

УДК 621.43:66.067

Бабанін Олександр, д.т.н.

(професор, Український державний університет залізничного транспорту)

Буцький Олександр

(аспірант, Український державний університет залізничного транспорту)

Андрющенко Андрій, Мальков Ілля, Гузь Вячеслав

(магістри, Український державний університет залізничного транспорту)

ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ СИНТЕТИЧНИХ ФІЛЬТІВ ДЛЯ ОЛИВНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОВОЗІВ

У статті на основі позитивних результатів експериментальних досліджень синтетичних фільтрів обґрунтована необхідність розробки теоретичних підходів, які дозволяють отримувати основні характеристики та динаміку їх зміни у процесі експлуатації. Запропонований метод моделювання і прогнозування ресурсу роботи синтетичних фільтрів на основі регресійної моделі, який дозволяє оцінювати їх роботоздатність у різних проміжках пробігу тепловозів в експлуатації. За допомогою цієї моделі визначено, що ресурс роботи синтетичних фільтруючих елементів у два-три рази перевищує термін роботи існуючих паперових фільтрів, які використовуються для тонкої очистки оливи в оливних системах тепловозів.

Ключові слова: брудоемність, забруднення, пори, регресія, ресурс, синтетичний, тепловоз, фільтр, характеристика.

Вступ. У сучасних фільтрах для очищення дизельної оливи на тяговому рухомому складі застосовують різноманітні фільтруючі матеріали. Вони виготовляються з різної сировини за різними технологіями та мають широкий діапазон фізико-хімічних властивостей і функціональних показників. У той же час більшість виробників фільтруючих матеріалів, що позитивно зарекомендували себе, припинили їх виробляти в силу причин економічного та організаційного характеру. Тому за останній час вітчизняні виробники зайнялися організацією випуску різних фільтраційних матеріалів, як традиційних (папір, картон і ін.), так і альтернативних, які раніше для цього не використовувалися (синтетичні пористі полімери різного складу) і недостатньо апробовані в експлуатації. Для визначення можливості практичного використання останніх були проведені теоретичні і експериментальні дослідження, результати яких наводяться у статті.

DOI: 10.32703/2617-9040-2019-34-1-9

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. З питань фільтрації оливи на даний час мається значна кількість досліджень і публікацій. Перш за все слід виділити фундаментальні праці В.А. Жужикова, М.А. Григорьєва, Е.І. Удлера, Г.А. Морозова і ін. [2,3]. В усіх цих працях містяться результати глибоких теоретичних і докладних експериментальних досліджень щодо процесів фільтрування. В них, зокрема, підкреслюється, що для ефективної роботи фільтрів слід завжди використовувати високоякісні фільтруючі матеріали, які забезпечують високу ступінь очищення при низькому гідравлічному опорі. У роботах [8,9] досліджена характеристика тканинних об'ємних волокнистих матеріалів, але вона пов'язується тільки з одним структурним параметром – проникністю та визначається її залежністю від пористості всього фільтруючого елемента. Дослідженнями [5] встановлено, що для оцінки об'ємних пористих матеріалів раціонально використовувати коефіцієнт заповнення волокон, який запропоновано розраховувати, як співвідношення їх щільності до загальної щільності всього матеріалу. Однак, створені на цій основі емпіричні моделі містять змінні з неявним фізичним змістом. У дослідженнях [10] визначено, що пори об'ємних фільтрів з різних матеріалів істотно відрізняються від капілярів поверхневих фільтрів і формуються як хаотичне перетинання волокон, що виключає створення їх суцільної поверхні. У роботі [7] також підкреслюється, що специфіка формування і складна форма фільтрів з об'ємною фільтрацією пов'язана з розташуванням волокон у різних площинах порової штори. Таке становище призводить до складної орієнтації руху потоку рідини, що фільтрується, і обмежує використання закону Пуайзеля та створює вимоги щодо створення нових підходів до опису процесу фільтрування у таких пористих середовищах.

На даний час для очищення оливи від забруднення використовуються в основному поверхневі фільтри з паперовою фільтруючою шторою [4]. Однак такі елементи мають цілий ряд істотних недоліків. До них можна віднести невеликий ресурс та брудоемність, недостатню надійність фільтруючої штори із-за високої ймовірності її пошкодження, а також втрату механічної міцності у разі попадання на неї води. Перелічених вище недоліків можна значно позбавитися за рахунок застосування у системах очищення об'ємних синтетичних фільтрів, ефективність роботи яких під час фільтрації визначається їх розмірами та характером розташування пор у фільтруючому елементі. Ця обставина і визначає актуальність питання, що розглядається у цій статті.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є створення методу визначення ресурсу синтетичних фільтруючих елементів для оливних систем тепловозів.

