

УДК [629.45-592::621.313.12].001.5:001.891.5

пустий рядок

ДОСЛІДЖЕННЯ НА МІЦНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ ДОВГОБАЗНОЇ ПЛАТФОРМИ

пустий рядок

Кельріх М.Б., Федосов-Ніконов Д.В.

пустий рядок

пустий рядок

THE STRENGTH RESEARCH OF THE LONG-WHEELBASE FLATCAR CONSTRUCTION

пустий рядок

Kel'rich M., Fedosov-Nikonov D.

пустий рядок

пустий рядок

пустий рядок

У статті розглянуто питання щодо міцності основних несучих елементів конструкції довгобазних платформ, застосування спеціальних методів теоретичного і експериментального характеру. Виконано розрахунок елементів рами на втому з використанням обчислювального комплексу, що реалізує метод скінченних елементів (МСЕ).

***Ключові слова:** довгобазні платформи, міцність елементів, коефіцієнт запасу опору втому, розрахункові та експериментальні напруження.*

пустий рядок

пустий рядок

Вступ. З метою задоволення потреб перевізників, розширення номенклатури своєї продукції та зниження собівартості перевезень багато вагонобудівні заводи України, Росії та інших країн СНД розробили й поставили на виробництво безліч моделей довгобазних платформ різного конструктивного виконання.

Постановка проблеми. При експлуатації нових моделей довгобазних платформ виникли проблеми з міцністю основних несучих елементів конструкції. У багатьох моделях в основних несучих елементах конструкції були виявлені тріщини втомного характеру. Така ситуація була обумовлена низькою міцністю зазначених одиниць рухомого складу. Аналіз руйнувань і пошкоджень рам довгобазних платформ свідчить, що причиною цього є динамічні навантаження, зумовлені як нерівностями рейкової колії, так і конструктивними особливостями платформи.

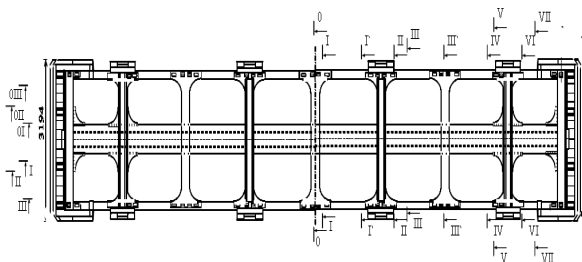
Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми динаміки і міцності рухомого складу розглядалися в роботах В.А. Лазаряна, Є.П. Блохіна, А.В. Донченко, С.В. Мямліна, В.М. Бубнова та інших вчених. Однак і сьогодні, під час розробки нових моделей довгобазних платформ різного конструктивного виконання, дослідження міцності елементів довгобазних платформ викликає багато запитань.

Мета статті. Для дослідження міцності несучих елементів довгобазних платформ потрібно застосування...

Результати досліджень. Розрахунок елементів рами на втому проводився при дії на платформу максимально допустимих навантажень для перерізів з високим рівнем напружень (рис. 1).

Розрахунок виконано з використанням обчислювального комплексу, що реалізує метод скінченних елементів (МСЕ) на ПЕОМ стандарту IBM-PC, при цьому використовувалася пластинчаста скінченно-елементна модель і скінченні елементи типу SHELL 63. Скінченні елементи мають квадратичні функції форми і шість ступенів свободи в кожному вузлі: переміщення вздовж осей x , y , z і повороти навколо цих осей.

пустий рядок

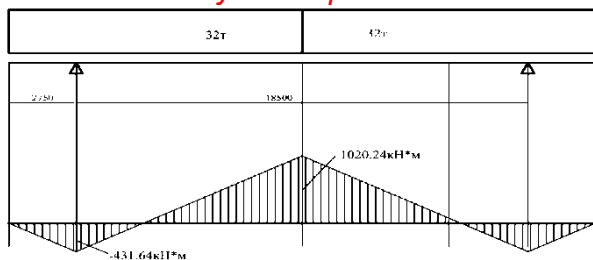


пустий рядок

Рис. 1. Схема розташування перерізів з максимальними напруженнями на універсальній довгобазній платформі

Розрахунок проводився для двох варіантів завантаження, при яких розрахунковими дослідженнями було отримано найбільші згинальні моменти (рис. 2 та 3).

