

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ САЖИ В МОТОРНОМ МАСЛЕ

КОРНЕЕВА В.К., канд. техн., наук, доцент

КАПЦЕВИЧ В.М., д-р техн. наук, профессор

ЗАКРЕВСКИЙ И.В., ст. преподаватель

ОСТРИКОВ В.В., студент

КОВАЛЕВИЧ Е.В., студент

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Беларусь, г. Минск

Аннотация: Разработан и изготовлен компаратор колориметрии, позволяющий оценивать наличие и количество сажи в моторном масле двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: soot, motor oil, internal combustion engine, colorimetry comparator.

EXPRESS METHOD FOR DETERMINING SOOT CONTENT IN ENGINE OIL

KORNEEVA V.K., candidate of technical sciences, associate professor

KAPTSEVICH V.M., Doctor of Engineering sciences, professor

ZAKREVSKY I.V., art. teacher

OSTRIKOV V.V., student

KOVALEVICH E.V., student

Belarusian State Technical University, Belarus, Minsk

Abstract: *A colorimetry comparator has been developed and manufactured, which makes it possible to assess the presence and amount of soot in the engine oil of an internal combustion engine.*

Key words: *soot, engine oil, ICE), colorimetry comparator.*

Сажа является естественным побочным продуктом горения топлива. Длительный процесс эксплуатации масла или неполное сгорание топлива приводят к аномальному накоплению сажи, что оказывает вредное воздействие на свойства как самого масла, так и на работоспособность ДВС в целом.

Повышенное содержание сажи в моторном масле оказывает негативное воздействие на работоспособность масла: потерю моюще-диспергирующих свойств из-за адсорбции молекул моющих и диспергирующих присадок на сажистых частицах, что приводит к преждевременному выходу масла из строя; потерю противоизносных свойств в результате адсорбции молекул противоизносных присадок на поверхности сажистых частиц, что снижает их работоспособность для защиты трибосопряжений ДВС; повышение вязкости, связанного с увеличением концентрации сажи в масле, что вызывает повышение температуры и замедляет подачу смазки к трибосопряжениям ДВС.

Изменение состояния моторного масла из-за загрязнения сажей оказывает негативное влияние на работу ДВС, что, во-первых, приводит к преждевременному засорению фильтров, что вызывает повышенный абразивный износ деталей ДВС, а во-вторых, вызывает образование нагара, шлама и закупорку масляных каналов.

В зависимости от сорта масла концентрация сажи в диапазоне от 2 до 5 % обычно считается критической [1].

Для определения процентного содержания сажи в моторном масле обычно используют инфракрасную спектроскопию, которая предусматривает применение дорогостоящего специализированного оборудования и не может быть использована в условиях агропромышленного комплекса (АПК).

Для определения содержания сажи в моторных маслах в полевых условиях АПК можно использовать метод «капельной пробы», а также оценить этот параметр по изменению вязкости. Однако эти методы не позволяют количественно оценить содержание сажи в моторном масле.

Одним из методов, позволяющих оценить содержание и количество сажи в моторном масле являются метод колориметрии.

Метод применяется для определения наличия и количественной оценки содержания сажи и продуктов окисления в моторном масле в условиях АПК.

Согласно разработанной нами методики сущность метода заключается в сравнения цвета пробы моторного масла с цветовой балльной шкалой, согласно *ASTM D1500* [2] (рисунок 1).

