

Борычев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665017 Российская Федерация. Оценка эффективности мойки деталей автотракторной техники : № 2022664362 : заявл. 29.07.2022 : опубл. 09.08.2022 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ.

16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 : заявл. 24.05.2022 : опубл. 31.05.2022 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Н. В. Лимаренко [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ.

17. Транспортная инфраструктура : учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2012. – 234 с.

18. Технологии сервиса сельскохозяйственной техники/ А.В. Вернигор, А.Г. Никифоров, В.А. Драбов [и др.] // Сб.: Тенденции повышения конкурентоспособности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса. Том 1. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021. – С. 289-293.

19. Система технического обслуживания и ремонта машин, как элемент технического сервиса/ И.В. Козарез, А.А. Дрикоз, О.А. Купреенко, С.В. Уралов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 6 (76). – С. 55-58.

20. Корнев, О.С. Теоретический анализ показателей надежности технических систем/ О. С. Корнев, Н. В. Водолазская// Сб.: Горинские чтения. Наука молодых – инновационному развитию АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции. - Том 4. - п. Майский : Изд-во Белгородский ГАУ, 2019. – С. 148.

21. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, В.С. Конкина, Г.К. Рембалович, А.Г. Красников, А.Б. Мартынушкин, Е.А. Строкова, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 328 с.

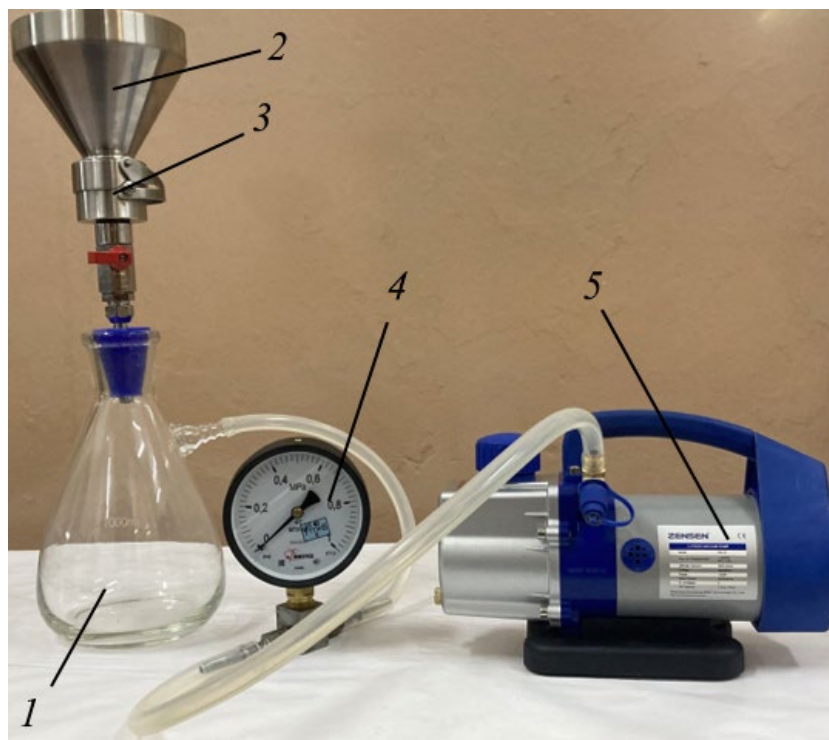
22. Бачурин, А.Н. Диагностика автотракторной техники: Лабораторный практикум/ А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. - Рязань, 2021. - 81 с.

**УДК 631.3-6**

*Корнеева В.К., к.т.н., доцент,  
Капцевич В.М., д.т.н., профессор,  
Закревский И.В., ст. преподаватель  
БГАТУ, г. Минск, РБ*

## **МЕМБРАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ – МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА**

Одним из перспективных методов анализа загрязненности работающего моторного масла является метод мембранной фильтрации, заключающийся в вакуумной фильтрации разбавленного образца масла через мембранный фильтр, высушивании фильтра и последующем анализе фильтрограммы (фильтра с осажденными на нем частицами загрязнений) [1]. Установка для мембранной фильтрации представлена на рисунке 1.



