

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
(Д І І Т)

На прввах рукопису

КАБЛУКОВА ОЛЕНА АЛЬФРЕДІВНА


УДК:629.64:625.245.7

БЕЗПЕКА РУХУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ
З ВІЗКАМИ РІЗНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

05.22.07 - Рухомий склад залізниць
та тяга поїздів

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
дисертації на здобуття вченого ступеню
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 1996



AB 34.083

Робота виконана в Інституті технічної механіки Національної академії наук України

- Науковий керівник - доктор технічних наук професор Ю. В. Дьомін
- Офіційні опоненти : заслужений діяч науки і техніки України доктор технічних наук професор О. Л. Годубенко; доктор технічних наук професор В. Д. Данович
- Провідне підприємство - Головне управління вагонного господарства Державної адміністрації залізничного транспорту України (Укрзалізниця)

Захист дисертації відбудеться 22 березня 1996 р. о 14 год.
20 хв на засіданні спеціалізованої ради Д 03.04.02 при Дніпропетровському державному технічному університеті залізничного транспорту (ДІІТ) за адресою 320700, МСП, м. Дніпропетровськ, вул. Академіка Лазаряна, 2 , ауд 224 .

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету
 Автореферат розіслано 20 листопада 1996 р.

Відгук на автореферат, завірний печаткою , просимо надсилати за адресою університету.

Вчений секретар
 спеціалізованої ради

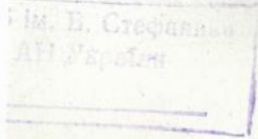
Петровиц

Л. В. Петровиц

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00740048 (N)



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Провідна роль у транспортному комплексі України, як і раніше, зберігається за залізницями. До вирішальних чинників стабілізації показників перевізного процесу та подальшого підвищення ефективності роботи залізничного транспорту належить поліпшення технічних характеристик рухомого складу і удосконалення технології його утримання в належному стані в умовах експлуатації у відповідності з вимогами забезпечення безпеки руху поїздів. При цьому зростає роль науково-дослідницьких робіт у галузі динаміки рухомого складу як в режимах його нормального функціонування, так і в передоверійних ситуаціях.

Численні теоретичні та експериментальні дослідження, спостереження в експлуатації, фактичний матеріал аналізу причин аварійних ситуацій, пов'язаних із сходом з рейок одиниць рухомого складу, зокрема вантажних вагонів, свідчать про високу чутливість показників їх динаміки по відношенню до технічного стану ходових частин (візків). Оскільки в експлуатації знаходяться вагони з різкими моделі І8-І00 різного технічного стану, то визначення ступеню впливу на показники безпеки руху основних характеристик стану ходових частин є актуальним питанням, особливо для ситуацій, коли запас стійкості колісних пар від сходу з рейок вичерпується.

Технічний стан ходових частин в основному визначається параметрами клинної системи гасіння коливань і конфігурацією поперечного кочення коліс. У зв'язку з цим в роботі віддано пріоритет дослідженню впливу вказаних факторів на динамічні показники вантажних вагонів під час руху по залізничній колії з різними відступами від норм утримання її в належному стані.

Мета роботи полягає в розробці уточненої математичної моделі вимушених просторових коливань вантажного вагона, проведенні динамічних розрахунків та оцінці показників безпеки руху вагонів на візках моделі І8-І00 різного технічного стану в режимах нормального функціонування та в умовах перевищення гранично допустимого рівня навантаженості ходових частин.

Методика досліджень. Показники динаміки вантажних вагонів визначались методами математичного моделювання вимушених коливань просторових систем твердих тіл з багатьма ступенями вільності. Для комп'ютерної реалізації математичного опису динамічних процесів, супроводжуваних рух вагонів, розроблені алгоритми і програми з використанням числових методів інтегрування нелінійних диференціальних рівнянь. Оцінка показників безпеки руху вантажних вагонів двох типів - напіввагона і цистерни - з різним технічним станом візків проводилась шляхом зіставлення даних параметричних досліджень для різних випадків, охоплюючих найбільш характерні експлуатаційні ситуації.

Наукова новизна. Розроблена математична модель вимушених просторових коливань вантажного вагона, яка дозволяє досліджувати вплив на його динамічні якості істотних змін характеристик технічного стану ходових частин рейкової колії. Запропоновано розрахункову модель геометричного контакту коліс і рейок при їх взаємних переміщеннях у зазорі колісної пари в рейковій колії і зв'язано її з механізмом підвішування з урахуванням максимально можливих динамічних прогинів, що можуть мати місце, зокрема, при русі вантажного вагона по колії із значними відступами від норм утримання її в належному стані.

Практична цінність і реалізація роботи. Запропонована методика розрахунку показників динаміки вантажних вагонів дозволяє прогнозувати несприятливі, з точки зору безпеки руху, сполучення

характеристик технічного стану ходових частин і рейкової колії. Конкретні дослідження дозволили установити вплив на динамічні показники напіввагона і вагона-цистерни параметрів стану ресорного підвищення, аносів робочих поверхонь коліс та рейок при різних відступах від норм утримання колії в належному стані.

