

Могила В.І., Ковтанець М.В., Марченко Д.М.

РОЗРОБКА УНІФІКОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЖАЛЮЗІЙНОГО АПАРАТУ ДЛЯ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ТЕПЛОВОЗА

У статті розглянуто питання підвищення ефективності роботи охолоджувальних пристроїв сучасних тепловозів шляхом удосконалення конструкції жалюзійних апаратів, що встановлюються на виході вентиляторного каналу. Актуальність проблеми зумовлена тим, що на привід допоміжних пристроїв тепловоза витрачається значна частка його номінальної потужності – від 8 до 14 %, з яких до 8 % припадає саме на вентиляторну установку. Значні енергетичні втрати у відкритій робочій частині вентиляторного каналу та на виході з нього суттєво знижують загальний ККД тепловоза, особливо в умовах зростання конструкційної швидкості сучасних локомотивів. Одним із ключових чинників таких втрат є підвищений аеродинамічний опір, що створюється традиційними жалюзійними апаратами, які виконують як захисну, так і функціональну роль в системі охолодження. Для вирішення зазначеної проблеми запропоновано нову універсальну конструкцію пелюсткового жалюзійного апарату, спроектовану на кафедрі залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СХУ ім. В. Даля. Основною особливістю конструкції є використання ведучих та ведених жалюзійних створок у формі пелюсток, які працюють за принципом саморегульованого клапана та забезпечують рівномірне відкриття в залежності від аеродинамічного напору. Використання шарнірних з'єднань, пружин кручення та спеціальних міжстворкових жолобів дозволяє мінімізувати втрати тиску, уникнути відриву повітряного потоку та підвищити рівномірність швидкісного поля на виході з вентилятора.

Окрему увагу приділено вдосконаленій конфузотно-дифузортній модифікації пелюсткового жалюзійного апарату, яка формує саморегульоване горло сопла або дифузора. Така конструкція забезпечує стабільний безвідривний режим течії потоку повітря, знижує ступінь турбулізації та сприяє значному зменшенню аеродинамічного опору. Експериментальні та теоретичні дослідження показали, що застосування цього апарату дозволяє зменшити потужність, яку споживає вентиляторна установка, що, у свою чергу, знижує загальні втрати на привід допоміжних пристроїв і підвищує енергоефективність тепловоза.

Запропоновані конструкції відзначаються простотою виготовлення, невеликими габаритами, надійністю та високою технологічністю, що робить їх придатними як для нових локомотивів, так і для модернізації існуючих моделей. Їх застосування дозволяє покращити роботу системи охолодження, підвищити ресурс силових установок та знизити експлуатаційні втрати. Отримані результати підтверджують перспективність і конкурентоспроможність розроблених жалюзійних апаратів у сфері сучасного тепловозобудування, а також визначають доцільність їх подальшого впровадження та удосконалення.

Ключові слова: охолоджувальний пристрій тепловоза, жалюзійний апарат, аеродинамічний опір, вентиляторна установка, конфузотно-дифузортна конструкція, пелюсткові створки, енергоефективність

Актуальність дослідження. Світовою тенденцією створення сучасного рухомого тягового складу є розробка тепловозів з високою конструкційною швидкістю, що пов'язано з вирішенням низки технічних завдань, зокрема зниження потужності, що відбирається на допоміжні потреби [1].

Аналіз досліджень та публікацій. Як відомо [2, 3], на привід допоміжних пристроїв тепловоза витрачається від 8 до 14% його номінальної потужності, причому зі збільшенням потужності збільшуються витрати на привід допоміжних пристроїв, що суттєво знижує ККД тепловоза в цілому. Основним споживачем потужності допоміжних пристроїв є охолоджувальний пристрій, а саме вентиляторна установка, яка за даними різних джерел [2, 4] споживає до 8% від номінальної потужності тепловоза. Це, зокрема, залежить від конструктивних особливостей жалюзійного апарату, встановленого безпосередньо на виході з вентиляторного каналу за колесом вентилятора.