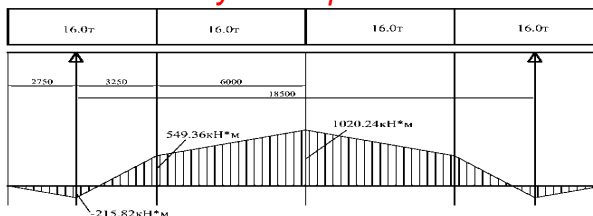
пустий рядок



пустий рядок

Рис. 2. Два 40 футових контейнера

пустий рядок



пустий рядок

Рис. 3. Чотири 20 футових контейнера

Результати розрахунку коефіцієнта запасу опору втоми при завантаженні платформи двома 40-футовими контейнерами наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Коефіцієнт запасу опору втоми при завантаженні
двома 40-футовими контейнерами**

Елемент	Переріз	Точка	№ вузла моделі	Результати розрахунків				
				$\sigma_{ст}$	$\sigma_{аЭ}$	$(\bar{k}_\sigma)_k$	$\sigma_{аН}$	n
Хребтова балка	I-I	т.1	6948	83,2	46,383	4,5	41,293	0,89
Хребтова балка	I-I	т.3	43015	93,4	52,069	4,0	46,455	0,89
Хребтова балка	I-I	т.4	40158	83,4	46,494	4,5	41,293	0,89
Хребтова балка	III-III	т.5	39428	86,8	48,390	4,5	41,293	0,85
Хребтова балка	III-III	т.6	6179	87,4	48,724	4,5	41,293	0,85
Хребтова балка	V-V	т.7	39523	65,4	36,459	3,0	61,940	1,70
Хребтова балка	V-V	т.8	6274	65,8	36,682	3,0	61,940	1,69
Хребтова балка	VI-VI	т.9	48292	10,1	5,631	3,0	61,940	11,00
Хребтова балка	VI-VI	т.10	15179	10	5,575	3,0	61,940	11,11
Шворнева балка	I-I	т.21	22937	58,9	32,836	4,0	46,455	1,41
Шворнева балка	I-I	т.17	10504	29,5	16,446	4,5	41,293	2,51
Шворнева балка	I-I	т.19	22893	28,4	15,833	4,5	41,293	2,61
Шворнева балка	0I-0I	т.22	56272	58,9	32,836	4,5	41,293	1,26
Шворнева балка	0I-0I	т.18	43684	29,5	16,446	4,5	41,293	2,51
Шворнева балка	0I-0I	т.20	56228	28,5	15,888	4,5	41,293	2,60
Балка бокова	0-0	т.23	23455	98,8	55,079	4,0	46,455	0,84
Балка бокова	0-0	т.24	504	68,8	38,355	4,0	46,455	1,21
Балка бокова	I'-I'	т.27	90821	93,3	52,013	4,5	41,293	0,79
Балка бокова	I'-I'	т.28	94116	91,1	50,787	4,5	41,293	0,81
Балка бокова	I'-I'	т.30	126001	91,1	50,787	4,5	41,293	0,81
Балка бокова	I'-I'	т.29	122580	93,3	52,013	4,5	41,293	0,79
Балка бокова	II-II	т.31	59382	111,2	61,992	4,0	46,455	0,75
Балка бокова	II-II	т.32	26006	111,4	62,104	4,0	46,455	0,75
Балка бокова	III'-III'	т.33'	66644	76,3	42,536	4,5	41,293	0,97
Балка бокова	III'-III'	т.35'	52273	2,9	1,617	4,5	41,293	25,54
Балка бокова	III'-III'	т.34'	33092	76,1	42,425	4,5	41,293	0,97
Балка бокова	III'-III'	т.36'	23918	93,1	51,902	4,5	41,293	0,80
Балка бокова	IV-IV	т.34	410	69,6	38,801	4,0	46,455	1,20
Балка бокова	V-V	т.35	66121	56,6	31,554	4,0	46,455	1,47
Балка бокова	V-V	т.36	32578	56,5	31,498	4,0	46,455	1,47
Балка бокова	VI-VI	т.37	60111	6,9	3,847	4,0	46,455	12,08
Балка бокова	VI-VI	т.38	26732	6,9	3,847	4,0	46,455	12,08
Балка бокова	VII-VII	т.39	58800	0,9	0,502	4,0	46,455	92,59
Балка бокова	VII-VII	т.40	1661	3,5	1,951	4,0	46,455	23,81

пустий рядок

Результати розрахунку коефіцієнта запасу опору втоми у цих зонах представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Коефіцієнт запасу опору втоми
в зонах руйнувань при завантаженні двома
40-футовими контейнерами**

Елемент	Переріз	№ вузла моделі	Результати розрахунків				
			$\sigma_{ст}$	$\sigma_{аЭ}$	$(\bar{k}_\sigma)_k$	$\sigma_{аН}$	n
Бокова балка	I-I	34553	66,1	27,3	5,0	37,2	1,36
Хребтова балка	III-III	64578	78,3	32,3	5,0	37,2	1,15

пустий рядок

Загальні витрати на перевезення вантажів визначаються за наступною залежністю [8]:

$$C_3 = C_{3M} \cdot L + C_{3П} \cdot T, \quad (1)$$

пустий рядок

де C_{3M} – змінні витрати, євро/км;
 $C_{3П}$ – постійні витрати, євро/год.;
 L – пробіг транспортного засобу, км;

T – час роботи на маршруті, год.

