

2. Кожанов А.Л. Обзор осушительно-увлажнительных систем с максимальным использованием природных ресурсов // Научный журнал РосНИИПМ. – 2020. - № 2. – С. 105 – 123.

3. Кожанов А.Л. Принципы построения классификаций мелиоративных систем. Научный обзор / А.Л. Кожанов, О.В. Воеводин, В.В. Слабунов, С.Л. Жук. - Новочеркасск, 2012. – 130 с.

4. Колганов А.В. Словарь-справочник гидротехника-мелиоратора: терминологический словарь / А.В. Колганов, В.Н. Шкура, В.Н. Щедрин. – В 2 частях. Ч. 1 (А – Н). – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – 422 с. Ч.2 (О – Я). – 432 с.

5. Конторович И.И. Утилизация дренажного стока с орошаемых земель. Монография. Рига: Издательство Lambert Academic Publishing, 2018. – 203 с.

6. Мелиоративная энциклопедия. Том 1 (А – К) – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 672 с., 2004. – Т. 2. – 444 с., 2004. - Т. 3. – 440 с.

7. Минаев И.В. Экологическое совершенствование мелиоративных систем. – Минск: Ураджай 1986. – 151 с.

8. Найденов С.В. Обзор водооборотных систем на основе гидромелиоративных систем / С.В. Найденов, Ю.Е. Домашенко, С.М. Васильев // Научный журнал РосНИИПМ. – 2018. - № 2. – С. 95 – 111.

9. Пыленок П.И. Гидромелиоративный рециклинг. Научное обоснование, технология, экология. – Lambert Akademic Publishing, 2018. – 269 с.

**УДК 631.3-6**

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСКОПА МПБ-2 ДЛЯ АНАЛИЗА ФИЛЬТРОГРАММ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПАТЧ-ТЕСТИРОВАНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА**

**В.К. Корнеева, кандидат техн., наук, доцент**

**В.М. Капцевич, д-р техн. наук, профессор**

**И.В. Закревский, ст. преподаватель**

**В.В. Остриков, студент**

**Белорусский ГАТУ, Беларусь, г. Минск**

## **EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USE OF THE MPB-2 MICROSCOPE FOR THE ANALYSIS OF FILTROGRAMS OBTAINED BY THE METHOD OF PATCH TESTING OF ENGINE OIL**

*Korneeva V.K., candidate of technical sciences, associate professor,*

*Kaptsevich V.M., doctor of technical sciences, professor,*

*Zakrevsky I.V., Zakrevsky I.V., senior lecturer*

*Ostrikov V.V., student*

*BelarusianSATU, Belarus, Minsk*

**Аннотация.** Показана возможность применения микроскопа МПБ-2 для анализа фильтрограмм моторного масла, полученных методом патч-тестирования. Проведена модернизация установки для патч тестирования, позволяющая локализовать процесс фильтрования и проводить осаждение частиц загрязнений на узком участке мембраны.

**Ключевые слова:** патч-тестирование, моторное масло, частицы загрязнений, микроскоп МПБ-2, фильтрограмма.

***Abstract.** The possibility of using the MPB-2 microscope for analyzing engine oil filtergrams obtained by patch testing is shown. The installation for patch testing has been modernized, which makes it possible to localize the filtration process and carry out the deposition of contaminant particles on a narrow section of the membrane.*

***Keywords:** patch testing, motor oil, particles of contaminants, MPB-2 microscope, filtergram.*

В настоящее время мембранная фильтрация находит применение для проведения исследований в химии, микробиологии, биохимии, медицине, пищевой промышленности. В зарубежных странах метод мембранной фильтрации, получивший название «патч-тестирование» (*PatchTest*), применяется также для анализа продуктов загрязнений топлив, смазочных материалов и других технических жидкостей. Однако, в странах СНГ этот метод до настоящего времени не получил широкого развития и применения.

Метод патч-тестирования на примере моторного масла работающего ДВС заключается в вакуумной фильтрации разбавленного образца масла через мембранный фильтр, высушивании фильтра и последующем анализе фильтрограммы (фильтра с осажденными на нем частицами загрязнений) различными методами [2, 3].

Для оценки состояния топлив, смазочных материалов и технических жидкостей методами патч-тестирования разработаны различные стандарты *ISO*, *ASTM* (*American Society for Testing and Materials*) и ГОСТ [4–9].