Одним з найважливіших при проектуванні охолоджувальних пристроїв тепловоза є питання втрати енергії в робочій частині вентиляторного каналу і на виході з нього. Втрати енергії у відкритій робочій частині складаються з втрат енергії у вільному струмені, що рухається у просторі, заповненому повітрям, та з вихідних втрат. Вхідні втрати виникають при вході в дифузор через те, що частина повітря, що рухається, не може увійти в дифузор. Відомо, що ці втрати становлять значну частку всіх втрат у відкритій робочій частині. Як показали дослідження [5], це зазвичай 40-60% від потужності, що підводиться до вентиляторної установки, і є основною частиною всіх втрат у каналі.

Осьові вентилятори відносяться до класу високовитратних низьконапірних машин, у яких частка динамічного тиску в повному тиску значна у всій галузі робочих режимів [6, 7]. Велика величина динамічного тиску пов'язана з тим, що в більшості випадків середньовитратну швидкість при виході з вентиляторного каналу вважають за кільцевим вихідним перерізом. Тому раціональне проектування вихідних елементів за осьовими вентиляторами є дуже важливим [8].

Особливий інтерес представляє питання аеродинаміки потоку у вихідному каналі вентиляторної установки з пелюстковим жалюзійним апаратом теплового охолоджуючого пристрою.

На більшості відомих у локомотивобудуванні вітчизняних та зарубіжних тепловозах на виході з охолоджувального пристрою встановлений жалюзійний апарат [1, 2], що виконує роль як захисного механізму від попадання атмосферних опадів та інших предметів в холодильну камеру тепловоза, так і інші не менш важливі в охолоджуючому процесі. Конструктивні виконання жалюзійного апарату різноманітні: кожна з них має свої переваги, але всі вони ведуть до значного збільшення аеродинамічного опору за колесом вентилятора охолоджуючого пристрою тепловоза. Це є наслідком більшої витрати потужності на привід вентиляторної установки та, отже, економічно недоцільно. Вищевикладене показує, що зниження потужності на привід допоміжних пристроїв холодильної камери підвищенням ефективності роботи жалюзійного апарату тепловоза для охолоджуючого пристрою є актуальним завданням в сучасному тепловозобудуванні.

Мета статті. Для підвищення ефективності охолоджуючого пристрою тепловоза було поставлено за мету створити такі конструкції жалюзійного апарату, які відповідали б необхідним вимогам надійності та ефективної роботи і в той же час були економічно вигідними та конкурентоспроможними.

Результати дослідження. Зважаючи на попередній досвід розробки та будівництва конструкцій жалюзійного апарату, на кафедрі залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СНУ ім. В. Даля була спроектована та винайдена універсальна конструкція пелюсткового жалюзійного апарату [9, 10], створки якого виконані у формі пелюсток. Суть конструкції пояснюється ілюстративним матеріалом, де на рисунку 1,а зображено пелюстковий жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза у розрізі (розріз А-А), а на рисунку 1,б – його вигляд зверху. Пелюстковий жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза містить обтічник вентилятора 1, до якого кріпиться корпус 2 жалюзійного апарату за допомогою армованих гумових ущільнень 3, що є гумою з ввареними в неї болтами різьбленням назовні і необхідних для герметизації поверхні. Жалюзійні створки 4 і додаткові жалюзійні створки 5 прикріплені до корпусу 2 жалюзійного апарату охолоджуючого пристрою тепловоза шарнірними з'єднаннями 7. Пристрій також забезпечено пружинами кручення 6, один кінець яких кріпиться до жалюзійної створки 5, а інший – корпусу. За допомогою шарнірних з'єднань 7 і пружин кручення 6 жалюзійні створки 4 і додаткові жалюзійні створки 5 відкриваються і закриваються.