Матеріали та методи дослідження. Встановлено [3], що в експлуатації існуючі повнопоточні фільтри з паперовими елементами у системах змащення вузлів тепловозів працюють з непостійною пропускною здатністю. У міру забруднення фільтруючого елемента пропускна здатність фільтра падає, опір в оливній магістралі зростає й при досягненні деякого значення перепаду тиску до та після фільтру відкривається перепускний клапан. При цьому частина неочищеної оливи проходить поза фільтром до системи змащення. У цьому випадку має місце частково поточний режим фільтрації, який негативно відображується на якості змащування пар тертя та дизельної оливи в цілому.

Після розпаду СРСР і утворення незалежної України купувати фільтруючі паперові елементи типу "Нарва-6" в Естонії стало економічно не вигідно. У зв'язку із цим на підприємствах України було організоване виробництво аналогічних фільтрів "Пирятин-6", які на цей час і встановлюються на тепловози. Однак рівень надійності таких елементів є дуже низьким. Через застосування неякісних матеріалів масово збільшилися розриви фільтруючих шторок в експлуатації, що призводить, у свою чергу, до повної втрати фільтруючих властивостей повнопоточного фільтру та як наслідок до підвищення бракувальних параметрів оливи.

Виходячи з цього, для заміни цих елементів, ученими кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу УкрДУЗТ був запропонований принципово новий синтетичний пористий фільтруючий елемент, виконаний на основі волокнистого-поліпропілену. Він має ті ж самі габаритні розміри, але відрізняється значною товщиною фільтруючої штори.

Дослідна експлуатація партії синтетичних фільтрів, у кількості 8 од. була розпочата на тепловозі 2ТЕ116-1083 локомотивного депо Основа ПАТ "Південна залізниця". Вона показала позитивні результати. Після пробігу 38345 км. фільтри були зняті і зважені. Кількість забруднень (у порівнянні з початковим зважуванням) на кожному фільтрі за цей пробіг склала від 2,4 до 2,8 кг. Необхідно відмітити, що в даний час всі серійні паперові фільтри (відповідно нормативних вимог) обов'язково замінюються на кожному технічному обслуговуванні ТО-3, тобто через кожні 10 тис. км. пробігу тепловоза.

Для подальшого визначення роботоздатності та оцінки ефективності синтетичних фільтрів була розроблена спеціальна програма-методика, яка передбачала проведення експлуатаційних випробувань, отримання експериментальних даних і на їх основі виконання теоретичного обґрунтування можливості застосування на тепловозах. Для проведення випробувань були обрані тепловози ТЕП70, що працювали у локомотивних депо Основа, Полтава, Смородине і Лозова ПАТ "Південна залізниця", у яких в оливну систему були встановлені синтетичні поліпропіленові фільтруючі елементи. Всього було обладнано шість тепловозів ТЕП70 (48 дослідних фільтрів) та вибрано чотири тепловоза з існуючими фільтрами для порівняння. Організація випробувань передбачала установку дослідних синтетичних фільтрів на поточних ремонтах ПР-1 і їх комісійний контроль на кожному наступному технічному обслуговуванні ТО-3. Перед постановкою дослідних фільтрів на кожний тепловоз вони в обов'язковому порядку висушувались та зважувались.

На кожному технічному обслуговуванні ТО-3 комісійний контроль передбачав:

- відбирання проб оливи до і після фільтрів (фільтрату);
- виймання фільтрів з корпусу, їх ретельний огляд, час на стікання оливи та зважування кожного елемента.

Основним граничним показником був прийнятий перепад тиску по фільтрам, у разі перевищення встановлених норм якою експлуатація фільтрів на тепловозі припинялась.

На основі зважування фільтруючих елементів були отримані значення кількості бруду у кожному з них. Динаміка цього розподілу наведена на рис. 1.

