

ВІДГУК офіційного опонента
на дисертацію Белікова Едуарда Анатолійовича
«Особливості роботи проміжних скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш
в умовах колій незагального користування»,
представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.06 – залізнична колія

На підставі вивчення дисертації та автореферату Е.А. Белікова можна зробити такі висновки.

1. Актуальність теми дисертації.

На даний час розгорнута довжина колій незагального користування складає близько 20 000 км. Істотні відмінності в експлуатаційних умовах (в порівнянні з магістральними залізницями) призводять до інтенсивного накопичування залишкових деформації підрейкової основи, внаслідок високих осьових навантажень та конструкційних особливостей спеціального та спеціалізованого рухомого складу. Оскільки основною конструкцією верхньої будови колій незагального користування є ланкова колія на залізобетонних шпалах з проміжним рейковим скріпленням типу КБ, яке має ряд недоліків, є актуальним питання дослідження можливості використання інших типів проміжних рейкових скріплень, які б в більшій мірі відповідали цим особливим умовам експлуатації.

У зв'язку з вищезазначеним, представлена до захисту дисертаційна робота є актуальною і присвячена розв'язанню науково-технічної задачі визначення можливості використання проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш в умовах залізниць незагального користування з урахуванням сил взаємодії від спеціального та спеціалізованого рухомого складу.

2. Обґрунтованість наукових положень і достовірність отриманих результатів.

Всі наукові положення, висновки і рекомендації, одержані в дисертаційній роботі, є обґрунтованими і достовірними. Припущення та спрощення при виконанні досліджень є допустимими для вирішення задач, поставлених в даній роботі. При моделюванні роботи підрейкової основи, з урахуванням її дискретності, застосовувалися загальноприйняті теорії і припущення опору матеріалів та будівельної механіки; при оцінці напружено-деформованого стану підрейкової основи для умов залізниць незагального користування – метод скінченних елементів. Достовірність підтверджується задовільною збіжністю результатів розрахунків та даних, отриманих із власних експериментів та інших досліджень, що відображені у відкритих публікаціях.

3. Наукова новизна отриманих результатів, що визначає рівень кандидатської дисертації, полягає у наступному:

Вперше отримано:

- просторові жорсткості та вплив рівня навантажень на рейкові опори при застосуванні проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш і залізобетонних шпал під час експлуатації колій незагального користування;

- рівень вертикальних і горизонтальних поперечних сил, які діють на рейкові опори при застосуванні проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш, від спеціального та спеціалізованого рухомого складу залізниць

незагального користування з урахуванням швидкостей руху, радіусів кривих, наявності вертикальних і горизонтальних поперечних нерівностей колії;

- напружено-деформований стан підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш і залізобетонних шпал в умовах залізниць незагального користування.

Для урахування напружено-деформованого стану підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш проведено доопрацювання комплексу математичних моделей просторової динамічної системи «екіпаж–колія».

4. Практичне значення отриманих результатів представленої роботи полягає у наступному:

– розроблено практичні рекомендації щодо використання проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш в умовах залізниць незагального користування;

– одержані в дисертаційній роботі наукові положення та результати були використані в науково-дослідній роботі «Розробка теорії та методів оптимізації несучих конструкцій транспортних споруд» (№ ДР 0110U002127).

Практичне впровадження результатів дисертаційної роботи підтверджується відповідними актами, які подано в додатках до дисертації.

5. Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Основні результати дисертації доповідалися і обговорювалися на двох науково-технічних конференціях: 77-ій Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, 21–23 квітня 2015 року); 6-ій Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (м. Харків, 19–21 квітня 2017 року).

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 9 наукових праць, з них 5 статей у фахових виданнях, рекомендованих МОН України, в тому числі 5 – у виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази, 2 публікації апробаційного характеру, 2 патенти на корисну модель.

6. Оцінка змісту дисертації і її завершеності.