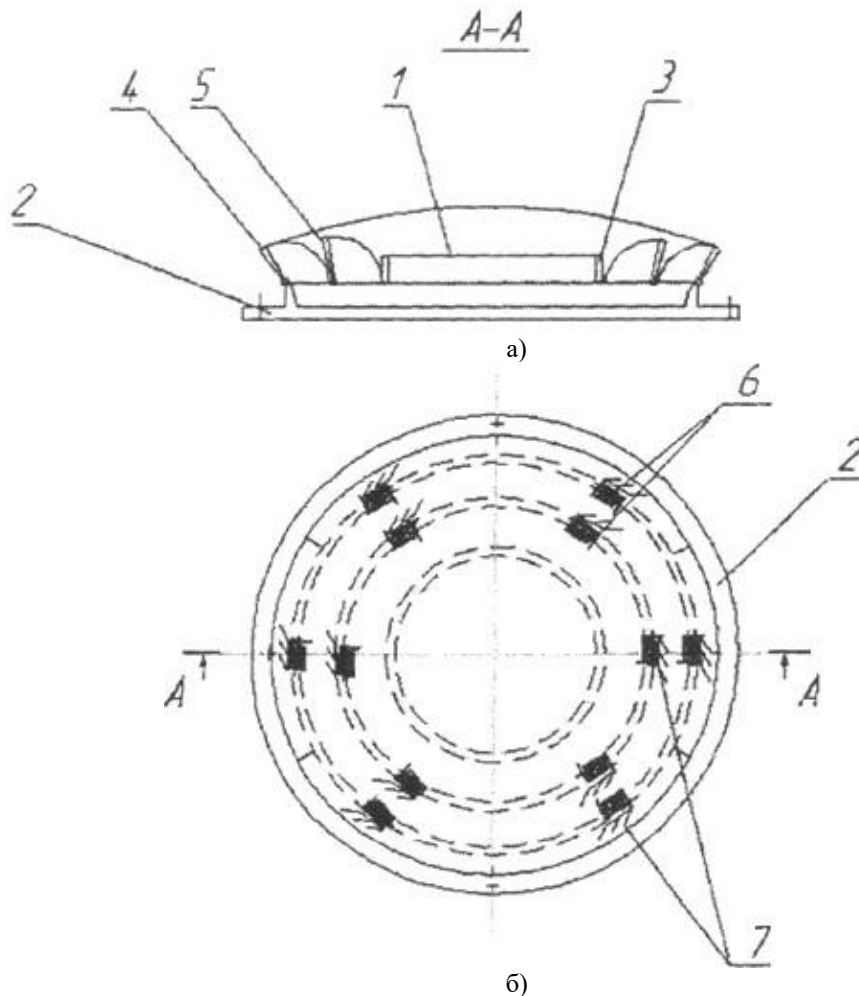


Рисунок 1 – Пелюстковий жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза

Жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза працює за принципом клапана в такий спосіб. Розміщені на корпусі 2 жалюзійного апарату створки 4 і додаткові жалюзійні створки 5 відкриваються під час роботи вентилятора під дією аеродинамічного напору за допомогою шарнірних з'єднань 7, причому кут відкриття жалюзійних створок 4 і 5 регулюється зміною числа обертів вентилятора. Пружини кручення 6 допомагають жалюзійним створкам 4 і додатковим жалюзійним створкам 5 закритися при відключенні вентилятора.

Таким чином, забезпечується рівномірне відкриття жалюзійних створок в залежності від числа оборотів колеса вентилятора, уникнення часткової втрати аеродинамічного напору крізь щілини між відкритими створками, випрямлення повітряного потоку, що виходить за колесом вентилятора, за рахунок чого відбувається зниження коефіцієнта аеродинамічного опору повітряного потоку отже, підвищення ефективності процесу охолодження силових установок тепловоза та зниження потужності на привід допоміжних пристроїв.