Розробки по темі дисертації використані при проведенні досліджень з метою видачі рекомендацій щодо установалення допустимих швидкостей руху вагонів-цистерн Дирекції експлуатації цистерн (Польща) і фірми ОТГ (Німеччина) на залізницях України.

Обґрунтованість і достовірність результатів обумовлюється: використанням при математичному моделюванні динаміки вантажних вагонів фізично коректних припущень; застосуванням в конкретних дослідженнях випробуваних методів числового розв'язання систем не-лінійних звичайних диференціальних рівнянь; якісним і кількісним узгодженням динамічних показників, одержаних шляхом розрахунків і ходових випробувань вагонів-цистерн в невантаженому та порожньому режимах.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях "Проблеми розвитку локомотивобудування" (м. Луганськ, 1990 р.) і "Проблеми механіки залізничного транспорту" (м. Дніпропетровськ, 1992 р.), на науково-практичному семінарі "Удосконалення конструкцій ходових частин вантажних вагонів" (м. Дніпропетровськ, 1993 р.), на семінарі відділу "Динаміка багатомірних механічних систем" Інституту технічної механіки НАН України (м. Дніпропетровськ, 1995 р.), на міжнародній конференції "Проблеми розвитку локомотивобудування" (м. Луганськ, 1995 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційних досліджень опубліковані в п'ятьох друкованих роботах.

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, висновків, списку літератури (108 назв) та трьох додатків. Робота викладена на 98 сторінках машинописного тексту, які ілюстровані 18 таблицями та 24 малюнками.

ЗМІСТ РОБОТИ

У ВСТУПІ обгрунтована актуальність теми дисертації, відзначені особливості роботи рухомого складу в сучасних умовах експлуатації залізниць, визначено головний напрямок дослідження.

Відмічено, що, розвиваючи методи динаміки рухомого складу залізниць на основі фундаментальних праць М.В. Винокурова, А. М. Годицького-Цвірко, В.М. Данілова, С.М. Куценко, В.А. Лазаряна, В.Б. Медея, І.І. Челіскова, значний вклад у дослідження умов безпеки руху локомотивів та вагонів внесли П.С. Ансімов, Є.П. Блохін, Ю.П. Бороненко, М.Ф. Веріго, С.В. Вершинський, О.Л. Голубенко, Л.О. Грачова, В.Д. Данович, Ю.В. Дьомін, О. П. Ершков, О.Я. Коган, М.Л. Коротенко, М.М. Кудрявцев, О.А. Львов, Л.А. Манашкін, М.О. Редченко, С. Ф. Редько, Ю. С. Ромен, О. М. Савчук, М.М. Соколов, В.Ф. Ушкалов, В.М. Філіпов, О.О. Хохлов, В.Д. Хусідов, Ю.М. Черняшин та інші провідні вчені.

Результати праць вчених в галузі механіки залізничних транспортних засобів склали наукову базу для дослідження, проведеного автором.

В першій главі "ДИНАМІЧНІ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕКА РУХУ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ" подано огляд робіт, присвячених розвитку методів оцінки стійкості колісних пар від оходу з рейок, дослідженням динаміки вантажних вагонів з різним ступенем зносу елементів візків та проблемі зносу колісних пар.

Констатується, що на основі вимог забезпечення безпеки руху

поїздів склелась певна система оцінки стійкості вантажних вагонів від сходу з рейок. При цьому відзначається різноманітність підходів до вирішення завдань, які супроводжують зазначену проблему. Подано ряд показників, згідно з якими оцінюється запас стійкості колісних пар вагонів від сходу з рейок.

Підкреслюється, що одне з найважливіших умов забезпечення безпеки руху поїздів пов'язана з підтриманням технічного стану ходових частин вагонів відповідно до рекомендацій, які розроблено на основі результатів досліджень впливу на показники динаміки зміни параметрів ресорного підвішування та колісних пар внаслідок зносу їх елементів. Вивченню впливу зносу ходових частин вантажних вагонів на динамічні показники присвячені роботи, виконані вченими фахівцями ВНДІЗТ і ДІІТ. Ними були проведені експериментальні роботи, результати яких дозволили виділити фактори, які відчутно впливають на динамічну поведінку вантажних вагонів з різними по технічному стану візками.

Щодо проблеми зносу колісних пар вантажних вагонів, то відзначено, що кардинальне вирішення цієї проблеми пов'язане зі зміною конструкції візків, створенням пристроїв стабілізації їх положення в рейковій колії та переходом на сумісні в роботі профілі кочення коліс і рейок.

На основі огляду та аналізу результатів експериментальних та теоретичних досліджень, присвячених оцінці безпеки руху вагонів по динамічним критеріям, сформульовані основні завдання, які поставлені та вирішені в дисертації:

1. Розробка математичної моделі та програмного забезпечення для проведення дослідження динаміки вантажних вагонів з візками різного технічного стану, включаючи:

- уточнення робочої моделі ресорного підвішування, урахувань

чи зміну його характеристик внаслідок зносу елементів клинових гасітв коливань;

- побудову алгоритму визначення радіусів кінл кочення коліс колісної пари при її горизонтальних поперечних переміщеннях відносно рейок з урахуванням зносу контактуючих поверхонь;

- формування програмних блоків для імітації нерівностей рейкової колії, у тому числі на аварійних ділянках.