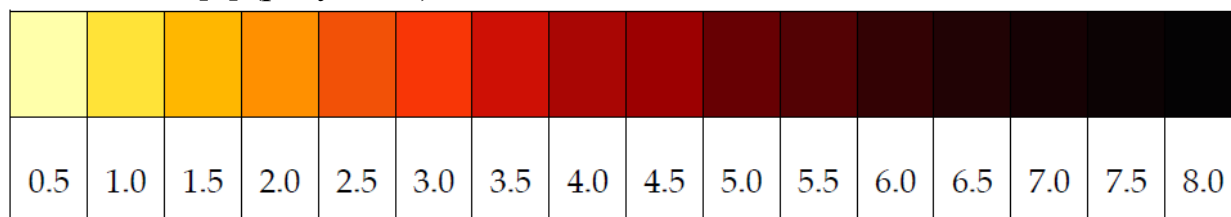


Рисунок 1 – Цветовая шкала моторного масла, согласно *ASTM D1500*

Для проведения апробации метода разработан и изготовлен компаратор колориметрии (рисунок 2). Компаратор состоит из основания 3 к которому прикреплена передняя панель (рисунок 2, а) с смотровым окном 2 размером 10×10 мм и цветовой шкалой 1. Цветовая шкала 1 может свободно перемещаться в горизонтальном направлении. Для анализа моторного масла нами специально изготовлены кюветы 5 из предметных стекол с размерами 25,4×76,2×1 мм и регулируемой толщиной зазора 1, 2 и 3 мм. Кювета 5 с исследуемым маслом крепится на задней стороне передней панели на уровне смотрового окна 2 с помощью прижимного устройства 4. На основании 3 компаратора (рисунок 2, б) закреплен осветитель 6 с возможностью перемещения по плоскости основания 3.

