

1. УДК 632.9:633.1

**АНАЛИЗ ХРОМАТОГРАММ МАСЛЯНОГО ПЯТНА С РАЗЛИЧНОЙ
НАРАБОТКОЙ МОТОРНОГО МАСЛА**

Корнеева В.К., Капцевич В.М., Закревский И.В., Остриков В.В., Мотыль И.С.

Белорусский государственный аграрный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

Проанализированы изображения хроматограмм моторного масла с различной наработкой в интервале 0–60 мин. Показано отсутствие зоны ядра и краевой зоны для свежего масла. Установлено, что ядро с краевой зоной для всех работающих моторных масел формируется на 7 мин, а образование зоны чистого масла и топлива и ее рост наблюдается в диапазоне 11–40 мин. Обнаружено присутствие воды в моторном масле с наработкой 135 ч. Отсутствие четкой границы краевой зоны ядра у масел с наработкой 185 и 250 ч свидетельствует о снижении остаточного ресурса, потере моюще-диспергирующих свойств и необходимости замены масла. Анализ полученных изображений показывает, что формирование хроматограмм методом «капельной пробы» заканчивается на 40 мин, и более длительное фиксирование масляного пятна можно считать нецелесообразным.

Ключевые слова: моторное масло, электротигель, «капельная проба», хроматограмма, характерные зоны.

**ANALYSIS OF OIL SPOT CHROMATOGRAMS WITH DIFFERENT
OPERATION TIME**

Korneeva V.K., Kapitsevich V.M., Zakrevsky I.V., Ostrikov V.V., Motyl I.S.

Belarusian State Agrarian Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Images of chromatograms of motor oil with different operating hours in the range of 0–60 min were analyzed. The absence of a core zone and an edge zone for fresh oil is shown. It has been established that a core with an edge zone for all operating motor oils is formed at 7 min, and the formation of a zone of pure oil and fuel and its growth is observed in the range of 11–40 min. The presence of water in motor oil with an operating time of 135 hours was detected. The absence of a clear boundary of the edge zone of the core in oils with an operating time of 185 and 250 hours indicates a decrease in the residual life, loss of detergent-dispersant properties and the need to change the oil. Analysis of the obtained images shows that the formation of chromatograms using the «blotter spot» method ends at 40 min, and longer fixation of the oil stain can be considered impractical.

Key words: motor oil, electric crucible, «blotter spot», chromatogram, characteristic zones.

Метод «капельной пробы» – метод Blotter Spot, является наиболее распространенным и простым методом контроля работающего моторного масла, позволяющий не только определить его состояние и возможности дальнейшего использования, но и оценить нарушение работоспособности систем ДВС в процессе эксплуатации [1, 7, 8, 11]. Это метод заключается в нанесении капли работающего масла на фильтровальную бумагу, впитывании и растекании капли, и последующем анализе полученного масляного пятна – хроматограммы [6, 10] (рисунок 1).

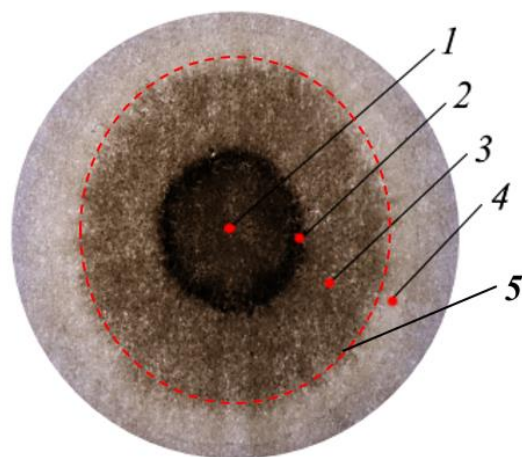


Рисунок 1 – Хроматограмма масляного пятна: 1 – ядро; 2 – краевая зона ядра; 3 – зона диффузии; 4 – зона топлива и чистого масла; 5 – зона воды

По полученному изображению масляного пятна на хроматограмме анализируют следующие характерные зоны: ядро 1, с осажденными частицами механических примесей, которые не способны проникнуть в поры фильтровальной бумаги; краевая зона 2 ядра, образованная малорастворимыми в масле органическими примесями; зона диффузии 3, с располагающимися в ней мелкими частицами механических примесей и сажи, которые проникают в поры бумаги (зона диффузии характеризует основные эксплуатационные свойства масла – его моющую и диспергирующую способности); зона топлива и чистого масла 4, ширина которой зависит от их количества. Кроме того, граница 5 между зоной диффузии и зоной топлива и чистого масла, если она имеет вид ломанной линии, свидетельствует о наличии воды или охлаждающей жидкости в моторном масле.

