



Шпачук В. П.

Чупринін О. О.

Супрун Т. О.

*Харківській
національний
університет міського
господарства
ім. О. М. Бекетова*

Shpachuk V. P.

Chuprynin O. O.

Suprun T. O.

*O.M. Beketov national
university of urban
economy in Kharkiv*

УДК 625.03:629.45

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА СТАТИЧНІ І ДИНАМІЧНІ ПРОГИНИ РЕЙКОВОЇ КОЛІЇ В ЗОНІ СТИКОВОЇ НЕРІВНОСТІ

Стаття присвячена дослідженню взаємодії трамваю з рейковою колією на третій фазі проходження вагоном стикової нерівності. Розглянуто транспортний механічний комплекс "вагон - рейкова колія" в зоні стикової нерівності. Отримано залежності прогинів приймаючої рейки колії під першою шпалою від експлуатаційних факторів транспортного засобу і конструктивних параметрів верхньої будови колії.

Ключові слова: вагон, рейкова колія, стикова нерівність, прогин рейки, шпала, колісна пара.

Взаємодія колеса і рейки є фізичною основою руху рухомого складу. Від параметрів цієї взаємодії багато в чому залежать безпека руху та основні техніко-економічні показники господарств колії та рухомого складу.

Термін служби рухомого складу і рейок колій є функцією спільної роботи рухомого складу і рейкової колії, механічних, конструктивних і геометричних характеристик рухомого складу і верхньої будови колії, умов їхньої експлуатації. Практика показує, що найбільш слабкою ланкою механічної системи «вагон – рейкова колія» є ізольовані стикові нерівності колії - рейкові стики.

Вузли і агрегати зазнають впливу динамічних сил взаємодії між вагонами і верхньою будовою колії, які в свою чергу, змінюються як за часом, так і за напрямком і мають ударний і ймовірний характер, при русі вагону. Однією з основних технічних причин коливань вагону і прогинів зв'язаної з ним в єдину механічну систему рейкової колії шляху, є нерівності рейки. Змінна жорсткість за довжиною верхньої будови колії і нерівномірне за довжиною накопичення в ньому залишкових деформацій є причиною нерівності рейки. Істотний вплив на розвиток електричного транспорту, на безпеку руху вагонів, на величини припустимих швидкостей руху, а також і на пропускну і провізну можливість залізниць, на економіку утримання рухомого

складу і колії, умови габаритної прохідності рухомого складу та ін. здійснює вирішення задач дослідження практичного застосування науки про взаємодію рухомого складу і колії.

Норми терміну служби рейок, що визначають періодичність їх заміни, є функцією роботи рейкової колії під рухомим складом, типу й потужності рейок, характеристик верхньої будови колії, умов її експлуатації. Найбільш слабкою частиною рейкової колії є ізольовані стикові нерівності, що відносяться до рейкових стиків. При цьому деформаційні характеристики баластового шару під рейковими опорами (параметри пружної й залишкової осадки) регламентують в кінцевому підсумку технічний ресурс, тривалість його експлуатації. Практика показує, що найбільше осадження баластового шару відбувається в місцях стикових нерівностей під шпалами приймаючої рейки. Це пов'язано з тим, що у цих місцях рейка, зазвичай, зазнає найбільше динамічне навантаження ударного типу.

Відомі дослідження [1-3, 6-9, 11,12] обмежуються першою і другою фазою проходження стику першою колісною парою, що призводить до теоретичної і практичної невизначеності впливу процесу проходження вагоном зони стику на динамічні прогини приймаючої рейки під першою шпалою.

В даній роботі розглянуто (рис. 1) механізм проходження вагоном стикової



нерівності на третій фазі руху: коли на приймаючу рейку наїжджає третя колісна пара, а перша та друга колісні пари знаходяться вже на приймаючій рейці. Схема проходження третьою колісною парою рейкового стику зображена на рис. 1. Тут: 1 – вагон, 2-5 – колесо відповідної колісної пари, 6-7 – центральне підвішування вагону, 8 – приймаюча рейка, 9 – віддаюча рейка, 10 – пружні елементи, які моделюють жорсткість баластового шару під шпалами шляху.

Для визначення прогинів приймаючої рейки під першою шпалою застосовано метод

послідовного статично-динамічного (ПСД метод) розрахунку [1, 11, 13], який включає етап розрахунку висоти h стикової нерівності в режимі статичного навантаження віддаючої і приймаючої рейок колії з урахуванням фази руху вагону і етап динамічного розрахунку прогинів приймаючої рейки під першою шпалою.

Механічна схема, що розглядається в роботі на третій фазі руху, моделюється для кожної рейки, відповідно до результатів робіт [1, 8, 11] багатопрогоною балкою на двадцяти трьох пружних опорах ($N=23$).