Дисертація Е.А. Белікова є завершеною науковою роботою, що виконана на актуальну тему з послідовним викладенням матеріалу.

Автореферат достатньою мірою відображає основні положення дисертації і вони є ідентичними за змістом.

Представлена до захисту дисертація написана українською мовою і складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Дисертація викладена на 234 сторінках і містить 128 сторінок основного тексту, 52 рисунки та 21 таблицю на 36 сторінках, список використаних джерел із 222 найменувань на 21 сторінці, 10 додатків на 49 сторінках.

Обсяг основного тексту, структура дисертації, порядок викладення та оформлення матеріалу у дисертації та авторефераті дисертації відповідає вимогам МОН України.

У вступі обґрунтовується актуальність розглянутої теми, дана загальна характеристика дисертації, основні положення, наукова новизна, практична цінність.

У першому розділі наведено аналіз технічних та експлуатаційних характеристик колій незагального користування України. Встановлено наявність значної кількості кривих малих радіусів та ділянок зі значними ухилами, виявлені особливості спеціального та спеціалізованого рухомого складу. Проведено порівняння сучасних конструкцій проміжних рейкових скріплень. Зроблено висновок, що перспективними, для умов залізниць незагального користування, є проміжні рейкові скріплення типів ТРЕП та ТРЕП-Ш. Розглянуто теоретичні моделі для визначення сил взаємодії рухомого складу та залізничної колії. Встановлено, що в більшості цих моделей використано розрахункову схему колії у вигляді балок, що спираються на суцільну пружну основу.

В другому розділі встановлено вплив проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш на параметри формування просторової жорсткості рейкових опор. Проведено прогнозну оцінку змін цього параметру під час експлуатації колії. Просторові жорсткості рейкових опор з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш представлені, як системи з послідовно і паралельно сполучених жорсткостей пружних елементів, які входять до складу вузла скріплення: нашпальних і підрейкових прокладок; пружних клем; жорсткостей системи «шпали-баласт». Експериментальними дослідженнями, які були проведені в лабораторних умовах, встановлено значення жорсткості пружних елементів проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш при їх навантаженні вертикальними і горизонтальними поперечними силами. Визначено просторові жорсткості вузлів проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш при вертикальному і горизонтальному поперечному навантаженні та крученні рейки та отримані залежності для визначення зміни цих параметрів під час експлуатації.

У третьому розділі викладено теоретичні основи досліджень впливу рухомого складу на колію у кривих малих радіусів. За основу було прийнято математичну модель просторової динамічної системи «екіпаж–колія», яка була розроблена проф. О.М. Даренським. Розглянуто кінетичні й силові зв'язки між елементами підсистеми «екіпаж». В моделі враховані пружно-дисипативні сили, які виникають у точці контакту колеса і рейки, додаткові динамічні сили, що викликані дисбалансом колеса, нерівномірністю зносу поверхні кочення, наявністю повзунів. Модель враховує ширину колісної пари, ширину колії, нахил рейок, конічність поверхні кочення коліс та наявність вертикальних і горизонтальних нерівностей колії. Крім того, в математичну модель були внесені відповідні зміни для урахування, отриманих в попередньому розділі, просторової жорсткості вузлів проміжних рейкових скріплень типу ТРЕП та ТРЕП-Ш. Наведено результати розрахунків для найпоширеніших типів спеціального і спеціалізованого рухомого складу залізниць незагального користування. Визначено рівень вертикальних та горизонтальних поперечних сил, що діють на колію з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП, ТРЕП–Ш, КБ для

різних діапазонів швидкостей руху. Встановлено вплив радіусів кругових кривих, довжини перехідних кривих, довжини й амплітуди вертикальних та горизонтальних нерівностей колії на ці сили. Зроблено висновок, що на величини вертикальних сил взаємодії рухомого складу і колії головним чином впливають, короткі нерівності профілю, конструкція проміжних скріплень та нерівножорсткість підрейкової основи.

