

УДК 629.114

© А. А. Шлапоберский, аспирант
© В. Н. Горшков, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: slapan-93@mail.ru

© A. A. Shlapoberskiy, post-graduate student
© V. N. Gorshkov, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint-Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: slapan-93@mail.ru

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТЕ АВТОТРАНСПОРТНОЙ И ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

SCIENTIFIC OBJECTIVES OF THE STUDY OF TRIBOLOGICAL SYSTEMS AND PRACTICAL APPLICATION OF ITS RESULTS IN THE MAINTENANCE AND REPAIR OF MOTOR TRANSPORT AND ROAD CONSTRUCTION MACHINERY

Рассматривается классификация перспективных присадок к маслам. Эффективность применения таких присадок определяется взаимодействием ряда сложных процессов, имеющих различную природу. Приводится схема для решения необходимых задач, которая основана на едином анализе факторов и их взаимодействии. Для определения наиболее сильно оказывающих влияние факторов, взаимодействий экспериментальных исследований, а также из-за необходимости полноценной оценки их воздействия предлагается расчетный метод совокупной оценки эффективности применения присадок, основанный на универсализации результатов опытов.

Ключевые слова: присадка, трение, трибологическая эффективность.

The paper considers the classification of prospective oil additives. The effectiveness of applying such additives is determined by the interaction of several complex processes that have a various nature. A scheme of actions aimed at solving the required task is presented. It is based on a joint analysis of the factors and their interaction. With the purpose of determining the most strongly influencing factors and interactions of experimental studies, and taking into consideration the necessity of carrying out a total assessment, the authors propose a calculation method of a joint evaluation of applying oil additives based on the universalization of the results of the experiments.

Keywords: additive, friction, tribological efficiency.

Повышение надежности современных двигателей и агрегатов автотранспортной и дорожно-строительной техники неразрывно связано с улучшением свойств применяемых эксплуатационных материалов за счет введения в состав товарных масел функциональных присадок. В результате их применения наблюдается заметная экономия топлива, увеличение ресурса и повышение показателей по экологии.

Присадки к товарным маслам бывают:

- для увеличения качества и скорости процессов приработки (приработочные и обкаточные);
- для уменьшения механического износа в изделиях и поддержания их исправного состояния (эксплуатационно-профилактические);

- для восстановления исправного состояния сопряжений изделий в течение рабочего времени (ремонтно-восстановительные).

Классификация присадок к маслам изображена на рис. 1. По итогам применения данных присадок в течение многих лет, а также из произведенных экспериментов и соответствующей литературы видна неоднозначность результатов их применения [2]. Следовательно, использование данных присадок требует более подробного изучения их принципа работы, что требует обновления существующих и изобретения новых оценок и требований по использованию присадок. Присадки нужно оценивать по эффективности действия на механическое трение, выработке деталей изделий, а также исследовать их воздей-



Рис. 1. Классификация присадок к маслам

ствие на термическую стабильность, вязкость, антикоррозионные и другие свойства товарных масел [4].

Лучшим с точки зрения трибологии для двигателя или другого изделия (в дальнейшем рассмотрение вопроса изложено применительно к двигателю) явился бы смазочный материал, снабженный высокотемпературной присадкой с мощным антифрикционным противоизносным действием и обладающий пологой вязкостно-температурной характеристикой.

Наиболее перспективно применение присадок, содержащих поверхностно-активные вещества (ПАВ). Теоретической предпосылкой их применения служит эффект адсорбционного понижения прочности, обеспечивающий положительный градиент механических свойств в поверхностных слоях трущихся деталей.

Несмотря на легкость осуществления технологического процесса применения присадок к маслам, целесообразность применения таких присадок

определяется взаимодействием ряда сложных процессов, обладающих различной природой. Большое число этих процессов недостаточно исследовано и не имеет аналитического описания [2].

Чтобы решить данный вопрос, приводится схема, которая базируется на комплексном анализе факторов и их взаимного действия (рис. 2).