1 – колба; 2 – воронка; 3 – фильтродержатель с мембранным фильтром;  
4 – вакуумметр; 4 – вакуумный насос

Рисунок 1 – Внешний вид установки для изготовления фильтрограмм

Для проведения исследований было выбрано масло *Shell 10W40* с наработкой 30 и 250 ч из двигателя *BF06M1013FC (Deutz)* трактора Беларус-3522.

Технология получения фильтрограмм заключалась в следующем. Пробу масла объемом 2 мл с помощью шприца заливали в колбу (150 мл), добавляли в колбу 100 мл растворителя «Обезжириватель» (ТУ 20.30.22-016-71371272-2018) 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 мембранной фильтрации. Пропускали пробу разбавленного растворителем моторного масла через мембранный фильтр с помощью вакуумного насоса. Дополнительно пропускали 100 мл растворителя через мембранный фильтр. Фильтрующую мембрану с осажденными на ней частицами загрязнений (фильтрограмму) сушили в закрытом электротигеле при температуре  $80 \pm 5$  °С в течение 20 мин.

Фильтрограммы, полученные методом мембранной фильтрации, представлены на рисунке 2.



*a* – 30 ч; *б* – 250 ч

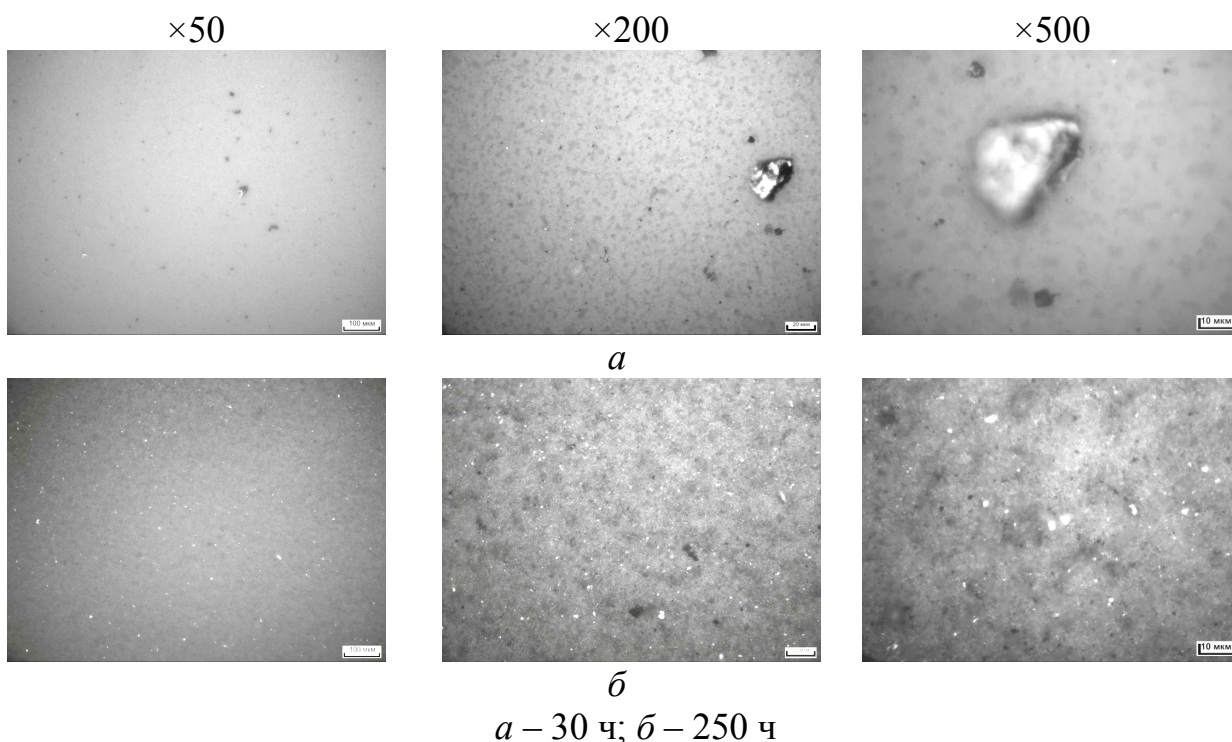
Рисунок 2 – Фильтрограммы масла *Shell 10W40* с наработкой

