

достатньо великий обсяг робіт з передачі вантажних і пасажирських поїздів, вагонів, контейнерів і вантажів на мережу залізниць суміжних держав. При передачі вагонів через кордон на цих станціях виконуються окрім традиційних операцій з обробки поїздів, составів, вагонів та обслуговування пасажирів, спеціальні операції, до яких відносяться митний контроль, прикордонний, ветеринарний і фітопатологічний огляди вантажів.

Аналіз структури колійного розвитку існуючих прикордонних передавальних станцій, технічного оснащення прикордонних і митних служб довів, що вони в неповній мірі відповідають сучасним вимогам щодо проектування прикордонних переходів. Також недостатньо обґрунтовано на сьогоднішній день розміщення цих станцій (відстань від кордону) зі стратегічної позиції та мало вивчено можливість їх спільної експлуатації службами сумісних держав. Спорудження спільної прикордонної передавальної станції дозволило б не тільки скоротити простої поїздів на кордоні за рахунок зменшення загальної тривалості виконання митних і прикордонних формальностей службами двох держав, а і суттєво скоротити витрати на її експлуатацію і будівництво.

Таким чином, оптимізація розміщення передавальних станцій, їх конструктивних параметрів та технології взаємодії служб на сьогодні є актуальним науково-прикладним завданням.

ПАНЧУК О.В., ст. викладач

Український державний університет залізничного транспорту

Харків, Україна

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В КАНАЛАХ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Залізничний транспорт України є провідною галуззю в дорожньо-транспортному комплексі країни, який забезпечує майже 82 % вантажних і 36% пасажирських перевезень, здійснюваних всіма видами транспорту.

Залізниці України до останнього часу забезпечували потреби економіки і населення у перевезеннях. На сьогодні технічний ресурс залізниць практично вичерпано. Існує загроза незабезпечення залізничним транспортом у подальшому потреб економіки України у перевезеннях [1].

Через катастрофічну зношеність рухомого складу, невідповідність між придбанням і списанням вантажних вагонів та локомотивів існує загроза незабезпечення потреб промислових галузей економіки у перевезеннях вантажів, з відповідними витратами для держбюджету, зниженням показників економічного розвитку країни (таблиця 1) [2].

Таблиця 1 – Показники вантажних перевезень

Найменування показників	2020 рік	2019 рік	2018 рік
Перевезено, млн. тонн, у т.ч.	305,5	312,9	322,3
транзит	12,5	14,4	16,3
імпорт	36,5	43,2	43,6
експорт	113,0	115,8	107,4
внутрішні	143,4	139,6	155,0
Вантажообіг, млн. т-км, у т.ч.	175 587,2	181 844,7	186 344,1
транзит	14 276,4	15 216,2	17 452,8
імпорт	20 225,4	23 673,5	23 846,0
експорт	77 838,8	80 855,8	76 664,9
внутрішні	63 246,4	62 099,2	68 380,4

Незважаючи на падіння показників вантажних перевезень в цілому, «за підсумками 2020 року територією України залізничним транспортом було перевезено 425 066 ДФЕ (контейнер у двадцятифутовому еквіваленті). Це на 11 % більше від обсягів перевезень контейнерів за 2019 рік. На постійній основі в Україні курсували 50 контейнерних поїздів, з них 11 – міжнародних. І цей напрям продовжує стрімко розвиватися», - поділився статистикою Владислав Криклій [3].

Згідно зі статистичними даними [1] 1961 локомотив на шести залізницях – це тепловози, що складає більш 50 % від загальної кількості тягового рухомого складу, який налічує інвентарний парк Укрзалізниці.

Таким чином, заходи спрямовані на впровадження наукових розробок, що сприятимуть зменшенню споживання світлих нафтопродуктів, виходить на провідні позиції серед головних завдань такого гіганту промисловості як Укрзалізниця.

Для приводу вентиляторів системи охолодження тягових електродвигунів витрачається частина енергії, яка виробляється силовою установкою тепловоза. Ефективність процесів тепловідведення помітно впливає не тільки на тепловий стан елементів конструкції двигуна, а й на коефіцієнт корисної дії силової установки і витрату палива. Одним з напрямків підвищення ефективності роботи системи охолодження є забезпечення умов для збільшення коефіцієнтів теплообміну між стінками каналів і охолоджуючим теплоносієм [5].

Охолодження осереддя якорів здійснюється повітрям. Зазвичай систему охолодження виконують у вигляді каналів круглого або прямокутного перетину. Потужність на привід вентиляторів, яка необхідна для забезпечення необхідного рівня температур, становить 8-10% від величини потужності тягового електродвигуна [4].

Підвищення тепловіддачі завжди затребуване і залежить від швидкості охолодження, тому зростає потреба в більш ефективних системах теплопередачі. З цієї причини дослідники ввели різні методи підвищення теплопередачі.

За допомогою інтенсифікації теплообміну збільшується кількість тепла, переданого через одиницю поверхні теплообміну, і, відповідно, зменшуються масогабаритні показники пристрою; досягається більш вигідне співвідношення між переданим кількістю тепла і потужністю, що витрачається на прокачування теплоносіїв. Високу технічну якість інтенсифікованого обладнання покращує загальні характеристики енерготехнологічних установок.

