

в) максимальное использование возможностей сокращения продолжительности контактов деталей с агрессивными средами.

Учитывая, что в реальных условиях эксплуатации коррозионные повреждающие процессы протекают в различных комбинациях, необходимо применение антикоррозионных мероприятий в соответствующих сочетаниях [6].

Список использованной литературы

1. Щурин, К. В. Надежность мобильных машин : учебник для вузов / К. В. Щурин, В. Е. Тарасенко. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 400 с.
2. Плудек, В. Защита от коррозии на стадии проектирования : пер. с англ. / В. Плудек ; пер. А. В. Шрейдер. – М.: Мир, 1980. – 438 с.
3. Бушуев, В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев – М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.
4. Воячек, А. И. Основы проектирования и конструирования машин / А. И. Воячек. – Пенза : Пензенский гос. университет, 2008. – 228 с.
5. Фролов, К. В (ред). Конструирование машин. Том 2 : справочно-методическое пособие : в 2-х т. Т. 2 / А. Ф. Крайнев [и др.] ; под ред. академика К. В. Фролова. – М.: Машиностроение, 1994. – 624 с.
6. Сосновский, Л. А. Коррозионно-механическая усталость : проблемы прогнозирования. Ч. 2. Обратный эффект. Влияние напряжений на скорость коррозии / Л. А. Сосновский, А. В. Богданович, С. С. Щербakov // Механика машин, механизмов и материалов. – 2023. – № 2 (63). – С. 61–68.

Summary. The analysis of the kinetics of the electrochemical corrosion process and the combination of acting factors made it possible to develop measures to minimize the rate of development of the corrosion process.

УДК 621.432/004.932

Корнеева В.К., кандидат технических наук, доцент;

Капцевич В.М., доктор технических наук, профессор;

Цымбалюк А.И., Макаревич А.В., студенты

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ МАСЛЯНОГО ПЯТНА НА ХРОМАТОГРАММЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАГИНА INTERACTIVE 3D SURFACE PLOT

Аннотация. Предложен метод анализа формирования масляного пятна на хроматограмме с использованием плагина Interactive 3D Surface Plot программного комплекса ImageJ, основанный на визуализации двухмерных цифровых изображений в трехмерном пространстве и определении размеров и интенсивности окрашивания кольцевых зон.

Abstract. A method for analyzing the formation of an oil spot on a chromatogram using the Interactive 3D Surface Plot plugin of the ImageJ software package is proposed,

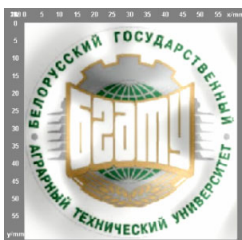
based on the visualization of two-dimensional digital images in three-dimensional space and the determination of the size and intensity of coloring of ring zones.

Ключевые слова. Масляное пятно, хроматограмма, Interactive 3D Surface Plot, кольцевые зоны, размеры, интенсивность окрашивания.

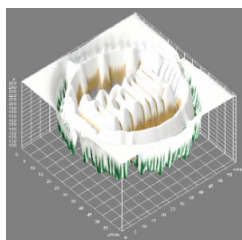
Keywords. Oil spot, chromatogram, Interactive 3D Surface Plot, ring zones, sizes, coloring intensity.

Хроматограмма масляного пятна, полученная простым и доступным экспресс-методом «капельной пробы», является источником информации как о состоянии самого масла, так и работоспособности систем ДВС. Анализ хроматограммы заключается, во-первых, в определении размеров кольцевых зон (ядра и его краевой зоны, диффузионной зоны, зоны воды, зоны чистого масла и топлива), и, во-вторых, в оценке интенсивности их окрашивания, что позволяет судить о диспергирующей способности моторного масла, степени его окисления, а также загрязненности механическими примесями, водой и топливом. Традиционно оценка этих показателей (размеров и интенсивности окрашивания кольцевых зон) осуществляется посредством ручного измерения и анализа цвета органолептическим методом [1].