Запропонована універсальна конструкція пелюсткового жалюзійного апарату ефективніша за раніше відомі конструкції тим, що зменшено витрату потужності на привід вентилятора охолоджуючого пристрою тепловоза.

Для зниження втрат енергії, отримання одноріднішого поля швидкостей і тисків, вирівнювання потоку повітря, а також зниження ступеня турбулентності в робочій частині на кафедрі залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин СНУ ім. В. Даля була спроектована та винайдена конструкція пелюсткового жалюзійного апарату конфузorno-дифузornoго типу з ефектом випрямлення потоку повітря [11]. Зменшення втрат із застосуванням нової розробленої конструкції, у порівнянні з різноманітними існуючими конструкціями пелюсткових жалюзійних апаратів, досягається тим, що встановлений конфузorno-обмежувач жалюзійного апарату складається з розділених між собою створок. Таким чином, створена конструкція виконана у вигляді саморегульованого горла сопла або дифузора. Суть даного винаходу пояснюється ілюстративним матеріалом, де на рисунку 2 зображено пелюстковий жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза (розріз А-А та вид зверху). На рисунку 3 зображено положення жалюзійної створки і створки вихідного обмежувача конфузора, коли вони відкриті і створюють конфузornoий і дифузornoий канал (А – на рисунку 3).

Пелюстковий жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза містить обтічник вентилятора 1, на який прикріплений корпус 2 жалюзійного апарату холодильної камери тепловоза за допомогою армованих гумових ущільнень 3, що представляють собою гуму з ввареними в неї болтами різьбленими назовні і необхідних для атмосферних опадів у вентилятор, ведучі 4 та відомі 5 жалюзійні створки у формі пелюсток із пластику, які спираються на обтічник вентилятора. Частина жалюзійної створки, яка спирається на обтічник вентилятора, у ведучій створки виконана ширше, ніж у відомій створки, бічні частини ведучих створок загнуті до внутрішньої сторони відомих створок, що використовується як міжстворкові жолоби. Жалюзійні створки виконані з тонкого листа пластику для зменшення опору напору повітря, створюваного вентилятором, і прикріплені до корпусу жалюзійного апарату холодильної камери тепловоза шарнірними з'єднаннями 6, які, у свою чергу, використані як ролики. За допомогою шарнірних з'єднань ведучі а відомі жалюзійні створки відкриваються та закриваються. Вихідний конфузorno-обмежувач виконаний у формі створки з функцією розкриття, прикріплений за допомогою шарнірних з'єднань з пружинами кручення до корпусу жалюзійного апарату та обмежує відкриття жалюзійних створок.

Жалюзійний апарат охолоджуючого пристрою тепловоза працює за принципом клапана в такий спосіб. Розміщені на корпусі 2 жалюзійного апарату холодильної камери тепловоза ведучі 4 та відомі 5 жалюзійні створки відкриваються при роботі вентилятора під дією аеродинамічного напору за допомогою шарнірних з'єднань-роликів 6 і відкривають створки 7 вихідного конфузorno-обмежувача. Пружини кручення 9 за допомогою шарнірних з'єднань 8 і власну вагу допомагають створці 7 і жалюзійним створкам 4 і 5 закритися. У закритому положенні жалюзійна створка 5 спирається на обтічник вентилятора 1 і на жалюзійну створку 4, яка, у свою чергу, спирається тільки на обтічник вентилятора 1. Кут відкриття жалюзійних створок регулюється зміною числа обертів вентилятора і створює конфузornoий, прямий або дифузornoий канал.

Таким чином, забезпечується рівномірне відкриття жалюзійних створок залежно від зміни напору, створюваного вентилятором, та усунення часткової втрати аеродинамічного натиску завдяки конструктивним властивостям вихідного конфузorno-обмежувача. Використання жалюзійних створок і створок вихідного конфузorno-обмежувача як спрямовуючого апарату дозволяє знизити коефіцієнт аеродинамічного опору повітряного потоку на виході з вентиляторного каналу охолоджуючого пристрою, знизити потужність, що витрачається на привід допоміжних пристроїв, і, отже, підвищити ефективність процесу.