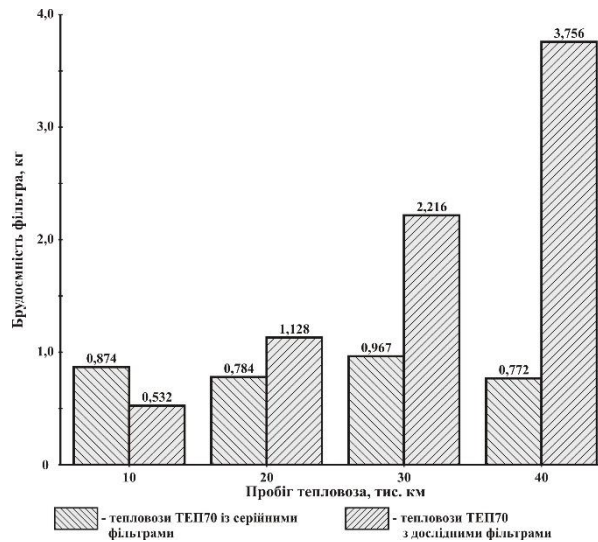


Рис. 1. Динаміка розподілу брудосмієності фільтруючих елементів

Відповідно до програми-методики оцінка ефективності синтетичних фільтрів проводилась на основі визначення показників, які встановлені ГОСТ 53640 та ГОСТ 26070 по фільтрам, а також правилами технічного обслуговування та поточного ремонту тепловозів ТЕП70. Вони наведені на рис. 2



Рис. 2. Структура визначення показників якості синтетичних фільтрів

Номінальна тонкість очищення (коефіцієнт тонкості фільтрації) визначалась по ГОСТ 26070-83 та розраховувалась, як

$$k_{m\phi} = \frac{\lambda_m}{\lambda_\phi}, \quad (1)$$

де λ_m – сумарна кількість у фільтраті механічних домішок мінімального розміру, од;

λ_{ϕ} – загальна кількість у фільтраті всіх механічних домішок, од.

Повнота фільтрування (коефіцієнт повноти відсівання) по ГОСТ 53640-2009 визначався, як

$$k_{n\phi} = 1 - \frac{x_2}{x_1}, \quad (2)$$

де x_1 – концентрація всіх механічних домішок в оливі перед фільтром, од;
 x_2 – концентрація всіх механічних домішок в оливі у фільтраті, од.

Коефіцієнт відфільтрування по ГОСТ 26070-83 визначався, як

$$k_{оф} = \frac{x_1 - x_2}{x_1}. \quad (3)$$

Гідравлічний опір (перепад тиску по фільтрам) визначався як різниця показань штатних приладів (манометрів) безпосередньо на тепловозі.

Брудоемність кожного фільтруючого елемента визначалась на основі його вивішування на вагах.

Гранулометричний склад механічних домішок у оливі визначався за допомогою електронно-лазерної комп'ютерної системи "ВідеоТест" [2]. Структурна схема цієї системи наведена на рисунку 3, а відображення системою гранулометричного складу механічних домішок у фільтраті на рис. 4.

Для прогнозування та розрахунку ресурсу синтетичних фільтрів була запропонована наступна методика.

На основі зважування кожного синтетичного фільтру визначалась його брудоемність (кг), тобто скільки бруду відклалося у фільтрі за визначений проміжок пробігу тепловоза L . Показники перепаду тиску по фільтрам ΔP , коефіцієнт повноти відсівання $k_{n\phi}$, коефіцієнт тонкості фільтрації $k_{m\phi}$ та коефіцієнт відфільтрування $k_{оф}$ розраховувались за формулами (1), (2) та (3).

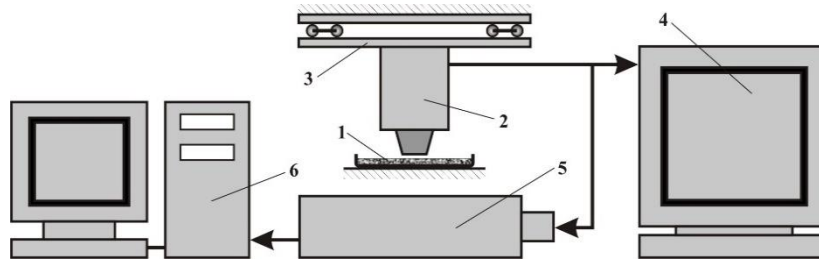


Рис. 3. Структурна схема електронно-лазерної комп'ютерної системи "ВідеоТест"

1 – кювета з фільтратом (відфільтрованою оливою); 2 – оптичний (лазерний) скануючий прилад; 3 – рухома каретка; 4 – відео-контрольний пристрій; 5 - блок сполучення з комп'ютером; 6 – комп'ютер.