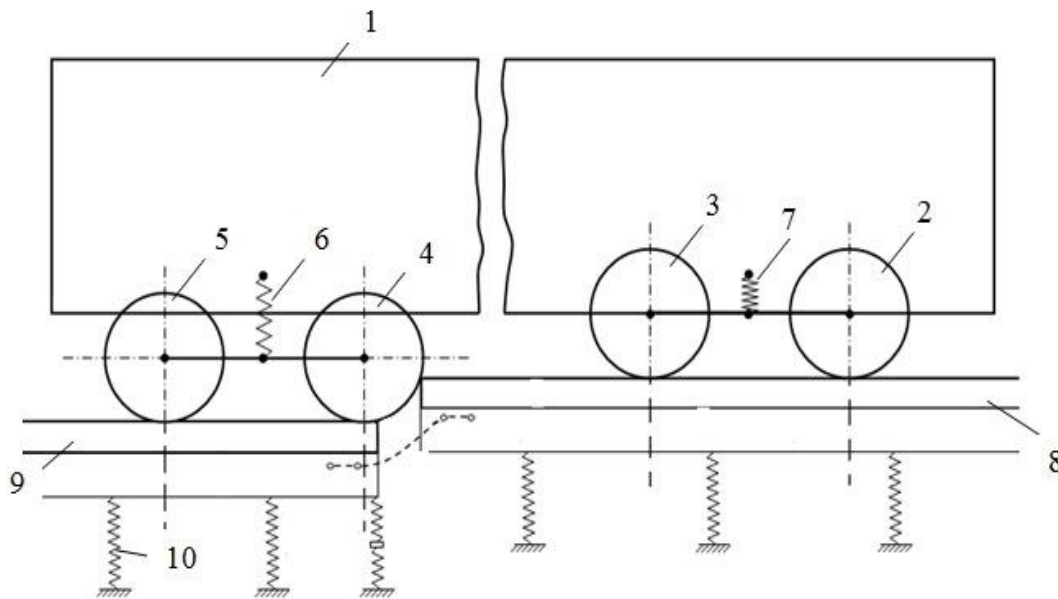


Рис. 1. Схема проходження стикової нерівності

Тут головними силовими факторами, що визначають у кінцевому випадку прогин приймаючої рейки під першою шпалою є зусилля P_0 , які відповідають поточній кількості колісних пар на рейках, які прикладені (рис. 2) до віддаючої ($x_{вi}$ ($i=3,4$ – номер колісної пари вагону)) і приймаючої ($x_{пi}$ ($i=1,2$ – номер колісної пари вагону)) рейок; l, l_1 – геометричні координати пружних опор; c_p, c_n – жорсткості рейки на кінці та стикової накладки відповідно, визначається експериментально [1]; $P_0 = P/8$ – поточне навантаження, що приходить з боку вагону на одне колесо колісної пари; c_2 – жорсткість баластового шару під рейкою.

Приймається, що при ударі колеса об ребро приймаючої рейки не відбувається його відрив, а також його ковзання відносно рейки. Прогини приймаючої рейки колії під першою шпалою, як наслідок ударної і динамічної взаємодії вагону з приймаючою рейкою у місці стику розглянуто з урахуванням

експлуатаційних і конструктивних параметрів трамваю, що рухається: завантаження вагону, швидкість в зоні стику (доударна швидкість), зведеної маси колеса з візком, швидкості його центру мас, ширині стику.

При статичному розрахунку прогинів рейки відповідно до [1, 4, 11, 14] використовується модель багатопрогової балки на 23 пружних опорах (рис. 2, 22 шпали і спирання на сусідню рейку через працюючу накладку), де: $l=0,548$ м; $l_1=0,219$ м; $x_{в3}=10,0$ м; $x_{в4}=12,5$ м; $x_{п1}=5,4$ м; $x_{п2}=2,9$ м. Що дозволяє визначити параметри спирання рейки з урахуванням жорсткості з'єднання.

У розрахунках одночасно аналізуються прогини віддаючої і приймаючої рейок з урахуванням третьої фази руху вагону. На рис. 3 показана блок-схема розрахунків прогинів рейки під дією статичного навантаження сил ваги P_0 вагону.

