

Рис. 5. Амплітуди коливань планшайби столу при одночасному прикладенні сил F , F_2 , F_4 . Кутова координата прикладення сил по відношенню до сили F : $F_2 - 90^\circ$, $F_4 - 180^\circ$

Висновок

Визначені форми коливань багатопозиційного дільного пристрою при прикладенні сил різання, на

підставі яких можуть бути розроблені рекомендації з призначення режимів різання, які складають основу у забезпеченні заданої точності обробки.

Література

1. Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. Курсовое проектирование: Учебное пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1991. – 382с.
2. Дурко Е.М., Фецак С.И. Динамика станков: Учебное пособие. – Уфа: УГАТУ, 1996. – 92с.
3. Кудинов В.А. Динамика станков. – М.: Машиностроение, 1967. – 359с.
4. Aronson R. Основи конструювання сучасних металорізальних верстатів // Manufacturing Engineering, 2001, v. 126, №3. – С. 54-79.

УДК 629.463.65+629.463.66

ОЦІНЮВАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ РЕЗЕРВІВ МІЦНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ОКАТИШЕВОЗІВ

В.В. Фомін

Заступник директора з виробництва
 ЗАО «Донецксталь»- металлургический завод»
 вул. Івана Ткаченка, 122, м. Донецьк, Україна, 83062
 E-mail: fomin1971@list.ru

В статті представлено особливості запропонованого підходу до визначення розрахункових резервів міцності конструкційних складових напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату
Ключові слова: розрахунковий резерв міцності, вантажний вагон

В статье представлены особенности предложенного подхода к определению расчетных резервов прочности конструктивных составляющих полувагонов-хопперов для горячих окатышей и агломерата
Ключевые слова: расчетный резерв прочности, грузовой вагон

In the article approach features offered is represented to determination calculations backlogs constructions elements railway gondola-hoper for hot okatyshey and agglomerate
Keywords: calculations backlogs, railways freight car

Постановка проблеми і аналіз результатів останніх досліджень

Транспортною стратегією України на період до 2020 року, яка була затверджена на засіданні Кабінету Міністрів України 20 жовтня 2010 року обумовлено створення сучасного високотехнологічного залізничного комплексу, який здатен забезпечувати зростаючі потреби економіки держави, якісно та своєчасно перевозити вантажі та пасажирів, максималь-

но використовувати транзитні можливості України. Зазначене аргументує необхідність впровадження на мережах залізниць України рухомого складу з сучасним рівнем техніко-економічних показників. При цьому більша частина рухомого складу Укрзалізниці припадає на парк вантажних вагонів, який об'єднує спеціалізований та універсальний їх типи [1]. Разом з цим більшість вагонів вантажного парку експлуатується на грані призначеного терміну служби, що обґрунтовує необхідність їх поповнення. Так серед

спеціалізованих вантажних вагонів на грані призначеного терміну служби експлуатується близько 90% напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату (окатишевозів). Необхідні обсяги поповнення парку окатишевозів Укрзалізниці в період з 2010 по 2020 роки, які передбачено Комплексною програмою оновлення залізничного рухомого складу України на 2008-2020 роки, яку затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 жовтня 2008 року №1259, представлено на рис. 1.