пустий рядок

$$T_{2y}^2 \frac{d^2 x_3}{dt^2} + T_{1y} \frac{dx_3}{dt} + x_3 = k_{xi} i_y, \quad (2)$$

пустий рядок

де k_{xi} – коефіцієнт передачі ЕГУ.

Загальні дані по очній та заочній формі навчання в осінньому семестрі 2014-2015 н.р. наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

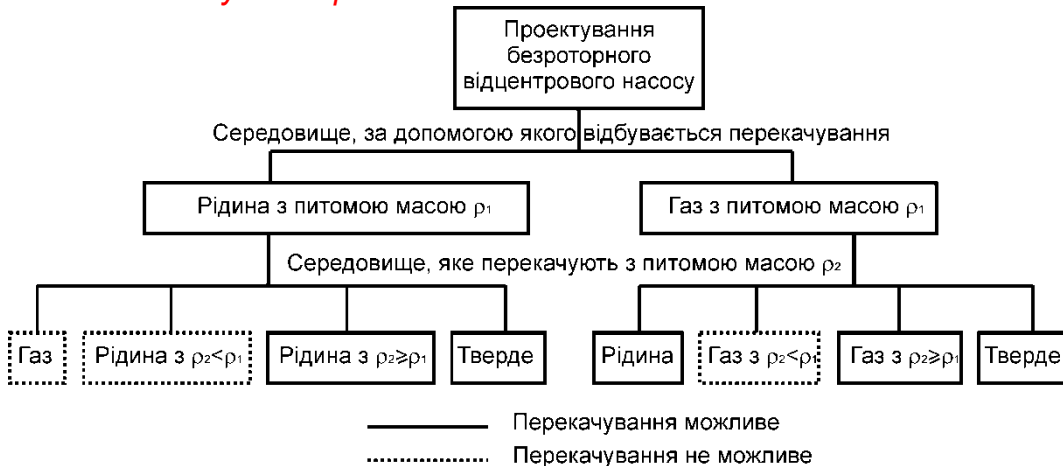
Загальні дані КНУ

Кількість	Форма навчання	
	Очна	Заочна
академічних груп	350	345
потоків	1146	890
штатних викладачів	788	
викладачів задіяних на заняттях	723	631
аудиторних занять	9911	16404
корпусів в яких проводяться заняття	12	
аудиторій в яких проводяться заняття	417	
середня місткість аудиторії	41,34	

пустий рядок

Визначення принципової можливості перекачування заданого середовища за допомогою БВН й вибір середовища, за допомогою якого буде здійснюватися перекачування (рис. 4).

пустий рядок



пустий рядок

Рис. 4. Аналіз можливості роботи БВН при перекачуванні різних середовищ

Висновок. Після вдосконалення конструкції рами був проведений розрахунок на відповідність платформи вимогам «Норм для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)» за I, III і ремонтним режимами навантажень та на співудар.

Розрахункові та експериментальні напруження у всіх елементах довгобазного вагона-платформи від усіх експлуатаційних навантажень, згідно «Норм для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)», не перевищують допустимих значень. Збіжність результатів розрахунків і випробувань задовільна, що

свідчить про достовірність та правильність проведених розрахунків.

