УДК 631.372:629.114.2-82

АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ВІДМОВИ ПОВІТРЯНОГО ФІЛЬТРА САЛОНУ МОБІЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ

Юрій НОВИЦЬКИЙ

Аспірант галузеве машинобудування

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

Анотація: *У даній роботі розглядалась причинно-наслідкова послідовність формування відмови паперового фільтра салону мобільного енергетичного засобу. Для забезпечення ефективності процесу фільтрації повітря доцільним є комплексне оцінювання концентрації пилових частинок після фільтра, якості фільтрації та перепаду тиску на фільтрувальному елементі.*

Ключові слова: *повітряний фільтр салону, відмова, періодичність замін.*

Повітряний фільтр салону мобільного енергетичного засобу (МЕЗ) є функціональним елементом системи вентиляції та кондиціювання, призначеним для зменшення надходження пилових і твердих аерозольних частинок до внутрішнього об’єму кабіни оператора [1, 2]. У простому паперовому фільтрі основним робочим елементом є пористий волокнистий матеріал, крізь який проходить повітряний потік, а тверді частинки затримуються на поверхні та в об’ємі фільтрувального шару [3]. Для МЕЗ у сільському господарстві підвищена запиленість повітря є характерною під час виконання операцій з обробітку ґрунту, сівби, збирання врожаю, транспортування сипких матеріалів, а також руху по запилених дорогах. Зі збільшенням концентрації пилових частинок у зовнішньому повітрі зростає їх надходження до фільтрувального елемента, тому тривала експлуатація МЕЗ у запиленому середовищі створює передумови для прискореного накопичення забруднень і скорочення ресурсу фільтра.

На початковій стадії забруднення накопичення пилу може супроводжуватися підвищенням здатності фільтра затримувати

дрібнодисперсні частинки, оскільки сформований пиловий шар створює додатковий фільтрувальний бар'єр. Подальше збільшення кількості забруднень спричиняє перекриття частини пор, зменшення ефективного перерізу для проходження повітря та зростання аеродинамічного опору. Відбувається зміна структури фільтра, збільшується частка заповнених пилом пор, формується ущільнений поверхневий шар, що призводить до погіршення аеродинамічних характеристик. Зміна властивостей фільтрувального матеріалу може також супроводжуватися нерівномірним розподілом забруднень по площі фільтра та локальною зміною умов проходження повітря. Внаслідок цього фактичні фільтраційні характеристики відхилятися від початкових. Особливе значення для простого паперового фільтра має збереження цілісності фільтрувального полотна та герметичності його встановлення. Пошкодження матеріалу або негерметичність посадкового місця можуть створювати канали для проходження неочищеного повітря до салону МЕЗ, що безпосередньо погіршує очищення. Подальша деградація фільтра проявляється недостатнім затримуванням пилових частинок. У такому стані частина аерозолю, яка за нормальної роботи мала б затримуватися фільтрувальним матеріалом, проходить до кабіни МЕЗ.

Однією з основних функціональних ознак деградації фільтра є зниження ефективності очищення повітря. Її можна оцінювати за співвідношенням концентрацій пилових частинок до та після фільтрувального елемента. Тому оцінювання технічного стану фільтра доцільно здійснювати за сукупністю діагностичних параметрів: концентрацією частинок після фільтра, ефективністю фільтрації та перепадом тиску на фільтрувальному елементі.

Відмова повітряного фільтра салону МЕЗ формується як результат поступової деградації його функціональних властивостей під дією експлуатаційного пилового навантаження. При досягненні граничного стану фільтр перестає забезпечувати необхідний рівень очищення повітря в кабіні або створює надмірний опір повітряному потоку. Таким чином, формування відмови слід розглядати не як одномоментну подію, а як закономірний

результат накопичення забруднень і зміни структурно-функціональних характеристик фільтрувального матеріалу. Причинно-наслідкову послідовність формування відмови простого паперового фільтра салону МЕЗ можна представити у вигляді: збільшення концентрації пилу у зовнішньому повітрі → підвищене пилове навантаження → накопичення пилу у фільтрувальному матеріалі → зміна фільтраційних та аеродинамічних властивостей → недостатнє затримування пилових частинок → збільшення концентрації пилу в салоні → зниження ефективності очищення повітря → відмова фільтра.

Отже, забруднення паперового фільтра є послідовним процесом переходу від початкового працездатного стану до граничного, який визначається накопиченням пилових частинок і деградацією функціональних властивостей фільтрувального елемента.

Список використаних джерел

1. Новицький, А., Ружило, З., Мельник, В., Марченко, В., & Новицький, Ю. (2026). Фільтри для очищення повітря в салонах автомобілів та кабінах самохідної техніки. *Agroexpert, (4),* 48–51. https://surl.li/pjbrrg

2. Novitskyi, Yu. (2024). Ensuring the reliability of filtration systems for transport and processing machines by redundancy. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. Том 20, № 4, С. 85–95. https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2024.85

3. Novitskiy Andriy, Melnyk Valentyna, Ruzhylo Zinoviy, Bannyi Oleksandr, Novitskiy Yuriy. (2026). Integrated management of reliability and techno-economic efficiency of vehicles based on engine air filter replacement logistics. *Engineering for Rural Development*, 25. pp. 426–432. https://erdev.lbtu.lv/sites/default/files/proceedings/2026/TF085.pdf

Abstract. *This study examines the cause-and-effect sequence leading to the failure of a paper cabin air filter in a mobile energy vehicle. To ensure effective air filtration, a comprehensive assessment of the concentration of dust particles downstream of the filter, filtration performance, and pressure drop across the filter element is considered appropriate.*

Keywords: *cabin air filter, failure, replacement interval.*