

полученных фильтрограмм различных классов чистоты ISO представлены на рисунке 3 [5].

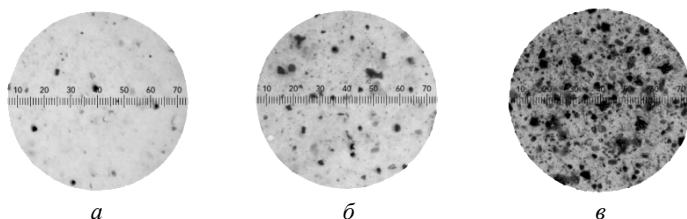


Рисунок 3 – Примеры фильтрограмм (увеличение 100×, 1 деление на шкале – 14 мкм) различных классов чистоты ISO: *a* – 18/16/13; *б* – 20/19/16; *в* – 26/24/21

#### **Список использованных источников**

1 Standard Test Method for Particulate Contamination in Aviation Fuels by Laboratory Filtration: ASTM D5452-12. – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States, 2012. – 11 p.

2 Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей: ГОСТ 17216-2001. – Введ. 24.05.2001. – Минск: Межгос. совет по стандарт., метрологии и сертиф., 2001. – 12 с.

3 Чистота промышленная. Определение загрязненности жидкости методом счета частиц с помощью оптического микроскопа: ГОСТ ИСО 4407-2006. – Введ. 24.06.2006. – Москва: Стандартиформ, 2007. – 19 с.

4 Fitch, J.C. The Lubrication Field Test and Inspection Guide / J.C. Fitch // Noria Corporation. – 2000. – 36 p.

5 Rocky Mountain Filtration Solutions: A Companion Booklet to be used with The Portable Fluid Analysis Kit. – Colorado. – 22 p.

#### **УДК 631.3-6**

### **ЭКСПРЕСС-МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ pH ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕЙТРАЛИЗУЮЩИХ, ПРОТИВОИЗНОСНЫХ И ПРОТИВОЗАДИРНЫХ СВОЙСТВ МОТОРНОГО МАСЛА**

*Студенты – Зыков Н.Д., 24 мо, 3 курс, ФТС  
Глаз Е.О., 42 тс, 3 курс, ФТС*

*Научные  
руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор;  
Корнеева В.К., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Обоснован выбор определения показателя pH для оценки нейтрализующих, противоизносных и противозадирных свойств моторно-

го масла. Приведены примеры использования индикаторной бумаги *pHSCAN* 4,0–7,0 для оценки свойств свежего, работающего и отработанного масел.

**Ключевые слова:** водородный показатель, моторное масло, нейтрализующие, противоизносные и противозадирные свойства.

Нейтрализующие свойства моторного масла формируются за счет введения в него антиокислительных и антикоррозионных присадок. Антиокислительные присадки предотвращают в условиях высоких температур химическую реакцию масла с кислородом воздуха и замедляют его окислительное разложение. Антикоррозионные присадки предотвращают коррозию и ржавление металлических деталей, находящихся в контакте со смазочным маслом. Самым распространенным антиокислителем в настоящее время является диалкилдитиофасфат цинка. Благодаря его многофункциональности он используется и в качестве противозадирной присадки в новых высококачественных моторных маслах [1].

Показателями нейтрализующих (кислотно-основных) свойств масла являются общее щелочное число, общее кислотное число, водородный показатель pH и коррозионность.

Общее щелочное число является условной мерой способности масла нейтрализовать кислоты, образующиеся из продуктов сгорания топлива и окисления основы масла [2]. Для свежего масла основой щелочных свойств являются металлосодержащие детергенты и беззольные дисперсанты. Щелочное число в работающем масле уменьшается из-за расхода этих присадок на нейтрализацию кислых соединений и диспергирование нерастворимых примесей [3]. Допускаемое значение щелочного числа в работающем моторном масле составляет 6 мг КОН/г масла и более, предельное – 5,5–5,0 мг КОН/г, а аварийное – менее 5 мг КОН/г масла.

Общее кислотное число свежего масла зависит в основном от концентрации в масле противоизносных и противозадирных присадок, снижающих трение и износ, предотвращающих схватывание и задир, а также антиокислительных и антикоррозионных присадок [2, 4]. Допускаемое значение кислотного числа в работающем моторном масле составляет 0,02 до 0,05 мг КОН / г масла.

Возрастание количества кислых продуктов в масле приводит к процессам срабатывания щелочных присадок, увеличению интенсивности разрушения защитной пленки на поверхности металла и возрастанию коррозионных процессов, в результате происходит повышенный износ двигателя [3].

Следует отметить, что четкая зависимость между изменением щелочного и кислотного числа и состоянием щелочных свойств и, соответственно, окисления масла и состоянием деталей двигателя не установлена

[2, 5]. Кроме того, определение этих показателей стандартными методами является длительным процессом и требует использования множества химических реагентов, и может быть проведено только в лабораторных условиях. Следовательно, определение данных показателей в полевых условиях нецелесообразно и невозможно.

Водородный показатель рН, в отличие от двух предыдущих показателей, позволяет однозначно распознать наличие в работающем масле сильных водорастворимых кислот [6].

Рабочий процесс ДВС сопровождается образованием не только кислых продуктов, но и воды, что при определенных условиях приводит к появлению в работающем моторном масле сильных водорастворимых кислот. Возможность однозначного распознавания активности антиокислительных и антикоррозионных присадок с применением водородного показателя обусловлена тем, что наличие в работающем или свежем масле воды не влияет на достоверность оценки: вода очень слабый электролит, поэтому катионы водорода и гидроксид-анионы находятся в ней в строго эквивалентных количествах [7]. Появление в смазочном масле кислоты приводит к увеличению концентрации ионов водорода и соответствующему уменьшению концентрации гидроксид-анионов. При доливке в работающее масло свежего моторного масла увеличивается содержание щелочи и наблюдается обратный процесс: уменьшается концентрация ионов водорода и увеличивается концентрация гидроксид-анионов. Таким образом, концентрация ионов водорода служит мерой кислотности и щелочности среды.