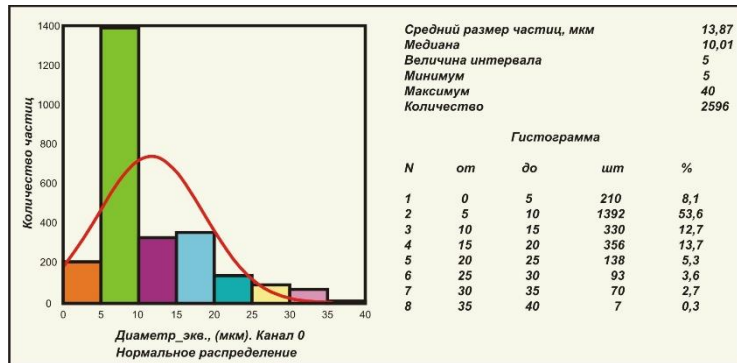


Рис. 4. Відображення системою "ВідеоТест" гранулометричного складу механічних домішок у фільтраті (тепловоз ТЕП70-115, пробіг після установки синтетичних фільтрів 31168 км)

Усі ці дані були систематизовані і апроксимовані в залежності від пробігу тепловозів L . На основі цього отримані наступні залежності.

Середній розмір механічних домішок $d_m(L)$ в залежності від пробігу тепловозів L , мкм

$$d_m(L) = 32,0584 L^{0,1176} e^{-0,0217 L}. \quad (4)$$

Розподіл перепаду тиску по фільтрам $\Delta P(L)$, МПа

$$\Delta P(L) = 0,58 + 0,00042 L^2. \quad (5)$$

Коефіцієнт повноти відсівання $k_{нф}(L)$

$$k_{нф}(L) = 0,5499 e^{-0,02948 L}. \quad (6)$$

Коефіцієнт тонкості фільтрації $k_{мф}(L)$

$$k_{мф}(L) = \frac{1}{1,00625 + 0,002376 L}. \quad (7)$$

Коефіцієнт відфільтровування $k_{оф}(L)$

$$k_{оф}(L) = \frac{L}{12,85 + 0,861 L}. \quad (8)$$

Результати розрахунків за цими залежностями наведені на рисунку 5 і рисунку 6.

Для встановлення взаємозв'язку між цими розрахунковими даними за допомогою програми Statistica [1] був виконаний регресійний аналіз, де у якості залежної змінної (функція відгуку) приймалася брудосмість фільтра $Y = G_\phi$, а незалежними змінними (предикторами) слугували залежності

$$X1(L) = d_m, X2(L) = \Delta P, X3(L) = k_{нф}, X4(L) = k_{мф} \text{ і } X5(L) = k_{оф}.$$

Для оцінки цих предикторів було прийнято рівняння множинної регресії наступного типу

$$Y = a_0 + a_1 X1(L) + a_2 X2(L) + a_3 X3(L) + a_4 X4(L) + a_5 X5(L). \quad (9)$$

Програмою Statistica виконано ранжирування предикторів за ступенем впливу на відгук, приведення їх до стандартизованого вигляду, визначені загальний та часткові коефіцієнти кореляції і отримано рівняння регресії з наступними коефіцієнтами

$$Y = 0,261 + 0,00437 X1(L) + 2,904 X2(L) - 8,726 X3(L) + 2,752 X4(L) - 1,6297 X5(L). \quad (10)$$

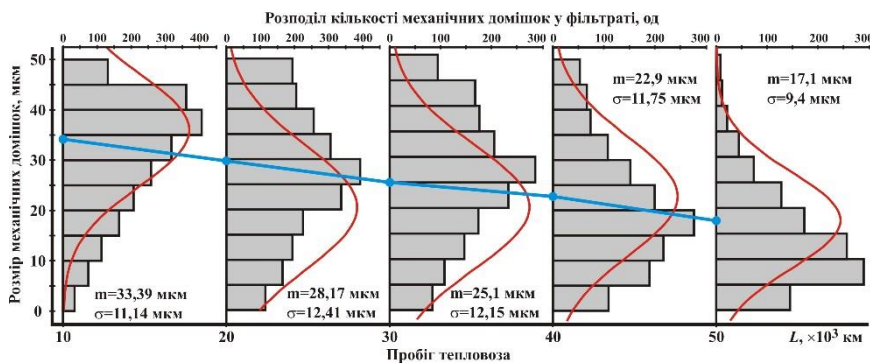
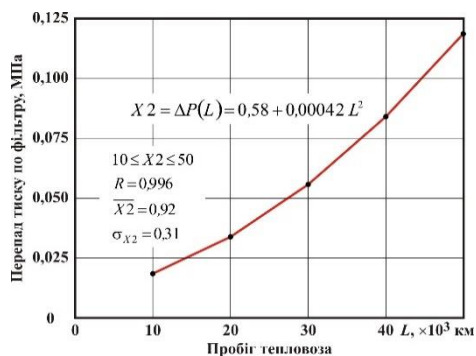


