

системы Материалы Международной научно-технической конференции. 2016. с. 158-163.

2. Проблема управления обеспечением безопасности дорожного движения и рискологический подход / С.Н. Катаргин, Ю.Ф. Кайзер // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы: материалы Международной научно-технической конференции. Ульяновск: Зebra, 2017. с. 57-61.

3. Gerald J.S. Wilde // Target Risk 2: A New Psychology of Safety and Health by Gerald J. S. Wilde. 2001. p. 255.

УДК 631.3-6

### **МЕТОД «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ» – ОСНОВНОЙ ПОЛЕВОЙ ТЕСТ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА**

Корнеева Валерия Константиновна, канд. техн. наук, доцент  
lerakor1974@mail.ru

Капцевич Вячеслав Михайлович, доктор техн. наук, профессор  
slavakar47@mail.ru

Закревский Игорь Владимирович, старший преподаватель  
iv\_zakrevski@mail.ru

Рыхлик Антон Николаевич, студент магистратуры  
n152089n7@gmail.com

Спиридович Павел Михайлович, студент магистратуры  
spiridovich-pavel195@mail.ru

Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск,  
Республика Беларусь

*Проведен анализ условий осуществления метода «капельной пробы» моторного масла. Показана необходимость выработки единого подхода к реализации метода в полевых условиях.*

*Ключевые слова: капельная проба, моторное масло, моюще-диспергирующая способность, загрязненность, бумажная хроматография*

### **DROP SAMPLE METHOD – THE BASIC FIELD TEST FOR EVALUATING THE QUALITY OF MOTOR OIL**

Korneeva Valeria Konstantinovna, candidate of technical science, associate professor

Kaptsevich Vyacheslav Mikhailovich, doctor of technical science, professor

Zakrevsky Igor Vladimirovich, senior lecturer

Rykhlik Anton Nikolaevich, master's student

Spiridovich Pavel Mikhailovich, master's student

Belarusian State Agrarian Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*The analysis of the conditions for the implementation of the method of «drop sample» of engine oil. The necessity of developing a unified approach to the implementation of the method in the field is shown.*

*Key words: drop test, engine oil, detergent-dispersing ability, contamination, paper chromatography*

В настоящее время одновременно с ростом энергонасыщенности отраслей АПК возникает острая необходимость не только контроля качества используемых новых моторных масел, но отслеживания изменения свойств работающих масел непосредственно в процессе эксплуатации сельскохозяйственной техники. В моторном масле в процессе эксплуатации непрерывно происходят как количественные, так и качественные изменения – масло «стареет». Старение масла обусловлено тесно взаимосвязанными между собой термическими, физико-химическими и трибологическими процессами, протекающими в масляной системе ДВС. Под действием этих процессов старение моторного масла происходит в результате его загрязнения пылью, продуктами износа, водой или охлаждающей жидкостью, топливом, продуктами разложения самого масла и срабатывания присадок.

Одним из наиболее распространенных и простых методов определения моюще-диспергирующих свойств и загрязненности моторного масла является метод «капельной пробы» – метод *Blotter Spot*, заключающийся в нанесении капли работающего масла на фильтровальную бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна.

При впитывании капли масла в фильтровальную бумагу наблюдается хроматографический эффект, а точнее – его разновидность, относящаяся к технологии распределительной хроматографии [3]. На бумажной хроматограмме в сформированном масляном пятне выделяют четыре зоны (рис. 1).

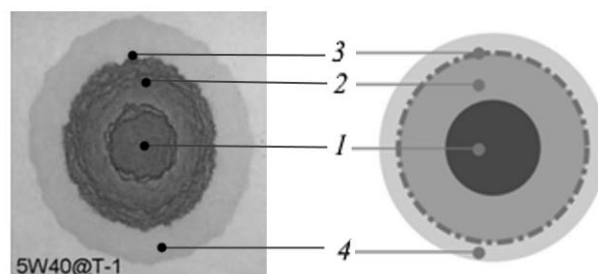


Рисунок 1 – Зоны масляного пятна: 1 – ядро; 2 – зона диффузии; 3 – зона воды; 4 – зона топлива

Каждая зона имеет свои характерные особенности [6] (рис. 2).

