

УДК 621.875

Мартовицький Л.М., к.т.н., Глушко В.І., к.т.н.,

Шаніна З.М., к.ф-м.н., Клименко Г.В., Єщенко А.О.

## **ФАКТИЧНА ЗАВАНТАЖЕНІСТЬ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ МОСТОВИХ ПЕРЕВАНТАЖУВАЧІВ**

В сучасних виробництвах вантажопідйомні машини, особливо унікальні, наприклад, рудні перевантажувачі є основним обладнанням і як таким, що забезпечує досить значну частку прибуткової статті підприємства. Зважаючи на те, що найдорожчою частиною такого крана є його металоконструкція, яка до того ж має найбільший термін експлуатації, важливо гарантувати паспортні експлуатаційні характеристики, безпечність устрою та експлуатації вказаних кранів на найдовший, по можливості, термін експлуатації. Досвід показує, що термін роботи металоконструкцій вантажопідйомних кранів залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішим є точність (прецизійність) проектування.

Перехід до більш точних проектних розрахунків металоконструкцій потребує отримання достовірної інформації про фактичну завантаженість і дійсні умови майбутньої експлуатації нового крана. Крім того, не точна оцінка завантаженості металоконструкції може призвести до невідповідності спроектованої конструкції крана фактичним експлуатаційним умовам, а також до неправильного прогнозування залишкового терміну експлуатації крана. Це, в свою чергу, з часом може призвести до значних передчасних руйнувань і аварій. Зростання точності (прецизійності) проектування забезпечить чітку відповідність новоствореної металоконструкції фактичним умовам експлуатації.

Для вивчення фактичної завантаженості металоконструкцій вантажопідйомних кранів було проведено натурний експеримент на прикладі мостових перевантажувачів (рудно-козлових кранів – РКК) заводу «Запоріжсталь», які використовуються на рудному дворі доменного цеху. Досліджувались крани:

РКК-3, РКК-4 – мостові перевантажувачі гратчастої конструкції (рис. 1,а);

РКК-5, РКК-6 – мостові перевантажувачі коробчастої конструкції (рис. 2,а).

Всі вказані крани віднесено до основного обладнання підприємства з режимом роботи А7-А8, їх технічні характеристики віднесено до табл.1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики мостових перевантажувачів

Показники	Величини	
	РКК-3,4	РКК-5,6
Проліт, м	76,35	76,35
	82,35	
Довжина гнучкої консолі, м	21,0	23,75
	46	47,5
Довжина жорсткої консолі, м	25,0	23,75
Вантажопідйомність (з грейфером), т	30	32
Продуктивність, т/год	400	700
Швидкість підйому, м/с	1,08	1,33
Швидкість опускання, м/с	1,5	1,5
Швидкість переміщення візка, м/с	3,46	3,33
Швидкість переміщення мосту, м/с	0,5	0,5
Ємність грейфера, м <sup>3</sup>	5,6	5,6
Висота підйому грейфера, м	25,0	35,0

З метою формування гістограм навантажень металоконструкцій пролітних будов мостових перевантажувачів протягом місяця на рудному дворі знімалися фотографії фактичної навантаженості пролітних будов кожного.

В натурному експерименті постійно фіксувалися такі параметри: стан грейфера (завантажений, порожній); початок, кінець та напрямок переміщення візка; тип переміщуємого вантажу. Початкові та кінцеві положення візка при кожному переміщенні візуально фіксувалися відносно метрових відміток, розміщених вздовж пролітних будов, що при загальній довжині будов 122,35 м та 123,85 м забезпечило практичну зручність та достатню точність вимірів.