В данной работе нами предлагается новый метод анализа цифрового изображения хроматограммы моторного масла, основанный на использовании плагина *Interactive 3D Surface Plot* программного комплекса *ImageJ* [2]. Этот плагин позволяет визуализировать двумерное изображение в виде трехмерного пространства с координатами X , Y и Z . При этом реальное изображение и размеры отображаются на координатной плоскости XY , а интенсивность окрашивания в оттенках серого (от 255 – белый цвет, до 0 – черный цвет) – по оси Z (рисунок 1).



a



б

Рисунок 1 – Пример представления двумерного изображения в плагине *Interactive 3D Surface Plot*: *a* – на координатной плоскости XY ; *б* – в виде трехмерного пространства

Плагин позволяет четко проследить, как масло распределяется по фильтровальной бумаге, выделяя зоны с разной концентрацией частиц. С его помощью можно вращать, масштабировать и перемещать 3D-модели, изучая масляное пятно с разных ракурсов. Это позволяет выявить детали,

которые не видны на двумерном изображении, например, неоднородности в распределении частиц или наличие кольцевых зон, что дает более полное представление о структуре пятна. Хотя плагин ориентирован на визуализацию, он позволяет определять размеры кольцевых зон масляного пятна на координатной плоскости XY и оценивать их окраску по оси Z . Создавая 3D-модели для разных хроматограмм, можно визуально сравнивать их структуру и интенсивность. Это особенно полезно при изучении влияния факторов (например, температуры или времени эксплуатации) на диспергирующие свойства масла, помогая выявить различия и закономерности. Плагин встроен в *ImageJ* и не требует навыков 3D-моделирования, что делает его удобным для широкого круга пользователей. Его легко внедрить в процесс анализа хроматограмм моторных масел, экономя время и трудозатраты.

Результаты представления цифровых изображений хроматограмм моторного масла Лукойл Авангард 10W40 при его растекании в различные моменты времени (рисунок 2) с использованием плагина *Interactive 3D Surface Plot* приведены в таблице.

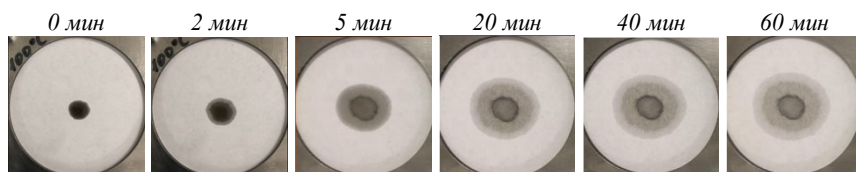


Рисунок 2 – Цифровые изображения хроматограммы моторного масла при его растекании в различные моменты времени

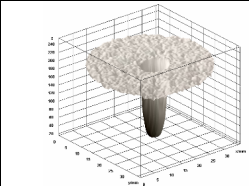
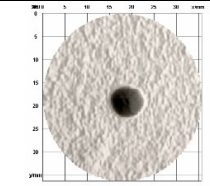
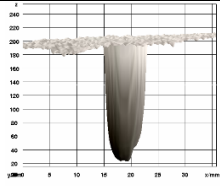
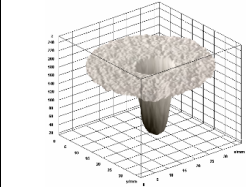
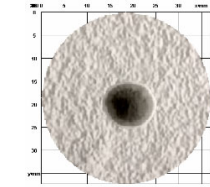
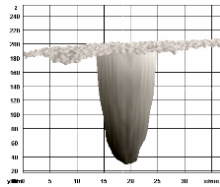
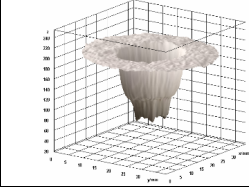
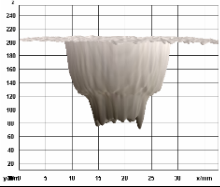
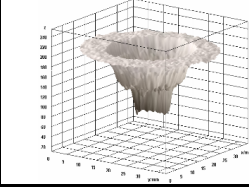
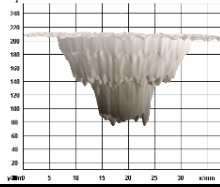
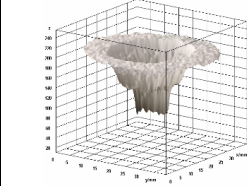
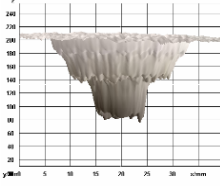
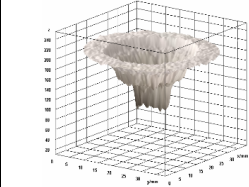
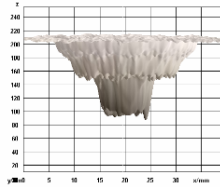
Анализ полученных изображений (таблица) позволяет проследить изменение по времени размеров капли моторного масла и образование кольцевых зон (плоскость XY), а также оценить интенсивность их окрашивания на разных стадиях (плоскость XZ).

