

**ASTM D7899-19 – МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ  
«КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»**

**В. К. Корнеева**, канд. техн. наук, доцент  
**И. В. Закревский**, ст. преподаватель  
**В. М. Капцевич**, д-р техн. наук, профессор  
**П. М. Спиридович**, магистрант  
УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Описан метод «капельной пробы» и возможности его применения для анализа состояния работающего моторного масла. Приведен пример реализации метода «капельной пробы» согласно ASTM D7899-19.

Обеспечение надежности двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является комплексной задачей, решаемой по различным направлениям. Одним из важных направлений является контроль работоспособности моторных масел. Моторные масла являются важным элементом конструкции двигателя, влияющим на его ресурс, и могут надежно выполнять свои функции только при соответствии их свойств термическим, химическим и механическим воздействиям, которым оно подвергается на поверхностях смазываемых и охлаждаемых деталей.

Моторные масла выполняют в ДВС комплекс функций, обеспечивают работоспособность узлов трения и одновременно стареют по естественным причинам, а поэтому могут ухудшать работоспособность узлов трения. Отсюда показатели качества моторных масел являются комплексными диагностическими параметрами, позволяющими выявлять причины неисправностей механизмов ДВС и повышенной интенсивности их изнашивания. Кроме того, показатели качества масел позволяют корректировать периодичность технического обслуживания машин, повышать надежность и срок их службы и тем самым снижать затраты труда и средств на техническую эксплуатацию. Так, по данным [1], диагностирование по показателям масел позволяет на 40 % увеличивать межремонтный срок службы агрегатов машин, на 10 % снижать затраты на текущий ремонт, на 11 % сокращать расход запасных частей, на 6 % уменьшать расход топлива и вдвое снижать время простоев машин из-за отказов дизелей.

По изменению показателей качества моторных масел можно диагностировать неисправности, характерные для любых моделей ДВС [2]: неисправности топливной аппаратуры; утечку охлаждающей жидкости в масляную систему; нарушение герметичности агрегата; неисправности системы очистки масла; неисправности системы очистки воздуха; нарушение работы системы вентиляции картера.

Одним из наиболее простых и наглядных экспресс-методов оценки показателей качества работающего моторного масла является метод «капельной пробы» [3–5], заключающийся в нанесении капли масла на фильтровальную (индикаторную) бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна. Этот метод позволяет, во-первых, оценить моюще-диспергирующие свойства, что свидетельствует о работоспособности моторного масла как конструкционного элемента двигателя, во-вторых, определить наличие воды, что может говорить об исправности охлаждающей системы, в-третьих, оценить присутствие топлива, что указывает на неисправность работы топливной системы, в-четвертых, оценить содержание механических примесей, по которым можно судить об износе пар трения и неисправности фильтрующей системы.

На бумажной хроматограмме, полученной методом «капельной пробы», в сформированном масляном пятне выделяют четыре зоны (рис. 1).

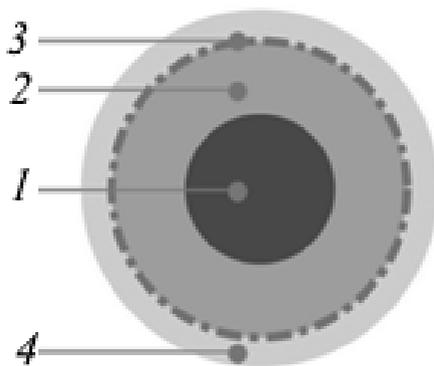


Рис. 1. Зоны масляного пятна:  
1 – ядро; 2 – зона диффузии;  
3 – зона воды; 4 – зона топлива

Каждая зона имеет свои характерные особенности.

В зоне ядра 1 осаждаются частицы механических примесей, не способные проникать в поры фильтровальной бумаги. Эта зона хорошо очерчена при небольшом пробеге двигателя и рабочем состоянии моторного масла. Интенсивность ее окраски характеризует количество механических примесей.

В зоне диффузии 2 располагаются мелкие частицы механических примесей, способные проникать в поры бумаги. Эта зона наиболее показательна, поскольку ее ширина характеризует самые важные при эксплуатации свойства масла – его моющую и диспергирующую способности. Данные свойства определяют, насколько масло успешно справляется с задачами очищения деталей двигателя, а также расщепления и предотвращения образования наиболее опасных крупных комков загрязнений.

Зона воды 3 представляет собой ровный невидимый контур, если в масле нет воды. Если же масло обводнено, то контур представляет собой ломаную, зигзагообразную линию. 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. Зона хорошо различима при просмотре теста «на просвет».

