

Інформація до проекту (для подальшої публікації)

Секція: Нові технології транспортування, перетворення та зберігання енергії; впровадження енергоефективних, ресурсозберезувальних технологій; освоєння альтернативних джерел енергії; безпечна, чиста й ефективна енергетика

Назва проекту:

Розробка ресурсозберігаючого екологічного методу підвищення безпеки експлуатації залізничного транспорту підвищенням енергоємності гальмівних систем
(не більше 15-ти слів)

Тип роботи: наукова робота

Організація-виконавець:.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
(повна назва)

АВТОРИ ПРОЕКТУ:

Керівник проекту (П.І.Б.): Ноженко Володимир Сергійович

(основним місцем роботи керівника проекту має бути організація, від якої подається проект)

Науковий ступінь канд. техн. наук вчене звання -

Місце основної роботи

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Проект розглянуто й погоджено рішенням вченої (наукової, науково-технічної) ради (Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля) від « 30 » серпня 2019 р., протокол № 11

Інші автори проекту:

д.т.н., проф., Горбунов Микола Іванович (науковий консультант)

д.т.н., доц. Фомін Олексій Вікторович

к.т.н., Кара Сергій Віталійович

к.т.н., Ковтанець Максим Володимирович

к.т.н., доц. Ноженко Олена Сергіївна

к.т.н., Просвірова Ольга Вікторівна

Пропоновані терміни виконання проекту (до 36 місяців)

з 01.01.2020 по 31.12.2022

Орієнтовний обсяг фінансування проекту: 4500,000 тис. гривень

1. АНОТАЦІЯ

Пропонується розробити метод підвищення енергоефективності та безпеки руху за рахунок управлінням фрикційною передачею «колесо-рейка» - теплофізичними і трибологічними процесами фрикційних елементів гальм. Запобігання юзу, надійність екстреного гальмування, забезпечення стабільного коефіцієнта зчеплення - сприятиме значному зниженню ризику виникнення аварійних ситуацій, підвищенню рівня безпеки пасажирів, та вантажів, уникненню екологічних катастроф. Теоретично обґрунтовані методи підвищення потужності транспортного засобу, удосконалення конструкцій гальма зменшення витрат енергії.

2. ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇЇ АКТУАЛЬНІСТЬ

Сучасний стан розвитку транспортної системи України вимагає підвищення швидкостей руху і маси поїздів. Організація ефективного та безпечного перевізного процесу неможлива без надійної роботи гальмівних систем. Слід зазначити, що в цьому напрямку залишаються невирішеними важливі питання, зокрема, недостатньо досліджена взаємодія фрикційних елементів гальм, контакту «колеса та рейки» їх терморегулюючої і енергорозсіювальної спроможності особливо при екстремому гальмуванні. При цьому пневматичне фрикційне гальмо є і залишиться у перспективі основним гальмом для забезпечення безпеки руху. Сьогодні при впровадженні нових технологій перед конструкторами та експлуатаційниками різних країн світу стоїть завдання підвищення надійності елементів гальмової системи та відповідно безпеки руху, й впровадження наукоємних технологій, які б забезпечили ефективне використання енергетичних ресурсів на всіх етапах життєвого циклу об'єктів. Виходячи з попереднього аналізу проектних рішень по вдосконаленню систем гальмування можна засвідчити недостатню базу інноваційних рішень у реалізації ресурсу гальмівної системи.

3. МЕТА ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ

Метою проекту є встановлення і розвиток фундаментальних залежностей для управління тертям для збільшення граничних значень гальмівного зусилля при циклічній стабілізації температури і силового навантаження.

- встановлення закономірностей стабілізації температурних та динамічних процесів в трибоконтаті фрикційних елементів гальма, формалізація задачі дослідження;
- на основі підходів нерівноважної термодинаміки побудова математичної моделі розподілення навантажень від колісної пари на рейки при гальмуванні, заснованої на реалізації запасу по зчепленню фрикційної пари, виходячи з умови без'юзового гальмування та розробка підходів щодо оцінки адекватності побудованих математичних співвідношень;
- визначення перспективних методів підвищення ефективності гальмування з використанням інтелектуальної підтримки прийняття рішень у вигляді експертного оцінювання;
- математичне та комп'ютерне моделювання, інтеграція моделей стабілізації температури, у тому числі, з використанням методу клітинних автоматів для дослідження, що дозволить максимально врахувати процеси, що відбуваються в контакті.
- задання цільової функції управління характеристиками фрикційних процесів для підвищення границі по зчепленню в залежності від умов експлуатації;
- розробка математичної моделі теплового балансу взаємодіючих фрикційних елементів системи локомотива з урахуванням фазового переходу третього тіла в контакті;
- встановлення залежностей рівня шуму та вібраційних процесів від характеристик і умов фрикційної взаємодії;
- проведення чисельного моделювання та експериментальних досліджень методу енерго- та ресурсозберігаючого керування параметрами контактуючих поверхонь;
- розробка математично-імітаційної моделі та аналіз ризиків проекту по впровадженню нових технічних;
- розробка рекомендацій щодо удосконалення інструментарію, спрямованого на керування фрикційними процесами з використанням інтелектуальної системи прийняття рішень.