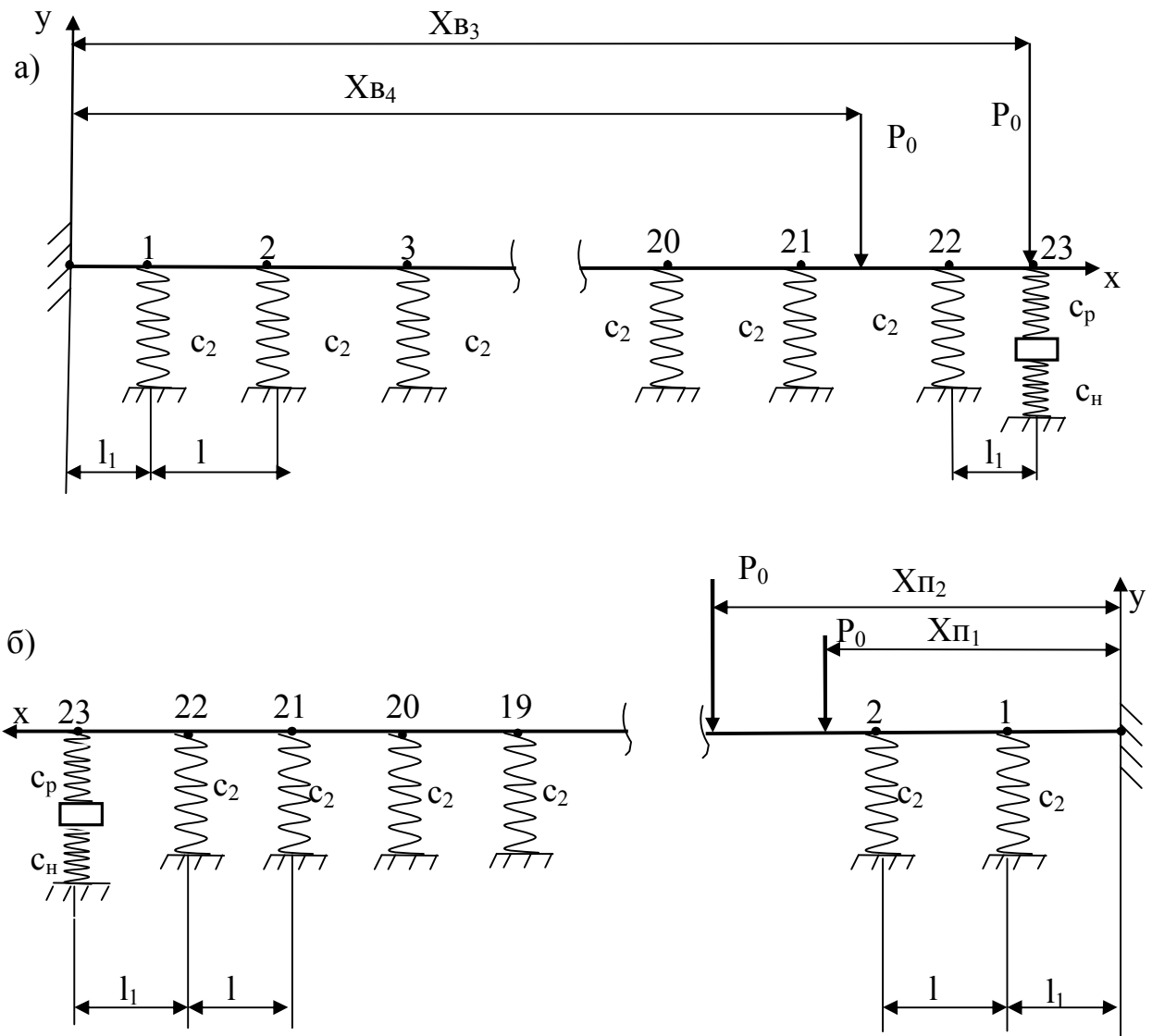


Рис. 2. Розрахункова схема віддаючої а) та приймаючої б) рейок на третій фазі руху

При розрахунку крім механічних і геометричних характеристик системи «вагон-рейкова колія» задається сукупність зосереджених сил і граничних умов на кінці рейки (блок 1). Задаються початкові параметри: геометричні для жорсткого кінця рейки (блок 2), $y_0 = y'_0 = 0$ – прогин та кут повороту рейки в початку координат. Далі визначаються початкові параметри і прогини під першою шпалою рейок (блок 3). Прогини під пружними опорами визначають зусилля, які діють на рейку (блок 4). Для наступної (і-тої) опори отримані раніше початкові параметри і зусилля на опорах, на першому етапі вважаються визначеними і за ними знаходиться прогин на пружній опорі y_i (блок 5) і зусилля в ній P_i . Далі

уточнюються початкові параметри (блок 6), прогини на опорах (блок 7) і зусилля в них (блок 8). Якщо величина похибки ϵ (блок 9) виявляється більшою за задане значення, відбувається наступний цикл, на якому уточнюються результати розрахунків (враховуючи [12], в роботі прийнято $\epsilon = 0.000001$ м).

Процес розрахунку повторюється для наступної пружної опори (блок 10), і далі (блок 11).

В результаті, після визначення початкових параметрів і зусиль на всіх опорах, визначається функція прогинів $y(x)$, за якою розраховується прогини рейок на кінці під дією заданої системи сил (блок 12).