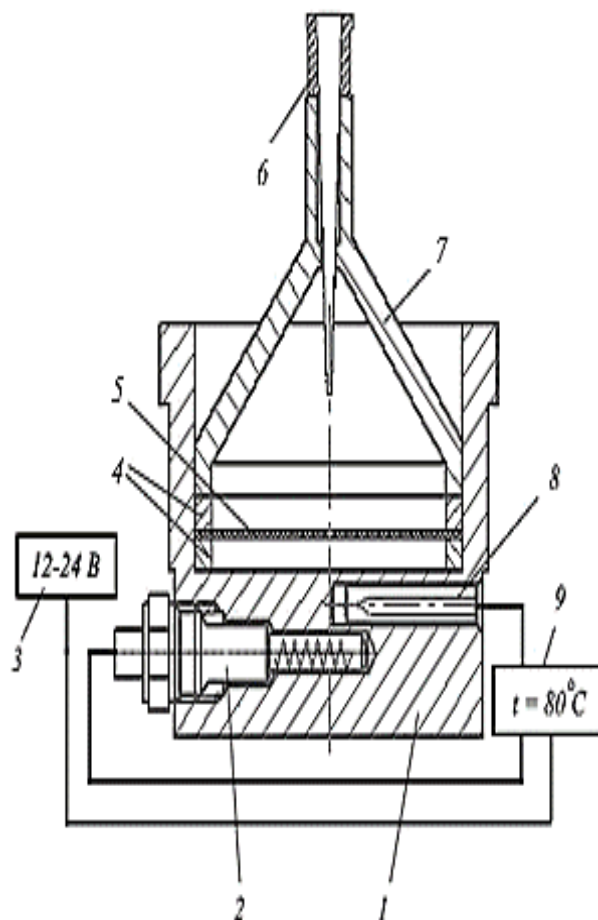
Ранее нами были обоснованы режимы осуществления метода «капельной пробы», описывалась кинетика растекания капли моторного масла, рассматривались стадии процессов формирования кольцевых зон масляного пятна [2–4]. Однако, процесс формирования хроматограмм моторных масел с различной наработкой не был рассмотрен.

Целью данной работы является исследование процесса формирования хроматограмм свежего моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40, а также масел с наработкой 33, 88, 135, 185 и 250 ч.

Для реализации метода «капельной пробы» использовали электротигель (рисунок 2), состоящий из корпуса 1 с внутренней цилиндрической полостью, с размещенными в нем электронагревателями в виде свечей накаливания 2 и термодатчиком 8, которые совместно с аккумулятором 3 подключены к системе контроля и регулирования температуры 9 [5]. Дополнительно электротигель укомплектован специальными приспособлениями: набором держателей бумаги 4 в виде колец, между которыми размещается фильтровальная бумага 5, фиксатором капельницы 7 для жесткого крепления капельницы 6 по центру корпуса тигля на фиксированном расстоянии от фильтровальной бумаги 5.



а



б

Рисунок 2 – Электротигель со специальными приспособлениями для реализации экспресс-метода «капельной пробы»:

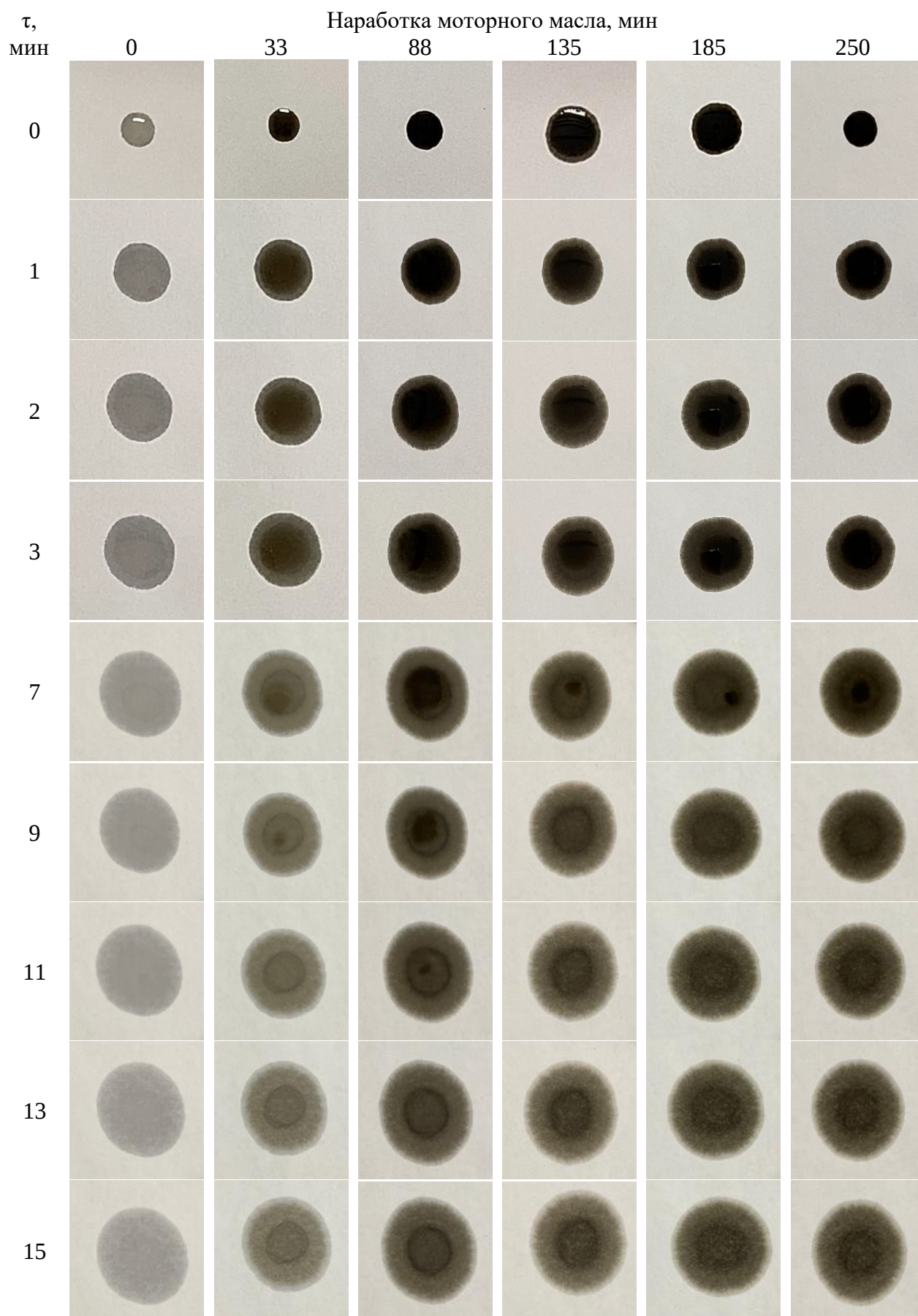
а – внешний вид; б – схема

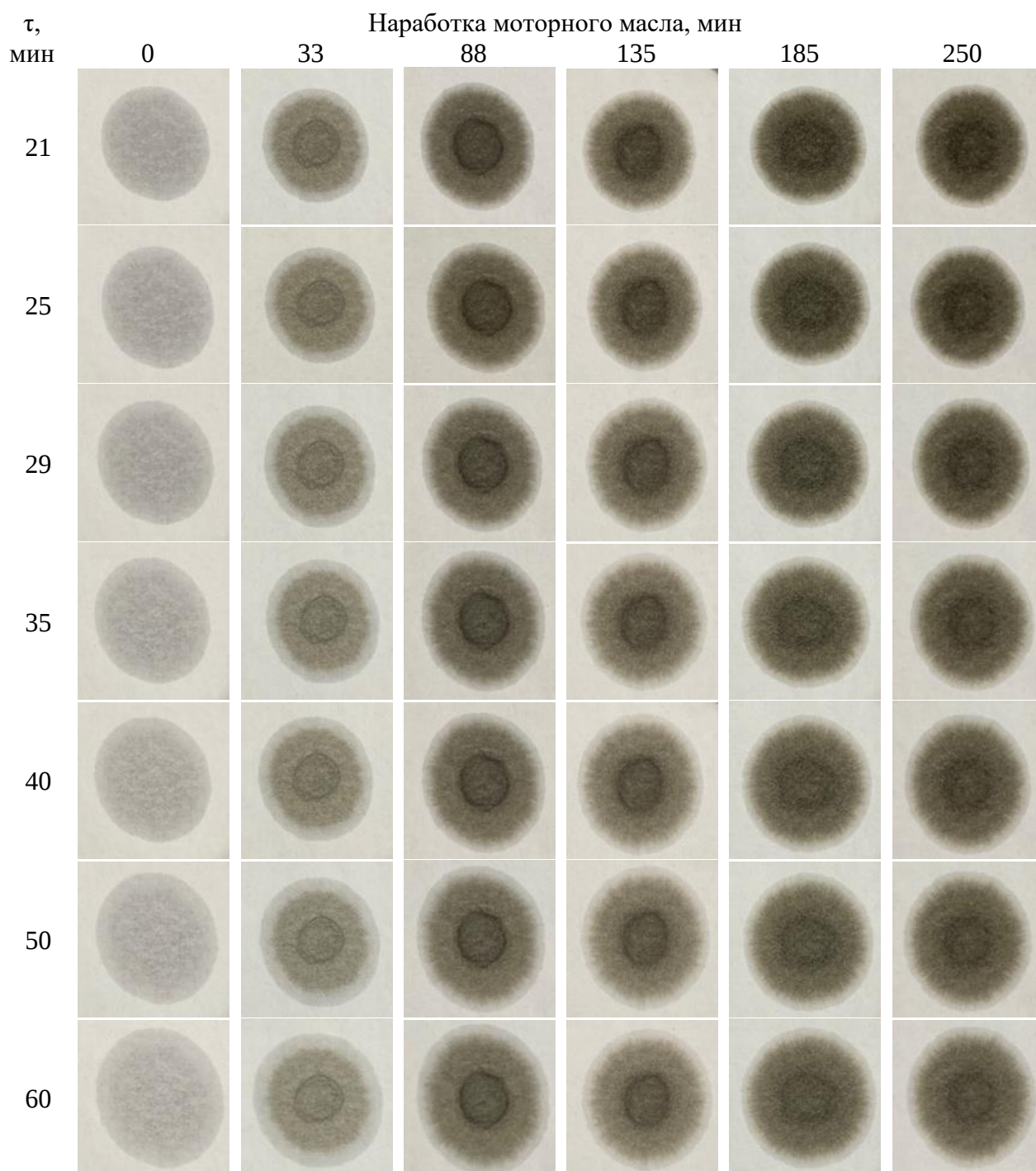
В качестве фильтровальной бумаги использовали офисную бумагу SvetoCopy (ГОСТ Р 57641-2017), выбор которой обоснован в работе [2]. Нанесение капли масла осуществляли при помощи одноканальной микропипетки JOANLAB с регулируемым объемом 10–50 мкл.

