

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

1 Актуальність теми дисертації.

Колії незагального користування є складовою частиною транспортної системи України. Вантажонапруженість колій незагального користування може сягати до 40 млн т бруто/км за рік. Осьові навантаження для деяких типів спеціального та спеціалізованого рухомого складу, який є складовою технологічних процесів виробничих підприємств, можуть перевищувати 450 кН. Протяжність кривих ділянок колій незагального користування у тому числі з радіусами до 350 м складає 60 % від загальної протяжності колій, яка, в свою чергу, становить близько 20 000 км.

Окрім зазначених експлуатаційних особливостей колій незагального користування, має місце інтенсивне накопичування залишкових деформації підрейкової основи, внаслідок високих осьових навантажень та конструкційних особливостей спеціального та спеціалізованого рухомого складу. Особливості плану та профілю колій незагального користування також істотно впливають на рівень горизонтальних поперечних сил. Висока забрудненість баластного матеріалу, використання залізобетонних шпал призводять до збільшення параметрів жорсткості елементів колії в вертикальній та горизонтальній площині та до значного зростання додаткових динамічних сил.

Основною конструкцією верхньої будови колій незагального користування є ланкова колія на залізобетонних шпалах з проміжним рейковим скріпленням типу КБ. Цей тип скріплення має суттєві недоліки: наявність чотирьох різьбових з'єднань у кожному вузлі, значну металоємність, неможливість зміни ширини колії, неспроможність, за своїми конструктивними особливостями, стабільно сприймати горизонтальні поперечні сили.

У зв'язку з вищезазначеним на даний час є актуальним питання дослідження можливості використання інших типів проміжних рейкових скріплень, які б в більшій мірі відповідали особливим умовам експлуатації.

Отже, дисертаційну роботу присвячено розв'язанню актуальної 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.

Дисертаційна робота пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт в Українському державному університеті залізничного транспорту у 2006–2017рр, в яких дисертант приймав безпосередню участь.

2 Обґрунтованість наукових положень і достовірність отриманих результатів.

Всі наукові положення, висновки і рекомендації, одержані в дисертаційній роботі, є обґрунтованими і достовірними. 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.

Вперше для умов залізничних колій незагального користування:

– визначено просторові жорсткості та вплив рівня навантажень на рейкові опори при застосуванні проміжних скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш і залізобетонних шпал;

– визначено 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;

– досліджено напружено-деформований стан підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш і залізобетонних шпал.

Удосконалено комплекс математичних моделей просторової динамічної системи «екіпаж–колія», що враховує напружено-деформований стан підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш.

4 Практичне значення отриманих результатів.

Основні практичні результати і значення дисертаційної роботи полягають у наступному:

1. Розроблено практичні рекомендації щодо використання проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш в умовах залізниць незагального користування.

2. 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 надано в додатках до дисертації.

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

Основний зміст дисертаційної роботи опубліковано у 9 наукових працях, з них 5 статей у фахових виданнях, рекомендованих МОН України, в тому числі 5 – у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, 2 публікації апробаційного характеру, 2 патенти на корисну модель. Основні положення і результати дисертаційних досліджень доповідались на двох міжнародних науково-технічних конференціях.

Наведений перелік публікацій та їх зміст відповідають темі дисертації і в достатньому обсязі відображають основні положення і наукові результати, що отримані в роботі.

6 Оцінка змісту дисертації і її завершеності.

Дисертація є завершеною науковою роботою, яка виконана на актуальну тему, написана українською мовою з послідовним викладенням матеріалу.

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

Представлена до захисту дисертація 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 ДАК України.

У вступі обґрунтовано актуальність поставленого завдання, визначено мету і задачі досліджень, приведені основні наукові положення, що винесені на захист, зазначено практичне значення результатів роботи, наведено дані щодо апробації та публікацій матеріалів досліджень.

У першому розділі проведено аналіз експлуатаційних характеристик залізничних колій незагального користування України, виявлені основні технічні особливості спеціального та спеціалізованого рухомого складу, розглянуто конструкцію сучасних типів проміжних рейкових скріплень та теоретичні моделі для визначення сил взаємодії рухомого складу та залізничної колії. Зазначено, що перспективними, для умов залізниць незагального користування, є проміжні рейкові скріплення типів ТРЕП та ТРЕП-Ш, які можуть бути реальною альтернативою основному, на даний час, проміжному рейковому скріпленню типу КБ. Крім того, автор робить висновок, що для умов залізниць незагального користування, розрахункова схема колії, як балки на

суцільній пружній основі, надмірно ідеалізує колію, її технічний стан та дає занижені результати. Тому для дослідження напружено-деформованого стану підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш в умовах залізниць незагального користування запропоновано використовувати комплекс математичних моделей просторової динамічної системи «екіпаж-колія», основи якої були розроблені професором О.М. Даренським. Але в цей комплекс необхідно ввести корегування, які дозволять врахувати конструкційні особливості проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш.

У другому розділі роботи розглянуто формування просторових жорсткостей підрейкових опор при застосуванні проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш. Встановлено вплив конструктивних елементів зазначених скріплень на процес формування просторової жорсткості вузла скріплення в цілому, що дозволило одержати залежності для визначення цього параметру в процесі експлуатації для умов залізниць незагального користування при динамічній дії спеціального та спеціалізованого рухомого складу. Адекватність запропонованого підходу підтверджено наведеними результатами проведених в лабораторних умовах експериментальних робіт по визначенню пружних характеристик елементів проміжних рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП-Ш, які мають достатню збіжність з теоретичними значеннями.