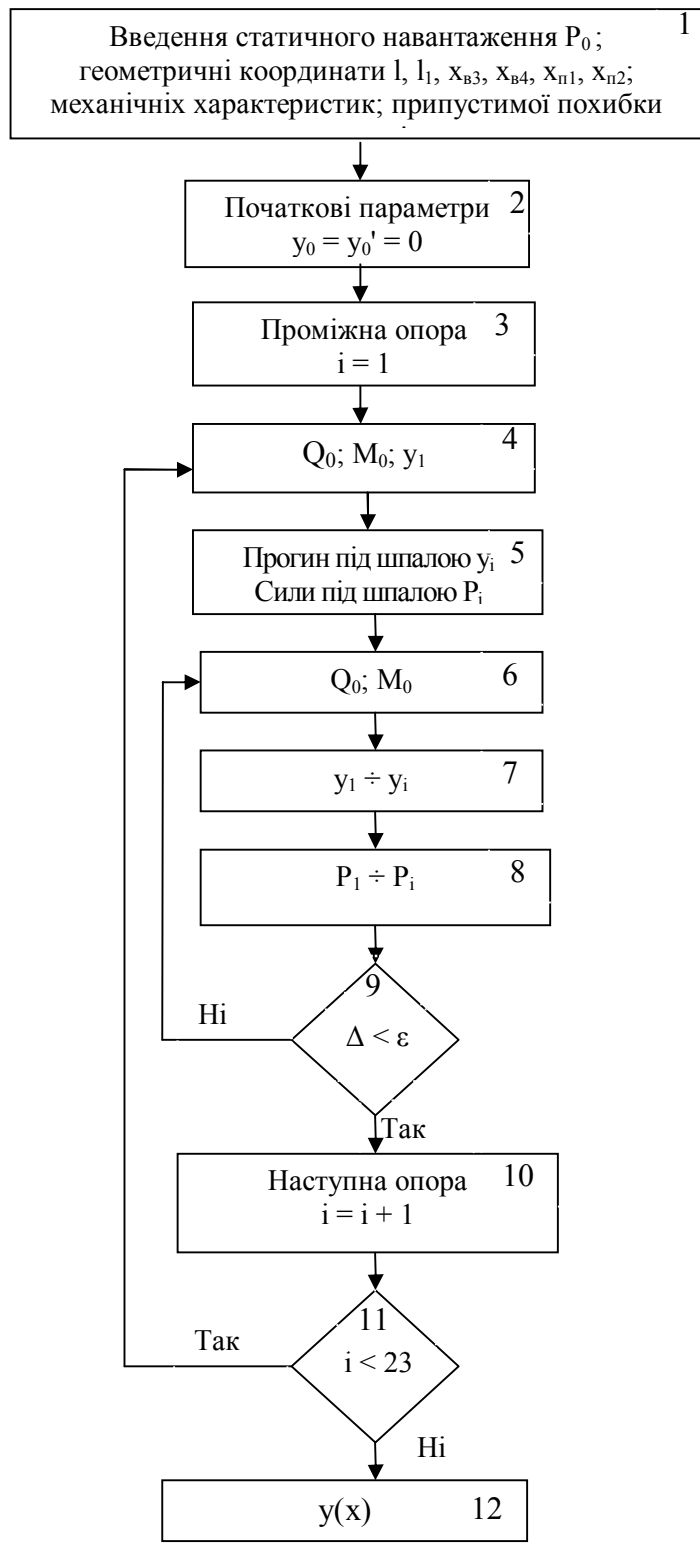
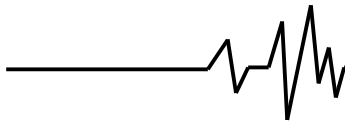


Рис. 3. Блок-схема розрахунку статичних прогинів рейок



Пружні лінії віддаючої і приймаючої рейок наведено на рис. 4, де U_{B3} , U_{B4} , $U_{П1}$, $U_{П2}$ –

прогини рейок відповідно під колесами вагону і першою шпалою приймаючої рейки.

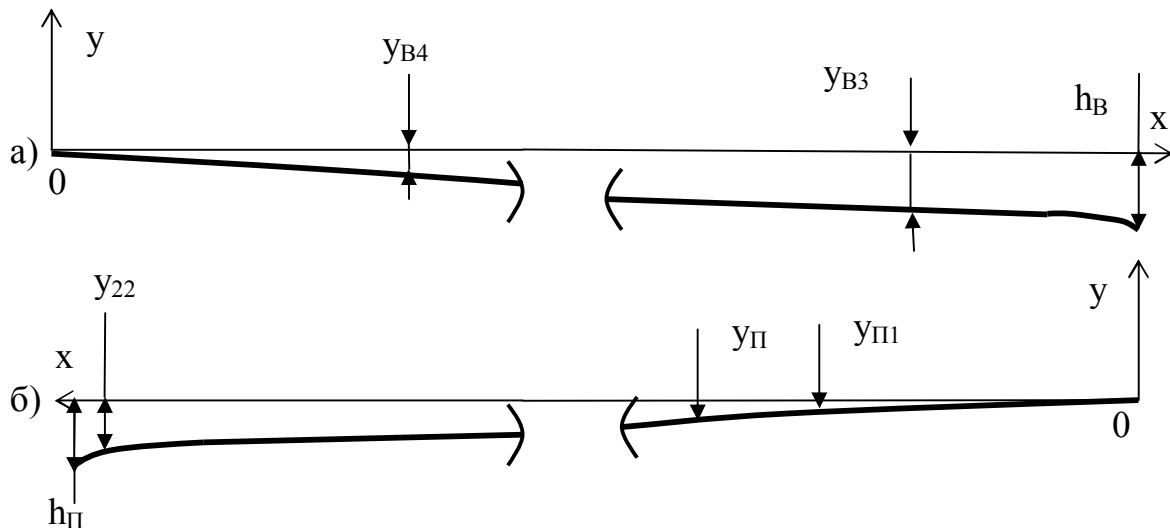


Рис. 4. Пружна лінія віддаючої а) та приймаючої б) рейок на третій фазі руху

З визначених пружних ліній віддаючої і приймаючої рейок на третій фазі руху, що наведені на рис. 4, визначається поточна величина висоти стикової нерівності

$$h = h_B - h_{П}, \quad (1)$$

де $h_{П}$, h_B – прогини приймаючої і віддаючої рейок на кінцях відповідно при $x=12,5$ м.