У четвертому розділі наведено дослідження напружено-деформованого стану елементів підрейкової основи з використанням методу скінченних елементів. Моделювання рейок, підрейкових прокладок та пружинних клем було проведено із застосуванням скінченних елементів для розрахунків об'єктів з однорідного пружного матеріалу, до яких входять модулі пружності, коефіцієнт Пуассона, щільність матеріалу для моделювання контактів між ними за допомогою двовузлових скінченних елементів односторонніх пружних зв'язків. В моделі залізобетонних шпал, крім скінченних елементів, які моделюють роботу бетону, введено елементи, що моделюють роботу арматури, в тому числі із зусиллям попереднього натягу. Модель баластного шару складалася з скінченних елементів, призначених для моделювання однобічної роботи матеріалів на стискання, з урахуванням зсуву, модуля деформації, коефіцієнта Пуассона та питомої ваги та зчеплення, кута внутрішнього тертя, розрахункового опору. Порівняння результатів багатоваріантних розрахунків величин напружень з їх допустимими значеннями дозволили встановити умови експлуатації проміжних рейкових скріплень типу ТРЕП та ТРЕП-Ш на залізницях незагального користування.

П'ятий розділ роботи присвячено експериментальній перевірці в реальних умовах експлуатації залізничних колій незагального користування адекватності запропонованих моделей і методів розрахунків. Наведено дані про перевірку отриманих у лабораторних умовах даних про просторову жорсткість проміжних скріплень ТРЕП. Отримано вертикальні та горизонтальні поперечні пружні характеристики залізобетонних шпал для розрахунків жорсткості й коефіцієнтів дисипації рейкових опор. Проведена перевірка даних теоретичних розрахунків напружено-деформованого стану елементів підрейкової основи при застосуванні скріплень типу ТРЕП. Визначено сили, які передаються від рейки на шпалу у вертикальному, горизонтальному поперечному напрямках при динамічному навантаженні у прямих і в кривих ділянках колії; визначено переміщення кромки подошви рейки із зовнішнього боку колії в перерізі по осі шпали та переміщення шпал у вертикальній і горизонтальній поперечній площині при одночасному фіксуванні навантажень, переданих рейкою на шпалу. Розбіжності при визначенні горизонтальних поперечних сил знаходяться в межах 8,5 %, при визначенні сил, що діють на шпалу, в межах 9,4 %, при визначенні напружень на верхню постіль шпали – в межах 9,6%.

Загальні висновки по дисертаційній роботі достатньою мірою відображають отримані результати. Комплексний підхід до вирішення проблеми дослідження напружено-деформованого стану підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш з урахуванням сил взаємодії спеціального та спеціалізованого рухомого складу та залізничної колії дозволив визначити можливість експлуатації цих двох типів скріплень в експлуатаційних

умовах залізниць незагального користування. На підставі розроблених математичних моделей для визначення просторових жорсткостей проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП–Ш одержані розрахункові рівняння, які дозволяють визначати ці жорсткості при динамічній дії на колію спеціального та спеціалізованого рухомого складу. Зроблено прогностичну оцінку змін жорсткостей під час експлуатації. Адаптовано математичну модель просторової динамічної системи «екіпаж–колія», яка враховує особливості роботи підрейкових опор при застосуванні проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП–Ш. На підставі чисельних досліджень сил взаємодії залізничної колії та спеціального і спеціалізованого рухомого складу залізниць незагального користування визначено напружено-деформований стану підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типу ТРЕП, ТРЕП–Ш та КБ. Здійснено експериментальну перевірку розрахунків сил взаємодії колій та рухомого складу, виконаних на підставі комплексу математичних моделей просторової динамічної системи «екіпаж–колія» та оцінки напружено-деформованого стану підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП–Ш при статичному та динамічному навантаженнях. Розбіжність між теоретичними та експериментальними даними становить 9,5 %. Розроблено рекомендації щодо використання проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП–Ш в умовах колій залізниць незагального користування. На підставі проведених досліджень розроблено практичні рекомендації щодо використання проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП–Ш в умовах колій незагального користування. Проміжні рейкові скріплення типів ТРЕП рекомендується використовувати у прямих та кривих ділянках з радіусами 350 м та більше, де обертається рухомий склад з осьовими навантаженнями до 300 кН. Проміжні рейкові скріплення типів ТРЕП–Ш рекомендується використовувати у прямих ділянках колії з осьовими навантаженнями до 450 кН та швидкістю руху до 10 км/год. При осьових навантаженнях більше 450 кН застосувати зазначені скріплення не рекомендовано.

7. Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації і автореферату.

1. У роботі не розглянуто питання, пов'язані з економічною доцільністю запропонованих для укладання в колії незагального користування проміжних рейкових скріплень типу ТРЕП та ТРЕП–Ш. Важливим було б провести розрахунки техніко-економічного обґрунтування нових типів скріплень ТРЕП та ТРЕП–Ш в порівнянні з існуючими конструкціями.

2. Можливість укладання проміжних рейкових скріплень типу ТРЕП та ТРЕП–Ш визначено на підставі проведеної в роботі оцінки напружено-деформованого стану підрейкової основи з цими типами скріплень. Доцільно було б розглянути вплив експлуатаційних параметрів колій незагального користування на основні геометричні характеристики залізничної колії, враховуючи запропоновані конструкції проміжних рейкових скріплень.

3. При визначенні вертикальної жорсткості проміжного рейкового скріплення типу ТРЕП в розділі 2.2.1 роботи зазначається, що: «Під час монтажу вузла скріплення ТРЕП відбувається початкова вертикальна деформація пружинної клеми, яка може досягати, з урахуванням конструктивних розмірів клем, анкерів, прокладки, вкладиша, що ізолює, і розмірів підшви рейки, 6 мм».

Не зрозуміло, яким чином отримано це значення, що в подальшому використовувалось в розрахунках та має суттєвий вплив на підсумкову величину просторової жорсткості вузла скріплення в цілому.

4. При проведенні розрахунків щодо оцінки напружено-деформованого стану підрейкової основи, не зрозуміло, яким чином було враховано фактичний стан баластного шару (забрудненість, перезволожений стан тощо).

Зазначені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку дисертації. В цілому матеріал дисертації й автореферату викладено грамотно, правильною технічною мовою і оформлено згідно вимог МОН України.

Загальний висновок.

Зауваження, які наведені вище, не знижують якість роботи і не порушують основні її положення, не зменшують її наукову новизну та практичну цінність.

Автореферат повною мірою відображає зміст дисертаційної роботи. Дисертаційна робота «Особливості роботи проміжних скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш в умовах колій незагального користування» є завершеною науковою працею, зміст якої відповідає паспорту спеціальності 05.22.06 – залізнична колія. Актуальність, ступінь обґрунтованості наукових положень та практична значимість проведених досліджень дозволяють зробити висновок про відповідність даної роботи вимогам п.п. 9, 11, 12, 13 та 14 «Порядок присудження наукових ступенів» щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, а її автор, **Беліков Едуард Анатолійович**, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.06 – залізнична колія.

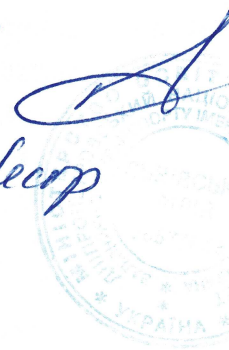
Офіційний опонент:

завідувач кафедри «Рухомий склад і колія»
Львівської філії Дніпропетровського
національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
кандидат технічних наук, доцент

О.М. Баль

Зіграв к. т. н., доцент Баль О.М.
засвідчує:

Декач факультету
Львівської філії
ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, професор



Козлов В. І.