Статистичні виборки експериментальних даних виявились досить репрезентативними. Після дослідження результатів експерименту визначено типові технологічні цикли для кожного дослідного крану:

РКК-3 – перевантаження доломіту з естакади в проміжну траншею, формування змішаного штабелю з доломіту та вапняку;

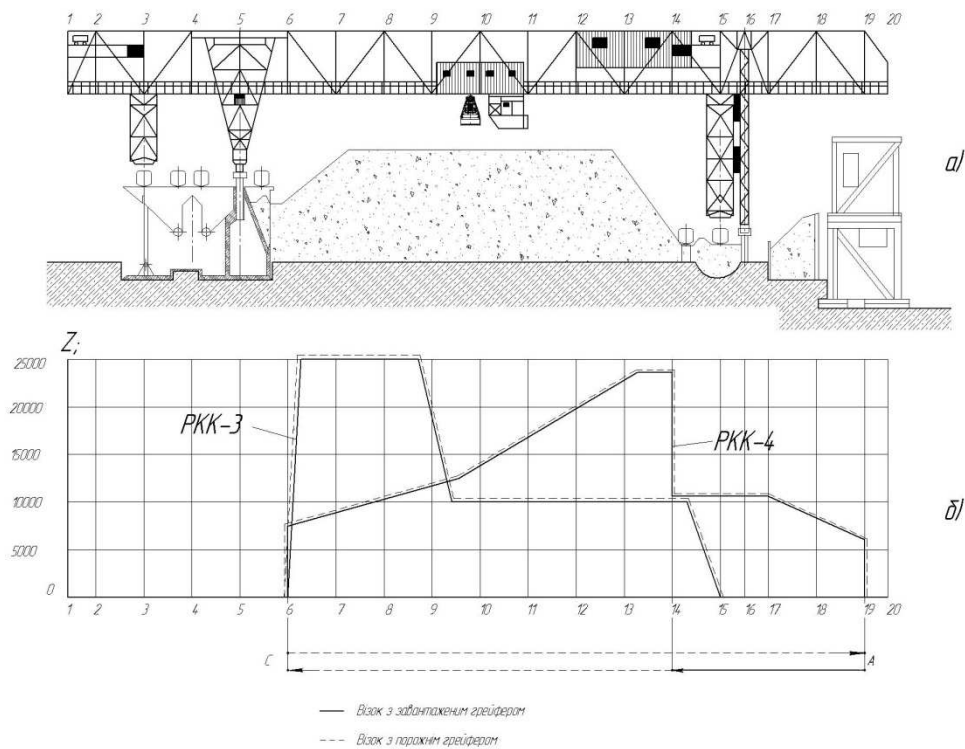
РКК-4 – перевантаження вапняку від вагоноперекидача в проміжну траншею, перевантаження залізородних окотиків від естакади в штабель і зі штабелю – в скіпи, формування штабелю суміші вапняку з концентратом у співвідношенні 1:6, перевантаження суміші зі штабелю в трансферкари;

РКК-5 – перевантаження вапняку від вагоноперекидача в проміжну траншею, перевантаження залізної руди від вагоноперекидача в штабель і зі штабелю – в трансферкари,

формування штабелю суміші вапняку з концентратом, перевантаження сформованої суміші зі штабелю в трансферкари;

РКК-6 – перевантаження вапняку від вагоноперекидача в проміжну траншею, формування штабелів із суміші вапняку і концентрату, перевантаження суміші зі штабелю в трансферкари, перевантаження залізної руди, селікомарганцю і коксу від вагоноперекидача у відповідний штабель і зі штабелю – в хопери.