Рівняння вигнутої осі рейок запишемо, використовуючи метод початкових параметрів [1, 4, 10] ($y_0+y_0'=0$), з урахуванням умов закріплення рейок:

віддаюча рейка

$$y(x) = \frac{1}{EJ} \times \left[\sum_{i=3}^4 P_0 \frac{(x+x_{Bi})^3}{6} + Q_0 \frac{x^3}{6} + M_0 \frac{x^2}{2} - \sum_{i=0}^N c_2 y_i \frac{(x-l_i)^3}{6} - c_{p.k.} h_B \frac{(x-L)^3}{6} + q \frac{x^4}{24} \right]; \quad (2)$$

приймаюча рейка

$$y(x) = \frac{1}{EJ} \times \left[\sum_{i=1}^2 P_0 \frac{(x+x_{Pi})^3}{6} + Q_0 \frac{x^3}{6} + M_0 \frac{x^2}{2} - \sum_{i=0}^N c_2 y_i \frac{(x-l_i)^3}{6} - c_{p.k.} h_{П} \frac{(x-L)^3}{6} + q \frac{x^4}{24} \right]; \quad (3)$$

де M_0, Q_0 – згинальний момент та поперечна сила на початку координат; $c_{p.k.} = \frac{c_p \cdot c_H}{c_p + c_H}$ – жорсткість рейки на кінці; ρ, E – щільність і

модуль пружності матеріалу рейки; J – момент інерції перерізу рейки відносно нейтральної осі.

В табл. 1 наведено величини ступені h стику, розрахованих за формулами (1) – (3) при варіюванні завантаження m_2 вагону трамваю.

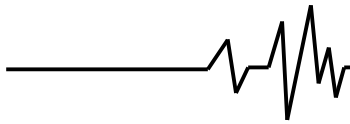
Таблиця 1

Величина ступені стику на третій фазі руху вагону

m_2 , кг	4250	4588	4926	5263	5601	5939	6277	6614	6952	7290	7628
h , см	0,212	0,221	0,233	0,242	0,252	0,262	0,276	0,269	0,302	0,318	0,331

Отримані значення h ступені стикової нерівності дозволяють, з урахуванням

швидкості руху та зведених мас вагону і колеса, визначити величину ударного імпульсу і



післяударної швидкості приймаючої рейки V_1 при переході колеса другої колісної пари на приймаючу рейку [1,8,9]. На фазі ударної взаємодії колеса с торцем приймаючої рійки вагон моделюється дискретною двомасовою системою зі зведеними параметрами [1].

Розрахункова структурна схема дискретно-континуальної системи на третій фазі руху вагону наведена на рис. 5, де m_1 – зведена маса колеса; m_2 – величина завантаження вагону c_1 – жорсткість підвіски вагону; w – прогин рейки; $l^*_i=(12,5-x_{n1})$ – відстань від краю приймаючої рейки до колес першого візка; y_1 – прогин рейки під третьою колісною парою; $l_{24}=l=12,5$ м, – довжина рейки; $l_2, l_3 \dots l_{23}$ – довжина відстані між опорами.

При дослідженні процесів динамічної взаємодії в роботі прийняті наступні припущення, що не суперечать результатам робіт [1, 2, 5]: коливання колісної пари і головки рейки відбуваються в безвідривному режимі (з огляду на те, що $m_2 \gg m_1$, припущення є прийнятним); прогини рейки реалізуються без порушення суцільності баластового шару (з огляду на те, що розглядаються й аналізуються граничні деформаційні характеристики баластового шару під першою шпалою на фазі прогинів приймаючої рейки тільки "вниз", припущення є прийнятним); демпфуючі властивості баластового шару не враховуються (оскільки прогин рейки розглядається лише на першій за часом фазі його зростання).