В зоне ядра 1 осаждаются частицы сажи и механических примесей, не способные проникать в поры фильтровальной бумаги, а также гелеобразные продукты термического разложения, окисления и полимеризации масла (асфальтены, карбены, карбоиды) и находящиеся в нем продукты неполного сгорания топлива. Эта зона хорошо очерчена при небольшом пробеге двигателя и рабочем состоянии моторного масла. Интенсивность ее окраски характеризует количество механических примесей и гелеобразных продуктов (рис. 2, а).

В зоне диффузии 2 располагаются мелкие частицы механических примесей и сажи, способные проникать и перемещаться в порах бумаги. Эта зона наиболее показательна, т.к. ее ширина характеризует самые важные при эксплуатации свойства масла – его моюще-диспергирующую способность. Данные свойства

определяют, насколько масло успешно справляется с задачами очищения деталей двигателя, а также расщепления и предотвращения образования наиболее опасных крупных комков загрязнений. Отсутствие границы между зоной диффузии и зоной ядра свидетельствует о потере моюще-диспергирующей способности из-за срабатывания соответствующих присадок (рис. 2, б).

Зона воды 3 представляет собой ровный невидимый контур, если в масле нет воды. Если же масло обводнено, то контур представляет собой ломаную, зигзагообразную линию (рис. 2, в). Если в масле, кроме воды, содержится охлаждающая жидкость – антифриз или тосол – то вокруг контура появляется желтое кольцо.

Зона топлива 4 – это светлый ореол, ширина которого зависит от количества несгоревшего топлива, проникшего в масло (рис. 2, г). Зона хорошо различима при просмотре теста «на просвет».