Из приведенной схемы видно, что трибологическая эффективность зависит от огромного количества начальных признаков и их взаимодействия. Последней составляющей данной схемы являются пары трения, которые отвечают за исправность узлов трения двигателя. Данные источники обладают связями с тремя подсистемами. Подсистема 1 описывает параметры технологии применения присадок, подсистема 2 — механизмы формирования поверхностей с улучшенными трибологическими параметрами, подсистема 3 — показатели трибологической полезности сопряжения, подсистема 4 — пары трения скольжения двигателя [4].



Рис. 2. Схема взаимного действия факторов, которые оценивают качество использования присадок

Начальными параметрами являются: 1.1 — относительная скорость коленчатого вала V ; 1.2 — удельное давление в контакте $P_{уд}$; 1.3 — минимальное время обработки T_{min} ; 1.4 — шероховатость поверхностей трения R_a ; 1.5 — концентрация присадки.

Поверхности трения создаются под влиянием нескольких процессов, среди которых: 2.1 — химические; 2.2 — трибоэлектрические; 2.3 — деформационные и контактно-гидравлические; 2.4 — адсорбционно-хемосорбционные; 2.5 — полимеризационные. Перечисленные процессы возникают в результате комплексного взаимодействия входных параметров, следовательно, количественная и качественная оценка данных параметров и их взаимных действий невыполнима.

Результативность использования добавок рассматривается по таким показателям, как интенсивность изнашивания ($I_{изн}$) и степень снижения коэффициента трения ($F_{тр}$). Эти показатели

могут быть измерены и оценены качественно и количественно. В течение технологического процесса использования присадок есть шанс осуществлять контроль над ними благодаря изменению входных параметров.

Обширное число входных параметров, их взаимодействие, а также сложность механизмов образования поверхностей трения вызывают необходимость комплексного подхода к оценке их воздействия на трибологическую эффективность, что требует проведения большого количества экспериментов.

Для определения максимально оказывающих влияние факторов, их взаимодействие, а также массового оценивания их воздействия предлагается расчетный метод комплексной оценки полезности использования присадок, который выведен из результатов экспериментов [3].

Алгоритм метода комплексной оценки представлен на рис. 3.



Рис. 3. Алгоритм комплексной оценки эффективности применения присадок к моторным маслам

Библиографический список

1. Путищев С. В., Холомонов И. А., Малый Л. Ф. Выбор и исследование смазочного материала с улучшенными триботехническими параметрами // Трение и износ. 1990. Т. 11. № 2. С. 317–322.
2. Ильин Н. Н., Седова В. Л. Структурно-логическая модель процесса нанесения прирабочных покрытий // Трение и износ. 1990. Т. 11. № 5. С. 833–839.
3. Евдокимов Ю. А., Колесников В. И., Тетерин Л. И. Планирование и анализ экспериментов при решении задач трения и износа. М., 1980.
4. Седов С. П. Повышение долговечности двигателей применением присадок к товарным моторным маслам: дис. ... канд. техн. наук. 05.22.10. СПб., 1999. 174 с.

References

1. Putintsev S. V., Kholomonov I. A., Malyy L. F. *Vybor i issledovanie smazochnoho materiala s uluchshennymi*

tribotekhnicheskimi parametrami [Selection and research of lubricant with improved tribotechnical parameters]. *Trenie i iznos – Friction and wear*, 1990, vol. 11, no. 2, pp. 317–322.

2. I'in N. N., Sedova V. L. *Strukturno-logicheskaya model' protsessa naneseniya prirabotochnykh pokrytiy* [Structural and logical model of process of applying antiscuff coating]. *Trenie i iznos – Friction and wear*, 1990, vol. 11, no. 5, pp. 833–839.

3. Evdokimov Yu. A., Kolesnikov V. I., Teterin L. I. *Planirovanie i analiz ehksperimentov pri reshenii zadach treniya i iznosa* [Planning and the analysis of experiments at solving the problems of friction and wear]. Moscow, 1980.

4. Sedov S. P. *Povyshenie dolgovechnosti dvigateley primeneniem prisadok k tovarnym motornym maslam. Diss. kand. tekhn. nauk* [Increasing the durability of engines by use of additives to commodity engine oils. PhD in Sci. Tech. diss.]. Saint-Petersburg, 1999, 174 p.