



АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
UKRAINE TECHNICAL SCIENCES ACADEMY

УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА
KING DANYLO UNIVERSITY

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**
Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas

**III Міжнародна науково-практична
конференція**

**ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ
ДОСЛІДЖЕННЯ**

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

3 - 5 квітня

*"Книги-морська глибина, хто в них пірне аж до дна,
той, хоч і труду мав досить, дивнії перли виносить"*

Іван Франко

**Івано-Франківськ
2019**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
УНІВЕРСИТЕТ КОРОЛЯ ДАНИЛА
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ
CONNECTIVE TECHNOLOGIES LTD

ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

APPLIED SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH

Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції
(3-5 квітня 2019 р.)

Партнери конференції:

Івано-Франківський ІТ Кластер
<http://it-cluster.if.ua/>



Інженерно-впровадницька фірма "Темпо"
<http://tempo-temp.com.ua/>



Івано-Франківськ
«Симфонія форте»
2019

УДК 629.4.077:629.463

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИНИКНЕННЯ ДУАЛЬНОГО ЗНОСУ КОЛОДОК У ГАЛЬМОВІЙ СИСТЕМІ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ*к.т.н. Равлюк В.Г., Український державний університет залізничного транспорту, м.Харків***STUDY OF DUAL WEAR FEATURES OF THE SHOES BRAKE OF SYSTEM TRANSMISSION OF FREIGHT WAGONS***Ph.D. Ravlyuk V.G., Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv*

Вступ. Важливе значення для залізничної інфраструктури є зменшення собівартості перевезень. Технічний стан і надійність рухомого складу в цьому відіграє особливу роль. Його гальмове обладнання істотно впливає як на безпеку руху, так і на енергозаощадливість. Але нині спостерігається критична ситуація з ненормативним збиткоутворюючим зносом гальмових колодок у вантажних вагонах. У вантажних поїздах під час руху без гальмування масово відбувається шкідливе тертя схиленими та притиснутими до поверхні кочення коліс верхніми крайками гальмових колодок. Таке тертя завдає значних збитків як для вантажних перевезень, так і залізничної галузі в цілому.

Виклад матеріалу. Наведені результати досліджень стосуються встановлення основних причин явища дуального зносу гальмових колодок з врахуванням просторової розгалуженості частин і деталей, із яких складається важільно-шарнірна гальмова система візка, з використанням кінестатичного структурного аналізу механізму гальмової важільної передачі (ГВП) візка. Враховувалися переміщення та дії силових факторів, що виникають й діють в шарнірних з'єднаннях, як під час гальмувань так і при попуску гальм.

Вирішення проблеми дуального зносу гальмових колодок потребує новітніх конструкторських рішень стосовно існуючої, досить ефективної ГВП візка. Проте внесення конструктивних змін в існуючу ГВП спричиняє порушення сталих розмірних ланцюгів її регулювання в залежності від величини зносу колодок і ободів коліс за весь термін експлуатації вагона [1, 2]. У цьому полягає основна складність роботи і вона потребує виконання ретельних і різносторонніх теоретичних і експериментальних досліджень, результати яких дозволятимуть виконувати розрахунки, формулювати винаходи ефективних техніко-технологічних рішень з ліквідації такого дуже негативного явища, як дуальний знос гальмових колодок.

Відомо, що найбільш складним завданням кінестатичного структурного аналізу механізму є визначення коректних моделей чи схем силового аналізу ГВП. Це обумовлено перш за все тим, що поки не існує надійних методів експериментальної перевірки теоретичного вирішення цієї задачі. У зв'язку з цим науковці, при аналізі, враховують велику кількість факторів, які впливають на процеси, що досліджуються за кінематикою або динамікою. Безсумнівно, що чим більше їх включено в постановочній частині завдання, тим точніші результати слід очікувати при її вирішенні. Однак, це твердження справедливе лише за умови достовірності первинного матеріалу на базі якого будується дослідження.

Якщо враховувати, що схема-модель рисунок 1, а — плоска проекція 1/2 конструкції ГВП візка з вертикальним важелем і триангелем, тоді зрозуміло, що небажані силові фактори, які пов'язані з додатковим динамічним навантаженням від сумарної ваги деталей, що приєднані до розпірки триангеля з числом ступенів вільності механізму $W=2$ і однією зайвою рухомістю механізму ГВП сприяють нахиленню триангеля і жорстко приєднаних до нього гальмових колодок. Внаслідок чого останні під час руху візка своїми верхівками притискуються до поверхні кочення коліс (рисунок 1, б) з утворенням шкідливої стертості.