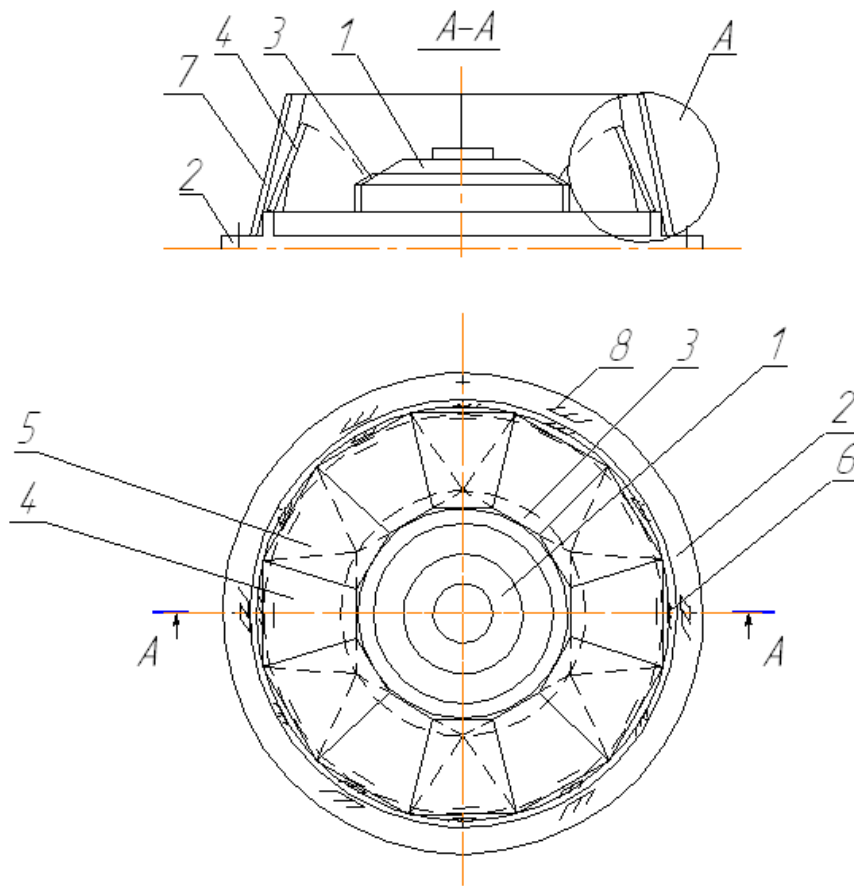


Рисунок 2 – Схема пелюсткового жалюзійного апарату конфузотно-дифузотного типу з ефектом спрямування потоку повітря охолоджуючого пристрою тепловоза: 1 – обтічник вентилятора; 2 – корпус жалюзійного апарату; 3 – армовані гумові ущільнення; 4 – провідна жалюзійна створка; 5 – ведома жалюзійна створка; 6, 8 – шарнірні з’єднання; 7 – створка вихідного конфузотро-обмежувача; 9 – пружини кручення

Завдяки конструктивним особливостям спроектованого пелюсткового жалюзійного апарату з ефектом спрямування, відрив потоку повітря від стін конфузотро-обмежувача при його розкритті практично зводиться до мінімуму. Режим течії потоку повітря на виході з вентиляторного каналу з пелюстковим жалюзійним апаратом конфузотро-дифузотного типу з ефектом випрямлення набуває відносно стійкого характеру. Тим самим, режим руху потоку повітря в каналі, що створюється поступовим відкриттям створок-жалюзі і створок конфузотро-обмежувача схожий з безвідривним (безвідривний дифузотр) [12].

