

УДК 621.432/004.932

В.К. Корнеева, В.М. Капцевич

Белорусский ГАТУ, РБ, lerakor1974@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА *IMAGEJ* ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ОКРАШИВАНИЯ И РАЗМЕРОВ ЗОН МАСЛЯНОГО ПЯТНА НА ХРОМАТОГРАММАХ

Аннотация. Рассмотрена методика оценки интенсивности окрашивания и размеров зон масляного пятна на хроматограммах с использованием инструмента *Plot Profile* программы *ImageJ*. Предложен новый подход к анализу хроматограмм, основанный на совмещении изображения масляного пятна с графиком изменения интенсивности окрашивания.

V.K. Korneeva, V.M. Kaptsevich

Belarusian State Agrarian Technical University, Republic of Belarus

USE OF THE *IMAGEJ* SOFTWARE PACKAGE TO EVALUATE OIL SPOT COLORING INTENSITY AND ZONE SIZE IN CHROMATOGRAMS

Abstract. A technique for evaluating color intensity and oil spot zone size in chromatograms using the *Plot Profile* tool of the *ImageJ* software is discussed. A new approach to chromatogram analysis is proposed based on superimposing an oil spot image with a plot of color intensity changes.

Введение

Моторное масло является ключевым конструкционным элементом двигателей внутреннего сгорания (ДВС), обеспечивая снижение трения, защиту от износа и охлаждение рабочих узлов. Однако в процессе эксплуатации масло подвергается деградации, что может приводить к образованию загрязнений и изменению его физико-химических свойств [1]. Для оценки качества моторного масла и анализа характера загрязнений широко применяются хроматографические методы, позволяющие визуализировать зоны масляного пятна на хроматограммах [2]. Точный анализ интенсивности окрашивания и размеров этих зон имеет решающее значение для диагностики состояния масла и прогнозирования работоспособности двигателя.

Программный комплекс *ImageJ* [3], как мощный инструмент для обработки и анализа изображений, предоставляет широкие возможности для количе-

ственной оценки хроматограмм. Использование *ImageJ* позволит автоматизировать измерения, повысить точность анализа и минимизировать субъективные ошибки.

Цель работы: предложить методику оценки интенсивности окрашивания и размеров зон масляного пятна на хроматограммах с использованием *ImageJ*.

Теоретическая часть

В качестве объекта исследований нами выбраны хроматограммы моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 30, 88 и 250 ч [4], цифровые изображения которых представлены на рисунке 1.

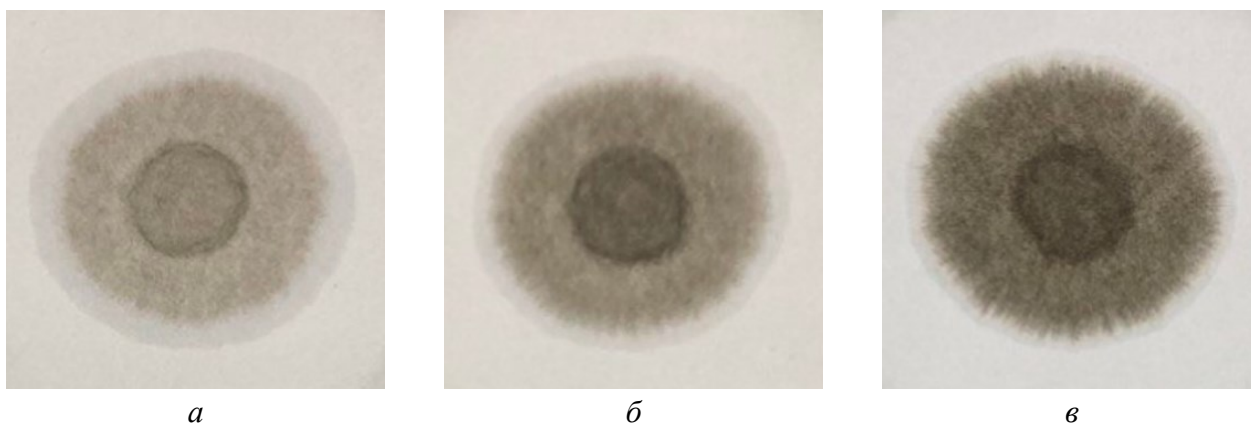


Рис. 1. Цифровые изображения хроматограмм моторного масла различной наработкой:
а – 30 ч; б – 88 ч; в – 250 ч

Для оценки интенсивности окрашивания и размеров зон масляного пятна на хроматограммах воспользуемся встроенным в программу *ImageJ* инструментом *Plot Profile*, позволяющим анализировать интенсивность пикселей вдоль заданной линии на изображении и строить график зависимости интенсивности от расстояния. При анализе хроматограммы для построения такого графика необходимо осуществить следующие предварительные операции: ввести цифровое изображение в программу *ImageJ*; применить различные фильтры для уменьшения шумов на изображении; произвести масштабирование (перевод размерных значений в пикселях в единицы длины – мм). Далее проводим линию на изображении хроматограммы, проходящую через центр масляного пятна, и выбором команд *Analyze* → *Plot Profile* получаем окончательное изобра-

жение графика зависимости интенсивности окрашивания вдоль проведенной линии. На рисунке 2 представлены полученные графики интенсивности окрашивания зон масляного пятна для хроматограмм моторного масла с различной наработкой.