Розглянуто схему дії гравітаційно утворених сил, від ваги приєднаних до розпірки триангеля деталей, з утворенням крутного моменту, яка наведена на рисунку 1, а. На триангель діють статична й динамічна сили $G_I \pm m_I \ddot{z}_I$ від ваги приєданого до розпірки триангеля вертикального важеля. Під дією цієї сили на плече L , виникає крутний момент $M_{кр}$, при цьому триангель повертається навколо нижніх шарнірів маятникових підвісок до впирання верхньою частиною обох колодок у поверхню кочення колісної пари і врівноважується реакцією $(N_I/2)tg\gamma$, що починає діяти в зоні зіткнення колодок з колесами. Деталі ГВП, вагою яких створюється динамічна сила $G_I \pm m_I \ddot{z}_I$ і момент $M_{кр}$, з'єднані між собою шарнірами з великими зазорами (1-10 мм), які розташовані в невідресореній частині візка. Тому, під час руху вагона створюються вимушені коливання цих деталей, що приводять до знакозмінних переміщень ударного характеру в зазорах шарнірів від дії значної за величиною статичної й динамічної складової $G_I \pm m_I \ddot{z}_I$. У зв'язку з тим, що у відомих конструкціях

пристроїв, призначених для усунення клиноподібного зносу гальмових колодок, створюється протидія вказаним силам, то в експлуатації такі пристрої швидко руйнуються й мають дуже незначний ресурс [1, 3].

Для вирішення проблеми дуального зносу гальмових колодок у триангельній системі ГВП пропонується досягти врівноваженості триангеля з приєднаними до нього деталями важільної передачі.

Зі схеми (рисунок 1, а) видно, що для вирішення проблеми зазначеним способом необхідно ліквідувати крутний момент $M_{кр}$. Для цього шарнір з'єднання вертикального важеля (т. С₁ розпірки триангеля) треба розташувати на вісі O_1-O_1 , яка умовно об'єднує обидва шарніри башмаків з колодками [3]. Для цього слід зменшити до мінімуму в горизонтальному розмірі такий ланцюжок параметрів: L (червоне коло 4) $\rightarrow min$ (блакитне коло 4') (рисунок 1, б). Тобто не тільки наблизити на відстань ΔC_u відповідний отвір розпірки до сумарного центра тяжіння, а ще й мінімізувати параметр $(L-\Delta C_u)$, як це можливо з конструктивних міркувань.

Існує напрям зменшення крутного моменту $M_{кр}$, який вочевидь пов'язаний зі зменшенням сумарної маси m_1 . Але цей підхід немає практичного втілення.