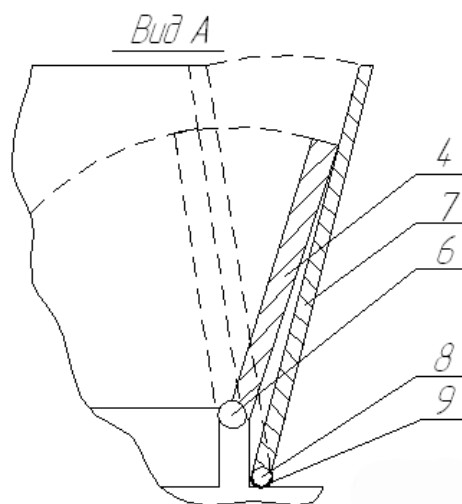


Рисунок 3 – Схема положення створок пелюсткового жалюзійного апарату конфузотро-дифузотного типу з ефектом спрямування потоку повітря охолоджуючого пристрою тепловоза:
 - - - - - конфузотр; ———— дифузотр.

Слід зауважити, що дана конструкція пелюсткового жалюзійного апарату не вимагає великих витрат на її виконання, порівняно проста у виготовленні, і в той же час найбільш ефективніша за аналоги, а також має невеликі габаритні розміри, що робить її досить перспективною для застосування в системах охолодження тепловозів [13].

Висновок. Загалом, проведений аналіз конструктивних рішень свідчить, що всі вищевикладені переваги запропонованих жалюзійних апаратів – підвищена надійність роботи, покращена аеродинамічна ефективність, зменшені витрати на обслуговування та можливість адаптації до різних режимів експлуатації – формують їх високу технічну та експлуатаційну цінність. Сукупність цих властивостей визначає доступність і доцільність застосування таких конструкцій під час вибору жалюзійного апарату для комплектації охолоджувальних пристроїв тепловозів, що вже експлуатуються, проходять модернізацію або створюються у рамках нових проектів.

Таким чином, запропоновані конструкції не лише повною мірою відповідають сучасним вимогам до ефективності систем охолодження, але й демонструють значний потенціал подальшого розвитку, забезпечуючи їх перспективність і конкурентоспроможність на ринку залізничного машинобудування.

Література

1. Могила В.І. Аналіз роботи систем охолодження магістральних тепловозів / В.І. Могила, М.В. Ковтанець, М.О. Морнева, Д.В. Тарасов // Розвиток будівництва та житлово-комунального господарства в сучасних умовах: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції; 31 жовтня 2024 р., м. Київ. – Київ: СЛУ ім. В. Даля, 2024. – С. 298-301.
2. Куликов Ю.А. Системы охлаждения силовых установок тепловозов / Ю.А. Куликов. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.
3. Камаев А.А. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов / А.А. Камаев, Н.Г. Апанович, В.А. Камаев и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 351 с.
4. Тепловозы. Под ред. Панова Н.И. – М.: Машиностроение, 1976. – 544 с.
5. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении. Изд. 3-е, доп. и исправл. – Л.: Машиностроение, 1974. – С. 480.
6. Брусиловский И.В. Аэродинамика и акустика осевых вентиляторов / И.В. Брусиловский // Труды ЦАГИ. – Вып. 2650. – М.: Изд. отд. ЦАГИ, 2004.
7. Рекомендации по расчету гидравлических сопротивлений сложных элементов систем вентиляции. – М.: Стройиздат, 1981.
8. Горбунов М.І. Системи діагностування рухомого складу [Текст]: навч. посіб / М.І. Горбунов, О.С. Ноженко, В.І. Могила, В.С. Ноженко // Северодонецьк: СЛУ ім. В. Даля. – 2018. – 231 с.
9. Патент України №35969 на корисну модель Жалюзійний апарат холодильної камери тепловоза МПК (2006.01) / Могила В.І., Коваленко А.О., Ремінь В.І., Светлічний К.О., Бараніч Ю.В., Гусенцова О.С.; заявник і власник СЛУ ім. В.Даля. – u200805833; заявл. 05.05.2008; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 19. – 4 с.
10. Могила В.І. Вдосконалення енергетичних характеристик тепловоза шляхом оптимізації умов охолодження / В.І. Могила, М.В. Ковтанець, Т.М. Ковтанець // Наукові вісті Давіського університету, № 21, 2021. Електронне наукове фахове видання. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-15>
11. Могила В.І. Підвищення ефективності функціонування системи охолодження тепловоза шляхом використанню пелюсткового жалюзійного механізму / В.І. Могила, М.В. Ковтанець, М.О. Морнева, В.Д. Плотніков // Наукові вісті Давіського університету, № 27, 2024. Електронне наукове фахове видання. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2024-27-10>
12. Идельчик И.Е. Аэрогидродинамика технологических аппаратов (подвод, отвод и распределение потока по сечению аппаратов). – М.: Машиностроение, 1983. – 351 с.
13. Горбунов М.І. Обґрунтування концепції вдосконалення об'єктів залізничної техніки на підставі теорії прийняття рішень: Монографія. М.І. Горбунов, М.В. Ковтанець, О.В. Сергієнко, Т.М. Ковтанець. – Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2020. – 98 с.