пустий рядок

пустий рядок

Л і т е р а т у р а

1. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). ГосНИИВ-ВНИИЖТ. Москва. 1996. Изменения и дополнения.
2. Годыцкий-Цвирко А.М. Взаимодействие пути и подвижного состава железных дорог / А.М. Годыцкий-Цвирко. – М.: Гострансиздат, 1931. – 214 с.
3. Марье Г. Взаимодействие пути и подвижного состава / Г. Марье. – М.: Госжелдориздат, 1933. – 338 с.
4. Винокуров М.В. Исследование колебаний и устойчивости вагонов / М.В. Винокуров // Научн. тр. ДИИТ, 1989. – Вып. 12. – 292 с.
5. Лазарян В.А. Динамика вагонов / В.А. Лазарян. – М.: Транспорт, 1964. – 256 с.
6. Лазарян В.А. Применение математических машин непрерывного действия к решению задач динамики подвижного состава железных дорог / В.А. Лазарян. – М.: Трансжелдориздат, 1962. – 220 с.
7. Вершинский С.В. Динамика вагона / С.В. Вершинский // Технический справочник железнодорожника. – М.: Трансжелдориздат, 1952. – Т.6. – С. 651-712.
8. Шапошников Н.Н. Расчет машиностроительных конструкций на прочность и жесткость / Н.Н. Шапошников, Н.Д. Тарабасов, В.В. Петров, В.И. Мяченков. – М.: Машиностроение, 1981. – 333 с.
9. Блохин Е.П. Динамика поезда (нестационарные продольные колебания) / Е.П. Блохин, Л.А. Манашкин. – М.: Транспорт, 1982. – 222 с.
10. Блохин Е.П. О возможности понижении порядка системы дифференциальных уравнений движения поезда при возмущениях, распространяющихся вдоль его длины / Е.П. Блохин, Л.Г. Маслеева // Межвуз сб. науч. тр. – Днепропетровск: ДИИТ, 1978. – Вып. 199/25.- С. 47-54.
11. Мямлин С.В. Программа моделирования пространственных колебаний подвижного состава / С.В. Мямлин // Залізничний транспорт України. – 2000. – № 3. – С. 52-54.

пустий рядок

R e f e r e n c e s

1. The norms for calculation and design of railcars on the track width 1520 mm (unpowered). GosNIIV VNIIZHT. – Moscow. 1996. Amendments and additions.
2. Godytskiy-Tsvirko A.M. Interoperability of the railway and a rolling stock. / A.M. Godytskiy-Tsvirko. – M.: Gostransizdat, 1931. – 214 p.
3. Mar'ye G. Interoperability of the railway track and a rolling stock. / G.Mar'ye – M.: Goszhelezdorizdat, 1933. – 338 p.
4. Vinokurov M.V. The research of waves and stability of the railcars./ M.V. Vinokurov // Scientif. Res. DIIT, 1989 – issue 12-292 p.
5. Lasaryan V.A. The railcars dynamic. / V.A. Lasaryan. – Transport, 1964. – 256 p.
6. Lasaryan V.A. The usage of the mathematical machines of continuous operation in problems solution of the rolling stock dynamic on the railway lines / V.A. Lasaryan. – M.: Transzhelezdorogisdat, 1962. – 220 p.
7. Vershinskiy C.V. The railcar dynamic./ C.V. Vershinskiy // The technical guide of a railman. – M.: Transzheldorizdat, 195, T.6. – P. 651-712.
8. Shaposhnikov N.N. The strength and rigidity calculation of machine building construction.// N.N. Shaposhnikov,

- N.D. Tarabasov, V.V. Petrov, V.I. Myachenkov. – M.: Mashinostroenie, 1981. –333 p.
9. Blochin E.P. The railcar dynamic (non-steady extension vibration) / E.P. Blochin, L.A. Manashkin. – M.: Transport, 1982. – 222 p.
10. Blochin E.P. The reducing possibility of differential equations order system in railcar running during the perturbation along its length / E.P. Blochin, L.G. Masleeva // Dnepropetrovsk: DИТ, 1978 – issue 199/25 – P. 47-54.
11. Myamlin C.V. The spatial vibration modeling program of a rolling stock./ C.V. Myamlin // Zaliznychniy transport Ukraine. – 2000. – №3. –P. 52-54.

пустий рядок
пустий рядок

Кельрих М.Б., Федосов-Никонов Д.В. Исследование на прочность конструкции длиннобазной платформы.

В статье рассмотрен вопрос о прочности основных несущих элементов конструкции длиннобазных платформ, применении специальных методов теоретического и экспериментального характера. Выполнен расчет элементов рамы на усталость с использованием вычислительного комплекса, реализующего метод конечных элементов (МКЭ).

Ключевые слова: длиннобазные платформы, прочность элементов, коэффициент запаса сопротивления усталости, расчетные и экспериментальные напряжения.

пустий рядок

Kel'rich M.B., Fedosov-Nikonov D.V. The strength research of the long-wheelbase flatcar construction.

The paper considers the questions about the strength of the main load-bearing structural elements in the long wheel-base flatcar and the use of the special methods of theoretical and experimental nature.

The calculation of the elements frames fatigue is performed using calculated complex that implements the finite element method (FEM).

Keywords: the long-wheelbase flatcar, elements strength, fatigue safety factor, calculated and experimental stress.

пустий рядок

Кельріх М.Б. – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державного економіко-технологічного університету транспорту, e-mail:

Федосов-Ніконов Д.В. – старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії досліджень гальмівних систем залізничної техніки Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут вагонобудування», e-mail:

пустий рядок

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**

пустий рядок

Стаття подана 05.03.2016