

### **Литература**

1. Донецкий Д.С., Вели Т.К., Жевора Ю.И. Развитие инновационной инфраструктуры АПК региона. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. Т.1. №92, 2010. С.161-166.
2. Палий Т.И., Жевора Ю.И. Отраслевые и региональные особенности управления инновационной деятельностью в агропромышленном комплексе. Техника в сельском хозяйстве. №6, 2011. С.30-32.
3. Палий Т.И., Жевора Ю.И., Литвинов Е.А. Оптимизация инновационной производственной инфраструктуры технического сервиса в АПК региона. В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. 2011. С. 167-172.
4. Жевора Ю.И., Палий Т.И., Доронина Н.П. Научно-технический потенциал в обеспечении инновационной модернизации АПК. В сборнике: Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. 2012. – С. 181-186.
5. Жевора Ю.И., Палий Т.И., Литвинов Е.А. Развитие производственной инфраструктуры технического сервиса в обеспечении модернизации АПК региона. В сборнике: Моделирование производственных процессов и развитие информационных систем. 2012. – С. 186-188.
6. Жевора Ю.И., Литвинов Е.А., Палий Т.И. Перспективы развития ремонтно-обслуживающей базы технического сервиса в обеспечении модернизации АПК Ставропольского края. В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. 2013. – С. 99-106.

#### **Abstract**

*Directions and forms of organization of repair and technical service base serving agribusiness. The optimum parameters of production and technical service infrastructure are the main technical and economic indicators of the repair and servicing base AIC Stavropol Territory.*

**УДК 621.891**

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА ДЛЯ ДВУХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

**В.А. Войтов, д.т.н., профессор, Сысенко И.И., аспирант,  
Кравцов А.Г., к.т.н.**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
им. П. Василенко, г. Харьков, Украина*

*В работе предложен безразмерный критерий оценки качества моторного масла для двухтактных двигателей внутреннего сгорания, который учитывает противозносные свойства, а также индекс вязкости, несмываемость масла бензином с поверхностей трения и способность к нагаро- и лакообразованию.*

### Введение

Одним из существенных отличий конструкции двухтактного двигателя от четырехтактного – это отсутствие системы смазки. В мировой практике для смазывания двухтактных двигателей применяют специальные малозольные масла, которые добавляют в бензин в количестве 1...3% [1]. Смесь проходит через двигатель с большой скоростью, при этом часть масла в виде тонкой пленки оседает на деталях двигателя, осуществляя смазку. Оставшаяся часть масла сгорает вместе с топливом. Следовательно экологические проблемы от продуктов сгорания, а также попадания части несгоревшего масла в окружающую среду постоянно будут сопровождать применения таких двигателей [2-4].

Данная статья имеет целью разработать комплексный безразмерный критерий оценки качества моторного масла для двухтактных двигателей внутреннего сгорания.

**Анализ последних публикаций по данной проблеме.** Для двухтактных двигателей начали применять специальные масла, которые отличаются от моторных масел для четырехтактных двигателей [6-10]. Такие присадки, как моющее-диспергирующие, способные удерживать загрязняющие вещества во взвешенном состоянии с последующим задерживанием их фильтром, противопенные, антиокислительные и другие, эффективные в четырехтактных двигателях, не дают эффекта, так как сгорают вместе с бензином, и не будут выполнять своих функций [1]. Более того, такие присадки содержат металлы, например, присадка ДФ-11 (диалкилдитиофосфат цинка), вызывают высокую зольность масел, которая является причиной абразивного изнашивания цилиндропоршневой группы и отложения нагара в камере сгорания, свечах и других деталях двигателя, снижая его надежность.

Все трибосистемы двухтактного двигателя, такие как подшипники качения, на которых установлен коленчатый вал и нижняя, а иногда и верхняя головка шатуна, поршень, поршневые кольца и гильза цилиндра смазывается тонкой масляной пленкой, которая удерживается на поверхности за счет физической адсорбции. В верхней части гильзы цилиндра, где высокая температура, возможна десорбция масляной пленки, а, следовательно и работа двигателя в режиме «масляного голодания».