Изменение цветовой гаммы полученных фильтрограмм (от светло-серого цвета до черного) (Рисунок 2) свидетельствует о степени старения моторного масла с увеличением наработки за счет накопления в нем сажи и продуктов разложения присадок с образованием асфальтенов, карбенов и карбоидов.

Для оценки загрязненности моторного масла нерастворимыми твердыми частицами (продукты износа двигателя, пыль) нами были проведены микроскопические исследования фильтрограмм с использованием различного оборудования: металлографического микроскопа «*Polyvar*» (США) и сканирующего электронного микроскопа «*Mira*» фирмы «*Tescan*» (Чехия).

Микроструктуры фильтрограмм исследуемых масел, изученных на металлографическом микроскопе «*Polyvar*», с увеличением  $\times 50$ ,  $\times 200$  и  $\times 500$  представлены на рисунке 3.

Анализ приведенных микроизображений (рисунок 3) показал, что в обоих моторных маслах с наработкой, как 30 ч, так и 250 ч, присутствуют твердые частицы продуктов износа (характерен металлический блеск) и кварцевые частицы пыли. Наличие крупных частиц износа (более 30 мкм) в моторном масле с наработкой 30 ч можно объяснить двумя причинами. Во-первых, при замене не было произведено полное удаления отработанного масла (частицы износа остались в масляном слое на дне картера) и, во-вторых, можно предположить, что в трущихся сопряжениях двигателя существуют очаги разрушения.

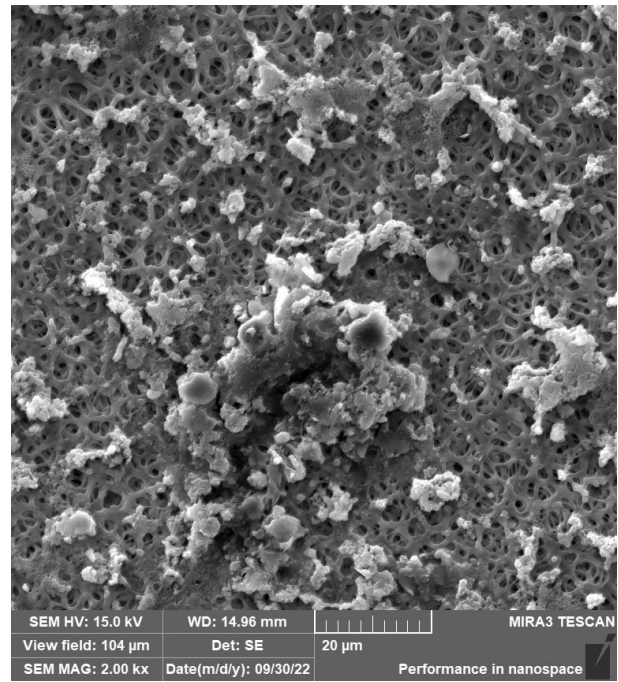
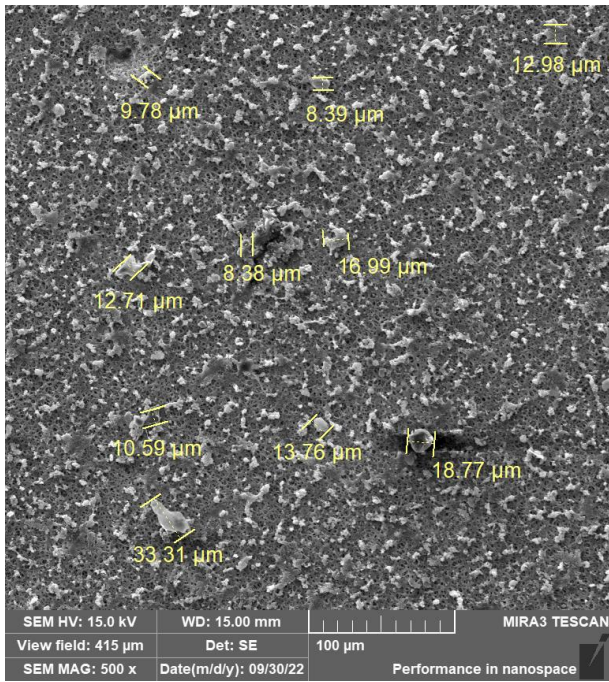