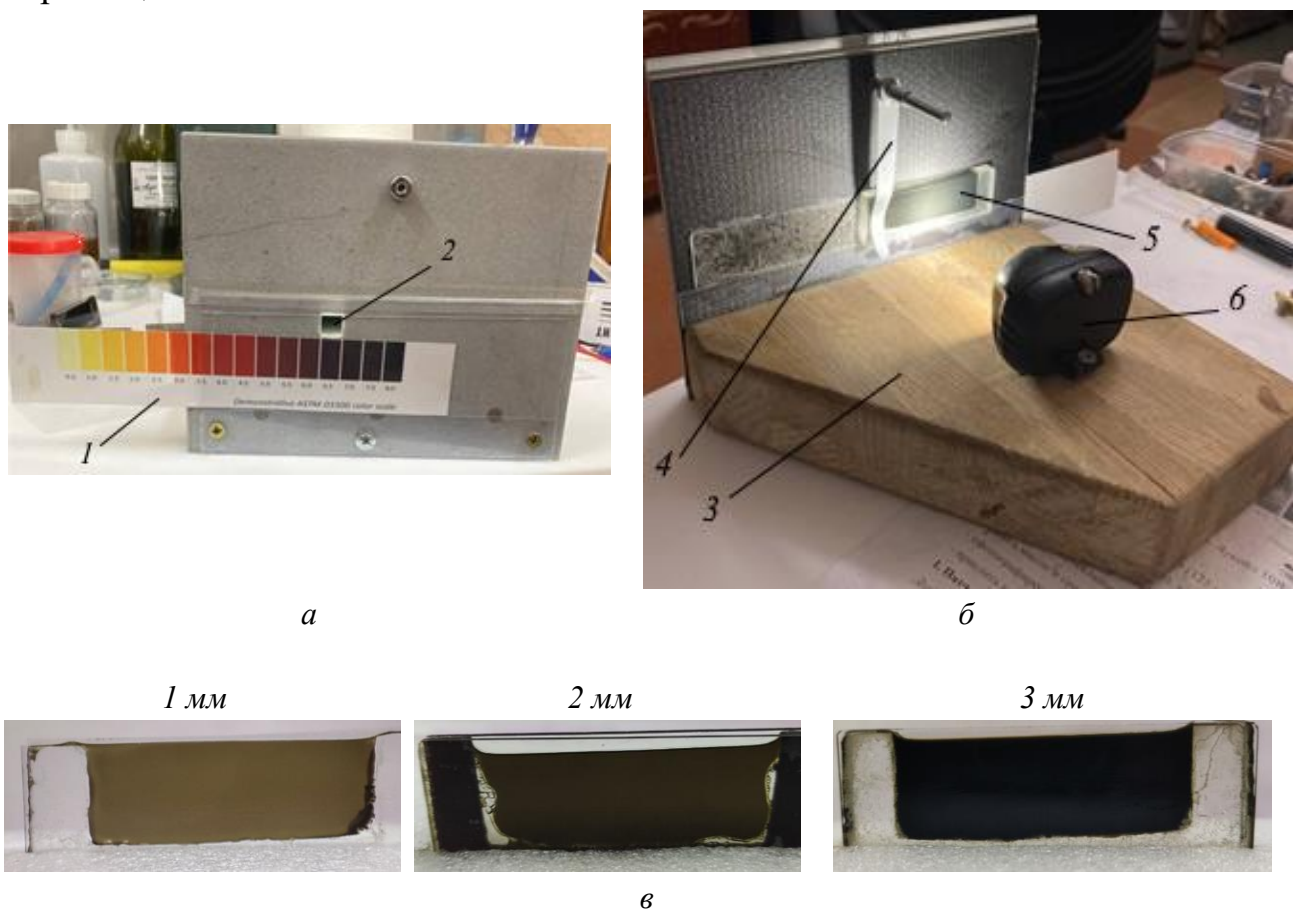


Рисунок 2 – Компаратор колориметрии:

а – передняя панель; б – вид сзади; в – кюветы с различной толщиной зазора с маслом Лукойл Авангард (30 ч); 1 – цветовая шкала ASTM D1500; 2 – смотровое окно; 3 – основание компаратора; 4 – прижимное устройство; 5 – кювета; 6 – осветитель

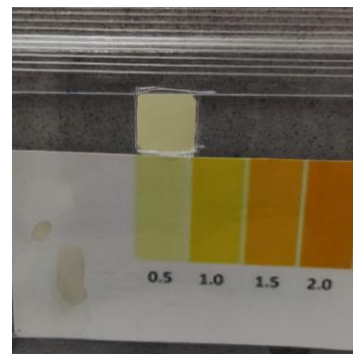
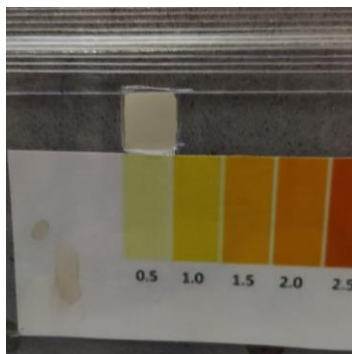
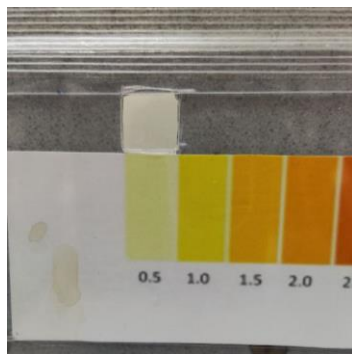
Для апробации методики определения содержания сажи методом колориметрии с использованием разработанного компаратора нами выбрано моторное масло марки Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 0, 30, 100 и 150 ч.

Толщина зазора кюветы, мм

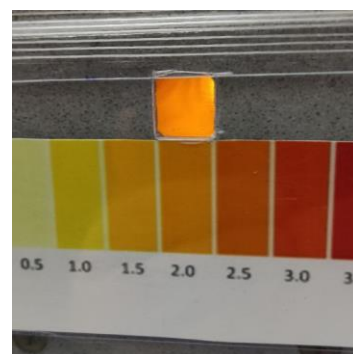
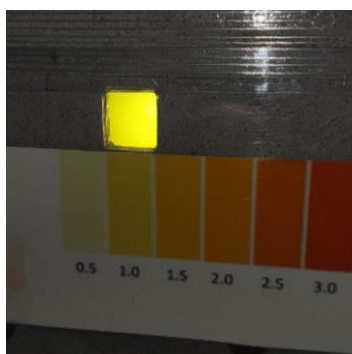
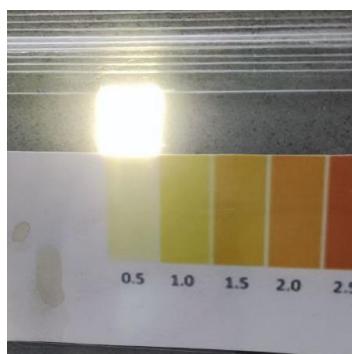
1 мм