На основании анализа работ [1-10] можно сформулировать основные требования к моторным маслам для двухтактных двигателей.

#### **Анализ требований к моторным маслам для двухтактных двигателей.**

1. Наличие противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств, которые обеспечивают долговечность трибосистем двигателя и минимальные потери на трение. Наличие таких свойств можно оценивать удельной работой изнашивания  $E_v$ , размерность Дж/мм<sup>3</sup> или Н·м/мм<sup>3</sup> [5].

2. Наличие противопиттинговых свойств, т.е. способность предотвращать усталостное выкрашивание у подшипников качения, которые являются опорами коленчатого вала и головки шатунов. Наличие таких свойств можно оценивать параметром  $\tau/\delta$ , размерность мин/мкм; где  $\tau$  – время начала образования выкрашивания в подшипнике, определяется в минутах;  $\delta$  – увеличение радиального зазора в подшипнике за время появления выкрашивания, определяется в мкм.

3. Способность сгорать без образования нагара, отложений на свечах зажигания и системы выпуска, а так же не образовывать золу, т.к. зола вызывает абразивное изнашивание цилиндропоршневой группы.

Наличие таких свойств обеспечивается присутствием в масле антиокислительной присадки. При этом многофункциональные присадки не должны содержать металлов, которые в процессе сгорания будут образовывать золу. Наличие таких свойств можно оценить термоокислительной стабильностью согласно ГОСТ 23175-78, т.е. способностью образовывать лак. При этом, содержание лака, учитывается не в процентах, а в удельных единицах, грамм образованного лака на испытуемый объем масла с учетом летучих веществ в масле  $C$ , гр/м<sup>3</sup>.

4. Способность обеспечивать адсорбированную масляную пленку на поверхности цилиндра и других деталях двигателя, не смываться бензином в процессе работы.

Наличие таких свойств можно оценить последовательными пятисекундными окунами покрытой маслом пластинки в бензин. Число окунений до полного смывания (до 95% площади) является мерой, которая оценивает несмываемость масел с поверхности цилиндра – Ч, единица измерения – безразмерна [10].

5. Способность смешиваться с топливом при низких температурах и высоких давлениях. Характерна для современных двухтактных двигателей с раздельной подачей бензина и масла. Наличие таких свойств можно оценить индексом вязкости – ИВ, единица измерения – безразмерна. Чем выше индекс вязкости, тем более пологой вязкостно-температурной характеристикой обладает моторное масло.

**Методический подход в проведении исследований.** Изложенные выше параметры могут выступать для получения безразмерного критерия качества моторного масла. Как и при классическом подобии [11] безразмерный критерий может быть получен способом анализа размерностей.

Базисными переменными в выбранной системе единиц измерения можно использовать следующие сочетания параметров изучаемого процесса:

$$E_y = \frac{\kappa\sigma}{c^2 \cdot m}; \quad \frac{\tau}{\delta} = \frac{c}{m}; \quad C = \frac{\kappa\sigma}{m^3}.$$

По методике, изложенной в работе [11], получаем следующую запись:

$$K_{.м} = \frac{\tau}{\delta} \sqrt{\frac{E_y \cdot \mathcal{C} \cdot ИВ}{C}}. \quad (1)$$

Физический смысл данного критерия будет состоять в следующем.

Максимальное значение критерий  $K_{.м}$  принимает при наличие в моторном масле хороших противопиттинговых свойств при одновременном минимальном износе подшипников качения, а так же хороших противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойствах. Одновременно с заявленными свойствами моторное масло не должно смываться со стенок цилиндра и других деталей двигателя, хорошо смешиваться с бензином при низких температурах и минимально откладывать лак и нагар в процессе сгорания.