В настоящее время принято, что частицы износа, имеющие условный размер до 5 мкм, соответствуют гидродинамическому режиму смазки; до 15 мкм – граничному режиму; при переходном режиме смазки со следами схватывания условный размер частиц износа не более 150 мкм, при коррозионно-механическом изнашивании – до 150 мкм; при катастрофическом изнашивании – до 1000 мкм [1].

Для проведения испытаний методом патч-тестирования в условиях АПК достаточно получить представление о количестве и размерах частиц загрязнений и изменении этих параметров в процессе эксплуатации ДВС.

Разработанные и изготовленные нами установки для патч-тестирования в лабораторных и полевых условиях АПК представлены на рисунке 1.



а



б

Рисунок 1 – Внешний вид установок для патч-тестирования: а – для лабораторных испытаний (1 – колба; 2 – воронка; 3 – фильтродержатель с мембранным фильтром; 4 – вакуумметр; 5 – вакуумный насос); б – для полевых испытаний

Для проведения исследований оценки наличия абразивных частиц и продуктов износа трибосопряжений ДВС методом патч-тестирования были использованы масла марки *Shell* наработкой 0, 30, 125 и 250 ч (рис. 2), собранные из двигателя марки *BF06M1013FC (Deutz)* трактора Беларус-3522 в ПРУП «Экспериментальная база имени Котовского» (Узденский район Минской области, Беларусь) в процессе весенних полевых работ 2022 г.

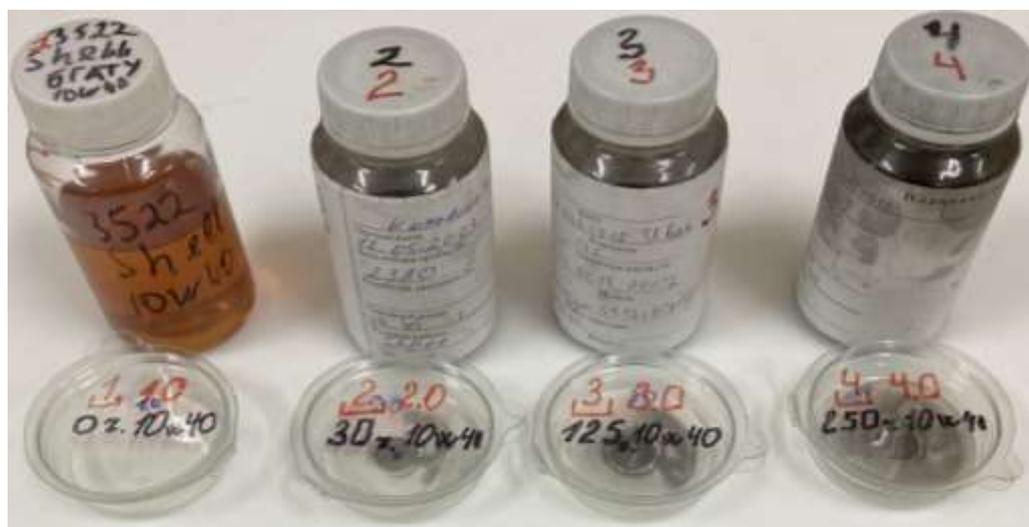


Рисунок 2 – Исследуемые масла *Shell* с различной наработкой и полученные фильтрограммы

Для анализа полученных фильтрограмм нами предложено использование микроскопа МПБ-2 (рис. 3) с увеличением  $24 \pm 1,2$  крат и ценной деления 0,05 мм (50 мкм), предназначенного для определения твердости по методу Бринелля.



Рисунок 3 – Микроскоп МПБ-2

Для проведения исследований нами была модернизирована установка для патч-тестирования путем разработки новой воронки и концентрирующей прокладки (рис. 4, *а*). Концентрирующая прокладка (рис. 4, *б*) из алюминиевого сплава с центральным отверстием диаметром 3 мм устанавливается в фильтродержателе, на ней размещается фильтрующая мембрана и устанавливается воронка (рис. 4, *в*) с выходным отверстием 10 мм. Такая конструкция позволяет локализовать процесс фильтрования и тем самым проводить осаждение частиц загрязнений на узком участке мембраны, что позволяет проводить исследования в поле микроскопа (9 мм) МПБ-2.