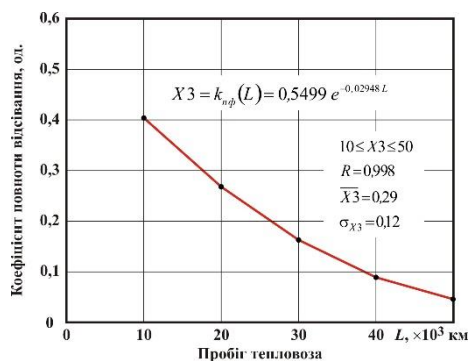
Рис. 5. Динаміка зміни кількості механічних домішок у фільтраті залежно від пробігу тепловозів

Підставляючи у рівняння (10) апроксимовані залежності $X1 = d_m(L)$, $X2 = \Delta P(L)$, $X3 = k_{нф}(L)$, $X4 = k_{мф}(L)$ і $X5 = k_{оф}(L)$ було отримане числове рівняння множинної регресії, яке має вигляд

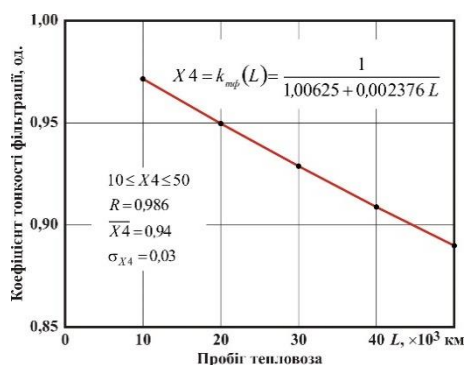
$$G_\phi = 1,945 - 4,798 e^{-0,02948L} + 0,14 L e^{0,1176} + \frac{2,752}{0,002376 L + 1} + 0,012 L^2 + \frac{1,6297 L}{0,861 L + 12,85}. \quad (11)$$



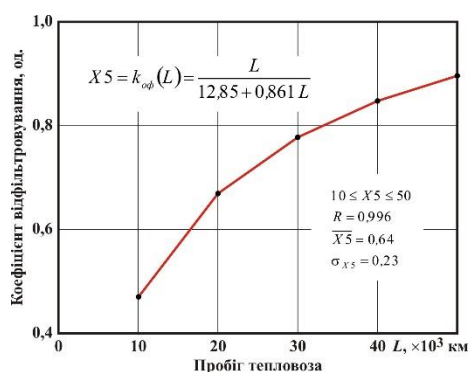
а)



б)



в)



г)

Рис. 6. Розподіл перепаду тиску по фільтрам ΔP (а), коефіцієнта повноти відсівання $k_{n\phi}$ (б), коефіцієнта тонкості фільтрації $k_{m\phi}$ (в) і коефіцієнта відфільтровування $k_{o\phi}$ (г) залежно від пробігу тепловозів L

Для рівняння множинної регресії розраховане програмою Statistica передбачене розрахункове прогнозне значення середньої брудоемності складо $G_{\phi\text{cp}} = 2,0428$ кг. Довірчі інтервали за цим регресивним рівнянням мають значення $G_{\phi\text{min}} = 1,624$ кг (- 95%) і $G_{\phi\text{max}} = 2,461$ кг (+ 95%).

Підставляючи значення $G_{\phi\text{max}} = 2,461$ кг у числове рівняння регресії (11) отримано, що передбачена найбільша величина пробігу тепловоза до заміни синтетичних фільтрів за їх технічним станом буде складати $L = 30,031$ тис. км.

Графічна інтерпретація цього наведена на рис. 7.