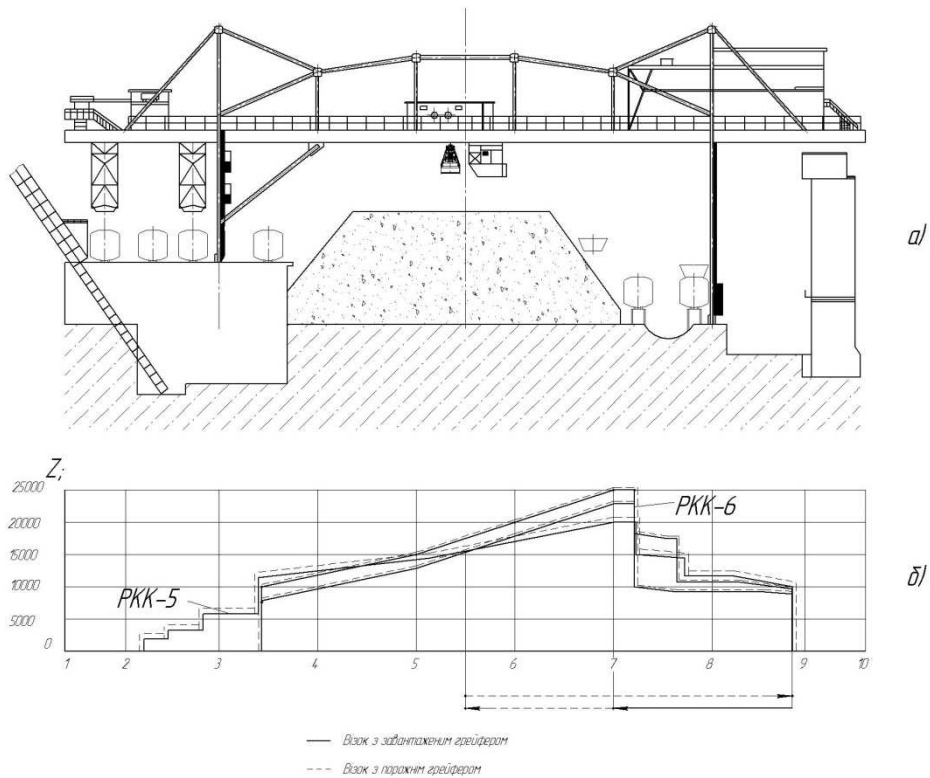
Отримані експериментальні циклограми фактичної завантаженості для ґратчастих перевантажувачів приведені на рис. 1,б, а для перевантажувачів з коробчатою металоконструкцією – на рис 2,б.



а) схема перевантажувачів

б) гістограми циклів

Рисунок 1 - Гістограма циклів навантаження на металоконструкції РКК-3 і РКК-4



а) схема перевантажувачів

б) гістограми циклів

Рисунок 2 - Гістограма циклів навантаження на металоконструкції РКК-5 і РКК-6

Мостові перевантажувачі, працюють на відкритому повітрі і найчастіше знаходяться під дією вітру з боку заводу «Коксохім», який містить сіркові сполучення та інші агресивні речовини. Ці сполучення у поєднанні з атмосферними опадами утворюють кислотні розчини, які пришвидшують корозійне руйнування металоконструкції.

Добре відомо, що внутрішні силові фактори в елементах металоконструкцій вантажопідйомних кранів залежать від положення рухомого навантаження вздовж пролітної будови згідно ліній впливу.

Лінії впливу для найбільш завантажених стрижнів ґратчастих мостів приведені на рис.3, а для шпренгельної затяжки та їздових балок коробчастих мостів, як статично невизначених структур, - на рис. 4.

За допомогою ліній впливу визначені зусилля та їхні знаки для стрижнів і їздових балок в залежності від положення візка на мосту крана. Для кожного такого положення за гістограмою враховується частість знаходження візка в даному місці в процесі виконання технологічних операцій перевантажувачем. Сумісний розгляд ліній

впливу та гістограм фактичного завантаження дозволив отримати спектри внутрішніх силових факторів в елементах мостів рудних перевантажувачів. Наприклад, спектри фактичної навантаженості стрижнів ґратчастого РКК-3 приведено на рис. 5, а в шпренгельних затяжках та їзових балках РКК-5 та РКК-6 – на рис. 6.

Маючи експериментальні гістограми фактичної завантаженості пролітних будов конкретних перевантажувачів та застосовуючи лінії впливу для внутрішніх силових факторів для кожного елемента металоконструкції, можна здійснити точні (прецизійні) міцнісні, жорсткісні та втомні розрахунки.