Рисунок 4 – Модернизированная установка для патч-тестирования:  
*а* – внешний вид; *б* – концентрирующая прокладка; *в* – воронка

Пробу масла объемом 1 мл с помощью шприца заливали в колбу (150 мл), добавляли в колбу 100 мл растворителя и тщательно перемешивали раствор. Мембранный фильтр (МФАС-НВ ВЛАДИПОР, смесь ацетатов целлюлозы, диаметр 47 мм, размер пор 0,8–0,9 мкм) устанавливали в фильтродержателе установки патч-тестирования. Пропускали пробу разбавленного

растворителем моторного масла через мембранный фильтр с помощью вакуумного насоса. Пропускали 100 мл растворителя через мембранный фильтр. Фильтрующую мембрану с осажденными на ней частицами загрязнений (фильтрограмма) сушили в закрытом электротигеле при температуре  $80 \pm 5$  °С в течение 20 мин и проводили микроскопическое исследование.

Полученные изображения с помощью микроскопа МПБ-2 фиксировались с помощью мобильного телефона. Полученные результаты испытания представлены на рисунке 5.

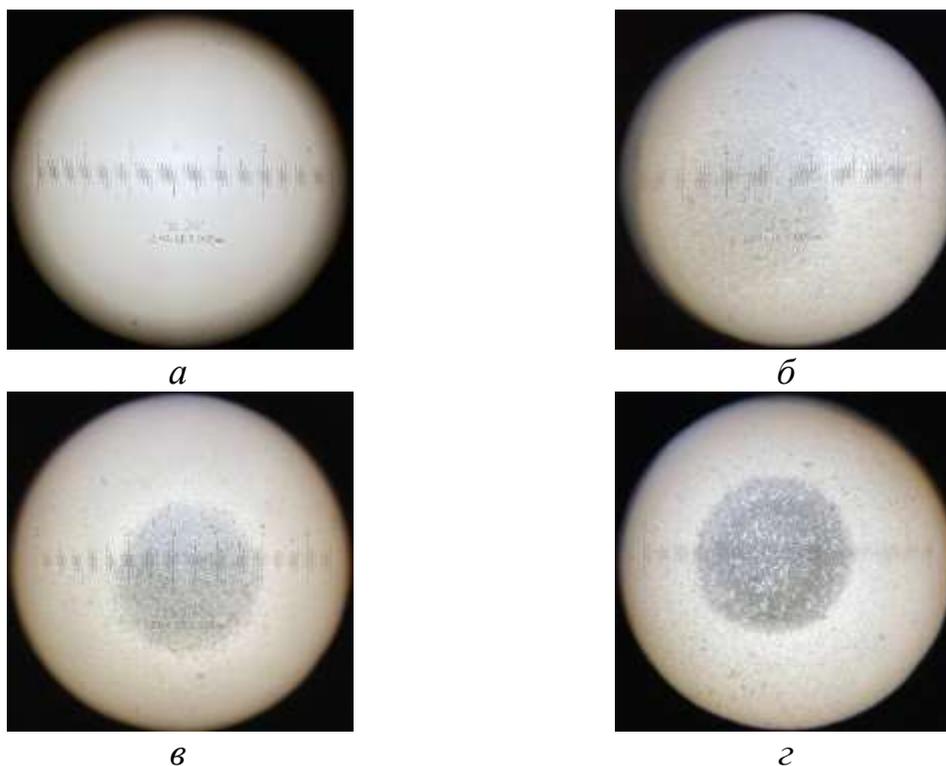


Рисунок 5 – Изображения фильтрограмм моторных масел *Shell* различной наработкой, полученные с помощью микроскопа МПБ-2 и мобильного телефона: *а* – 0 ч; *б* – 30 ч; *в* – 125 ч; *г* – 250 ч

При увеличении полученных фильтрограмм (при помощи мобильного телефона или компьютера) можно легко оценить размеры, количество и природу частиц загрязнений в моторном масле (рисунок 6).