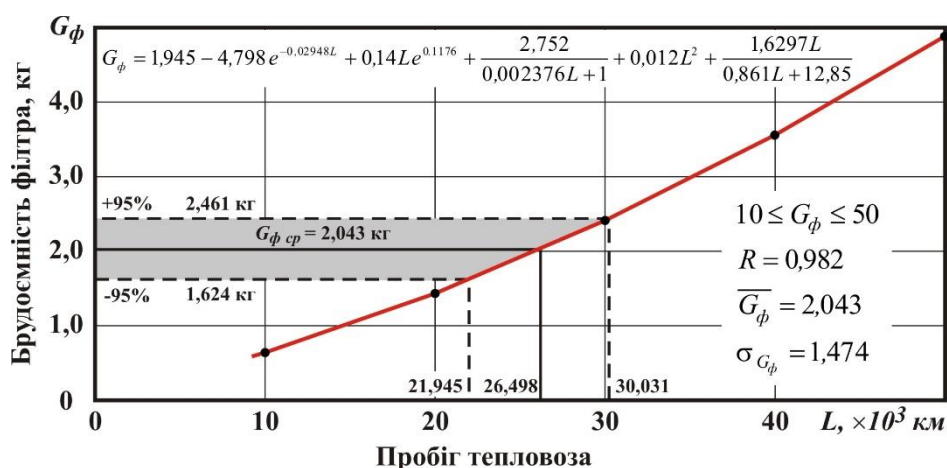


Рис. 7. Визначення ресурсу синтетичних фільтрів

Таким чином отримано прогнозне значення величини ресурсу синтетичних фільтрів до їх заміни, максимальне значення якого складає 30 тис. км. пробігу тепловоза. Це у три рази більше ресурсу існуючих паперових фільтрів, які зараз застосовуються на тепловозах.

Висновки. 1. Виконаний аналіз вітчизняних та закордонних досліджень по використанню у фільтруючих системах нових пористих матеріалів. При цьому визначено, що використання таких матеріалів викликає цілий ряд проблем, які пов'язані із складним хаотичним розташуванням порового простору і у ряді випадків неможливістю застосування для їх розрахунку класичних підходів по визначенню основних гідравлічних характеристик.

2. На основі проведення експериментальних досліджень щодо застосування у масляних системах тепловозів в якості фільтрів тонкої очистки оливи синтетичних поліпропіленових волокнистих матеріалів та їх позитивні результати висвітлені основні питання подальшого впровадження і необхідність розробки теоретичних підходів, які дозволяють отримати основні характеристики та динаміку їх зміни у процесі експлуатації.

3. За результатами експлуатаційних випробувань запропонований метод моделювання і прогнозування ресурсу роботи синтетичних фільтрів на основі регресійної моделі, яка отримана в середовищі Statistica. Визначена достовірність цієї моделі та отримані числові статистичні характеристики, які дозволяють оцінювати роботоздатність синтетичних фільтруючих елементів у різних проміжках пробігу тепловозів в експлуатації.