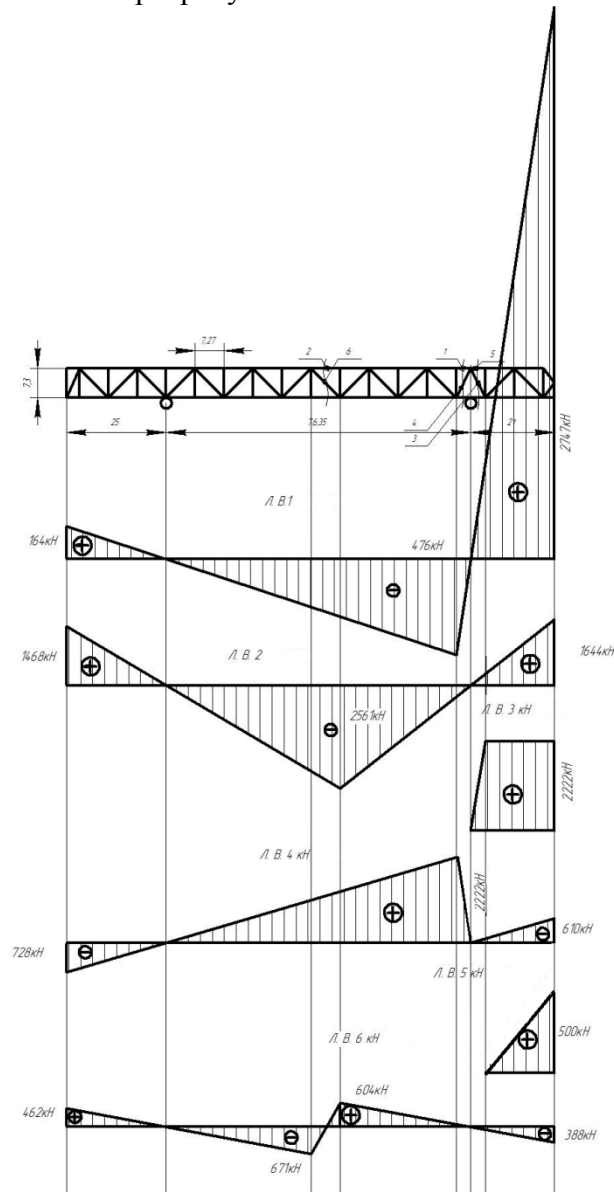


Рисунок 3 – Лінії впливу для РКК-3 та РКК-4

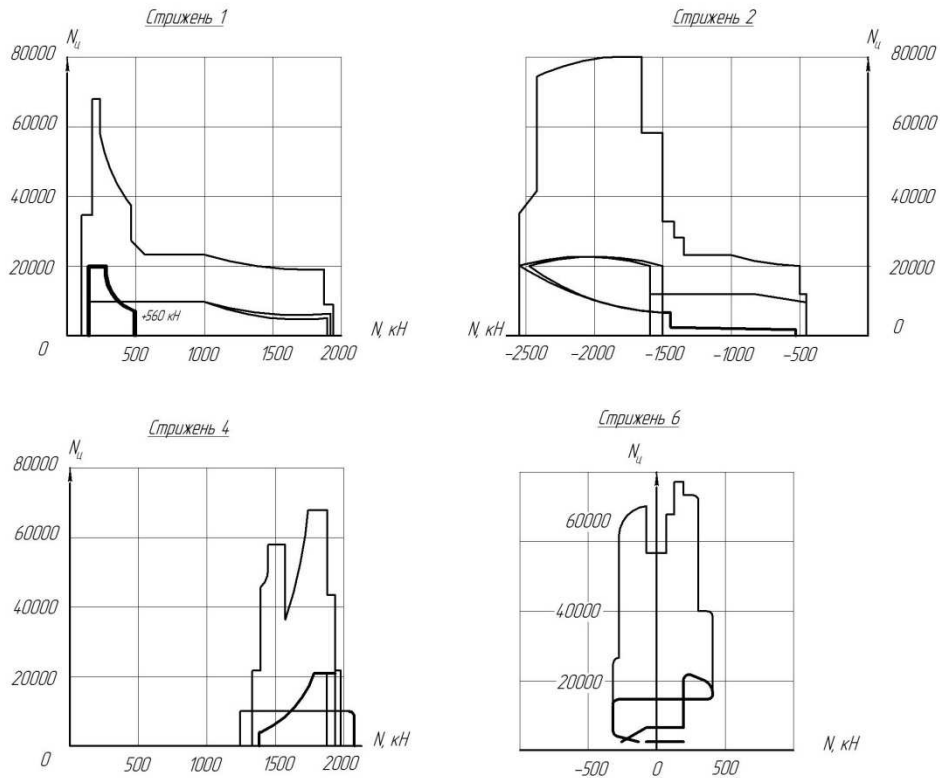


Рисунок 4 - Спектри фактичних зусиль в стрижнях РКК-3

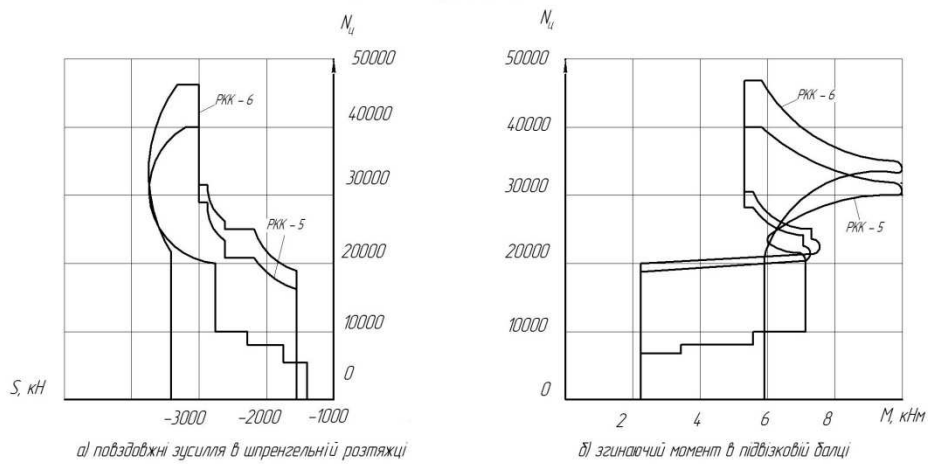


Рисунок 5 - Спектри фактичних внутрішніх силових факторів, що діють на елементи металоконструкцій РКК-5 і РКК-6

Крім того, наявність комбінації фактичних гістограм та ліній впливу дозволяє визначити режимну групу експлуатації кожної

дільниці та елементу металоконструкції кожного конкретного перевантажувача. На скільки правомірний вказаний висновок видно з гістограм, на яких добре видно, що деякі дільниці пролітних будов зовсім не навантажуються рухомим завантаженим візком. Також видно, що кожний перевантажувач виконує свої технологічні перевантажувальні операції, які визначають конфігурацію гістограми завантаженості, характерну саме для цього крану. Для рівномірної експлуатації всієї довжини металоконструкції та її елементів, слід би перевантажувачі періодично міняти місцями, але це в реальних умовах зробити не можливо.

В якості висновку по роботі слід сказати, що для точного (прецизійного) проектування металоконструкцій мостових перевантажувачів, а в ідеальному випадку – і кожного крану, необхідно в якості складової частини технічного завдання точно вказувати номенклатуру