References

1. Mohyla V.I. Analiz roboty system okholodzhennia mahistralnykh teplovoziv / V.I. Mohyla, M.V. Kovtanets, M.O. Morneva, D.V. Tarasov // Rozvytok budyvnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva v suchasnykh umovakh: materialy VII vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii; 31 zhovtnia 2024 r., m. Kyiv. – Kyiv: SNU im. V. Dalia, 2024. – S. 298-301.
2. Kulykov Yu.A. Systemy okhlazhdeniya sylovykh ustanovok teplovozov / Yu.A. Kulykov. – M.: Mashynostroenye, 1988. – 280 s.
3. Kamaev A.A. Konstruktsiya, raschet y proektyrovanye lokomotyvov / A.A. Kamaev, N.H. Apanovych, V.A. Kamaev y dr. – M.: Mashynostroenye, 1981. – 351 s.
4. Teplovozy. Pod red. Panova N.Y. – M.: Mashynostroenye, 1976. – 544 s.
5. Povkh Y.L. Aerodynamicheskiy eksperyment v mashynostroenyu. Yzd. 3-e, dop. y yspravl. – L.: Mashynostroenye, 1974. – S. 480.
6. Brusylovskiy Y.V. Aerodynamyka y akustyka osevykh ventyliatorov / Y.V. Brusylovskiy // Tруды TsAHY. – Выр. 2650. – М.: Yzd. отд. TsAHY, 2004.
7. Rekomendatsyy po raschetu hydravlycheskykh soprotyvleniy slozhnykh elementov system ventyliatsyy. – М.: Stroyzdat, 1981.
8. Horbunov M.I. Systemy diahnostuvannia rukhomoho skladu [Tekst]: navch. posib / M.I. Horbunov, O.S. Nozhenko, V.I. Mohyla, V.S. Nozhenko // Severodonetsk: SNU im. V. Dalia. – 2018. – 231 s.
9. Patent Ukrainy №35969 na korysnu model Zhaliuziinyi aparat kholodynoi kamery teplovoza MPK (2006.01) / Mohyla V.I., Kovalenko A.O., Remin V.I., Svetlichnyi K.O., Baranich Yu.V., Husentsova O.S.; zaiavnyk i vlasnyk SNU im. V.Dalia. – u200805833; zaiavl. 05.05.2008; opubl. 10.10.2008, Biul. № 19. – 4 s.
10. Mohyla V.I. Vdoskonalennia enerhetychnykh kharakterystyk teplovoza shliakhom optymizatsii umov okholodzhennia / V.I. Mohyla, M.V. Kovtanets, T.M. Kovtanets // Naukovi visti Dalivskoho universytetu, № 21, 2021. Elektronne naukove fakhove