Исходя из анализа формулы (1) следует вывод, что безразмерный критерий  $K_{.м}$  может выступать мерой интегральных свойств (качества) моторного масла для двухтактных двигателей. Чем больше значение безразмерного критерия  $K_{.м}$ , тем лучшими интегральными свойствами (качеством) будет обладать моторное масло для двухтактных двигателей.

**Расчет безразмерного критерия качества моторного масла и его корреляция с другими параметрами.**

Таблица 1 – Значение параметров и расчетное значение критерия  $K_{.м}$  для товарных и растительных масел

Тип масла	Классификация API	Противопиттинговые свойства $\tau/\sigma$ , мин/мкм	Удельная работа изнашивания $E_y$ , Дж/мм <sup>3</sup>	показатель несмываемости масел $\mathcal{C}$	Индекс вязкости ИВ	Показатель лакообразования $S$ , гр/м <sup>3</sup>	Критерий качества масла $K_{.м}$
Минеральное Такт-2Т	ТА	1,14	117 069	8	105	304 800	20,47
Полусинтетическое Пуск-2Т	ТВ	2,34	225 924	9	142	294 600	73,25
Синтетическое ALF MOTO 2XT Tech	ТС	6,39	297 349	11	159	204 200	322,47

В работе выполнен расчет критерия  $K_{.м}$ , формула (1) по значениям, которые получены в результате лабораторных экспериментов.

Значение параметров для пяти исследуемых масел и результаты расчета критерия  $K_{.м}$  сведены в таблицу 1. Дополнительно в таблицу 1 введен показатель – классификация масел по API.

Как следует из таблицы 1, безразмерный критерий качества масла позволяет выполнить рейтинг масел.

### Заключение

Теоретически обоснован и на основании анализа размерностей получен безразмерный критерий моторного масла для двухтактных двигателей, который является интегральной характеристикой противопиттинговых, противоизносных, противозадирных и антифрикционных свойств. В сравнении с известными ранее критериями полученный критерий учитывает несмываемость масляной пленки с деталей двигателя, индекс вязкости и способность к лакообразованию.

### Литература

1. Мещерин Е.М. Масла для двухтактных двигателей / Е.М. Мещерин, С.Б. Борщевский, М.Е. Осперовская, Е.К. Шабанова // Химия и технология топлив и масел, 1982, № 9, с. 18-19.
2. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г., Облащикова И.Р. Экологические аспекты химмотологии смазочных материалов. - М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001, с. 115-116.
3. Мещерин Е.М., Островская М.Е. Масла для двухтактных бензиновых двигателей. Тематический обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1989.-70 с.
4. Воробьева Е.В. Исследование и разработка экологически улучшенного масла для двухтактных бензиновых двигателей. Дисс. канд. техн. наук. М: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. - 89 с.
5. Войтов В.А. Трибологические свойства моторных масел для двухтактных двигателей внутреннего сгорания на растительной основе / В.А. Войтов, И.И. Сысенко, А.Г. Кравцов // Проблемы трибологии. – 2014. – № 1. – С. 27 – 38.
6. Мещерин Е.М. Масла для подвесных моторов / Е.М. Мещерин, М.Е. Островская // Катера и яхты, 1995, 1-4(158), с. 60-62.
7. Владимиров И. Масла для двухтактных подвесных моторов / И. Владимиров // Катера и яхты, 2006, 1(199), с.97-99.
8. Владимиров И. Масла для двухтактных подвесных моторов / И. Владимиров // Катера и яхты, 2006, 2(200), с.106-108.
9. Владимиров И. Масла для двухтактных подвесных моторов / И. Владимиров // Катера и яхты, 2006, 3(201), с.110-112.
10. Трение и смазка. Масла для двухтактных двигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://aviagam.ru/> - Название с экрана.
11. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике // Л.И. Седов. – М.: Наука, 1981. – 448 с.

### Abstract

*Dimensionless criterion for the quality of motor oil for two-stroke internal combustion engines, which takes into account antiwear properties and viscosity index oil gasoline indelibly with friction surfaces and the ability to sludging and laking are presented in this article.*