вантажів, послідовність та інтенсивність їх перевантаження, територіальне розміщення їх на вантажному дворі, опис технологічного процесу перевантаження та інші характеристики вантажопотоків. При відсутності такої можливості вказану інформацію необхідно представити у вигляді математичної моделі, яка б досить близько відповідала фактичному стану завантаженості металоконструкцій та їх реальним умовам експлуатації. В якості рекомендованих можуть бути ймовірні (формули Бейеса, метод «Дощу», метод Монте-Карло та інш.) моделі завантаженості металоконструкцій мостових перевантажувачів при роботі в конкретному місці рудного двору та конкретних умовах експлуатації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике. – М.: Машиностроение, 1965. – 170 с.
2. . Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
3. Вершинский А.В., Гохберг М.М., Семенов В.П. Строительная механика и металлические контрукции. – Л.: Машиностроение, 1984. – 232 с.
4. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемнотранспортных машин. - Л. : Машиностроение, 1976.
5. Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. /ДНАОП 0.00-1.03-02/. – Харків: «ФОРТ», 2002.
6. Справочник по кранам / Под ред. М.М. Гохберга. - Л. : Машиностроение, Т1, Т2 - 1988.
7. Стротельные нормы и правила. Стальные конструкции: Нормы проектирования. СНиП П-В 3-72.