В дослідженнях створення високошвидкісного руху в першу чергу стоїть питання підвищення безпеки руху та пошук енергетичних резервів для реалізації тих чи інших процесів. Наразі проблема недостатньої гальмівної потужності вирішується

збільшенням числа фрикційних пар, наслідком чого є збільшення ресурсо- та трудоемності, невіднесеної маси, опору руху, низька ресурсоефективність. Важливою екологічною проблемою є забруднення довкілля в наслідок застосування піску і змащення, як способів поліпшення зчеплення коліс і рейок. Також гостро стоїть проблема зниження рівня шуму при використанні фрикційних гальмових засобів. В проекті пропонується наукове обґрунтування ресурсоефективного методу збільшення гальмівної спроможності завдяки підвищенню границь по зчепленню фрикційних контактів системи «колесо-гальмо-рейка», що сприятиме вирішенню позначених проблем, зокрема прогнозоване збільшення енергоефективності становитиме до 8,8%. В процесі реалізації проекту планується отримати наукові основи прогнозування і ресурсозберігаючого управління фрикційним контактом в режимах граничного стану, що сприятиме вирішенню важливих наукових, екологічних проблем забезпечення стійкості гальмування, покращення експлуатаційних характеристик гальм, підвищення безпеки руху, збільшення пропускної та провізної спроможності залізниць. Поставлені завдання відповідають пріоритетним напрямкам досліджень міжнародної наукової програми Shift2Rail,

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ ТА ЇХ НАУКОВА НОВИЗНА

Докладно представити зміст очікуваних результатів, навести попередні описи методики, суспільних практик, положень, регламентів, пристроїв, технологій, обладнання, стандартів, проектів нормативно-технічних документів, творів, що створюватимуться, змінюватимуться та/або доповнюватимуться авторами.

В рамках виконання проекту заплановано отримати результати світового рівня, базуючись на вирішенні ряду фундаментальних питань. Планується отримати наступний доробок:

- фундаментальні закономірності стабілізації температурних та динамічних процесів в трибоконтаті фрикційних пар;
- концепцію керування фрикційним контактом з метою підвищення границі по зчепленню при фазовому переході в елементах тертя;
- метод охолодження контакту заснований на фазовому переході елементів тертя при підвищенні температури в контакті;
- математичну модель теплового балансу взаємодіючих фрикційних елементів системи локомотива з урахуванням фазового переходу третього тіла в контакті;
- встановлення залежностей рівня шуму від характеристик фрикційних процесів;
- математичну модель динаміки взаємодії колодки з колесом або диском;
- цільову функцію управління характеристиками фрикційних процесів для підвищення границі по зчепленню в залежності від умов експлуатації;
- встановлення залежностей коефіцієнта тертя та температури в контакті від інноваційного матеріалу накладок колодки;
- розробку інструментарію, спрямованого на керування фрикційними процесами, в тому числі для удосконалення гальмових пристроїв з використанням структурно-системного підходу;
- встановлення залежностей вібраційних процесів від характеристик і умов фрикційної взаємодії;
- модель перерозподілу навантажень при гальмуванні та прогнозування нерівномірного притиснення колодок до фрикційного елемента;
- принципи реалізації запасу по зчепленню гальмової колодки з фрикційним елементом;
- методологію проведення стендових випробувань гальмівних пристроїв та оцінки ефективності методів їх удосконалення;
- інтелектуальну систему підтримки рішень щодо визначення перспективних методів удосконалення гальмових пристроїв;

- розробка заходів щодо підвищення ефективності залізничного транспортного засобу шляхом управлінням трибологічною системою «колесо-рейка»;
- створення теорії та методів управління термомеханічною навантаженістю трибологічного контакту при локальному енергетичному впливі на нього.

Пункти наукової новизни проекту є логічним продовженням попередніх досліджень виконавців проекту та розвиток теоретичних основ інших авторів.

Всі очікувані результати будуть науково доведеними та обґрунтованими. Методичне та технічне значення та можливості широкого застосування матимуть заплановані до розробки залежності, методики та прикладні програми.

Проблема недостатньої гальмівної потужності, що зараз вирішується збільшенням числа фрикційних пар, призводить до збільшення ресурсо- та трудоемності, невідповідної маси, низької ресурсоефективності. В проекті пропонується новий спосіб збільшення гальмівної спроможності, що полягає у підвищенні границь по зчепленню керування характеристиками фрикційних контактів системи «колесо-гальмо-рейка», що сприятиме вирішенню позначених проблем.