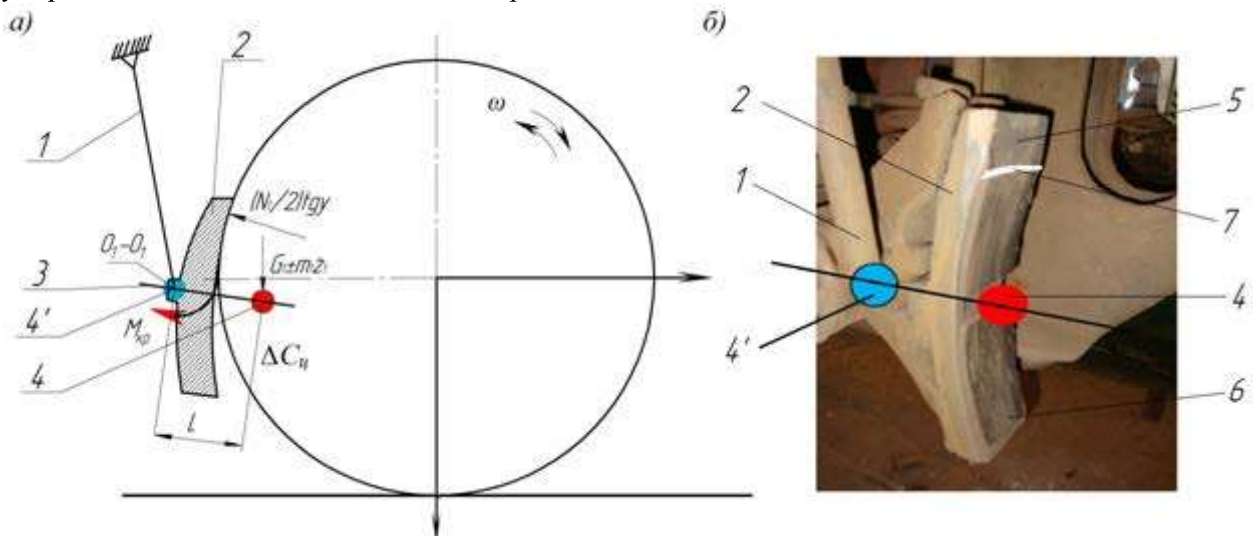


Рисунок 1 - Схема дії сил за яких утворюється дуальний знос гальмової колодки:

- а) відтворення початкового осередку стирання верхнього краю колодки під час руху без гальмувань;
- б) – експлуатаційний вигляд дуального зносу гальмової колодки; 1 – маятникова підвіска;
- 2 – гальмова колодка; 3 – триангель; 4 – шарнір з'єднання вертикального важеля з триангелем;
- 4' – шарнір з'єднання вертикального важеля з триангелем, що умовно перенесений на відстань L ;
- 5 – площина шкідливої стертості; 6 – площа робочої гальмової стертості; 7 – лінія розмежування площин верхньої й нижньої стертостей

Окрім прикладених гальмових й інших силових факторів за "вільного" руху або гальмувань вагона додатково діють природні сили гравітації та інерції в ланках ГВП у прямих і в кривих ділянках рейкової колії, що спричиняє появу небажаних сил у з'єднаннях ланок. Тут доречно зазначити, що при кінетостатичному аналізі просторову ГВП спрощують, і як правило відносять до плоского механізму, керуючись тим, що вона такою є при попушеному гальмі.

На відміну від зовнішніх сил $T_0(t)$, які дестабілізують рівновагу системи, яка досліджується (кінетостатично чи динамічно), внутрішні сили $\delta T_2 = \delta T_1$ на рівновагу системи не впливають. Визначення й тих, і інших сил пов'язано з схемою-моделлю, яка наведена на рисунку 2.

Необхідно звернути увагу й на те, що робота ведучого силового важеля й інших деталей ГВП пов'язана з тим, що його рушійна гальмова тяга $T_0(t)$ спирається одним кінцем на вертикальний важіль ГВП, який шарнірно підвішений до невіднесених боковин візка, а другим кінцем — на обресорену раму вантажного вагона. При цьому, всі шарнірні з'єднання деталей ГВП змінюють від коливань своє відносне лінійне і кутове розташування при русі й гальмуваннях, а також при різних режимах завантаження вагонів [1].

Тут доречно зазначити, що лінійні й кутові зміни координат шарнірних з'єднань деталей, технологічні неточності виготовлення ланок кінематичного ланцюга ГВП порушують умови рівноваги цього механізму, що істотно впливає на ненормативний знос гальмових колодок.

Однак слід зазначити, що схеми-моделі (рисунок 1 і 2) навантаження деталей ГВП, що пов'язані з вертикальною динамікою руху вантажного вагона по нерівностях рейкової колії,

дозволяють за допомогою структурного аналізу напрацювати рекомендації стосовно запобігання виникнення дуального зносу гальмових колодок в існуючих конструкціях ГВП візків.