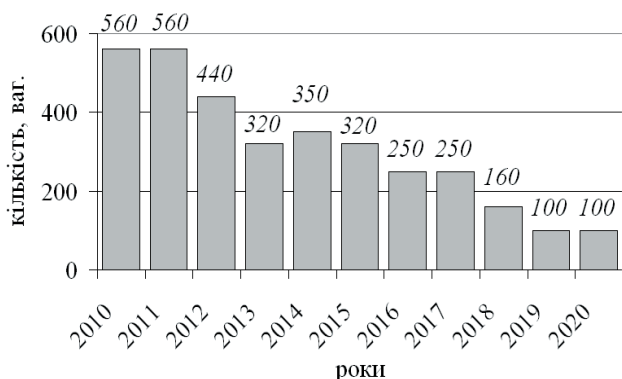


Рис. 1. Необхідні обсяги поповнення парку окатишевозів Укрзалізниці

Оновлювати парк окатишевозів планується моделями з сучасним рівнем техніко-економічних показників. Для рішення цього завдання розгортаються науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, які спрямовані на зниження матеріалоемності, собівартості виготовлення, ремонту та експлуатації вітчизняних моделей окатишевозів, підвищення їх вантажопідйомності, осьового навантаження, експлуатаційної надійності, подовження терміну служби та міжремонтних пробігів і т.д. Разом з цим конструкція спеціалізованого вантажного напіввагону для окатишів та агломерату є складною технічною системою, при проектуванні якої необхідно враховувати специфіку її роботи (експлуатаційні та ремонтні навантаження, погодні чинники, особливості перевозимих вантажів та їх завантажувально-розвантажувальних робіт і інш.). Тому на сучасному рівні вирішувати вищезазначені задачі доцільно розробляючи та впроваджуючи нові підходи до проектування їх конструкції з використанням методів теорії оптимізації.

У відповідності до Норм [2, 3] важливими характеристиками окремих складових конструкції вантажного вагону, значення яких безпосередньо впливають на показники його експлуатаційної надійності та ефективності роботи є параметри міцності. Тому їх значення повинні бути оптимальними, тобто забезпечувати мінімальну матеріалоемність та собівартість виготовлення складової конструкції вагону при виконанні умов експлуатаційної надійності. При цьому більшість конструкцій окатишевозів, які виготовляються вітчизняними вагонобудівниками були спроектовані за традиційними методами та підходами, які не забезпечували повне використання їх конструкційних можливостей. Що аргументує актуальність та доцільність постановки і розв'язан-

ня складного науково-практичного завдання – визначення та використання розрахункових резервів міцності конструктивних елементів окатишевозів. Але аналіз спеціальної та довідкової літератури з вагонобудування засвідчив про відсутність змістовної інформації з розробки та впровадження сучасних підходів та методів вирішення такого важливого питання.

Мета статті та викладення основного матеріалу

Стаття присвячена висвітленню особливостей запропонованого підходу до визначення розрахункових резервів міцності (РРМ) конструкційних складових напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату.

У загальному плані запропонований підхід направлений на виявлення надлишкових запасів міцності конструкції, які визначаються як співвідношення реальних експлуатаційних навантажень з їх допустимими значеннями. Він включає – комплексне дослідження роботи складових елементів конструкції окатишевозу по сприйняттю експлуатаційних, ремонтних та інших навантажень та порівнянні отриманих максимальних їх значень з допустимими. При цьому на сучасному рівні досліджувати роботу елементів конструкції окатишевозу по сприйняттю навантажень доцільно аналізуючи відповідні напружено-деформовані стани розрахункової скінченно-елементної моделі (РСЕМ) окатишевозу, яку попередньо перевірено на адекватність.

В узагальненій постановці РРМ (γ) для кожної зі складових елементів конструкції вагону визначається за співвідношенням допустимих та максимальних еквівалентних напружень:

$$\gamma = \frac{[\sigma] - \sigma_{\text{emax}}}{[\sigma]} \cdot 100 \% , \quad (1)$$

де σ_{emax} – виявлені максимальні еквівалентні напруження;

$[\sigma]$ – допустимі еквівалентні напруження, величина яких регламентується Нормами [2, 3].

У зв'язку з тим, що вагон під час його життєвого циклу сприймає різні види навантажень, які регламентовані першим, другим та третім розрахунковими режимами відповідно до Норм [2, 3], то і при виявленні РРМ необхідно враховувати значення напружень для всіх основних розрахункових випадків:

$$\gamma_{\text{сеп}} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n}{n} \quad (2)$$

де $\gamma_{\text{сеп}}$ – середнє значення розрахункового резерву міцності (СРРМ);

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \dots \gamma_n$ – значення РРМ в окремих розрахункових випадках;

n – кількість досліджуваних випадків (наприклад випадки розтягу і стиску відповідно до першого режиму, випадок удару 3,5МН і т.д.).

В подальшому на основі отриманого значення $\gamma_{\text{сеп}}$ можна робити висновки о величині резерву міцності досліджуваного елементу.

Для прикладу розглянемо використання запропонованого підходу для визначення РРМ складових елементів конструкції модулів рами та кузова [4] напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749, яка є базовою для перепрофільованого під вагонобудування вагоноремонтного заводу Укрзалізниці – Державне підприємство «Укрспецвагон». Так на основі технічної документації [5, 6] було розроблено її РСЕМ рис.2 (скінчених елементів типу «BEAM» та «PLATE» – 34924, вузлів – 24718) після чого перевірено її на адекватність при проведенні відповідних експериментальних досліджень.