4. Виконані розрахунки та отримані прогнозовані значення ресурсу роботи синтетичних фільтруючих елементів в залежності від пробігу тепловозів. Відзначено, що ресурс роботи синтетичних фільтруючих елементів 2,5-3 рази перевищує термін роботи існуючих паперових фільтрів, які використовуються для тонкої очистки оливи у масляних системах тепловозів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе Statistica. М.: Горячая линия Телеком, 2015. 288 с.;
2. Мукольянц А.А. Гидравлика Т.: "Fan va texnologiya", 2016.368 с.;
3. Коваленко В.П., Лесной К.Я., Краснов А.Ю.Комплексные критерии качества фильтрующих материалов для очистки нефтепродуктов на железнодорожном транспорте. Наука и техника транспорта. 2015. Вип. 3. С.74-80.;
4. Тук Д. Е., Гарипов А. А., Целищев В. А. Исследование течения жидкости в фильтрующем пакете с объемным принципом фильтрации. *Современные проблемы науки и образования*.2015.Вип. 3. С.11-17.;
5. Христофорова М. И., Хролынцев А. А., Яковлева О. В. Методика расчета оптимальной структуры фильтрующего элемента из нетканого полимерного материала. *Сборник научных трудов МГТУ им. Н.Э.Баумана "Фундаментальные исследования"*.2017.Вип.11.С. 331-338.;
6. Шилин Б. И., Ульянов А. А. Разработка модели поровой структуры волокнистых материалов фильтров объемного типа. *Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства*.2016. Вип. 4(16).С. 71-78.;
7. Ates S. Hydraulic modelling of control devices in loop equations of water distribution networks. *Flow Measurement and Instrumentation*. 2017. Т. 53. С. 243-260.
8. Lee J., Babadagli T. Comprehensive methodology for chemicals and nanomaterials screening for heavy oil recovery using microemulsion characterization. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 2018. Т. 171. С. 1099-1112.
9. Kang S., Lee H., Kim S.C. Modelling of fibrous filter media for ultrafine particle filtration. *Separation and Purification Technology*. 2018. Т.209. P.461-469.
10. Tin M., Anioke G., Nakagoe O. Membrane fouling, chemical cleaning and separation performance assessment of a chlorine-resistant nanofiltration membrane for water recycling applications. *Membrane fouling, chemical cleaning and separation performance assessment of a chlorine-resistant nanofiltration membrane for water recycling applications*. *Separation and Purification Technology*. 2017. Т.189. P.170-175.
11. Babanin O., Butskiy O., Kovalenko O., Maksimov M. Application of Synthetic Filters from Polypropylene in Diesel Locomotive Oil Systems to Improve the Efficiency of Cleaning Engine Oil. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. №7. P.162-166.
- 12.Donga B., Wanga F., Yanga. Polymer-derived porous SiOC ceramic membranes for efficient oil-water separation and membrane distillation. *Journal of Membrane Science*. 2018. №579. P. 111-119.
13. Lau W.J., Ismail A.F., Goh P.S. Characterization Methods of Thin Composite Nanofiltration Membranes. *Separation & Purification Reviews*. 2015. №44. P.135-156.
14. James J. Beaudoin and Jacques Marchand. *Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology. Principles, Techniques, and Applications*. Ottawa, Ontario, Canada. 2001. P .965
15. Stafford J., Walsh E., Egan V. Statistical analysis for time-averaged turbulent and fluctuating flow fields using particle image velocimetry. *Flow measurement and instrumentation*. 2012. №26. P.1-9.

REFERENCES

1. Borovikov, V.P. (2015) *Populyarnoe vvedenie v sovremennyj analiz dannyh v sisteme Statistica* [A popular introduction to modern data analysis in the Statistica syste]. Moskov, Hotline – Telecom Publ.;
2. Mukolyanc, A.A. (2016) *Gidravlika* [Hydraulics]. Tashkent, Fan va texnologiya Publ.;
3. Kovalenko, V.P., Lesnoj, K.Ya., Krasnov, A.Yu. (2015) *Kompleksnyye kriterii kachestva filtruyushih materialov dlya ochistki nefteproduktov na zheleznodorozhnom transporte* [Comprehensive quality criteria for filtering materials for refining petroleum products in rail transport.]. *Nauka i tehnika transporta* [Science and technology of transport.], 3, 74-80.;
4. Tuk, D.E., Garipov, A. A., Celishev, V. A. (2015) *Issledovanie techeniya zhidkosti v filtruyushem pakete s obemnym principom filtracii*. [Investigation of fluid flow in a filter bag with the volumetric principle of filtration.] *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. [Modern problems of science and education.], 3, 11-17.;