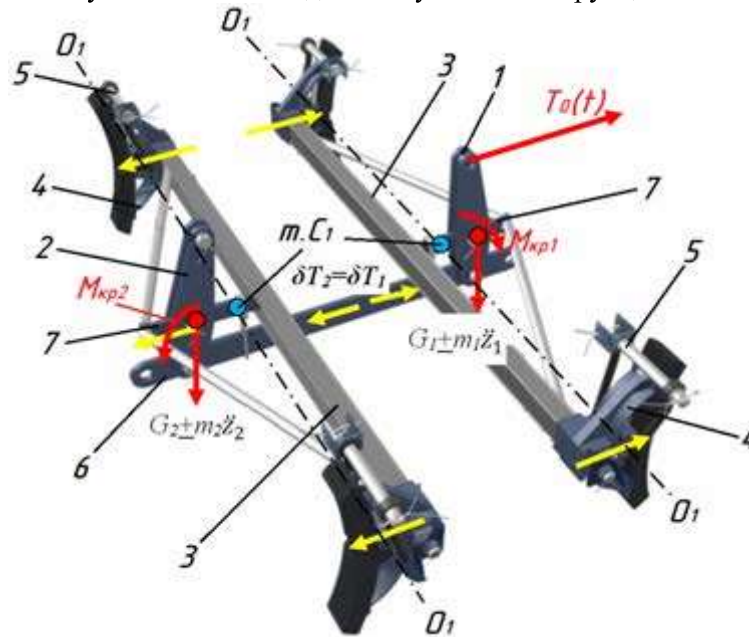


Рисунок 2 – Схематичне уявлення розподілу силових факторів до проведення кінтостатичного силового аналізу роботи ГВП: 1, 2 – вертикальний важіль; 3 – триангель; 4 – гальмовий башмак з колодкою; 5 – підвіска башмака; 6 – зтяжка вертикальних важелів; 7 – розпірка триангеля; $\delta T_2 = \delta T_1$ – внутрішня розпірна сила; $T_0(t)$ – зовнішня гальмова сила; $G_1 \pm m_1 \ddot{z}_1$ – вагова \pm динамічна сила; $M_{кр}$ – крутний момент; O_1-O_1 – умовна вісь нахилу триангеля, що відстає від його центру (т. C_1) на відстань L

Висновки.

1. Встановлено, що дуальний знос гальмових колодок відбувається через схилення триангеля з жорстко приєднаними колодками до впирання і тертя останніх своїми верхніми крайками в поверхні кочення коліс, що обертаються під час руху в поїздах без гальмування.

2. Виконаний структурний аналіз гальмової важільної передачі дозволив встановити, що схилення триангеля до впирання гальмових колодок у поверхню кочення коліс відбувається під дією крутного моменту, що виникає від гравітаційних і динамічних зусиль у гальмовій важільній передачі візка та спричиняє дуже низьку надійність типового пристрою рівномірного зносу гальмових колодок, який використовується нині у всіх вантажних вагонах.

3. За виконаними дослідженнями напрацьовано рекомендації стосовно модернізації гальмової триангельної системи, за впровадженням яких можна забезпечувати стійке рівномірне відведення колодок від коліс при попуску гальм, що дасть можливість конструктивним перенесенням отвору в аналітично визначену точку в розпірці триангеля досягти ліквідації дуального зносу колодок у гальмовій системі трьохелементних інноваційних візків та експлуатаційного парку вантажних вагонів зменшити експлуатаційні витрати залізничного транспорту та гарантувати безпеку руху.

Список посилань.

1. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України : ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015. – Затв. нак. Укрзалізниці № 264–Ц 28.10.1997. – Вид. офіц. – К. : 2004. – 146 с.
2. Інструкція з ремонту гальмівного обладнання : ЦВ–ЦЛ–ЦТ–0013 : затв. М-вом трансп. та зв'язку України 25.01.2005. — К. : «Видавничий дім «Сам», 2005. — 160 с.
3. Розробка конструкторсько-технологічної документації на проведення модернізації гальмівних важільних передач візків вантажних вагонів : Звіт про НДР (заключ.) : Укр. держ. акад. залізнич. трансп. ; кер. Мартинов І. Е. ; викон.: Равлюк В. Г. [та ін.] — Х., 2012. – 53 с. – Бібліогр.: с. 44. – № ДР 0111U008972.