2. Конкретні дослідження впливу характеристик технічного стану ходових частин на динамічні показники безпеки руху вантажних вагонів.

В другій главі "РОЗРОБКА РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ БЕЗПЕКИ РУХУ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ" описано математичну модель для дослідження вимушених просторових коливань вантажних вагонів при русі по колії з різними відступами від норм утримання її в належному стані. Для оцінки значущості факторів, які впливають на безпеку руху вагонів, при побудові динамічної моделі були ураховані можливі зміни технічного стану ресорного підвішування, реальні геометричні характеристики профілів робочих поверхонь коліс та рейок, наявність зовнішніх збурень через порушення нормального стану залізничної колії.

При побудові математичної моделі прийнято до уваги ряд істотних нелінійностей, існуючих внаслідок зазорів в з'єднуючих елементах конструкцій, зв'язків з сухим тертям, криволінійності робочих поверхонь коліс та рейок. До особливостей розрахункової моделі відноситься опис робочих характеристик ресорного підвішування при екстремальних навантаженнях. Як відомо, для ресорного підвішування візків моделі І8-І00 є характерним такої конструктивний недолік, як часте блокування в навантаженому стані вагона пружинних комплектів клинової системи. З іншого боку, в експлуатації відмічаються випадки, коли клинова система ресорного підвішування

візків порожніх вагонів виключається з роботи внаслідок повної розвантаженості клинів.

Математичне моделювання характеристик ресорного підвішування проводилось з урахуванням навантажень, які виникають в екстремальних умовах експлуатації. Зокрема, приймалась до уваги можливість змикання витків пружин або повне їх розвантаження. Крім того, в моделі, яка описує роботу клинових гасітьв коливань, передбачено відтворення такого випадку, коли внаслідок зносу поверхонь тертя клинів та фрикційних плінок змінюються умови їх контактування так, що коефіцієнт відносного тертя гасітьв коливань різко зменшується аж до нуля.

Погеральні зусилля при взаємних горизонтальних поперечних зміщеннях надресорної балки і бокових рам, визначаються наступним чином:

$$F_{yi} = \begin{cases} \kappa_3 \Delta_{yi} , & \text{якщо } |\Delta_{yi}| < \Delta_0 ; \\ \kappa_3 \Delta_0 \text{ sign } \Delta_{yi} + \\ + \kappa_3' (\Delta_{yi} - \Delta_0 \text{ sign } \Delta_{yi}) , & \text{якщо } |\Delta_{yi}| > \Delta_0 , \end{cases}$$

де Δ_{yi} - горизонтальні поперечні прогини комплектів центрального ресорного підвішування ($i = \overline{1,4}$); Δ_0 - величина звозу між надресорною балкою та боковою рамою; κ_3 - горизонтальне жорсткість ресорного підвішування; κ_3' - конструкційне жорсткість при відносних зміщеннях надресорної балки, які перевищують Δ_0 ($\kappa_3' \gg \kappa_3$).

Виріз для визначення складової F_z реакції підвішування у вертикальному напрямі - з урахуванням можливості змикання витків пружин та виключення із роботи ресорного комплекту при його розвантаженні - має наступний вид:

$$F_{zi} = \begin{cases} \kappa_2 \Delta_{zi} , & \text{якщо } -\Delta_{cr} < \Delta_{zi} < \Delta_3 ; \\ \kappa_2' \Delta_{zi} , & \text{якщо } \Delta_{zi} \geq \Delta_3 ; \\ F_{cr} , & \text{якщо } \Delta_{zi} < -\Delta_{cr} , \end{cases}$$

де Δ_{zi} - вертикальні прогини комплектів ресорного підвішування ($i = \overline{1,4}$); Δ_j - найбільший розрахунковий прогин пружних елементів ресорного підвішування; $\Delta_{ст}$ - статичний прогин; κ_2 - вертикальна жорсткість ресорного підвішування; κ_2' - конструкційна жорсткість при зміщеннях, які перевищують Δ_j ($\kappa_2' \gg \kappa_2$).

Для визначення складових непружного опору ресорного підвішування задається амплитудне значення сили сухого тертя S . Горизонтальна поперечна S_y та вертикальна S_z складові сили сухого тертя S уводяться в розрахункову модель виразами виду

$$S_{y,z} = \frac{S |\Delta_{y,z}|}{\sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_z^2}},$$

де $\dot{\Delta}_y, \dot{\Delta}_z$ - відносні швидкості зміщення поверхонь тертя.

Особливість розрахункової моделі пов'язана з геометричним контактом коліс та рейок і складається в уточненому визначенні радіусів кіл кочення при поперечних зміщеннях колісної пари відносно рейкової колії. Алгоритм знаходження прирощень радіусів кіл кочення коліс дозволяє досліджувати вплив геометричних характеристик взаємодіючих поверхонь на показники динамічних якостей вагона.