5. Hristoforova, M. I., Hrolyncev, A. A., Yakovleva, O. V. (2017) *Metodika rascheta optimalnoj struktury filtruyushhego elementa iz netkanogo polimernogo materiala [The method of calculating the optimal structure of the filter element from non-woven polymeric material.]*. Sbornik nauchnyh trudov MGTU im. N.E.Baumana "Fundamentalnye issledovaniya" [Collection of scientific papers of MSTU. N.E.Bauman "Fundamental research"], 11, 331-338.;
6. Shilin, B. I., Ulyanov, A. A. (2016) *Razrabotka modeli porovoj struktury voloknistyh materialov filtrov obemnogo tipa [Development of a model of the pore structure of fibrous materials of volumetric type filters.]*. *Ekologicheskaya bezopasnost stroitelstva i gorodskogo hozyajstva [Environmental safety of construction and urban economy]*, 4(16), 71-78.;
7. S. Ates (2017) *Hydraulic modelling of control devices in loop equations of water distribution networks*. *Flow Measurement and Instrumentation*, 53, 243-260.;
8. J. Lee, T. Babadagli (2018) *Comprehensive methodology for chemicals and nanomaterials screening for heavy oil recovery using microemulsion characterization*. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 171, 1099-1112.;
9. S. Kang, H. Lee, S. Kim (2018) *Modelling of fibrous filter media for ultrafine particle filtration*. *Separation and Purification Technology*, 209, 461-469.;
10. M. Tin, G. Anioke, O. Nakagoe (2017) *Membrane fouling, chemical cleaning and separation performance assessment of a chlorine-resistant nanofiltration membrane for water recycling applications*. *Membrane fouling, chemical cleaning and separation performance assessment of a chlorine-resistant nanofiltration membrane for water recycling applications*. *Separation and Purification Technology*, 189, 170-175.;
11. O. Babanin, O. Butskiy, O. Kovalenko, M. Maksimov (2018) *Application of Synthetic Filters from Polypropylene in Diesel Locomotive Oil Systems to Improve the Efficiency of Cleaning Engine Oil*. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, 162-166.;
12. B. Donga, F. Wanga, Yanga (2018) *Polymer-derived porous SiOC ceramic membranes for efficient oil-water separation and membrane distillation*. *Journal of Membrane Science*, 579, 111-119.;
13. W.J. Lau, A.F. Ismail, P.S. Goh (2015) *Characterization Methods of Thin Composite Nanofiltration Membranes*. *Separation & Purification Reviews*, 44, 135-156.;
14. J. James (2001) *Beaudoin and Jacques Marchand. Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology. Principles, Techniques, and Applications*. Canada, Ottawa, Ontario: William Andrew.;
15. J. Stafford, E. Walsh, V. Egan (2012) *Statistical analysis for time-averaged turbulent and fluctuating flow fields using particle image velocimetry*. *Flow measurement and instrumentation*, 26, 1-9.

Бабанин Александр, д.т.н.
(профессор, Украинский государственный университет
железнодорожного транспорта)
Буцкий Александр
(аспирант, Украинский государственный университет
железнодорожного транспорта)
Андрющенко Андрей, Мальков Илья, Гузь Вячеслав
(магистры, Украинский государственный университет
железнодорожного транспорта)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ МАСЛЯНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОВЗОВ

В статье, на основе положительных результатов экспериментальных исследований синтетических фильтров обоснована необходимость разработки теоретических подходов, которые позволяют получать основные характеристики и динамику их изменения в процессе эксплуатации. Предложен метод моделирования и прогнозирования ресурса работы

синтетических фильтров на основе регрессионной модели, который позволяет оценивать их работоспособность в различных интервалах пробега тепловоза в эксплуатации. При помощи этой модели определено, что ресурс работы синтетических фильтрующих элементов в два-три раза превышает срок службы существующих бумажных фильтров, которые используются для тонкой очистки масла в масляных системах тепловозов.

Ключевые слова: грязеемкость, загрязнения, поры, регрессия, ресурс, синтетический, тепловоз, фильтр, характеристика.

Babanin Alexander, Ph.D.

(Professor, Ukrainian State University of Railway Transport)

Butsky Alexander

(Postgraduate Student, Ukrainian State University of Railway Transport)

Andrey Andryushchenko, Ilya Malkov, Guz Vyacheslav

(Masters, Ukrainian State University of Railway Transport)

DETERMINATION OF THE WORK RESOURCE OF SYNTHETIC FILTERS FOR OIL DIESEL SYSTEMS

In clause questions which are connected with an opportunity of use of synthetic filtering elements in oil systems of diesel locomotives, and also by definition of their resource of work in operation are considered. It is analyzed domestic and foreign researches on use in filtering systems of new porous materials. Thus it is established, that use of such materials causes a lot of problems which are connected with a complex, chaotic arrangement times spaces and in most cases impossibility of application for their calculation of classical approaches by definition of the basic hydraulic characteristics. On the basis of experimental researches on application in oil systems of diesel locomotives as filters of thin clearing oil and positive results the basic directions of further use and necessity of development of theoretical questions which allow receiving the basic characteristics of these units and dynamics of change of their parameters in operation are certain. The method of modeling and forecasting of a resource of work synthetic filters on the basis of plural regress is offered to model which considers the parametrical dependences received as a result of carrying out of operational tests. Calculations are executed and predicted values of a resource of work of synthetic filters which show in two-rub times an opportunity of increase in run of a diesel locomotive without their replacement are received.

Keywords: *capacity of a dirt, characteristic, diesel locomotive, pollution, regress, resource, synthetic, filter, times.*