

УДК 621.875

Л.М. Мартовицький, доцент, канд. техн. наук,**В.І. Глушко, доцент, канд. техн. наук****З.М. Шаніна, доцент, канд. фіз.-мат. наук***Запорізький національний технічний університет**вул. Жуковського 64, г. Запоріжжя, Україна, 69000**E-mail: kafedra_dm_ptm@zntu.edu.ua***ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВАЖКИХ КРАНІВ**

Проведені натурні дослідження фактичних навантажень пролітних будов рудно-мостових перевантажувачів. Сполучення гістограм навантажень з лініями впливу дозволили отримати спектрограми зміни внутрішніх силових факторів для стрижнів гратчастих та іздових балок коробчастих металокопункцій рудно-мостових перевантажувачів режимів роботи А7-А8.

Ключові слова: *рудно-мостові перевантажувачі, гістограми навантажень.*

Вступ. 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 металокопункція, 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 металокопункцій вантажопідйомних кранів залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішим є точність (прецизійність) проектування.

Перехід до більш точних проектних розрахунків металокопункцій потребує отримання достовірної інформації про фактичну завантаженість і дійсні умови майбутньої експлуатації нового крана. Крім того, не точна оцінка завантаженості металокопункції може призвести до невідповідності спроектованої копункції 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 металокопункції фактичним умовам експлуатації.

Для вивчення фактичної завантаженості металокопункцій 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 копункції (рисунок 1,а);

РКК-5, РКК-6 – мостові перевантажувачі коробчастої копункції (рисунок 2,а).

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

Таблиця 1 – Технічні характеристики мостових перевантажувачів

Показники	Величини	
	РКК-3,4	РКК-5,6
Проліт, м	76,35 82,35	76,35
Довжина гнучкої консолі, м	21,0 46	23,75 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 ³	5,6	5,6
Висота підйому грейфера, м	25,0	35,0

З метою формування гістограм навантажень металокопункцій 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 рисунку 1,б, а для перевантажувачів з коробчастою металоконструкцією – на рисунку 2, б.

