны к температурным воздействиям: размягчаются или возгораются при высокой температуре, охрупчиваются при низкой. Повышение долговечности этих элементов должно быть обеспечено путем совершенствования материалов и в результате большой экспериментальной работы по математическому и натурному моделированию процесса изнашивания материалов в условиях, приближённым к реальным условиям тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ.

Проблемы надёжности аварийно-спасательного оборудования. Прочность, износостойкость исполнительных органов спасательных устройств при длительной работе под нагрузкой может создавать проблемы в работе механизмов. Решение этой проблемы, например, для гидравлического спасательного инструмента, может быть найдено на пути повышения механической прочности силовых элементов либо при грамотном материаловедческом подходе к выбору материалов для высоконагруженных рабочих поверхностей и соответствующих твердых износостойких покрытий для них.

Поскольку из всего многообразия инструментов, применяемых при аварийно-спасательных работах, наиболее употребительным и "расходуемым" является абразивный, проблема его надёжности, стойкости и безопасности применения требует особого подхода к его конструированию, выбору для него режущего материала и связи повышенного качества, усовершенствованию технологии изготовления.

Заключение

Таким образом, в статье показано, что задачи борьбы с пожарами и ликвидации ЧС могут эффективнее решаться с использованием новейших достижений трибологии. Новое поколение пожарной и аварийно-спасательной техники должно обладать большим ресурсом долговечности и надёжности. В основном, это может достигаться применением новых смазочных материалов, более прочных и износостойких материалов узлов агрегатов.

Литература

1. *Моисеев Ю.Н., Тербнев В.В.* Пожарная техника. Мобильные средства пожаротушения: учебное пособие. Иваново: ИвИ ГПС МЧС России, 2013. 159 с.
2. *Гайдар С.М.* Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М., 2011. 18 с.
3. *Базовые* присадки к смазочным материалам. http://www.auto-uch.info/a_pr_02.html.
4. *Годлевский В.А., Моисеев Ю.Н., Нагайцев В.И.* О возможности применения присадки геомодификатора к смазочному маслу в подшипниковом узле пожарного насоса // Сб. докл. Регион. науч.-техн. конф. "Материаловедение и надёжность триботехнических систем". Иваново, 2009. С. 117-118.
5. *Годлевский В.А., Лобач А.В., Назаров Г.Е. и др.* Влияние водного загрязнения на работоспособность смазочных материалов // Физика, химии и механика трибосистем. Межвуз. сб. науч. тр. Иваново: Изд-е ИвГУ. 2011. С. 169-172.
6. *Кавитационно-стойкие* покрытия рабочих колёс центробежных насосов – газотермическое напыление, оборудование и технологии. <http://solutions.plackart.com/details/13/>
7. *Топоров А.В.* Разработка комбинированных магнитожидкостных уплотнений и исследование их трибологических характеристик: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Иваново, 2004. 18 с.
8. Шилов М.А. Смазочное действие водных растворов неионогенных ПАВ при трении пары металл-полимер // Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Иваново, 2011. 18 с.
9. *Годлевский В.А., Павлов И.В., Моисеев Ю.Н., Манерцев А.А.* Технико-экономические обоснования применения самосмазываемых пористых спеченных подшипников скольжения в узлах трения пожарной и спасательной техники // Вестник Ивановского института ГПС МЧС России. 2008. № 1. С. 17-19.
10. *Богомолов М.В., Годлевский В.А., Моисеев Ю.Н. и др.* Предпосылки разработки новых спеченных подшипниковых смазочных материалов для узлов трения пожарнотехнического и аварийно-спасательного оборудования // Вестник Ивановского института ГПС МЧС России. 2008. № 2. С. 17-25.