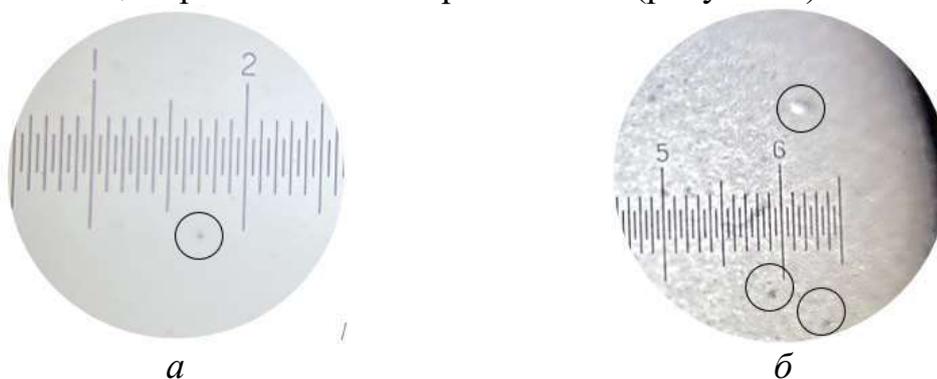




Рисунок 6 – Частицы загрязнений в моторных маслах с различной наработкой: *a* – 0 ч; *б* – 30 ч; *в* – 125 ч; *г* – 250 ч

Полученные результаты доказывает работоспособность модернизированной установки для патч-тестирования и возможность применения микроскопа МПБ-2 для анализа фильтрограмм, что позволяет оценить размеры, количество и природу частиц загрязнений в моторном масле.

### Список литературы

1. Доценко, А.И. Основы триботехники / А.И. Доценко, И.А. Буяновский. – Москва: ИНФРА-М, 2017. – 335 с.
2. Корнеева, В.К. Возможности оценки технического состояния две методом мембранной фильтрации моторного масла / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, А.Н. Рыхлик // Научно-практические аспекты развития АПК [Электронный ресурс]: мат-лынацион. науч. конф. Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. – 215-220 с.
3. Корнеева, В.К. Применение мембранной фильтрации для контроля за продуктами загрязнения моторного масла в процессе работы ДВС / В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, П.М. Спиридович // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ / Новосиб. гос. аграр. ун-т. инженер. ин-т. – Новосибирск, 2021. – С. 128-132.
4. Метод определения механических примесей: ГОСТ 6370-2018. – Введ. 30.08.2018. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 11 с.
5. Чистота промышленная. Определение загрязненности жидкости методом счета частиц с помощью оптического микроскопа: ГОСТ ИСО 4407-2006. – Введ. 24.06.2006. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 19 с.
6. Hydraulic fluid power – Fluids – Method for coding the level of contamination by solid particles ISO: 4406:1999. – International Organization for Standardization, 1999. – 13 p.
7. Standard Guide for Microscopic Characterization of Particles from In-Service Lubricants: ASTM D7684-11 (Reapproved 2016). – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States, 2016. – 10 p.

8. Standard Test Method for Insoluble Contamination of Hydraulic Fluids by Gravimetric Analysis: ASTM D 4898-90 (Reapproved 1995). – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, 1995. – 3 p.

9. Standard Test Method for Particulate Contaminant in Aviation Fuel by Line Sampling: ASTM D 2276-05. – ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C 700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, 2005. – 10 p.

УДК 331.45

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК НАУКА И УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА

П.И. Магомедбегова, студент

Н.Г. Папченко, кандидат физико-математических наук, доцент

А.А. Сергеев, студент

С.А. Шевчук, студент

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,  
Россия, п. Персиановский

## *LIFE SAFETY AS A SCIENCE AND ACADEMIC DISCIPLINE*

*P.I. Magomedbegova, student*

*N.G. Papchenko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor*

*A.A. Sergeev, student*

*S.A. Shevchuk, student*

*FGBOU VO "Don State Agrarian University",  
Russia, Persianovsky village*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается и характеризуется такой термин как безопасность жизнедеятельности. Кратко изучается история возникновения данного понятия, выявляются основные функции, цели и задачи, а также недопустимость совмещения ноэосферы и гомосферы.

**Ключевые слова:** безопасность жизнедеятельности (БЖД), опасность, ноэосфера, гомосфера.

**Abstract.** This article discusses and characterizes such a term as life safety. The history of the emergence of this concept is briefly studied, the main functions, goals and objectives are identified, as well as the inadmissibility of combining the noxosphere and homosphere.

**Key words:** life safety (BZD), danger, noxosphere, homosphere.