Контури поперечних перерізів робочих поверхонь коліс та рейки приведені на мал. 1. Для опису цих контурів профілі поверхонь кочення коліс $z_k(y)$ та рейки $z_p(y)$ представлені сукупністю n точок, координати яких подаються таблично. Одна таблиця містить у собі двумірний масив упорядкованих даних щодо зміни радіусу кола кочення коліс у залежності від його зміщення в горизонтальному поперечному напрямку Δy_i . Аналогічна таблиця складена для опису профілю робочої поверхні рейки. Таке дискретне відображення профілей робочих поверхонь коліс та рейок є достатньо зручним, бо дозволяє легко змінювати форми контактуючих контурів.

Відстань між точками обрисів перерізів робочих поверхонь коліс $z_k(y)$ та рейок $z_p(y)$ дорівнює

$$D(y) = z_k(y) - z_p(y).$$

Для того, щоб визначити мінімальне значення $D(y)$ при зміщенні колеса на величину Δy_i , по черзі розглядаються значення $D(y)$ у кожній із n точок.

Абсциса, яке відповідає знайдений мінімальній ординаті $\min D(y_i)$, є координатою точки дотику поверхонь колеса та рейки. Після визначення $D(y_i)$ для усього діапазону зміщень y_i , обмеженого можливим взаємним розміщенням колеса та рейки, вивчаються зміни радіусу кола кочення колеса $\Delta r(y_i)$ в залежності від поперечних зміщень колісної пари:

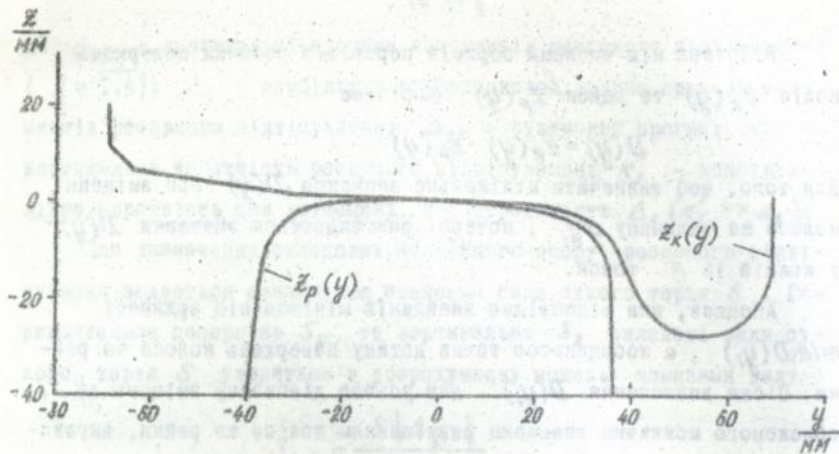
$$\Delta r(y_i) = D(y_i) - D(0),$$

де $D(0)$ - значення $D(y)$ в точці контакту середнього кола кочення колеса з рейкою. Таким чином одержано дискретне зображення функції $\Delta r(y_i)$.

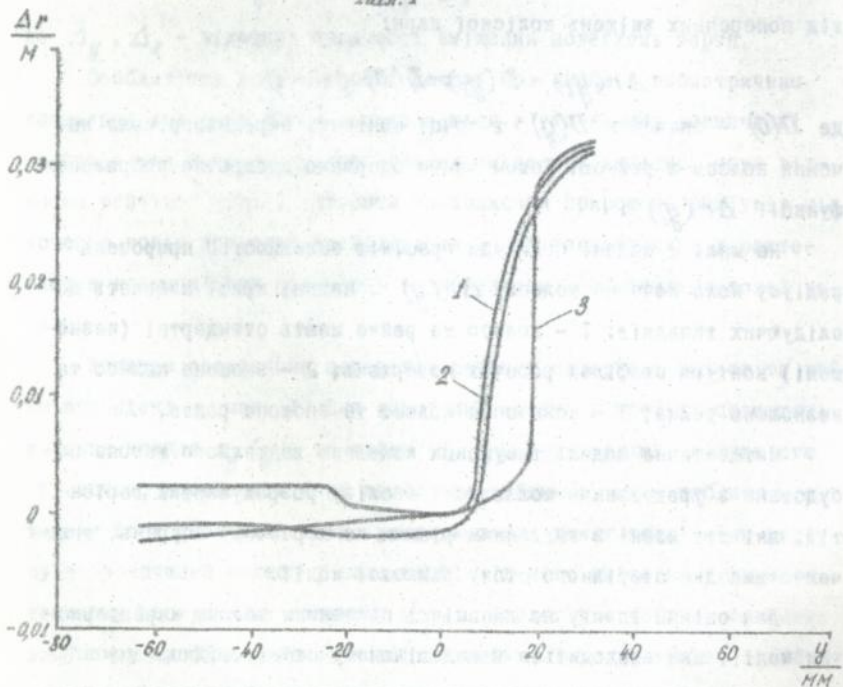
На мал. 2 подані приклади графіків залежностей приращень радіусу кола кочення колеса $\Delta r(y)$. Надані криві належать до наступних випадків: 1 - колесо та рейка мають стандартні (незношені) контури профілей робочих поверхонь; 2 - зношене колесо та незношена рейка; 3 - незношене колесо та зношена рейка.