На первой стадии ($\tau = 0$ мин) диаметр масляного пятна имеет размер, равный 5 мм при этом интенсивность его окрашивания равномерная и составляет порядка 25 ед. Масло еще не впиталось в бумагу.

На второй стадии ($\tau = 2$ мин) диаметр пятна увеличивается до 11 мм, а интенсивность окрашивания неравномерная – изменяется от центра (30 ед.) к периферии (140 ед.). На этой стадии происходит процесс формирования зоны ядра и начала формирования его кольцевой зоны.

На третьей стадии ($\tau = 5$ мин) диаметр пятна увеличивается до 21 мм, при этом размер сформированного ядра с его кольцевой зоны составляет 12 мм, при этом интенсивность окрашивания ядра изменяется на более светлую (порядка 110 ед.), а кольцевой зоны на более темную (80 ед.)

Таблица – Цифровые изображения хроматограмм, полученные с использованием плагина *Interactive 3D Surface Plot*, в различные моменты времени τ

$\tau, \text{ с}$	3D-изображение	Вид в плоскости XY	Вид в плоскости XZ
0			
2			
5			
20			
40			
60			

На четвертой стадии ($\tau = 20$ мин) диаметр пятна становится равным 29 мм, формируется диффузионная зона, диаметром 17 мм и интенсивностью окрашивания 140–180 ед. и начинается процесс формирования зоны чистого масла и топлива.

На пятой стадии ($\tau = 40$ мин) окончательно формируется масляное пятно диаметром 29 мм и проявляется зона чистого масла и топлива диаметром 25 мм с интенсивностью окрашивания (180–200 ед.). Дальнейшие изменения размеров и интенсивности окрашивания зон масляного пятна ($\tau = 60$ мин) не наблюдаются.

Таким образом, использование плагина *Interactive 3D Surface Plot* дает возможность визуализировать двухмерные цифровые изображения в трехмерном пространстве и автоматически определять размеры и цвет объектов, что позволило четко проследить по времени процессы образования кольцевых зон на хроматограмме моторного масла и оценить их размеры и интенсивность окрашивания в процессе формирования масляного пятна.

Список использованной литературы

1. Капцевич, В. М. Экспресс-методы контроля свойств моторного масла автомобильных двигателей внутреннего сгорания в условиях организаций агропромышленного комплекса / В.М. Капцевич [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – 120 с.
2. Ferreira, T. ImageJ user guide / Fiji 1.46 / T. Ferreira, W. Rasband. – 2012. – 198 p.

Summary. A method for analyzing the formation of an oil spot on a chromatogram using the Interactive 3D Surface Plot plugin of the ImageJ software package is proposed, based on the visualization of two-dimensional digital images in three-dimensional space and the determination of the size and intensity of coloring of ring zones.

УДК 621.9.06

Косимов К.З., доктор технических наук, профессор;

Исраилов С.С., докторант

*Андижанский государственный технический институт,
г. Андижан, Республика Узбекистан*

УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОРТИРОВКИ ПОСЕВНЫХ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА

Аннотация. В статье приводится значение хлопкового волокна на мировой экономике. Одним из факторов получения высокого урожая и качественного волокна является качество семян хлопчатника. Поэтому посевные семена должны отвечать определенным требованиям, устанавливаемым стандартом на посевные семена хлопчатника. При подготовке семян хлопчатника к севу их сортируют по размерам или по плотности. Исходя из этого разработано устройство для сортировки хлопковых семян по удельному весу. При этом для сортирования семян хлопчатника, последние подвергают обработке в водном потоке с разделением их по плотности,