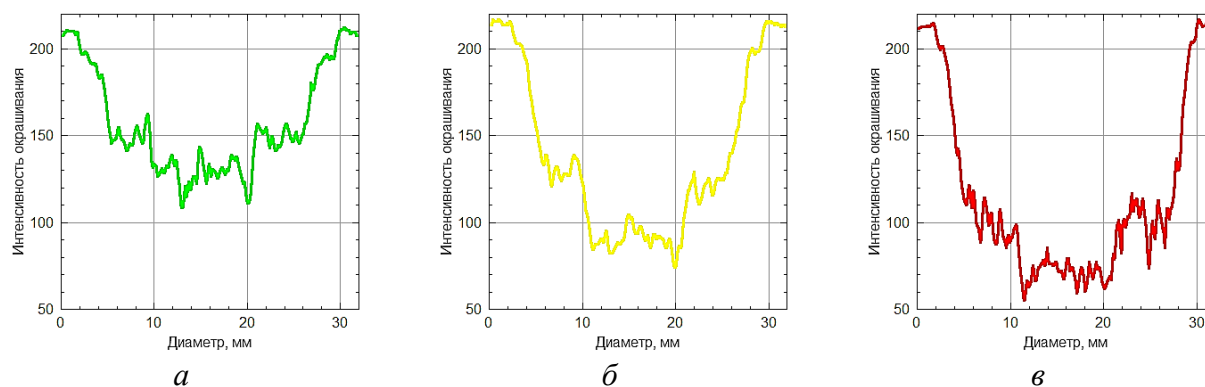


Рис. 2. Изменение интенсивности окрашивания по диаметру масляного пятна моторного масла с различной наработкой:
а – 30 ч; б – 88 ч; в – 250 ч

Зависимости распределения интенсивности по диаметру масляного пятна (рис. 2) позволяют получать следующую информацию. Во-первых, низкие значения интенсивности на графиках указывают на более плотные и темноокрашенные зоны, что коррелирует с концентрацией продуктов загрязнения в моторном масле. Во-вторых, по ширине пиков или впадин интенсивности можно измерить размеры кольцевых зон масляного пятна. В-третьих, сравнение графиков хроматограмм масел с различной наработкой позволяет оценить степень деградации моторного масла.

Для повышения точности анализа хроматограмм моторного масла предлагается новый подход, основанный на совмещении цифрового изображения масляного пятна с графиком изменения интенсивности окрашивания по его диаметру (рис. 3).

Предложенный подход обеспечивает одновременный визуальный и количественный анализ, повышенную точность диагностики состояния масла и ДВС, ускорение процесса интерпретации данных, выявление неоднородностей, упрощение сравнения различных хроматограмм.

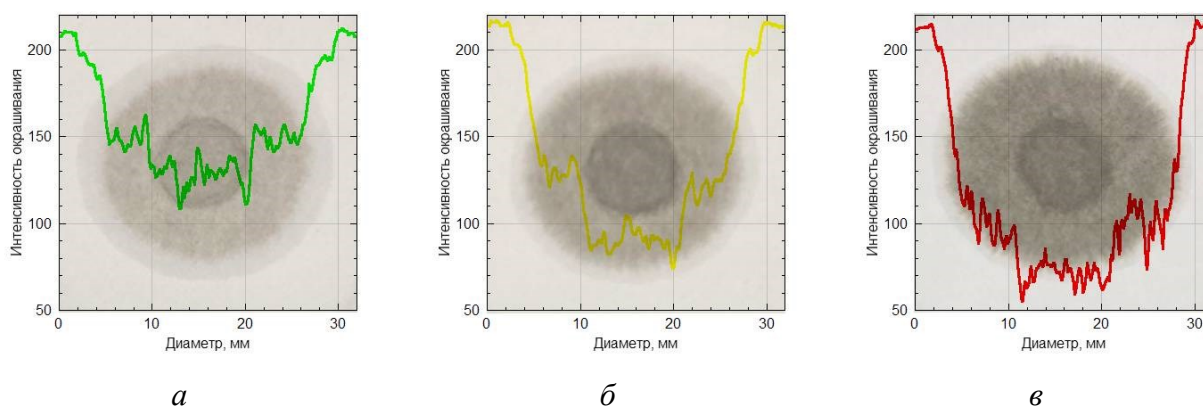


Рис. 3. Совмещенное изображение масляного пятна с графиком изменение интенсивности окрашивания моторного масла с различной наработкой:
а – 30 ч; б – 88 ч; в – 250 ч

Заключение

В работе предложена методика оценки интенсивности окрашивания и размеров зон масляного пятна на хроматограммах с использованием программного комплекса *ImageJ*, включая инструмент *Plot Profile*. Анализ хроматограмм моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой (33, 88 и 250 ч) показал, что совмещение цифрового изображения пятна с графиком изменения интенсивности позволяет повысить точность диагностики состояния масла и ДВС. Предложенный подход обеспечивает одновременный визуальный и количественный анализ, ускоряет интерпретацию данных и упрощает сравнение образцов, что особенно важно для оптимизации технологий обслуживания сельскохозяйственной техники. Дальнейшие исследования могут быть направлены на стандартизацию методики, включая калибровку и выбор оптимальных фильтров, для повышения воспроизводимости результатов.

Библиографический список

1. Венцель, С.В. Применение смазочных материалов в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. – Москва: Химия, 1979. – 240 с.
2. 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.
3. Ferreira, T. ImageJ user guide /Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.
4. Капцевич, В.М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автотракторных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса / В.М. Капцевич, С.К. Карпович, В.К. Корнеева, И.В. Закревский. – Минск: БГАТУ, 2023. – 120 с.