$a - 30 \text{ ч}; b - 250 \text{ ч}$   
 Рисунок 3 – Металлографическое исследование фильтрограмм моторного масла *Shell 10W40* с наработкой

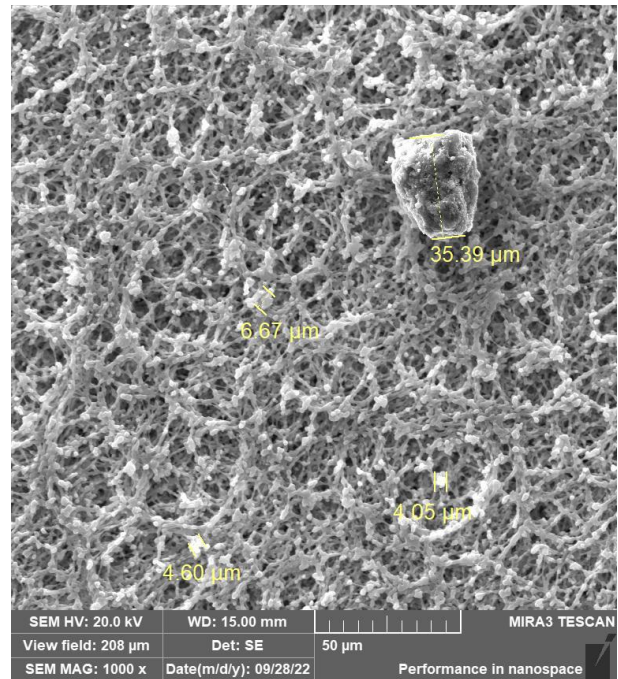
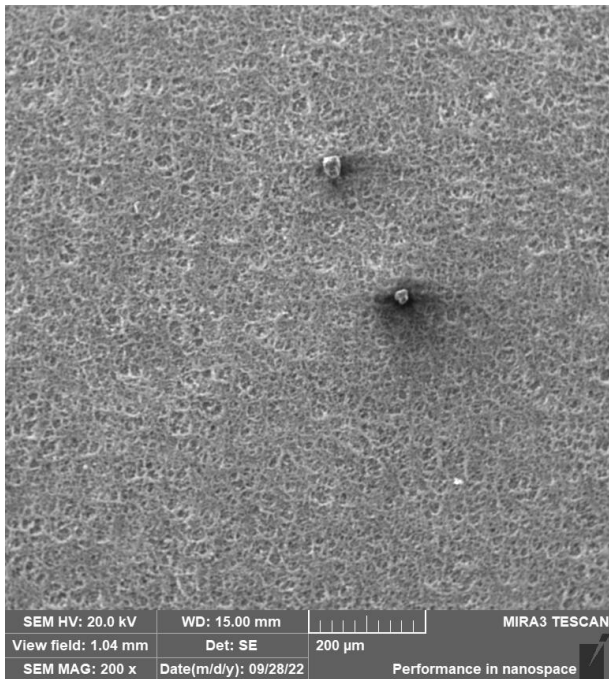
Микроструктура фильтрограмм, исследованная на сканирующем электронном микроскопе «*Mira*», представлена на рисунке 4. Данный микроскоп также позволяет получать не только объемное изображение, но и оценить размеры объектов.