Математична модель вимушених коливань вантажного вагона побудована з урахуванням можливості аналізу розрахункових варіантів, які пов'язані з з'являнням різних по характеру збурень, включаючи випадки аварійного стану рейкової колії.

Для оцінки впливу на динамічні показники вагона характеристик колії, яке знаходиться у задовільному стані, відповідні збурення задавалися у вигляді випадкових функцій. Нерівності рейкової колії подано стаціонарними випадковими процесами з гаусовсь-



Мат. 1



Мат. 2

ким розподілом амплітуд та спектральною густиною, яка має монотонно падаючий характер.

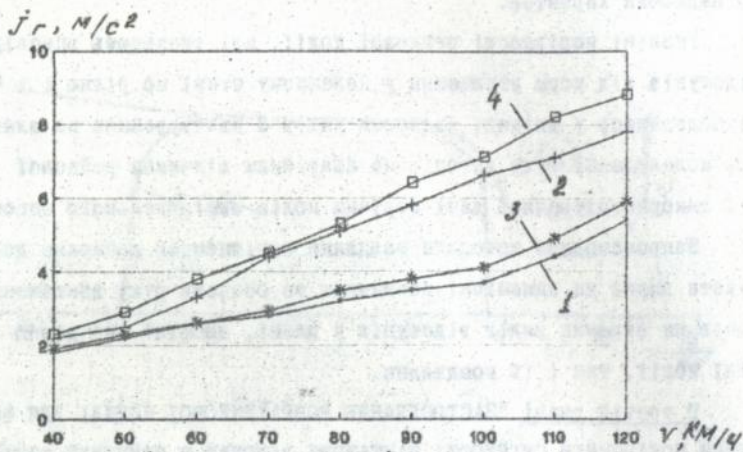
Реальні нерівності рейкової колії, які виникають внаслідок відступів від норми утримання у належному стані по рівню і в плані подавались у вигляді числових рядів з квантуванням по шляху. При моделюванні руху вагонів на аварійних ділянках рейкової колії використовувались дані стрічки колієвимірвального вагона.

Запропонована методика завдання нерівностей дозволяє досліджувати вплив на динамічні показники та безпеку руху вантажних вагонів як окремих видів відступів у плані, профілі, по рівню і ширині колії, так і їх поєднання.

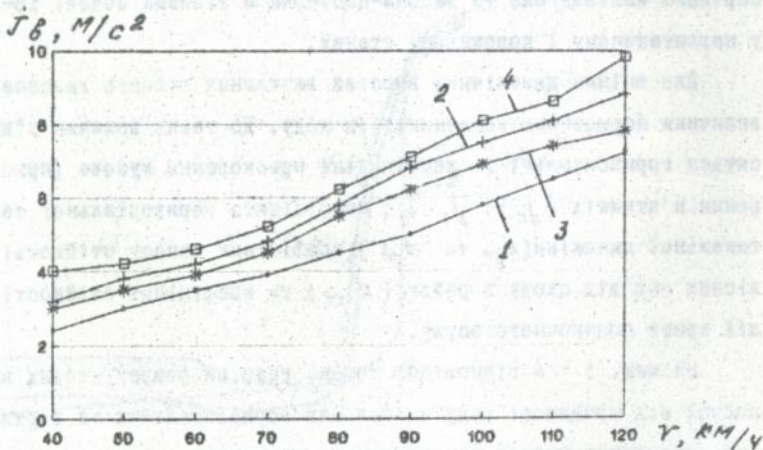
В третій главі "ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ В РЕЙКОВІЙ КОЛІЇ" подані результати динамічних розрахунків для оцінки якості ходу серійних напіввагона та вагона-цистерни з візками моделі І8-І00 у навантаженому і порожньому станах.

Для оцінки динамічних якостей вантажних вагонів визначались величини нормованих показників їх ходу. До таких величин відносяться горизонтальні та вертикальні прискорення кузова (прискорення п'ятників (J_r та J_a)) ; коефіцієнти горизонтальної та вертикальної динаміки (K_{gr} та K_{ga}); коефіцієнт запасу стійкості колісних пар від сходу з рейок (K_{cr}) та коефіцієнт стійкості колії проти поперечного зсуву.

На мал. 3 і 4 відповідно подані графіки розрахункових залежностей від швидкості руху найбільших горизонтальних та вертикальних прискорень кузова навантаженого та порожнього напіввагонів та вагонів-цистерн. Криві 1 і 2 відповідають порожньому стану вагонів, криві 3 і 4 - навантаженому стану. З даних, приведених на цих малюнках, видно, що рівень максимальних значень прискорень кузова вагона-цистерни (криві 2 і 4) вищий за рівень аналогічних



Мал. 3



Мал. 4

величин для напіввагона (криві 1 і 3) як в навантаженому, так і в порожньому стані.