5. НАУКОВА ТА/АБО ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ

У результаті виконання роботи теоретичні положення, розрахунки, методи, пристрої і способи випробування та програми розрахунків буде використано на локомотивобудівних підприємствах при створенні, доведенні, а також модернізації залізничних транспортних засобів для забезпечення безпеки та ефективності їх експлуатації. Застосування запропонованих у проекті розробок дозволить:

- ефективно використовувати стиснене повітря, яке стравлюється з гальмівних циліндрів;
- охолоджувати зону контакту «гальмівна колодка – колесо», «гальмова накладка - диск», за допомогою подачі стисненого, охолодженого повітря у отвори гальмової колодки або утворювання в зоні контакту активного газоподібного середовища;
- підвищити ефективність гальмування і зменшити інтенсивність зносу гальмівних колодок за рахунок своєчасного видалення продуктів фрикційного зносу із зони контакту гальмівної колодки і поверхні катання колеса та стабілізувати температурний режим роботи гальмівної колодки;
- збільшити енерго- та ресурсоефективність дискових гальм за рахунок зменшення затрат потужності на вентиляцію дисків в режимах руху, під час яких вони не потребують охолодження;
- підвищити рівень безпеки руху потягів, за рахунок збільшення надійності гальмування;
- підвищити рівень безпеки руху потягів, за рахунок збільшення надійності гальмування.

Результати досліджень будуть корисними для виробників гальмівного обладнання, системи екіпажної частини залізничного рухомого складу, та в експлуатації рейкового рухомого складу. Проведення випробувань та досліджень планується використовувати в навчальному процесі.

В результаті досліджень будуть запропоновані й технічні рішення вдосконалених гальмівних елементів. Попередні маркетингові дослідження показали ряд фірм, які можуть бути зацікавлені пропозиціями проекту, к ним відносяться як вітчизняні так й закордонні організації. Це такі крупні фірми як Knorr Brake Corporation (Німеччина), Continental (Німеччина), CoFren SAS (Франція), GHH-Bonatrans Group (Чехія), Escobrace Srl (Італія), Fablok SA (Польща), FMC Railway Systems (Туреччина.).

В Україні і в світі стоїть проблема підвищення провізної й пропускної спроможності залізниць. Існує завдання створення високошвидкісного руху як на залізницях нашої країни, так і закордоном. В передових сучасних дослідженнях в першу чергу стоїть питання підвищення безпеки руху на транспорті та пошук енергетичних резервів для

реалізації тих чи інших процесів. Проект спрямований на наукове обґрунтування вирішення основних проблем існуючого гальмового обладнання: підвищення коефіцієнта зчеплення коліс з рейками; зменшення впливу несприятливих атмосферних умов на роботу гальм; створення гальмівних накладок з високим стабільним коефіцієнтом тертя і більшою зносостійкістю; розробка надійної і довговічної конструкції гальмівних дисків, що забезпечують ефективне розсіювання енергії.

На всі розроблені технічні рішення передбачається оформлення патентів, на програмне забезпечення – охоронні документи авторського права.

Підготувати п'ять публікації у виданнях, що входять до науково-метричних баз Web of Science, Scopus та в журналах з імпаکت-фактором.

Отримані у ході виконання проекту результати досліджень (комп'ютерні програми, методики і т.ін.) будуть використовуватись у навчальному процесі на кафедрі залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин при викладанні наступних дисциплін: «Фрикційна взаємодія в системі «колесо-рейка»», «Трибологія», «Тяга поїздів», «Автогальма та безпека руху»,

Впровадження матеріалів у навчальний процес дозволить студентам ознайомитись з новими науковими методами моделювання, новими методами покращення зчіпних характеристик локомотива, що сприяє поглибленому вивченню предметних дисциплін і спонукає їх на розвиток творчих здібностей і досягнень у майбутній професійній діяльності.

У реалізації проекту будуть брати участь аспіранти та магістранти кафедри залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин:

Свечніков С.В., тема магістерської роботи «Розробка і дослідження методу автоматизованої системи триботехнічних випробувань контакту «колесо-рейка»»;

Мінькова І.А., тема магістерської роботи «Дослідження способів подачі піску на покращення фрикційних властивостей контакту «колесо-рейка»»;

Гуліватенко О.М., тема магістерської роботи «Система зменшення інтенсивності зносу гребнів колісних пар та рейок по боковій грані»;

Абдулаєв В.В., тема магістерської роботи «Дослідження експлуатаційних характеристик дискових гальм застосуванням адаптивної системи охолодження».

Вся енергія, яка виробляється тяговим транспортним засобом, витрачається на подолання сил опору і сил інерції. Щорічно на тягу поїздів витрачається велика кількість палива і електроенергії, вартість яких істотно впливають на собівартість перевезень.

Отже, зниження опору так само важливо, як і збільшення коефіцієнта корисної дії тягового транспортного засобу. Зменшення опору та керування фрикційними характеристиками системи «колесо-гальмо-рейка» дозволяє збільшити вагу рухомого складу або швидкість при тому ж локомотиві, знизити знос і витрати на ремонт. Проблема зниження опору руху безпосередньо пов'язана з необхідністю аеродинамічної оптимізації рухомого складу. Витрати потужності на самовентиляцію дискових гальм складають до 8,8% загальної потужності. У проекті пропонується розробка удосконалених інструментів адаптованого керування фрикційним контактом, що дозволять уникнути витрат додаткової потужності на самовентиляцію дисків, коли вони не потребують охолодження, а також покращити експлуатаційні характеристики фрикційних

Керівник проекту
Ноженко Володимир Сергійович

Підпис: _____