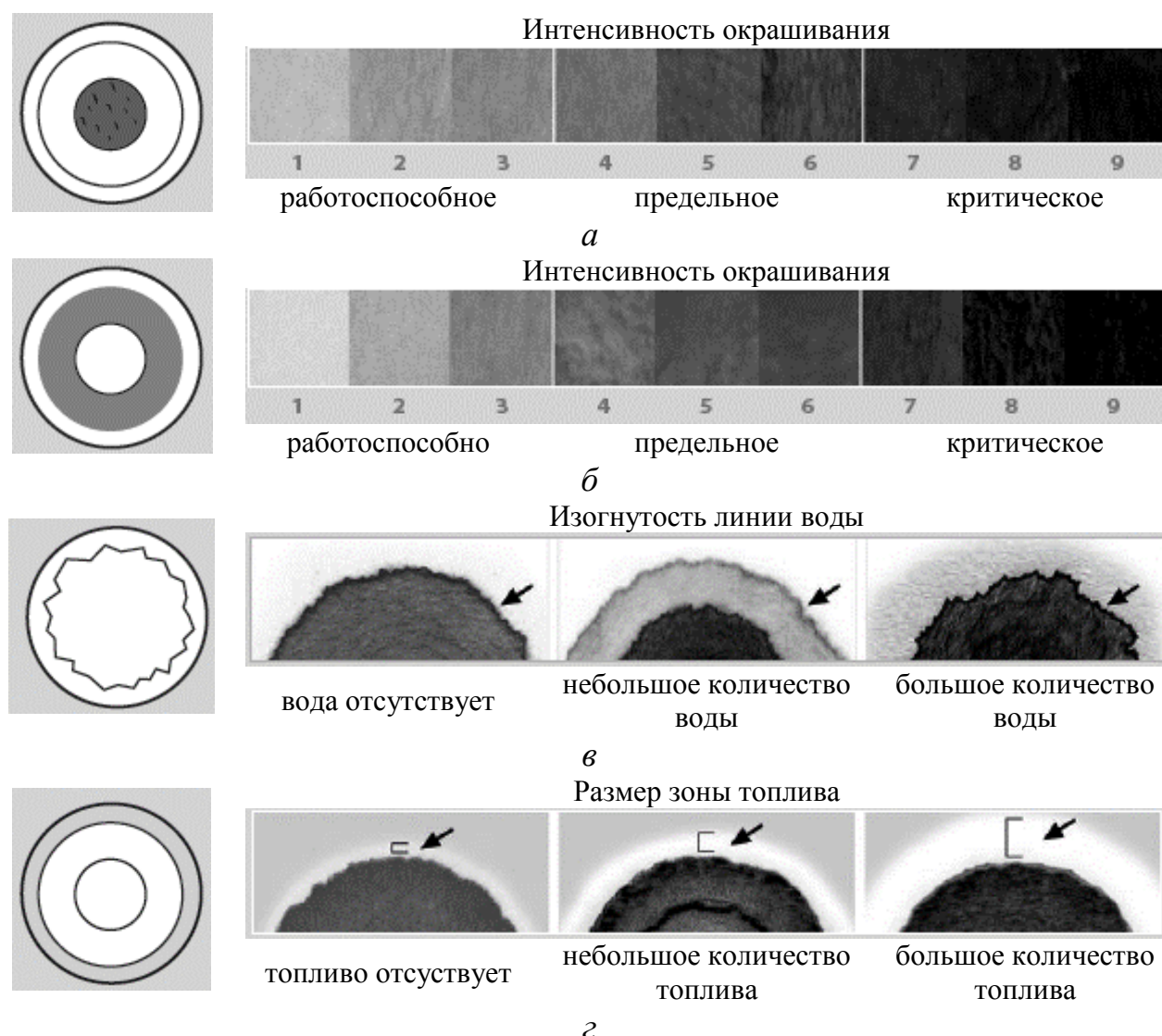


Рисунок 2 – Характерные особенности зон масляного пятна: *a* – ядро; *б* – диффузионная зона; *в* – зона воды; *г* – зона топлива

Метод «капельной пробы» является наиболее информативным органолептическим методом исследования состояния работающего моторного масла непосредственно в полевых условиях, однако, для его реализации в

странах СНГ не существует единого мнения в подходах к его осуществлению (табл.).

Таблица – Различные подходы к реализации метода «капельной пробы»

Объем капли, приспособление	Температура масла, °С	Высота падения капли, мм	Условия сушки		Автор
			Температура, °С	Время, мин	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1 капля, стержень	–	5–10	–	10	[2]
0,075 г, пипетка офтальмологическая	20–25	–	20–25	180–240	[5]

Окончание таблицы

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
–	30–60	–	30–60	10	[9]
–	–	–	Не ниже 30	10–15	[10]
1 капля, каплеобразователь	–	–	160 ± 10	10	[1, 7]
1 капля	–	–	–	10	[8]
1 капля, стержень диаметром 2,7 мм	80	50	–	–	[4]

Такое расхождение в подходах к реализации метода «капельной пробы» (различные массы капель, температуры и времени проведения исследований, отсутствие момента фиксации изображений по времени) приводит к невозможности сопоставления и оценки результатов различных авторов.

В настоящее время Американским обществом по испытанию материалов (*American Society for Testing and Materials*) разработан стандарт ASTM D7899-19 [11], описывающий процедуру определения моюще-диспергирующих свойств и загрязненности моторных масел. Для реализации метода каплю масла объемом 20 мкл с помощью поршневой микропипетки (25 мкл) наносят на фильтровальную бумагу *Durieux nl22* толщиной 0,16 мм и с размерами пор порядка 2 мкм (соответствует фильтровальной бумаге «синяя лента»). При нанесении капли бумагу располагают в специальном держателе, предотвращая ее деформацию и контакт с любыми поверхностями. Держатель с фильтровальной бумагой и нанесенной каплей горизонтально размещают на 1 ч в сушильный шкаф или другое нагревательное устройство с отсутствием принудительной конвекции при температуре 80 °С. Далее в течение 1 часа обработка полученного изображения при помощи анализатора моюще-диспергирующих свойств *DT 100DL* (рис. 3), разработанного компанией *AD Systems* (Франция) в кооперации с ведущими лабораториями по анализу смазочных масел в процессе эксплуатации и диагностике ДВС.