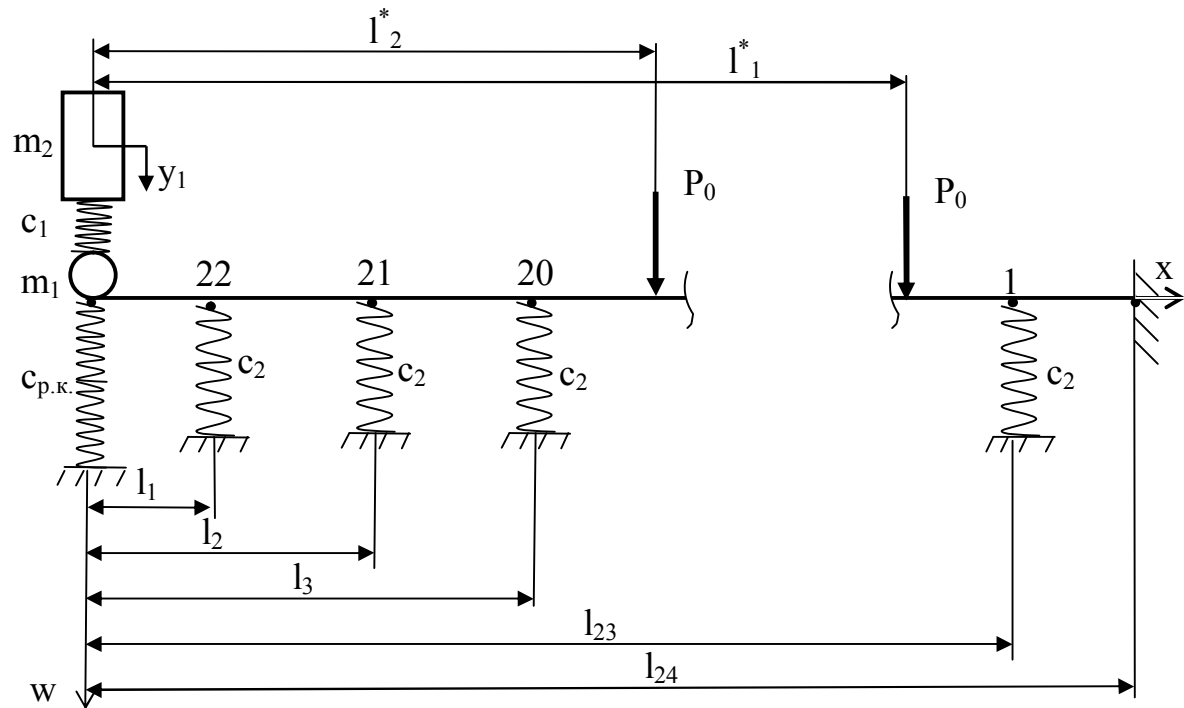
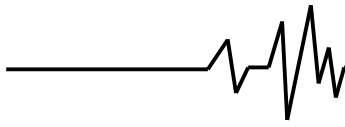


Рис. 5. Розрахункова структурна схема приймаючої рейки на третій фазі руху

З огляду на [1, 2], диференціальні відповідно до механічної схеми на рис. 5 має рівняння коливань приймаючої рейки вид:

$$\left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial^4 w(t,x)}{\partial x^4} + \frac{\rho F}{EJ} \cdot \frac{\partial^2 w(t,x)}{\partial t^2} = \frac{c_1(y_1 - w(t,0))\delta(x)}{EJ} - \\ & \frac{\sum_{i=1}^{23} c_2 w(t,l_i)\delta(x-l_i)}{EJ} - \frac{m_1 \partial^2 w(t,0)\delta(x)}{EJ} - \frac{P_0 w(t,l^*_1)\delta(x-l^*_1)}{EJ} - \\ & \frac{P_0 w(t,l^*_2)\delta(x-l^*_2)}{EJ} \\ & \dots \\ & m_2 \ddot{y}_1 + c_1(y_1 - w(t,0)) = 0, \end{aligned} \right. \quad (4)$$

де $\delta(x)$ – імпульсна функція [1,10,13].



Розв'язання системи (4) виконується з застосуванням методу Фур'є поділу перемінних, а також методи теорії операційного числення Лапласа-Карсона [1,5,13]. В даному випадку розв'язання задачі про вільні коливання (без змушуючої сили) зводиться до суперпозиції власних форм. У результаті прогин приймаючої рейки з урахуванням підресореної маси вагона і ненульових початкових умов визначиться вираженням:

$$w(t,x) = \sum_{s=1}^5 Z^s(x) D_s \sin \omega_s t, \quad (5)$$

де D_s – коефіцієнти, що знаходиться із умов ортогональності форм коливань [1,8,9] з урахуванням доударної швидкості колеса другої колісної пари і після ударної швидкості рейки сумісно з колесами першої і другої колісної пари, $Z^s(x)$, ω_s – власні форма та частота коливань рейки.

Дослідження виконано при наступних параметрах механічної дискретно-континуальної системи: $c_1=4,225 \cdot 10^5$ Н/м; $c_2=1 \cdot 10^8$ Н/м; радіус колеса $r=0,35$ м; швидкість вагону $V=[5 \div 15$ м/с], $m_1=1100$ кг; $m_2=[17000/8$ (порожній вагон Т-3) $\div 30510/8$ (максимальне завантаження вагона при 193 пасажирів (10 люд/м²)). Геометричні і механічні характеристики рейки типу Р-65 і двохголових накладок згідно ДСТУ 8193-73 наступні: довжина рейки $L=12,5$ м; $l=0,585$ м; $E=2,6 \cdot 10^{11}$ Н/м²; $J=3573$ см⁴; $\rho=7,8$ кг/м³; $E_H=2 \cdot 10^4$ кН/см²; $J_H=766$ см⁴; $\rho_H=7,8$ кг/м³; $F_H=57$ см².

На рис. 6 приведені залежності прогинів u_1 приймаючої рейки під першою шпалою при проходженні стикової нерівності третьою колісною парою в залежності від експлуатаційних факторів (завантаження вагону m_2 , швидкість руху V вагона).