Різні способи інтенсифікації теплообміну розроблені і досліджені не однаковою мірою, лише частина з них доведена до рівня промислового використання.

Теорія інтенсифікації теплообміну знаходиться на початковому етапі розробки, що справедливо і для розрахунку процесів переносу тепла в каналах. В основі тепло-гідравлічного розрахунку таких каналів – емпіричні і напівемпіричні співвідношення, що мають обмежену сферу застосування. Однак існує дефіцит навіть цих дослідних формул. Таким чином, проектування нового ефективного обладнання і модернізація існуючого, навіть на основі апробованих на практиці методів інтенсифікації, потребують проведення додаткових експериментальних досліджень теплообміну та гідродинаміки течії в каналах, а також розробки моделей і методів для їх тепло-гідравлічного розрахунку.

Принципово їх класифікують на дві категорії:

- активні методи інтенсифікації: механічний вплив на поверхню теплообміну (обертання, вібрація поверхні, перемішування рідини та ін.); вплив на потік електричним магнітним або акустичним полем, пульсаціями тиску; вдув або відсмоктування робочого середовища через пористу поверхню й ін.

- пасивні методи, в основі яких вплив на потік формою поверхні теплообміну: застосування вставних інтенсифікаторів (гвинтових, локальних і пластинчастих завихрювачів потоку), різного типу ребра поверхні теплообміну й ін.

Методи інтенсифікації конвективного теплообміну відносяться до другої категорії, і їх, в свою чергу, можна умовно розділити на наступні основні групи:

- надання потоку рідини обертально-поступального руху;
- руйнування пристінних шарів рідини.

Перший спосіб полягає в створенні закрученого руху потоку за допомогою стрічкових, шнекових і пластинчастих завихрювачів. Такі завихрювачі впливають на весь потік. Другий спосіб полягає у впливі на пристінну область течії за рахунок штучної шорсткості у вигляді різного типу накаток на внутрішній стінці труб, дротяних спіралей і ін.

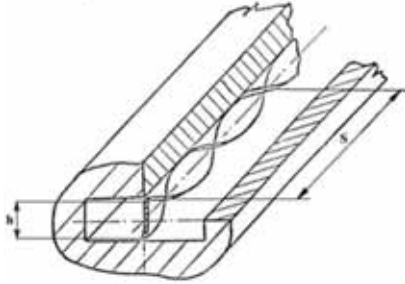
Реалізація поверхонь з пристінними турбулізаторами для систем охолодження роторів електродвигунів є технологічно складним завданням. Більш прийнятним у даному випадку може бути застосування пристроїв, що здійснюють закрутку потоку: спіральні вставки, закручені стрічки, тангенціальне введення охолоджуючого теплоносія.

При використанні спіральних дротяних або стрічкових завихрювачів збільшення інтенсивності тепловіддачі за рахунок місцевих зривів пограничного шару доповнюється ефектом закрутки потоку [6].

Для систем охолодження статорів тягових електродвигунів найбільш перспективним є застосування скручених стрічок, що відрізняються простотою виготовлення і монтажу, малої матеріаломісткістю, можливістю використання як при проектуванні нових систем охолодження, так і при модернізації існуючого обладнання.

Основною геометричною характеристикою спіральних вставок, що визначає процеси теплопереносу і втрати тиску в потоці теплоносія, є крок закрутки спіралі (S), що дорівнює осьовому розміру при повороті стрічки на 360° (малюнок 1).

Враховуючи особливості течії в каналах некруглого перетину, слід очікувати різну ступінь впливу стрічкових завихрювачів на інтенсивність теплопереносу і втрати тиску в таких каналах та в циліндричних трубах.



мал. 1.– Спосіб установки стрічкового завихрювача в прямокутному каналі

У каналах з некруглої формою повздовжнього перерізу очікується більш помітний вплив вставок на середні коефіцієнти теплообміну внаслідок впливу збурень, обумовлених закрученням потоку, на кутові зони.

На основі проведених розрахунків та узагальнення відомостей щодо методів інтенсифікації теплообміну можна стверджувати, що підвищення інтенсивності тепловіддачі забезпечує можливість зменшення витрати охолоджуючого повітря та незважаючи на зростання тиску по тракту руху повітря застосування стрічкових завихрювачів дозволяє зменшити частку потужності силової установки, що витрачається на привід вентиляторів охолодження.

Список використаних джерел

1. Інформація про українські залізниці. URL: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-ukrainski-zalznici.html>
2. Показники вантажних переведень УЗ. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/indicators_of_transit/
3. Верховна Рада підтримала розвиток мультимодальних перевезень в Україні. URL: <https://mtu.gov.ua/news/32665.html>
4. Алексахін О.О., Панчук О.В. Інтенсифікація теплообміну у каналах системи охолодження тягових електродвигунів. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2018, вип. 177. С. 84.
5. Алексахін А.А., Панчук А.В., Пархоменко Л.А., Беловол А.В. Теплоотдача в каналах системи охладження тягових електродвигателі. *Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції «Технології та інфраструктура транспорту»*. Ч. 2. Харків: Український державний університет залізничного транспорту. 2018. С. 83-84.
6. Мигай В.К. Інтенсифікація теплообмена в трубах со спіральними закручувачами. *Теплоенергетика*. 1968. №11. С. 31-33.