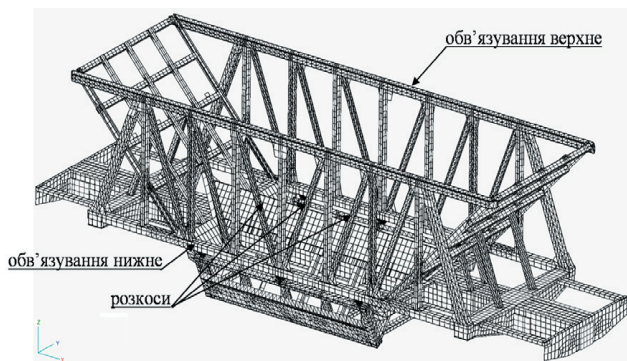


Рис. 2. Розрахункова скінчено-елементна модель окатишевозу моделі 20-9749

З'ясовано, що різниця розрахункових напружень отриманих за допомогою розробленої РСЕМ та експериментально-отриманих значень не перевищує 7%.

Таблиця 1

Елемент	Розрахунковий режим	Розрахунковий випадок	Допустиме напруження, МПа	Максимальне напруження, МПа	РРМ γ , %	СРРМ $\gamma_{ср}$, %
Обв'язування верхнє	III-й режим	стиск	195	153	22	38
		розтяг	195	161	17	
	I-й режим	стиск	280	165	41	
		розтяг	280	173	38	
Обв'язування нижнє	III-й режим	стиск	195	149	24	40
		розтяг	195	155	21	
	I-й режим	стиск	280	132	53	
		розтяг	280	127	55	
Розкос	III-й режим	стиск	195	137	30	52
		розтяг	195	143	27	
	I-й режим	стиск	280	97	65	
		розтяг	280	110	61	
		удар	280	61	78	