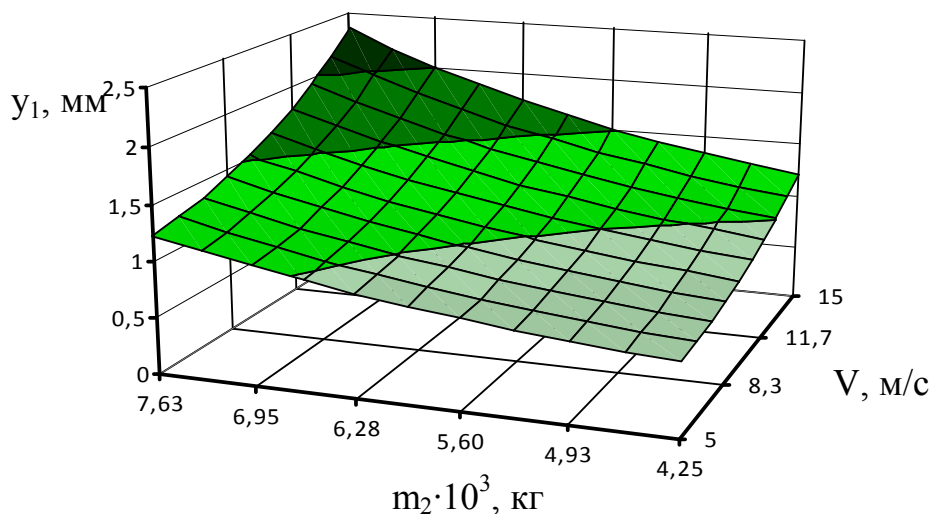


Рис. 6. Прогини приймаючої рейки на третій фазі взаємодії

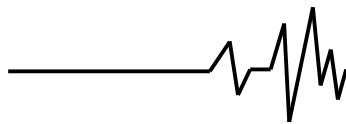
Аналіз отриманих результатів показує наступне:

1. На базі транспортного механічний комплексу "Вагон - рейкова колія в зоні стикової нерівності" досліджено статично-динамічну взаємодію трамваю з рейковою колією на третій фазі проходження вагоном стикової нерівності. Отримано залежності прогинів приймаючої рейки колії під першою шпалою від експлуатаційних факторів транспортного засобу і конструктивних параметрів верхньої будови колії.

2. Запропоновано метод послідовного статично-динамічного (ПСД метод) розрахунку прогинів приймаючої рейки колії під першою шпалою, що включає етап визначення величини ступеня стику приймаючої рейки при

наїзді колеса заданої колісної пари вагону на стикову нерівність (статичний розрахунок), та етап розрахунку динамічного прогину приймаючої рейки під першою шпалою з урахуванням величини ударного імпульсу на приймаючу рейку, який залежить від величини попередньо визначеного ступеня стикової нерівності.

3. Встановлено, що зміна завантаження вагону в діапазоні $m_2=[4250 \div 7627,5]$ кг, наприклад при швидкості руху $V=15$ м/с, призводить до зміни прогину приймаючої рейки під першою шпалою в діапазоні $u=[1,107 \div 2,128]$ мм, тобто до його зростання в 1,92 рази.



4. Доведено, що збільшення швидкості руху вагону в діапазоні $V=[1\div 15]$ м/с і завантаження вагону в діапазоні $m_2=[4250\div 7627,5]$ кг призводить до зростання величини прогину приймаючої рейки під першою шпалою в діапазоні $y=[0,524\div 2,027]$ мм, тобто до його зростання в 3,87 рази.

Отримані результати на практиці використовуються при розробці технічних рішень по удосконаленню стику рейкової колії, а також при визначенні режимів експлуатації трамвайних вагонів, створенні експериментально-теоретичного комплексу для дослідження, розрахунків та вдосконалення параметрів вагона і верхньої будови колії шляхом їх раціонального вибору і оптимізації.

Список використаних джерел

1. Шпачук В.П., Далека В.Х., Коваленко А.В. Стыкова динаміка трамвая – Харків: ХНАМГ, 2005. – 150 с.
2. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава / Под ред. М.Ф. Вериго. – М.: Транспорт, 1986. – 559 с.
3. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагонів. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.
4. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Наука, 1967. – 444с.
5. Лазарян В.А. Динамика вагонів. Устойчивость движения и колебания. – М.: Транспорт, 1964. – 255 с.
6. Коган А.Я., Пейч Ю.Л. Расчет нестационарного напряженно-деформированного состояния элементов конструкции пути в зоне стыка рельсов/Вестник ВНИИЖТ: 2002. – 31–39 с.
7. Коган А.Я., Пейч Ю.Л., Полещук И.В. Расчет динамики удара в элементах конструкции пути. / Сборник научных трудов. Проблемы путевого хозяйства Восточной Сибири. – Иркутск: Ир ГУПС, 2003. – 19–31 с.
8. Шпачук В.П., Коваленко А.В. Ударное и динамическое взаимодействие трамвая с принимающим рельсом в месте изолированной стыковой неровности с учетом эксплуатационных факторов. // Коммунальное хозяйство городов. Киев, Техника, 2005. Выпуск – 60. – 2006. – 229–235 с.
9. Шпачук В.П., Коваленко А.В. Прогибы рельсового пути в месте изолированной стыковой неровности с учетом фаз доударного баллистического и послеударного безотрывного движений. //

Коммунальное хозяйство городов. Выпуск – 63. – 2005. – 216–224 с.