Проведенные исследования (Рисунок 4) подтвердили наличие твердых частиц загрязнений в моторном масле, как с наработкой 30 ч, так и с наработкой 250 ч, с размерами более 30 мкм, что соответствует переходному режиму смазки со следами схватывания в трущихся сопряжениях двигателя [2].

*Заключение.* Показано, что метод мембранной фильтрации является надежным и эффективным методом для оценки загрязненности моторного масла. Однако, этот метод имеет ряд недостатков, затрудняющих его использование непосредственно на предприятиях агропромышленного комплекса: во-первых, высокая стоимость установок для мембранной фильтрации и самих мембран; во-вторых, метод требует использования дорогостоящего, а в ряде случаев, уникального оборудования для микроструктурных исследований.



а



б

а – 30 ч; б – 250 ч

Рисунок 4 – Сканирующая электронная микроскопия моторного масла *Shell 10W40* с наработкой

### Библиографический список

1. Fitch, J.C. The Lubrication Field Test and Inspection Guide/ J.C. Fitch // Noria Corporation. – 2000. – 36 p.
2. Fitch, J. Oil analysis basics/ J. Fitch, D. Troyer. 2 Ed. – Tulsa : Noria Corporation, 2010. – 198 p.

3. Возможности оценки технического состояния ДВС методом мембранной фильтрации моторного масла/ В.К. Корнеева, В.М. Капцевич, И.В. Закревский, А.Н. Рыхлик // Сб.: Научно-практические аспекты развития АПК [Электронный ресурс] : Материалы национ. науч. конф. Часть 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2021. – 215-220 с.

4. Доценко, А.И. Основы триботехники/ А.И. Доценко, И.А. Буяновский. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 335 с.

5. К вопросу эффективности мокрого электрофильтра при очистке воздуха/ А. А. Слободскова, С. О. Белименко, И. А. Суслов [и др.] // Сб.: Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве : Материалы международной научно-практической онлайн конференции, посвященной 10-летию образования Бухарского филиала Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Курск, 25–26 сентября 2020 года / Отв. редактор Т.Х. Жураев. – Курск: "Дурдона" ("SadriiddinSalimBuxoriy" Durdonanashriyoti), 2020. – С. 411-413.

**УДК 656.13**

*Мертвищев Г.А., студент,  
Горячкина И.Н., к.т.н., доцент,  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ГОРОДСКОЙ ГРУЗОВОЙ ТРАНСПОРТ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

Городской грузовой транспорт является жизненно важным элементом экономического развития города. Грузовой транспорт в городе играет значительную роль, особенно для жителей, которые приобретают товары в магазинах, на рабочих местах, в развлекательных центрах или заказывают товары из дома. Поэтому, казалось бы, городской грузовой транспорт должен иметь существенное значение для городских властей, но, к сожалению, во многих случаях он его не имеет. Исследования показывают, что во многих городах цели, касающиеся грузовых перевозок, не учитываются в стратегиях развития и в планах городского транспорта, и даже если они есть, политика грузовых перевозок намного уже, чем политика пассажирских перевозок. Растущие потребности и потребительские привычки жителей города обуславливают увеличение спроса на грузовые перевозки, что в свою очередь во многом способствует увеличению перегруженности улично-дорожной сети и ухудшению состояния окружающей среды [1]. Решение этих проблем требует, чтобы городские власти ставили и достигали долгосрочных целей, включая не только текущие потребности конкретных заинтересованных сторон городского