Значення коефіцієнтів горизонтальної та вертикальної динаміки, а також коефіцієнта стійкості колісних пар в рейковій колії навантаженого та порожнього напіввагонів і вагонів-цистерн приведено в табл. I.

Таблиця I

ДИНАМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

РЕЖИМ РУХУ	Напіввагон			Вагон-цистерна		
	k_{gr}	k_{gv}	k_{st}	k_{gr}	k_{gv}	k_{st}
НАВАНТАЖ.	0,49	0,83	0,94	0,58	0,85	0,81
ПОРОЖНІЙ	0,56	0,84	0,86	0,68	0,87	0,80

Динамічними розрахунками, які були виконані для навантаженого напіввагона, визначено, що гранична швидкість його руху знеходиться в діапазоні 90...100 км/ч. При швидкостях руху до 80 км/г включно хід навантаженого напіввагона по всім розрахунковим показникам динаміки та стійкості у рейковій колії оцінюється як задовільний. Хід напіввагона у порожньому стані можна оцінити як задовільний лише при швидкостях руху до 60 км/г включно. Допустимо швидкість руху порожнього напіввагона за показниками горизонтальної динаміки складає 80 км/г, за показниками вертикальної динаміки - 90 км/г.

Результати динамічних розрахунків, виконаних для вагонів-цистерн, дозволили зробити висновок, що у випадку заповнення котла плинним вантажем без недоливу показники її динамічних ходових

якостей близькі відзначеним вище для непіввагона. Допустиме швидкість руху навантаженої цистерни складає 90 км/г. Хід порожньої цистерни оцінюється як задовільний при швидкостях руху до 50 км/г. У порожньому режимі показники горизонтальної динаміки досягали свого допустимого рівня при швидкості руху 80 км/г, а показники вертикальної динаміки – при швидкості 90 км/г.

Виходячи із аналізу значень динамічних показників, поданих на мал. 3 і 4 та в табл. I, можна зробити висновок, що якість ходу вагона-цистерни в меншій мірі задовольняє умовам безпеки руху, ніж якість ходу непіввагона.

Для оцінки коректності припущень, прийнятих при моделюванні вимушених коливань вантажного вагона, було проведено зіставлення відповідних розрахункових та експериментальних даних, одержаних для порожніх непіввагона і вагона-цистерни. Зіставлені динамічні показники рейкових екіпажів досить близькі. Розходження в їх числових значеннях складають II...I3%.

В четвертій главі "ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ХОДОВИХ ЧАСТИН ТА КОЛІІ НА ПОКАЗНИКИ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОРОЖНІХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ" проведено дослідження розрахункових випадків, які охоплюють різноманітні сполучення параметрів технічного стану ходових частин та колії. По черзі розглядався вплив на показники якості ходу та безпеки руху вагонів параметрів ресорного підвищення, конфігурації робочих поверхонь кочення коліс та рейок, а також характеристик стану колії. У кожному розрахунковому варіанті визначались показники динамічних якостей та швидкості, при яких рух порожніх вантажних вагонів стає небезпечним.

Аналіз результатів проведених досліджень дозволив зробити висновок, що технічний стан ресорного підвищення, зокрема його клинових гасців коливань, значно впливає на якість ходу вантажних вагонів. Так, при повному розвантаженні клинної системи до-

пустиме швидкість руху для порожнього напіввагона знижується до 60 км/г, а для порожньої - до 50 км/г.

На мал. 5 і 6 подані графіки залежностей від швидкості руху максимальних розрахункових значень горизонтальних та вертикальних прискорень кузова порожньої цистерни. Криве I відповідає варіанту, коли показники стану ходових частин та рейкової колії відповідають нормативним вимогам; крива 2 - варіанту, коли досліджується вплив зносу робочих поверхонь кочення коліс та рейок на показники динаміки вагона; крива 3 - варіанту, в якому ураховані нерівності рейкової колії у випадках її зварійного стану; крива 4 - варіанту, коли має місце поєднання зносу робочих поверхонь кочення коліс та рейок з відступами від норм утримання у належному стані колії; крива 5 - варіанту, в якому ураховані усі названі вище негативні фактори плюс знос поверхонь тертя клинового гасія колісних.