vydannya. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2021-21-15>

11. Mohyla V.I. Pidvyshchennia efektyvnosti funktsionuvannia systemy okolodzhennia teplovoza shliakhom vykorystanni peliustkovoho zhaliuziinoho mekhanizmu / V.I. Mohyla, M.V. Kovtanets, M.O. Morneva, V.D. Plotnikov // Naukovi visti Dalivskoho universytetu, № 27, 2024. Elektronne naukove fakhove vydannya. DOI: <https://doi.org/10.33216/2222-3428-2024-27-10>
12. Ydelchik Y.E. Aэрогидродинамика технolohyческых аппаратов (подвод, отвод у распределенье потока по сеcheniyu аппаратов). – М.: Mashynostroenye, 1983. – 351 s.
13. Horbunov M.I. Obgruntuvannia kontseptsii vdoskonalennia ob'ektiv zaliznychnoi tekhniki na pidstavi teorii pryiniattia rishen: Monohrafiia. M.I. Horbunov, M.V. Kovtanets, O.V. Serhienko, T.M. Kovtanets. – Odesa: KUPRIENKO SV, 2020. – 98 s.

The article examines the increased efficiency of the cooling devices of modern diesel locomotives by improving the design of louver devices that are installed at the outlet of the fan duct. The urgency of the problem is due to the fact that a significant portion of its nominal power is spent on driving auxiliary devices of the diesel locomotive - from 8 to 14%, of which up to 8% falls on the fan installation itself. Significant energy expenditures at the open working part of the fan duct and at the outlet from it significantly reduce the exhaust efficiency of the diesel locomotive, especially in the context of the increasing structural fluidity of modern locomotives. One of the key drivers of such costs is the movement of the aerodynamic supports that are created by traditional louver units, which end up drying out, as well as their functional role in the refrigeration system.

To solve the most serious problem, a new universal design of the venetian blind device was proposed, designed at the Department of Lifting, Automobile Transport and Lifting-Transport Machines SNU im. V. Dahl. The main feature of the design is the rotation of the leading and leading louver flaps in the shape of pellets, which operates on the principle of a self-regulating valve and ensures uniform ventilation in the area against aerodynamic pressure. The use of flexible hinge joints, torsion springs and special inter-leaf grooves allows minimizing the wastage of pressure, eliminating the wind flow and increasing the uniformity of the fluid field on exit from the fan.

We pay special attention to the highly detailed confuser-diffuser modification of the louvre device, which forms the self-adjusting throat of the nozzle or diffuser. This design ensures a stable, wind-free mode of air flow, lowers the stage of turbulization and accommodates a significantly changed aerodynamic support. Experimental and theoretical studies have shown that stagnation of this device allows for a change in the pressure associated with the fan installation, which, in turn, reduces waste costs for driving additional devices and promotes the energy efficiency of a diesel locomotive.

The proposed designs are characterized by ease of preparation, small dimensions, reliability and high technology, which makes them suitable both for new locomotives and for the modernization of existing models. Their stagnation allows you to improve the performance of the cooling system, extend the life of power plants and reduce operating costs. The obtained results confirm the prospects and competitiveness of the division of blind devices in the field of daily diesel locomotive generation, and also indicate the feasibility of their further development and improvement.

Key words: cooling device of a diesel locomotive, louvered device, aerodynamic support, fan installation, confuser-diffuser design, pellet flaps, energy efficiency

Могіла В. І. – професор кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, кандидат технічних наук, професор; vimogilal@ukr.net

Ковтанець М. В. – доцент кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, кандидат технічних наук, доцент; kovtanetsm@gmail.com

Марченко Д. М. – перший проректор Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, доктор технічних наук, професор; marchenko@snu.edu.ua

Стаття надійшла до редакції: 25.11.2025 р.

Стаття прийнята до друку: 27.11.2025 р.

Стаття опублікована: 09.12.2025 р.