2 мм

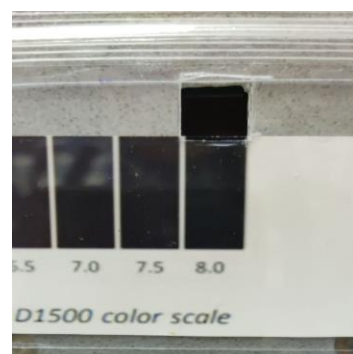
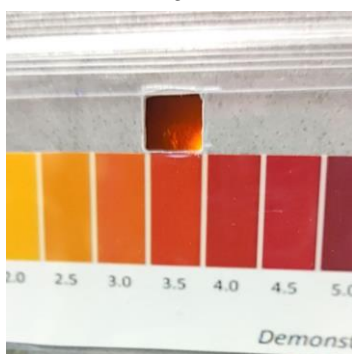
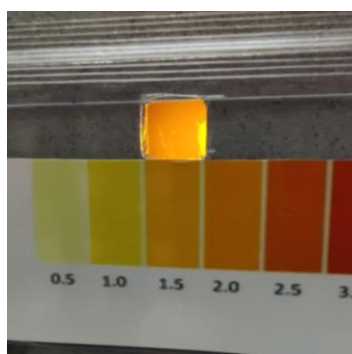
3 мм



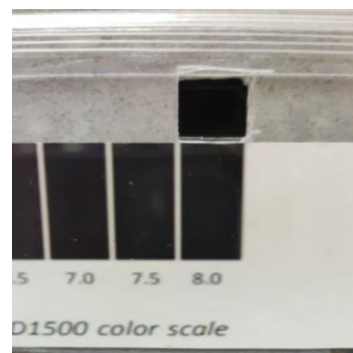
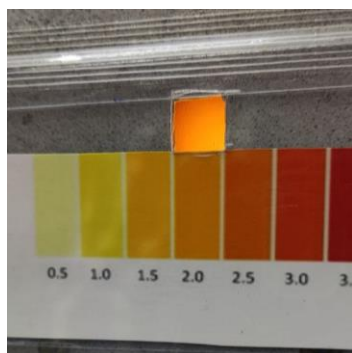
a



б



в



г

Рисунок 3 – Результаты апробации метода колориметрии с использованием различных кювет моторных масел Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой:

a – 0 ч; *б* – 30 ч; *в* – 100 ч; *г* – 150 ч

Пробу исследуемого моторного масла заливали в кюветы, сравнивали с цветовой шкалой *ASTM D1500* и оценивали цвет масла в баллах. Осветитель располагали на расстоянии 80 мм от кюветы. Результаты полученных результатов исследований представлены на рисунке 3 и в таблице.

Таблица 1 – Балльная оценка моторных масел Лукойл Авангард 10W40 по цветовой шкале *ASTM D1500*

Наработка, ч	Балльная оценка при толщине зазора кюветы		
	1 мм	2 мм	3 мм
0	0,5	0,5	0,5
30	0,5	1,0	2,0
100	1,5	3,5	8,0
150	2,0	4,0	8,0

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие рекомендации. Для оценки работоспособности чистого моторного масла (0 ч наработки) с использованием компаратора колориметрии размер зазора кюветы может быть выбран как 1, так и 2 или 3 мм. Для масел с небольшой наработкой (30–50 ч) можно воспользоваться кюветой с зазором 3 мм. Для масел с наработкой 100 ч и выше можно рекомендовать кюветы с зазором 1 и 2 мм, в то время как использование кюветы с зазором 3 мм дает результаты (8 баллов), свидетельствующие о неработоспособности масел, хотя по другим показателям их можно считать работоспособными.

Разработанная методика экспресс-тестирования определения содержания сажи в моторном масле колориметрическим методом может быть рекомендована для использования в полевых условиях АПК. Однако, окончательное заключение по выбору толщины зазора в кювете можно будет сделать при дальнейших исследованиях с банком моторных масел различных наработок, в том числе и отработанных при проведении полевых испытаний.

Список литературы

1. Fitch, J. Oil analysis basics / J. Fitch, D. Troyer. 2 Ed. – Tulsa: Noria Corporation, 2010. – 198 p.
2. Standard Test Method for Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale): ASTM D1500-12 (2017). – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017. – 5 p.