Американским обществом по испытанию материалов (*American Society for Testing and Materials*) разработан стандарт *ASTM D7899-19* [6], описывающий процедуру метода «капельной пробы» моторных масел. Для реализации этого метода каплю масла с помощью пипетки наносят на фильтровальную бумагу. 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 60 мин производят обработку полученного изображения.

Для реализации метода «капельной пробы» в полевых условиях, руководствуясь *ASTM D7899-19*, нами разработана установка для нанесения капли масла на фильтровальную бумагу, состоящая из капельницы, закрепленной вертикально на штативе, с возможностью регулирования объема и высоты падения капли.

Для сушки масляного пятна спроектировано и разработано устройство, способное поддерживать определенную температуру без подключения в сеть 220 В – закрытый электротигель ЗИВ.

Для проведения исследований работающего моторного масла марки 10W40 объем капли выбирался равным 15 мкл, высота падения – 25 мм. Держатель с фильтровальной бумагой «синяя лента» (размер пор – 3–5 мкм, толщина – 0,16 мм, пористость – 0,78–0,8) и нанесенной каплей выдерживали в электротигле, нагретом до температуры  $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$  в течение 1 ч [7]. В процессе проведения эксперимента при помощи камеры мобильного телефона фиксировали видеоизображение поведения капли.

На рис. 2 показано поведение капли (масляного пятна) с момента нанесения ее на фильтровальную бумагу и в процессе последующей сушки.

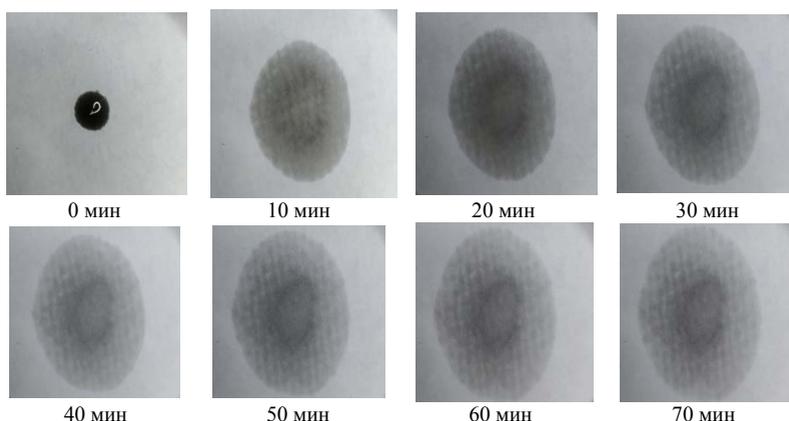


Рис. 2. Изменение размеров масляного пятна в процессе сушки

Анализ полученных изображений показал, что время сушки «капельной пробы» в течение 60 мин (согласно *ASTM D7899-19*) является необходимым и достаточным для фиксации изображения масляного пятна. За это время наиболее четко проявляются кольцевые зоны (ядро, зона диффузии, зона воды, зона топлива), характеризующие свойства самого масла и систем и механизмов двигателя в целом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Управление надежностью сельскохозяйственной техники методами диагностики и триботехники / В. П. Миклуш [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2019. – 392 с.
2. Власов, Ю. А. Методология диагностики агрегатов автомобилей электрофизическими методами контроля параметров работающего масла: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Ю. А. Власов. – Томск, 2015. – 368 л.
3. 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.
4. 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.
5. Способ и устройство для анализа масел и технических рабочих жидкостей и для квалифицированной оценки рабочих состояний элементов: пат. RU 2 649 095 / Г. Хорстмейер; дата публ.: 29.03.2018.
6. 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.
7. Динамика растекания и проникновения капли моторного масла на фильтровальной бумаге / В. К. Корнеева [и др.] // Агропанорама. – 2021. – № 6. – С. 26–30.

УДК [636.034:637.12.05]:636.085.55(476.1)

### **МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА КОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМБИКОРМА ПРОИЗВОДСТВА ЗАО БНБК**

**М. И. Муравьева**, канд. с.-х. наук, доцент

**Е. А. Марусич**, магистрант

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
Горки, Республика Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь основным производителем полноценных комбикормов для крупного рогатого скота является ЗАО «Белорусская национальная биотехнологическая корпорация». Объем производства составляет 158 тыс. т в год. В этой связи представляет большой научный и практический интерес изучение эффективности использования комбикормов производства ЗАО БНБК в кормлении дойных коров.

**Цель исследований** – изучение молочной продуктивности и качества молока коров при применении комбикорма производства ЗАО БНБК.