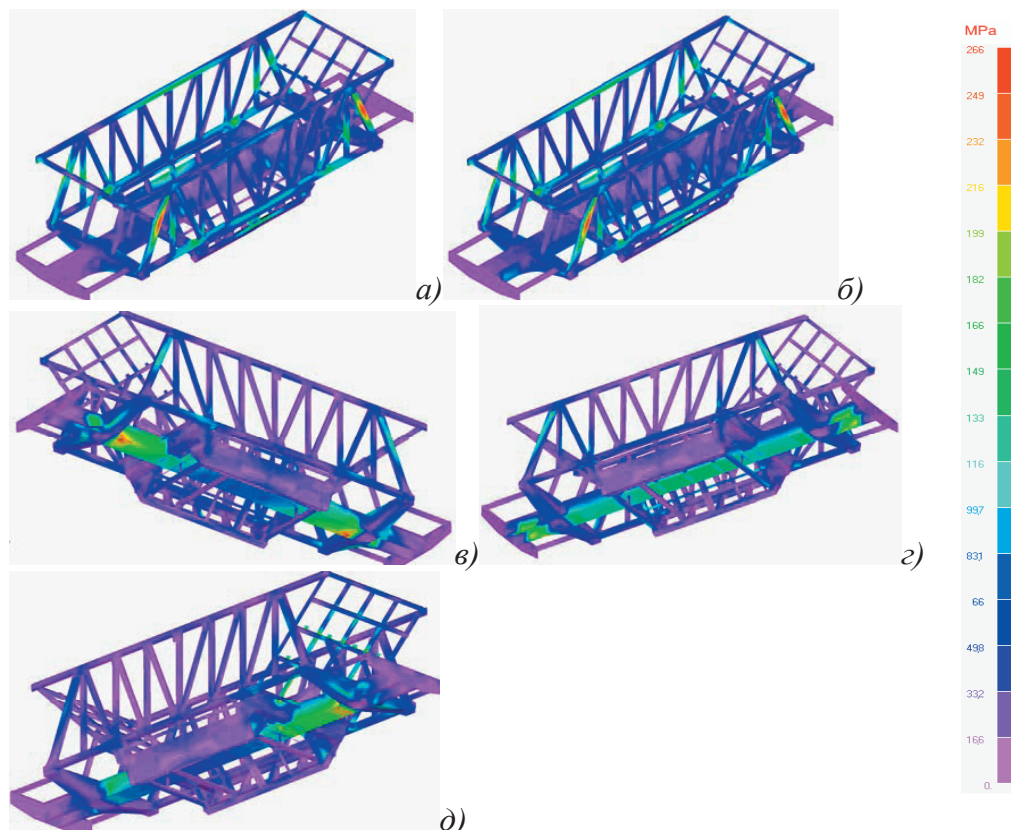


Рис. 3. Напружено-деформований стан окатишевозу 20-9749. III-й режим: а) стиск, б) розтяг; I-й режим: в) стиск, г) розтяг, д) удар 3,5МН

Відомо, що основними розрахунковими режимами (при яких виникають максимальні експлуатаційні навантаження) для окатишевозів є випадки стиску та розтягу відповідно до першого і третього розрахункових режимів, та екстремальний випадок – удар 3,5МН відповідно до першого режиму. Тому саме ці п'ять випадків роботи окатишевозу були враховані для виявлення РРМ та СРРМ. Отримані напружено-деформовані стани представлено на рис. 3. Отримані напружено-деформовані стани дають можливість оцінювати РРМ та СРРМ

для всіх складових кузова та рами окатишевозу моделі 20-9749.

Для прикладу розглянемо результати таких досліджень для елементів конструкції каркасу стіни бокової, за рахунок удосконалення яких доцільно поліпшувати цей вузол [7]: обв'язування верхне, обв'язування нижне та розкос (рис. 2), які виконано відповідно з двох зварювальних між собою швелерів 14В ГОСТ 5267.1, двох зварювальних між собою швелерів 16 ДСТУ 3436, швелеру 14В ГОСТ 5267.1 зі сталей марки 09Г2. Результати розрахунку РРМ та СРРМ представлені у табл. 1.

З використанням отриманих та представлених у табл. 1 значень були проведені попередні науково-технічні роботи зі зниження матеріалоемності обв'язування верхнього та розкосів стіни бокової окатишевозу 20-9749, результати яких вказали на можливість зниження його тари тільки лиш за рахунок використання виявлених конструкційних резервів цих елементів на 300кг з відповідним підвищенням вантажо-

підйомності. Зазначене доводить перспективність та ефективність використання запропонованого підходу для поліпшення техніко-економічних показників окатишевозів.

Висновки і рекомендації щодо подальшого використання

Представлені у статті результати розрахункових досліджень з визначення розрахункових резервів міцності дозволяють проводити оптимізаційне проектування конструкції напіввагону-хоперу для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749 з метою поліпшення його техніко-економічних показників.

Висвітлений підхід до визначення РРМ конструкційних елементів окатишевозу може бути використаний при аналогічних дослідженнях для інших залізничних спеціалізованих та універсальних вантажних вагонів.

Література

- 1 Конструирование и расчет вагонов [Текст]: учебник для вузов ж.-д. трансп./ В.В.Лукин, Л.А.Шадур, В.Н.Котуранов, А.А.Хохлов, П.С.Анисимов.; под общ. ред. В.В.Лукина. - М.: УМК МПС России, 2000. 728с.
- 2 Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст]. М.: ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1983. – 260 с.
- 3 Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст]. М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 354с.
- 4 Мороз, В.І. Формалізоване описання конструкції залізничних напіввагонів-хоперів для гарячих окатишів та агломерату [Текст]/ В.І. Мороз, О.В Фомін, В.В Фомін // Зб. наук. праць. – Луганськ: СЛУ ім. В.Даля, 2011. – Вип.№.1(155) Ч.2.- С.150-157.
- 5 Вагон-хопер чотиривісний для гарячих окатишів та агломерату моделі 20-9749 Технічні умови [Текст] ТУ У 35.2.–01124454-035:2005. м. Київ.
- 6 Альбом чертежей К28.04-00.00.00.0-00 «Вагон-хопер четырехосный для горячих окатышей и агломерата. Модель 20-9749». Киевское ПКТБ по вагонам 2005г.
- 7 Фомін, В.В. Визначення структури матеріалоемності напіввагону-хоперу для гарячих окатишів та агломерату з використанням блочно-ієрархічного описання його конструкції [Текст]/ В.В. Фомін // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2011. – Вип.№.25.- С.115-120.