

УДК 629.331:629.017

ОПТИМІЗАЦІЯ НАДІЙНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ФІЛЬТРІВ ДВЗ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Новицький Ю. А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В останні роки значно зросли обсяги вітчизняних та імпортованих машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, які широко використовуються в аграрних підприємствах України. Попередніми дослідженнями встановлено, що в аграрній сфері широко використовуються транспортно-технологічні машини (ТТМ), до складу яких можна віднести мобільні енергетичні засоби (МЕЗ), мобільні технологічні машини, транспортно-технологічні комплекси сільськогосподарського та транспортно-технологічного призначення [1].

Випробуваннями встановлено, що довговічність двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) залежить від чистоти повітря на вході [2]. Вибір повітряного фільтра двигуна ґрунтується на вимогах до продуктивності фільтрувального елемента, умовах експлуатації та

середовища транспортного засобу, наявного простору, властивостей фільтруючого матеріалу та технології виробництва.

Двигуни внутрішнього згорання вбирають з повітрям велику кількість частинок. Це домішки з розмірами зерен, що не перевищують 80-100 мкм [2, 3]. Характерною ознакою забрудненого повітря є концентрація пилу в повітрі ($\text{г}/\text{м}^3$). Величина концентрації має різні значення в залежності від умов і ґрунту, в яких використовується ТТМ або ж МЕЗ. Найменша концентрація пилу в повітрі в межах 2-20 $\text{мг}/\text{м}^3$ спостерігається на вулицях і дорогах з твердим покриттям, а найбільша, до 10 $\text{г}/\text{м}^3$, при русі гусеничних транспортних засобів на полігонах або ж полях з сухим ґрунтом [3].

Знос елементів ДВЗ пояснюється частинками пилу розміром 1-40 мкм, проте найбільшої шкоди завдають частинки розміром 5-20 мкм [3]. Попадання до систем ДВЗ частинок пилу може бути основною причиною інтенсивного зносу деталей механізмів і систем, включаючи поршневі кільця, гільзи циліндрів, корінні та шатунні шийки та вкладиші колінчастого валу, корінних та шатунні підшипники, клапани та направляючі клапанів. Мінімальний термін служби представлених деталей та їх робочих поверхонь визначає термін служби ДВЗ. Граничний знос поршневих кілець і гільз циліндрів призводить до зниження потужності ДВЗ. Деякі домішки (близько 30%), що надходять з повітрям до циліндрів ДВЗ, видаляються з відпрацьованими газами, збільшуючи викиди твердих частинок [4].

Розглянемо системи фільтрації впускного повітря в сучасних ДВЗ МЕЗ та ТТМ. Мобільні енергетичні засоби, включаючи великі вантажні автомобілі, що експлуатуються в умовах високої концентрації пилу, зазвичай оснащуються двоступневими системами фільтрації [4]. Взамін одноступеневого фільтра, ТТМ аграрного виробництва використовується двоступневий фільтр, який спочатку застосовує ступінь попереднього очищення, щоб відокремити частинки пилу від всмоктуваного повітря за допомогою відцентрової сили, а потім направляє очищене повітря на первинний фільтр. Таким чином, в первинному фільтруючому елементі другого ступеня видаляється лише мінімальна кількість пилу.

Системи фільтрації впускного повітря в сучасних двигунах легкових автомобілів використовують одноступінчасті фільтри з панельними фільтрами з гофрованого фільтрувального паперу. Традиційні поверхневі целюлозні та поверхневі синтетичні фільтрувальні матеріали, які переважають на ринку фільтрації повітря для ДВЗ, можуть забезпечити високу пилловловлювальну здатність і високу ефективність. Початкова і фракційна ефективність для дрібних частинок пилу традиційних фільтрувальних матеріалів є занадто низькою в багатьох випадках.

Існує значна кількість наукових робіт, в яких представлені результати оптимізації повітряних фільтрів в напрямку мінімізації опору потоку при одночасному збереженні високої ефективності фільтрації [1-3]. Такий напрям досліджень зумовлений безперервним технологічним розвитком

автомобільних ДВЗ, які оснащуються все новішими системами та пристроями, в результаті чого зменшується простір, доступний для повітряного фільтра. Як наслідок зменшується поверхня фільтрації і збільшується швидкість фільтрації. Для фільтрувального паперу, що використовується в автомобільних повітряних фільтрах, максимальна швидкість фільтрації не повинна перевищувати допустимого значення (0,08–0,12 м/с) [2]. Перевищення цього значення може призвести до зниження ефективності фільтрації через явище відбиття та повторного всмоктування частинок. Основним методом забезпечення необхідної поверхні фільтрувального матеріалу є його гофрування. Кількість, висота та ширина складок є основними параметрами фільтрувального патрона, які описують геометрію гофрування і визначають площу поверхні фільтрувального паперу [3, 6]. Ефективність сепарації гофрованого волокнистого матеріалу та перепад тиску всмоктуваного повітря фільтрів у ДВЗ ТТМ досліджувалися багатьма дослідниками, як чисельними методами, так і експериментально [3, 5, 6]. Було доведено, що кожен чистий гофрований фільтр, який виготовлений з плісированого матеріалу характеризується оптимальною кількістю складок, для якої характерний мінімальний перепад тиску [4]. Проблема підвищення ефективності фільтрації повітря, яке надходить до систем ДВЗ потребує детального вивчення та подальших досліджень [7]. Вибір повітряного фільтра ДВЗ базується на умовах експлуатації та середовища транспортного засобу, враховує характеристики фільтрувального елемента та технології виробництва, конструкції корпусу та наявного простору для встановлення.

Список використаних джерел

1. 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*, 20(4), 85-95. <https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2024.85>.
2. Jaroszczyk, T.; Petrik, S.; Donahue, K. (2009). Recent development in heavy duty engine air filtration and the role of nanofiber filter media. *J. KONES Powertrain Transp.* 16, 207–216.
3. Dziubak, T.; Dziubak, S.D. (2020). Experimental Study of Filtration Materials Used in the Car Air Intake. *Materials*, 13, 3498.
4. Durst, M.; Klein, G.; Moser, N. (2005). *Filtration in Fahrzeugen*; Mann+Hummel GMBH: Ludwigsburg, Germany,.
5. Allam, S.; Elsaid, A.M. (2020). Parametric study on vehicle fuel economy and optimization criteria of the pleated air filter designs to improve the performance of an I.C diesel engine: Experimental and CFD approaches. *Sep. Purif. Technol.* 241, 116680.
6. Thomas, D.; Pacault, S.; Charvet, A.; Bardin-Monnier, N.; Appert-Collin, J.C. (2019). Composite fibrous filters for nano-aerosol filtration: Pressure

drop and efficiency model. *Sep. Purif. Technol.* 215, pp. 557–564. DOI:10.1016/j.seppur.2019.01.043.

7. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. (2017). «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кропивницький: ЦНТУ. С. 255–256.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.