У третьому розділі наведено основні положення математичної моделі коливань чотиривісного екіпажа. Розглянуті кінематичні і силові зв'язки між елементами підсистеми «екіпаж». Враховані нелінійні сили сухого тертя у фрикційних погашувачах коливань, можливості спирання кузова як на п'ятник, так і на ковзуни. Вертикальні, силові і кінематичні зв'язки підсистем «екіпаж-колія» представлені з урахуванням одностороннього зв'язку колеса і рейки, пружної і дисипативної реакції колії. Врахована можливість руху по колії коліс які мають дисбаланс і повзуни. В математичну модель введені залежності просторової жорсткості підрейкових опор з проміжними рейковими

скріпленнями типів ТРЕП та ТРЕП-Ш при вертикальних та горизонтальних згинах і крученні рейки. Наведено результати багатоваріантних розрахунків для найпоширеніших типів спеціального і спеціалізованого рухомого складу залізниць незагального користування. Для різних швидкостей руху визначено рівень вертикальних та горизонтальних поперечних сил, що діють на колію з проміжними рейковими скріпленнями типів ТРЕП, ТРЕП-Ш, КБ. Розглянуто 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 впливають, головним чином (окрім характеристик рухомого складу), короткі (до 6м) нерівності профілю, нерівножорсткість підрейкової основи та конструкція проміжних скріплень.

Четвертий розділ роботи присвячено оцінці напружено-деформованого стану елементів підрейкової основи з проміжними рейковими скріпленнями типу ТРЕП та ТРЕП-Ш за допомогою методу скінченних елементів. Визначено основні положення й допущення розрахунків. Наведено розрахункові моделі рейки, елементів проміжних рейкових скріплень, шпал і баласту. При моделюванні зазначених елементів враховувалися конструктивна й фізична нелінійність їх роботи, наявність сил тертя та односторонніх зв'язків між окремими вузлами та деталями. Представлено результати багатоваріантних розрахунків просторового напружено-деформованого стану елементів підрейкової основи зі скріпленнями ТРЕП та ТРЕП-Ш у різних експлуатаційних умовах. Проаналізовано вплив горизонтальних та вертикальних нерівностей колії на величини еквівалентних напружень в залізобетонних шпалах. Окремо для кожного типу скріплення, які розглядаються в роботі, визначено граничні величини осьових навантажень, що дозволило встановити можливість роботи на залізницях незагального користування та визначити умови експлуатації.

В п'ятому розділі з метою перевірки адекватності запропонованих в дисертаційній роботі моделей і методів розрахунків наведено результати експериментальних досліджень, які проводились в реальних умовах

експлуатації колій незагального користування. Наведено головні цілі досліджень, методику їх проведення, характеристики дослідних ділянок. Визначено горизонтальні поперечні сили, які діють на колію від рухомого складу, просторові переміщення шпал під дією цих сил, напруження, що виникають на верхній постелі шпал. Зазначено, що для виключення впливу коливань баласту і земляного полотна при проведенні вимірювань було використано відеоцифрову систему вимірювань переміщень. Розбіжності між значеннями, які були отримані в результаті проведених в роботі теоретичних розрахунків, та експериментальними даними при визначенні горизонтальних поперечних сил знаходяться в межах 8,5 %; при визначенні напружень на верхню постіль шпали – в межах 9,6 %. Результати експериментальних робіт дозволили уточнити значення жорсткостей підрейкових опор (залізобетонних шпалах типу ША–Т). Встановлено вплив експлуатаційних характеристик колії й термінів її експлуатації на пружні характеристики рейкових опор в умовах колій незагального користування.

Загальні висновки в повній мірі відображають отримані наукові положення дисертації. 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. Проведено експериментальні дослідження, які дозволили встановити жорсткості пружних елементів рейкових скріплень. Зроблено прогнозну 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 верифікацію 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.

7 Зауваження щодо змісту та оформлення дисертації і автореферату.

1. Не зовсім зрозуміло на підставі яких критеріїв з переліку сучасних проміжних рейкових скріплень, які було розглянуто в розділі 1.4, для умов колій незагального користування обрані саме проміжні рейкові скріплення типів ТРЕП та ТРЕП–Ш.

2. Автором використано комплекс математичних моделей просторової динамічної системи «екіпаж–колія», який розроблено проф. О.М.Даренським для умов залізниць незагального користування. Вважаю, що детальний опис вже розробленої математичної моделі може бути скорочено, а більше уваги приділено змінам та удосконаленням, які внесені автором.

3. Наскільки суттєвим виявився вплив поздовжніх сил (наприклад при гальмуванні) на напруження у клемах рейкових скріплень типів ТРЕП та ТРЕП–Ш.

Наведені зауваження не зменшують значення наукової роботи і не знижують загальну позитивну оцінку дисертації. В цілому матеріал дисертації та автореферату викладено грамотно і оформлено згідно вимог ДАК України.

Загальний висновок по дисертації.

Дисертаційна робота Белікова Едуарда Анатолійовича на тему «Особливості роботи проміжних скріплень типів ТРЕП та ТРЕП–Ш в умовах колій незагального користування» є самостійною і завершеною науковою

працею, в якій отримані нові науково-обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують поставлене завдання.

Робота виконана на високому науковому рівні з використанням сучасних методів теорії пружності і апробованих обчислювальних алгоритмів.

Вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам ДАК України «Про порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», а її автор, Беліков Едуард Анатолійович, заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.06 – залізнична колія.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри «Програмне
забезпечення автоматизованих систем»

Інженерного інституту

Запорізького національного університету,

доктор фізико-математичних наук,

професор за кафедрою реконструкції та

експлуатації залізниць і споруд

В.Г. Вербицький

Директор Інженерного інституту
Запорізького національного університету



Г.П. Коломоєць