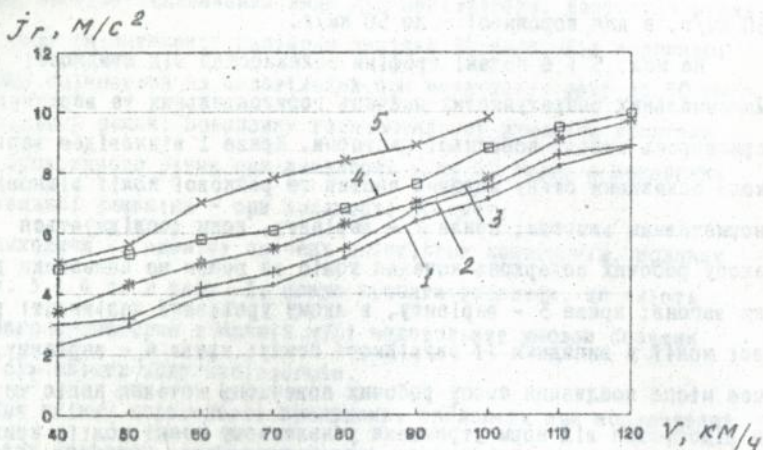
Значення коефіцієнтів горизонтальної та вертикальної динаміки, а також коефіцієнта стійкості колісної пари порожньої цистерни в рейковій колії при найбільших розрахункових швидкостях руху подані в табл. 2.

Таблиця 2

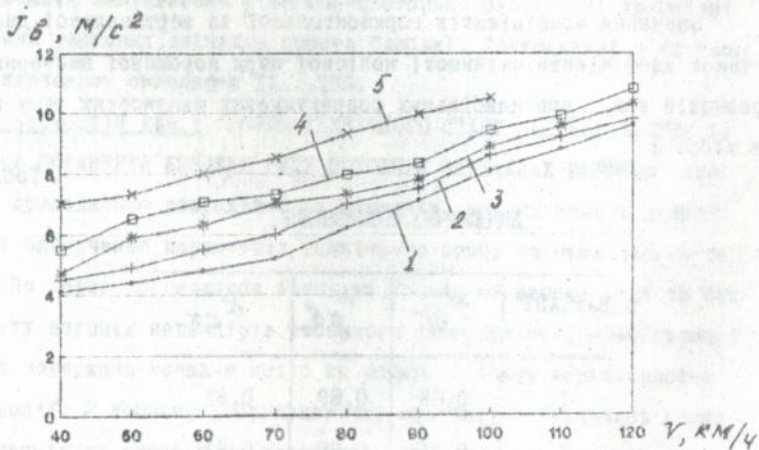
ДИНАМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ВАРІАНТ	k_{gr}	k_{gb}	k_{ct}
1	0,69	0,89	0,81
2	0,71	0,89	0,81
3	0,73	0,90	0,79
4	0,77	0,95	0,77
5	0,88	1,88	0,76

ЛНБ ім. В. Стефанишина
АН України



Мап. 5



Мап. 6

З аналізу значень динамічних показників, одержаних у другому розрахунковому варіанті, випливає, що зноси контактуючих поверхонь коліс та рейок знижують допустимі швидкості руху порожньої цистерни до 70...80 км/г. Поєднання таких факторів, як зноси пари колесо-рейка і відступи від норм утримання у належному стані коліг, викликає зниження допустимих швидкостей руху до 50...60 км/г (варіант 4).

Наявність усіх розглянутих у роботі несприятливих факторів (варіант 5) накладає значні обмеження на швидкість руху порожньої цистерни. Виходячи з рівнів горизонтальних та вертикальних прискорень кузове, значень коефіцієнтів горизонтальної та вертикальної динаміки можна зробити висновок, що швидкість руху знижується до 40 км/г.

У ВИСНОВКАХ отисло сформульовані такі основні результати дисертаційного дослідження:

1. Побудовано базу математичну модель руху вантажного вагона по рейковій колії з відступами від норм утримання її у належному стані з уточненими характеристиками роботи ресорного підвішування, геометричного контакту коліс та рейок, нерівностей коліг. Особливості уточнень полягають в наступному:

1.1. Робота ресорних комплектів візка моделі І8-І00 імітується з урахуванням конструктивно допустимих переміщень надресорної балки відносно бокових рам та зміни коефіцієнта відносного тертя в залежності від технічного стану клинових гасців коливань;

1.2. Радіуси кривизни коліс визначаються з урахуванням реальної конфігурації робочих поверхонь коліс та рейок при їх взаємних переміщеннях як в межах зазору колісної пари в колії, так і при виході точки контакту на гребінь, включаючи його вершину;

1.3. При заваданні збурень, окрім подання нерівностей коліг у вигляді випадкових процесів, передбачається можливість віднов-

лення реальних відступів від норми утримання у належному стелі рейкової колії з використанням результатів обмірвання ширини, рівня, осідання та відступів у плані.

2. Розроблено авторський програмний комплекс для проведення динамічних розрахунків, які охоплюють широкий спектр можливих в практиці сполучень параметрів технічного стану ходових частин вантажних вагонів та колії, включаючи аварійні режими. При цьому передбачається аналіз як нормованих показників динаміки вантажних вагонів, так і критеріїв стійкості колісних пар в рейковій колії. Ефективність розрахункового комплексу стверджується зіставленням результатів розрахунків з даними натурних ходових випробувань вантажних вагонів.

3. Результатами конкретних розрахунків підтверджено висновок про визначальну роль в оцінці безпеки руху вантажних вагонів порожнього режиму. Показано, що найбільш низькою якістю ходу відзначаються порожні цистерни.