Экспресс-метод осуществляли следующим образом.

Устанавливали систему контроля и регулирования температуры на температуру 80 ± 5 °С. На дно электротигля размещали два кольца держателей, между которыми располагали фильтровальную бумагу. Устанавливали на верхнее кольцо держателей фиксатор капельницы с капельницей на фиксированном расстоянии от фильтровальной бумаги, равном 12,5 мм, и наносили каплю моторного масла объемом 15 мкл. Удаляли фиксатор капельницы с капельницей из электротигля и фиксировали процесс растекания капли и образования зон масляного пятна в различные моменты времени с помощью видеокамеры (таблица). Время фиксации изображений формирования хроматограмм масляного пятна составляло в течении 0–60 мин.

Таблица – Изображения масляных пятен моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с различной с наработкой в различные моменты времени t





Анализ представленных изображений (таблица) показывает, что у свежего моторного масла неразличимы зоны ядра и краевой зоны, что свидетельствует об отсутствии малорастворимых в масле органических примесей [9]. Размер масляных пятен свежего моторного соизмерим с пятнами работающих моторных масел с различной наработкой. Ядро с краевой зоной для всех работающих моторных масел формируется на 7 мин. Образование зоны чистого масла и топлива и ее рост начинается с 11 мин, а после 40 мин – прекращается. В моторном масле с наработкой 135 ч ярко выражена зона воды (ломанная линия вокруг зоны диффузии), что может свидетельствовать о заборе пробы из холодного двигателя. Отсутствие четкой границы краевой зоны ядра у масел с

наработкой 185 и 250 ч показывает снижение остаточного ресурса, потери моюще-диспергирующих свойств и необходимости замены масла. Кроме этого, анализ представленных изображений показывает, что формирование хроматограмм методом «капельной пробы» заканчивается на 40 мин, и более длительное фиксирование масляного пятна можно считать нецелесообразным.

Список литературы

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. Корнеева В.К. Выбор фильтрующей подложки для оценки работоспособности моторного масла методом «Капельной пробы» / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, А.Г. Кузнецов, П.М. Спиридович, А.Н. Рыхлик // Агропанорама. – 2022. – № 2 (150). – С. 36-42.
3. Корнеева В.К. Динамика растекания и проникновения капли моторного масла на фильтровальной бумаге / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, П.М. Спиридович, А.Н. Рыхлик // Агропанорама. – 2021. – № 6. – С. 32-34.
4. Корнеева В.К. Поведение масляного пятна при оценке моюще-диспергирующих свойств моторного масла методом «капельной пробы» / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский // Коняевские чтения: сборник статей конференции «Коняевские чтения 2021», науч. ред. М.Ю. Карпухин. – Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2022. – С. 89-94.
5. Корнеева В.К. Универсальный электротигель для проведения экспресс-контроля показателей качества моторных масел в условиях предприятий АПК / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, В.В. Остриков, Е.В. Ковалевич // Агропанорама. – 2023. – № 2. – С. 31-37.
6. Реактивы. Метод бумажной хроматографии: ГОСТ 28365-89. – Введ. 01.01.91. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
7. 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.
8. 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.
9. Способ и устройство для определения работоспособности и качества смазочных материалов: пат. RU 2 470 285/ Р.Г. Нигматуллин. – Оpubл. 20.12.2012. Бюл. № 35.
10. 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.
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.