SELECTED EXAMPLES	193
Lukomska Z.V., Shevchuk I.B., Lukomska H.V. THEORETICAL RECONSTRUCTION OF THE PLANING STRUCTURE OF THE HISTORICAL TOWN LIASHKY MUROVANI (NOWADAYS MUROVANE VILLAGE SITUATED IN STAROSAMBIRSKY DISTRICT OF LVIV REGION) ...	194
Drahomyrova H.A. RESEARCH DIRECTIONS OF CITY WATER BODIES	195
Potselueva N.V. THE MAIN WAYS TO CREATE THE BASIS OF THE INFLUENCE OF THE ARCHITECTURAL ENVIRONMENT OF DRUG REHABILITATION CENTERS ON HUMAN GENERAL WELL-BEING	196
Dobryanska L., Dovhanych M., Dobryansky I., Fabryka Y. MATHEMATICAL MODELING OF WORK OF THE EFFECTIVE METAL-WOODEN LOADED ELEMENTS	197
Dovhanych M., Dobryansky I., Dobryanska L., Fabryka Y. ENERGY EFFICIENT BORED MICROPILES AND ANALYTICAL EVALUATION OF ITS MODE OF DEFORMATION WITH THE LOAD AT AN ANGLE TO THE AXIS	198
Shevchuk I.B., Piasta Y.M. FEATURES OF FORMING OF ARCHITECTURAL ENVIRONMENT USING COLOURED ACCENTS BY THE EXAMPLE OF SHEPTYTSKY SQUARE IN TOWN IVANO-FRANKIVSK	199

Civil security

Stolbchenko O.V. THE EUROPEAN STANDARDS IN HUMAN RIGHTS TO WORK	201
Tereschenko O.P., Vanuta O.R. THE PRACTICE OF THE CITIZEN-SAFE SOURCES OF THE MUTUAL BOND STATION OF THE MOBILE COMMUNICATION OPERATORS MAKES THE POSSIBILITY OF	202
Shaikhlislamova I.A., Harazha.Ye.A. RESEARCH ON THE ADMISSION OF THE EMPLOYEE TO COMPLETE OVERTIME UNDERGROUND WORK	203

Transport

Lomotko D.V., Voznyuk N.V., Zayats A.Z. FORMATION OF ADAPTIVE TECHNOLOGY OF RAILWAY TRANSPORTATION ON LOGISTIC PRINCIPLES BASIS	204
Prymachenko H O., Bykovchenko D.A., Khotulov D.A., Tsybulnik L.L. ANALYSIS OF PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF PASSENGER TRANSPORT ON THE DIRECTION OF UKRAINE - THE EUROPEAN UNION COUNTRY	205
Lomotko D.V., Vovkiv A.T., Bondar D.P. IMPROVING THE TECHNOLOGY OF FUNCTIONING OF INDUSTRIAL RAILWAYS BY IMPLEMENTING LOGISTIC TECHNOLOGIES	206
Zapara V.M., Zapara Y.V. IMPROVEMENT OF TARIFF POLICY FOR CARGO TRANSPORTATION BY JSC "UKRAINIAN RAILWAYS" AS AN IMPORTANT TOOL OF MODERNIZATION OF THE SECTOR	207
Lomotko D.V., Nosko N.A. DEVELOPMENT OF FINE MECHANISM OF ACTIVITY OF SMALL RANGE LINES	208
Kameniev O.Yu., Lapko A.O., Shcheblykina O.V. TUNNEL IDENTIFICATION SYSTEM FOR DANGEROUS OBJECTS	209
Nesterenko H.I., Horb O.V. ANALYSIS OF CUSTOMS PROCEDURES OF SEA AND RIVER TRANSPORT	210
Avramenko S.I., Zaluzhna H.S. ENSURING CUSTOMS PROCEDURES FOR RAILWAY AND AUTOMOBILE TRANSPORT	211
Nesterenko H.I., Muzykin M.I., Avramenko S.I., Myronov V.A. STUDY OF CUSTOMS PROCEDURES IN AVIATION TRANSPORT, PIPELINE TRANSPORT AND LINE OF ELECTRIC TRANSMISSION	212
Ravlyuk V.G. STUDY OF DUAL WEAR FEATURES OF THE SHOES BRAKE OF SYSTEM TRANSMISSION OF FREIGHT WAGONS	213
Artyukh O.M., Dudarenko O.V., Sosyk A.Y., Chernenko V.Y., Shcherbyna A.V. INVESTIGATION INFLUENCE OF TIRE WEAR ON VEHICLE MOTION PARAMETERS	216
Lomotko D.V., Lalimenko I.A., Pavlenko I.A. MAIN DIRECTIONS OF LOGISTICS CHAINS CREATION INVOLVING RAILWAYS AND OTHER MODES OF TRANSPORT	217
Ienina I.I., Chornohlazova H.V., Munshtukov I.V. TECHNOLOGICAL REASONING OF THE	