4. Установлено, що технічний стан клинового гасія коливань в ресорному підвішенні справляє значний вплив на якість ходу та безпеку руху вантажних вагонів. Так, якщо допустима швидкість руху порожніх вагонів при розрахунковому значенні коефіцієнта відносного тертя ($\varphi_{виг} = 8\%$) дорівнює 80 км/г, то при розвантаженій клиновій системі ($\varphi_{виг} = 0$) значення допустимої швидкості руху для напіввагона знижується до 60 км/г, а для вагона-цистерни - до 50 км/г. Тому рекомендується не допускати в експлуатаційній роботі випадків, коли клини фрикційних демпферів візків моделі І8-І00 розвантажені (ефект "вільного клина").

5. Показано, що поєднання зносів коліс та рейок з відступами від норм утримання у належному стелі колії викликає зниження допустимих швидкостей руху (в окремих випадках - до 50...60 км/г). Наявність таких факторів, як зноси пари колесо-рейка, ослаблення

клинової системи та відступів від норм утримання у належному стані колії, призводить до значного зуження діапазону робочих швидкостей за умовою безпеки руху. В цьому випадку хід порожньої цистерни при швидкостях вище за 40 км/г згідно діючих нормативних вимог оцінюється як непридатний для регулярного руху.

Основні положення і результати дисертаційної роботи містяться в публікаціях:

1. Возняк Н.К., Спиригин И.К., Коблукова Е.А., Черняк А.Ю. Оценка безопасности движения десятиосного тепловоза // Проблемы развития локомотивостроения / Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Луганск, 1990. - С. 21.
2. Коблукова Е.А. Особенности моделирования схода с рельсов грузового вагона // Проблемы механики железнодорожного транспорта: Динамика, прочность и надежность подвижного состава / Тезисы докладов XIII конференции. - Днепропетровск, 1992. - С. 33.
3. Коблукова Е.А. Оценка динамической нагруженности ходовых частей грузового вагона при движении по пути с отступлениями // Нагруженность и прочность подвижного состава: Межуз. сб. науч. тр. - Днепропетровск: ДИИТ, 1995. - С. 79-82.
4. Коблукова Е.А. Особенности динамической модели железнодорожного экипажа в условиях истощения запаса устойчивости от схода с рельсов // Тр. МИИТ. - 1995. - Вып. 210. - С. 119-123.
5. Коблукова Е.А. Оценка безопасности движения рельсовых экипажей // Проблемы развития локомотивостроения / Тезисы докладов международной конференции. - Луганск, 1995. - С. 11.

АННОТАЦИЯ

Каблуков Е.А. Безопасность движения грузовых вагонов с тележками различного технического состояния. - Рукопись. - Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.07 - подвижной состав железных дорог и тяга поездов, Днепропетровский государственный технический университет железнодорожного транспорта, 1996.

Разработана базовая математическая модель для исследования вынужденных пространственных колебаний четырехосных грузовых вагонов при движении по пути с отступлениями от норм содержания, включая аварийные участки. Для оценки значимости факторов, влияющих на безопасность движения вагонов, при построении динамической модели были учтены возможные изменения технического состояния рессорного подвешивания, профилей рабочих поверхностей колес и рельсов, характеристик внешних возмущений. Приведены результаты расчетов динамических показателей и дана оценка качества хода и безопасности движения серийных полувагона и вагона-цистерны на тележках модели И8-100. Установлена степень влияния износов колес и рельсов, ослабления клиновой системы демпфирования колебаний и отступлений от норм содержания пути на допустимые скорости движения грузовых вагонов в груженом и порожнем режимах.

Ключевые слова: грузовой вагон, ходовые части, расчетная модель, показатели динамики, безопасность движения.

SUMMARY

Kablukova H. Safety of motion of freight cars with trucks of different technical conditions. - Manuscript. - Candidate dissertation of technical sciences on speciality 05.22.07. - rolling - stock of the railways and the pull of the trains. Dniepropetrovsk State Technical University of Railway Transport. Dniepropetrovsk, 1996.

The base mathematic model for investigation of forced space vibrations of freight cars worked out. The track has essential perturbations including emergency ones. The dynamic model was created with taking into account different technical condition of suspension, wheel and rail profiles, track perturbations.

The results of the researches of the dynamic behaviour of freight cars for the estimation of the safety of motion presented in thesis. The influence of the different technical conditions of trucks, wheel and rail wear and track perturbations for the dynamic processes in the system and acceptable speed of motion for freight cars presented as well.

443227

КАВЛУКОВА ОЛЕНА АЛЬФРЕДІВНА

Безпека руху вантажних вагонів
з вісками різного технічного стану

Об. 22. 07 - Рухомий склад залізниць
та тяга поїздів

Підписано до друку 15.02.1996. Формат 60x84 1/16.

Папір для розмножувальних апаратів. Друк офсетний. Ум.
друк арк. 1,2. Обл. - вид. арк. 1,0. Зам. 93. Тираж 100 при-
мірників. Безкоштовно.

Адреса дільниці оперативної поліграфії
320700, Дніпропетровськ, вул. Акад. В. А. Лазаряна, 2.