Благодаря этой особенности рН обладает высокой чувствительностью к изменению нейтрализующих свойств масел, что обеспечило ему широкое распространение контроля за этим показателем качества масла [2, 8].

Наряду с этим экспериментально установлено [8], что изменение нейтрализующих свойств работающего масла хорошо коррелирует с активностью противоизносной присадки. Объясняется это тем, что при снижении скорости расходования антиокислительных и антикоррозионных присадок из-за снижения их активности интенсивность накопления в масле кислот возрастает. Это приводит к повышению коррозионного износа рабочих поверхностей деталей, что подтверждается соответствующим повышением концентрации железа в масле.

Наличие функциональной связи между активностью противоизносных и противозадирных присадок с рН позволяет рекомендовать водородный показатель для оценки работоспособности не только антиокислительных и антикоррозионных присадок, но и противоизносных и противозадирных.

Нами предложен экспресс-метод определения рН моторных масел с использованием кислотно-основного индикатора (рН-индикатор).

Метод заключался в определении водородного показателя рН по изменению цвета рН-индикатора в растворе моторного масла.

Допустимые значения для работающего моторного масла представлены в таблице.

Таблица 4.4 – Допустимые показатели pH моторного масла [8]

Состояние масла	Показатели pH
Годное	6 и выше
Предельное	5,5-5,0
Аварийное	5,0 и ниже

Стеклянную пробирку объемом 20 мл заполняли на 1/2 объема дистиллированной водой с помощью шприца. Растворитель (уайт-спирит) объемом 2 мл с помощью шприца заливали в стеклянную пробирку с водой. Закрывали стеклянную пробирку пробкой, тщательно перемешивали и давали отстояться в течение 3–5 мин. Одну-две капли масла при помощи шприца добавляли в стеклянную пробирку и через 5–10 сек фиксировали показания pH на индикаторной бумаге pHSCAN 4,0–7,0 с шагом 0,2 (рисунок).

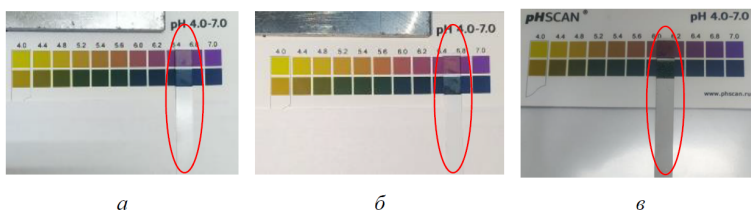


Рисунок 6.1 – Результаты испытания показания pH: *а* – свежего масла; *б* – работающего масла; *в* – отработанного масла

В результате проведенных исследований показано, что водородный показатель свежего и работающего моторного масла составляет 6,4–6,8 pH, а отработанного – 6,0–6,2 pH.

#### Список использованных источников

1. Балтенас, Р. Моторные масла /Р. Балтенас [и др.]. – Москва-Санкт-Петербург: Альфа-Лаб, 2000. – 272 с.
2. Резников, В.Д. Критерии работоспособности моторных масел / В.Д. Резников, Э.Н. Шипулина // Химия и технология топлив и масел. – 1989. – № 9. – С. 24–29.
3. Способ определения смазочных масел: а.с. 930120 СССР // М.И. Трейгер, М.Д. Безбородько. – Опул. 23.05.82.
4. Итинская, Н.И. Топливо, масла и технические жидкости: справочник / Н.И. Итинская, Н.А. Кузнецов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 304 с.

5. Дунаев А.В. Экспресс-контроль моторного масла при обслуживании авто-тракторных дизелей / А.В. Дунаев, Н.М. Хмелевой // Машинно-технологическая станция. – 2004. – №1. – С. 47–49.

6. Гурьянов, Ю.А. К вопросу об оценке нейтрализующих свойств моторных масел / Ю.А. Гурьянов // Материалы XLIX междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». – Челябинск: ЧГАА, 2010. – Ч. 2. – С. 172–178.

7. Угай, Я.А. Общая и неорганическая химия / Я.А. Угай. – Москва: Высшая школа, 1997. – 527 с.

8. 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.

### УДК 631.3-6

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОТИГЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПРЕСС-ТЕСТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ И ТОПЛИВА В МОТОРНОМ МАСЛЕ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

*Студенты – Спиридович П.М., змаг 21 тс, 1 курс, ФТС;  
Зыков Н.Д., 24 мо, 3 курс, ФТС*

*Научные  
руководители – Закревский И.В., ст. преподаватель;  
Корнеева В.К., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Разработан закрытый электротигель, способный работать в условиях АПК без необходимости подключения в сеть 230 В, поддерживать и контролировать постоянную требуемую температуру нагрева. Доказана возможность использования электротигля для проведения экспресс-методов определения содержания воды и топлива в моторном масле в полевых условиях.

**Ключевые слова:** электротигель, моторное масло, экспресс-методы, содержание воды, содержание топлива.

Работающее моторное масло является важным элементом конструкции ДВС [1], от надежности работы которого во многом зависит надежность работы двигателя в целом. Оно является источником информации как о своем состоянии, так и о состоянии механизмов и узлов ДВС автотракторной техники. Во время работы ДВС в моторное масло попадают не только твердые частицы (продукты износа, пыль, сажа и др.) [2], но и