Рисунок 3 – Анализатор моюще-диспергирующих свойств *DT 100DL*

Анализатор *DT 100DL* автоматически определяет индекс загрязнения масла (процент содержания сажи и нерастворимых примесей), а также позволяет оценить остаточную работоспособность моющих и диспергирующих присадок.

Результаты вычислений выражаются в виде трех численных характеристик:

- индекс дисперсии (*MD*) – величина остаточной диспергирующей способности масла, выраженная в условных единицах от 0 до 100;
- индекс загрязненности (*IC*) – процент загрязнения частицами сажи и нерастворимыми примесями (пределы измерения от 0,1 % до 5 %);
- взвешенная оценка (*DP*) – параметр имеет значения от 0 до 200 и позволяет комплексно оценить уровень загрязнения масла и его остаточную диспергирующую способность ( $DP = (100 - MD) \times IC$ ).

Для реализации метода «капельной пробы» в полевых условиях можно руководствоваться ASTM D7899-19 в части условий нанесения масляного пятна, для его сушки необходимо спроектировать и разработать устройство, способное поддерживать температуру 80 °С без подключения в сеть 220 В, а для анализа – выбрать устройство для считывания изображения масляного пятна и сравнения его с эталонными изображениями, например, см. рис. 2.

#### Литература:

1. Гурьянов, Ю.А. Экспресс-методы и средства диагностирования агрегатов машин по параметрам масла: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.20.03 / Ю.А. Гурьянов. – Челябинск, 2007. – 371 л.
2. Остриков, В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с.
3. Реактивы. Метод бумажной хроматографии: ГОСТ 28365-89. – Введ. 01.01.91. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
4. Розбах, О.В. Экспресс-диагностика качества высокощелочных моторных масел способом «капельной пробы»: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / О.В. Розбах. – Омск, 2006. – 137 л.
5. Серков, А.П. Совершенствование обслуживания автотранспортных средств за счет диагностики технического состояния эксплуатационных материалов: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.П. Серков – Омск, 2018. – 189 л.

6. Способ и устройство для анализа масел и технических рабочих жидкостей и для квалифицированной оценки рабочих состояний элементов: пат. RU 2 649 095/ Г. Хорстмейер. – Оpubл. 29.03.2018.

7. Способ определения диспергирующе-стабилизирующих свойств и загрязненности масел: пат. RU 2 312 344 / Ю.А. Гурьянов. – Оpubл. 10.12.2007.

8. Способ определения качества смазочного масла: а.с. СССР 989481 / Е.В. Данилова, А.И. Турбина, А.В. Галанова. – Оpubл. 15.01.1983.

9. Способ определения необходимости замены масла в дизелях: а.с. СССР 201768 / Н.С. Пасечников, Н.М. Хмелевой. – Оpubл. 22.11.1967.

10. Способ экспресс-оценки рабочих свойств работающих моторных масел в полевых условиях методом «масляного пятна»: пат. RU 2 563 206 / А.В. Дунаев, С.А. Соловьев. – Оpubл. 20.09.2015.

11. Standard Test Method for Measuring the Merit of Dispersancy of In-Service Engine Oils with Blotter Spot Method: ASTM D7899-19. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019. – 7 p.

УДК 621.314: 681.584.21

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

Кудряшев Геннадий Сергеевич, доктор технических наук, профессор,  
kudryashev@list.ru

Третьяков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент,  
tretyakov\_alex@mail.ru

Шпак Оксана Николаевна, старший преподаватель кафедры  
энергоснабжения,  
shpak2015@mail.ru

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского

*В статье рассмотрены вопросы энергосбережения при компенсации реактивной мощности в распределительных сетях, представлены экспериментальные исследования, проведенные на объектах сельскохозяйственного комплекса.*

*Ключевые слова: автоматизация, компенсирующее устройство, мощность, снижение потерь.*

## **AUTOMATION OF REACTIVE POWER COMPENSATION**

Kudryashev Gennady Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Tretyakov Alexander Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate

Shpak Oksana Nikolaevna, Senior lecturer of the Department  
Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky

*The article deals with the issues of energy saving when compensating reactive power in distribution networks, presents experimental studies conducted on objects of the agricultural complex.*

*Keywords: automation, compensating device, power, loss reduction.*