10. Тимошенко С.П., Гудьер Д.Ж. Теория упругости. – М.: Наука, 1975. – 576 с.

11. Шпачук В.П. Динамічна взаємодія трамвая з рейковою колією при проходженні стыкової нерівності колії / Шпачук В.П., Чупринін О.О., Супрун Т.О. // Коммунальное хозяйство міст. – 2012. – №105. – С 376–385.

12. Шпачук В.П. Особливості проходження стику другою колісною парою / Шпачук В.П., Чупринін О.О., Супрун Т.О. // Проблеми взаємодії колії та рухомого складу. – 2013. – С 70.

13. Бабаков И.М. Теория колебаний. – М.: Наука, 1968. – 691 с.

14. ДСТУ 18232-83. Рельсы контррельсовые. Технические условия.

Список джерел в транслітерації

1. Shpachuk V.P., Daleka V.H., Kovalenko A.V. Stikova dynamika tramvaya – Kharkiv: KHNAMH, 2005. – 150 s.
2. Verigo M.F., Kogan A.Ya. Vzaimodeystviye puti i podvizhnogo sostava / Pod red. M.F. Verigo. – M.: Transport, 1986. – 559 s.
3. Vershinskiy S.V., Danilov V.N., Khusidov V.D. Dinamika vagonov. – M.: Transport, 1991. – 360 s.
4. Timoshenko S.P. Kolebaniya v inzhenernom dele. – M.: Nauka, 1967. – 444s.
5. Lazaryan V.A. Dinamika vagonov. Ustoychivost' dvizheniya i kolebaniya. – M.: Transport, 1964. – 255 s.
6. Kogan A.Ya., Peych Yu.L. Raschet nestatsionarnom napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya elementov konstruktsii puti v zone styka rel'sov / Vestnik VNIIZHT: 2002 – 31–39 s.
7. Kogan A.YA., Peych YU.L., Poleshchuk I.V. Raschet dinamiki udara v elementakh konstruktsii puti. / Sbornik nauchnykh trudov. Problemy putevomu khozyaystva Vostochnoy Sibiri. – Irkutsk: Ir GUPS, 2003 – 19-31 s.
8. Shpachuk V.P., Kovalenko A.V. Udarnoy i dinamicheskoye vzaimodeystviye tramvaya s prinyimayushchim rel'sa v meste izolirovannoy stykovoy nerovnosti s uchetom ekspluatatsionnykh faktorov. // Kommunal'noye khozyaystvo gorodov. Kiyev, Tekhnika, 2005 Vypusk – 60 – 2006 – 229–235 s.
9. Shpachuk V.P., Kovalenko A.V. Progiбы rel'sovogo puti v meste izolirovannoy stykovoy nerovnosti s uchetom faz doudarnogo ballisticheskikh i posleudarnogo bezotryvnogo dvizheniy. // Kommunal'noye khozyaystvo gorodov. Vypusk – 63 – 2005 – 216–224 s.



10. Timoshenko S.P., Gudyer D.ZH. Teoriya uprugosti. – M.: Nauka, 1975. – 576 s.

11. Shpachuk V.P. Dynamichna Vzayemodiya tramvaya z reykovoju kolijeyu pry prokhozhdzhenni stikovoju nerivnosti koliji / Shpachuk V.P., Chuprinin O.O., Suprun T.O. // Komunalne hospodarstvo mist. – 2012. – №105. – S 376–385.

12. Shpachuk V.P. Osoblyvosti prokhozhdzhennya styku druhoju kolisnoju paroyu / Shpachuk V.P., Chuprinin O.O., Suprun T.O. // Problemy vzayemodiji koliji ta rukhomoho skladu. – 2013. – S 70.

13. Babakov I.M. Teoriya kolebaniy. – M.: Nauka, 1968. – 691 s.

14. DSTU 18232-83. Relsy kontrelsovyue. Tekhnicheskije usloviya.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОГИБЫ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ В ЗОНЕ СТЫКОВОЙ НЕРОВНОСТИ

Аннотация. Стаття посвящена дослідженню взаємодії трамвая з рельсовим путем на третій фазі проходження вагоном стыкової неровності.

Рассмотрен транспортный механический комплекс “вагон - рельсовый путь” в зоне стыковой неровности. Получены зависимости прогибов под первой шпалой принимающего рельса от эксплуатационных факторов транспортного средства и конструктивных параметров верхнего строения пути.

Ключевые слова: вагон, рельсовая колея, стыковая неровность, прогиб рельса, шпала, колесная пара.

THE INFLUENCE OF OPERATIONAL FACTORS ON THE STATIC AND DYNAMIC DEFLECTIONS OF RAIL TRACK IN THE AREA OF BUTT INEQUALITY

Annotation. The article investigates the interaction of the tram to the rail in the area of isolated irregularities butt. Considered the transport of the complex mechanical “train track at the site of butt irregularities”. The dependences of the deflections of the receiving rail track sleepers under the third phase of their growth from the operating and structural parameters of the vehicle and the track structure.

Key words: wagon, rail track, butt irregularities, the deflection rail, sleeper, wheelset.