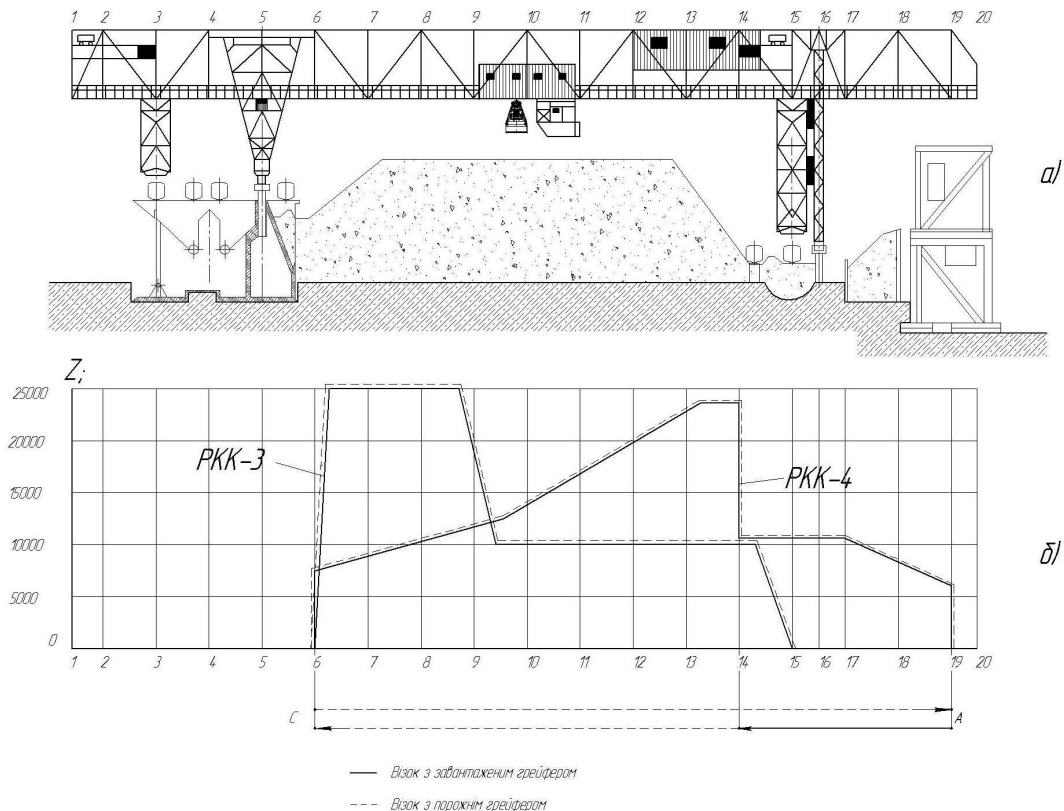
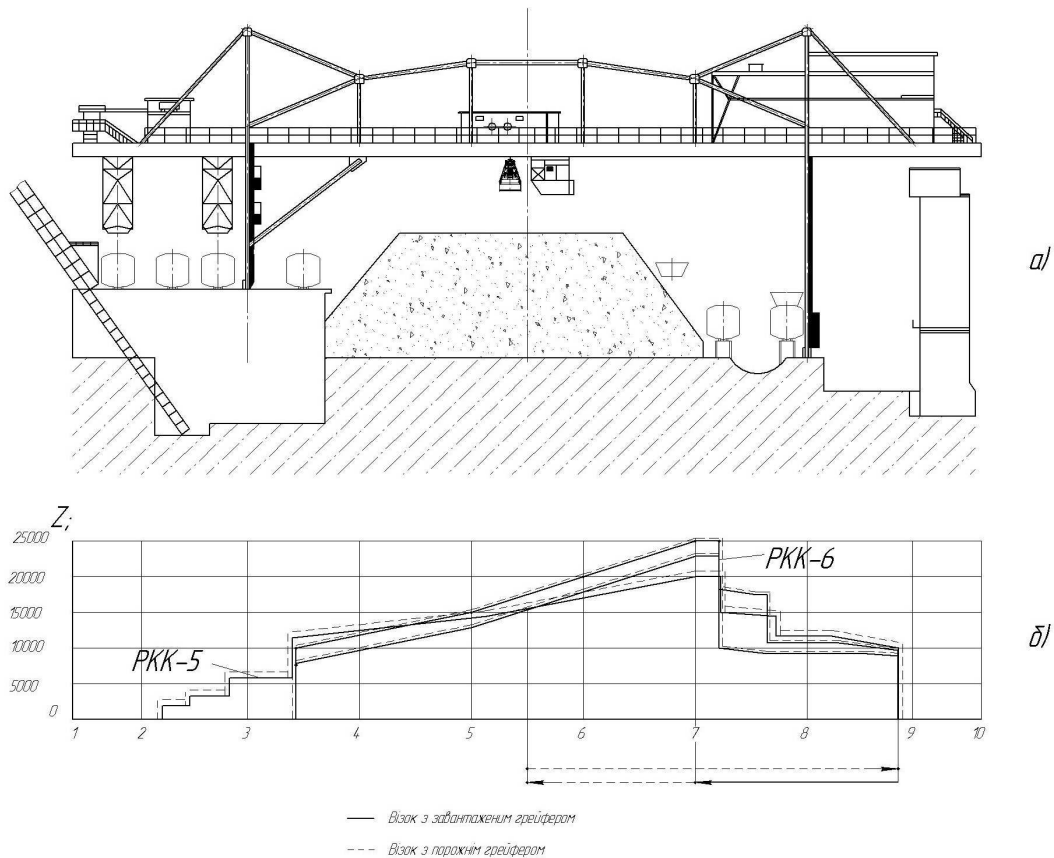


Рисунок 1 – Гістограма циклів навантаження на металоконструкції РКК-3 і РКК-4

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 вантажопідійомних кранів залежать від положення рухомого навантаження вздовж пролітної будови згідно ліній впливу.



а) схема перевантажувачів; б) гістограми циклів

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

Лінії впливу для найбільш завантажених стрижнів ґратчастих мостів приведені на рисунку 3, а для шпренгельної затяжки та їздових балок коробчастих мостів, як статично невизначених структур, – на рисунку 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 рисунку 4, а в шпренгельних затяжках та їздових балках РКК-5 та РКК-6 – на рисунку 5.

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

Крім того, наявність комбінації фактичних гістограм та ліній впливу дозволяє визначити режимну групу експлуатації кожної ділянки та елементу металоконструкції кожного конкретного перевантажувача. На скільки правомірний вказаний висновок видно з гістограм, на яких добре видно, що деякі ділянки пролітних будов зовсім не навантажуються рухомих завантаженим візком. Також видно, що кожний перевантажувач виконує свої технологічні перевантажувальні операції, які визначають конфігурацію гістограм завантаженості, характерну саме для цього крана. 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 крана, 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 ймовірнісні (формули Бейєса, метод «Дощу»,

метод Монте-Карло та інш.) моделі завантаженості металоконструкцій мостових перевантажувачів при роботі в конкретному місці рудного двору та конкретних умовах експлуатації.

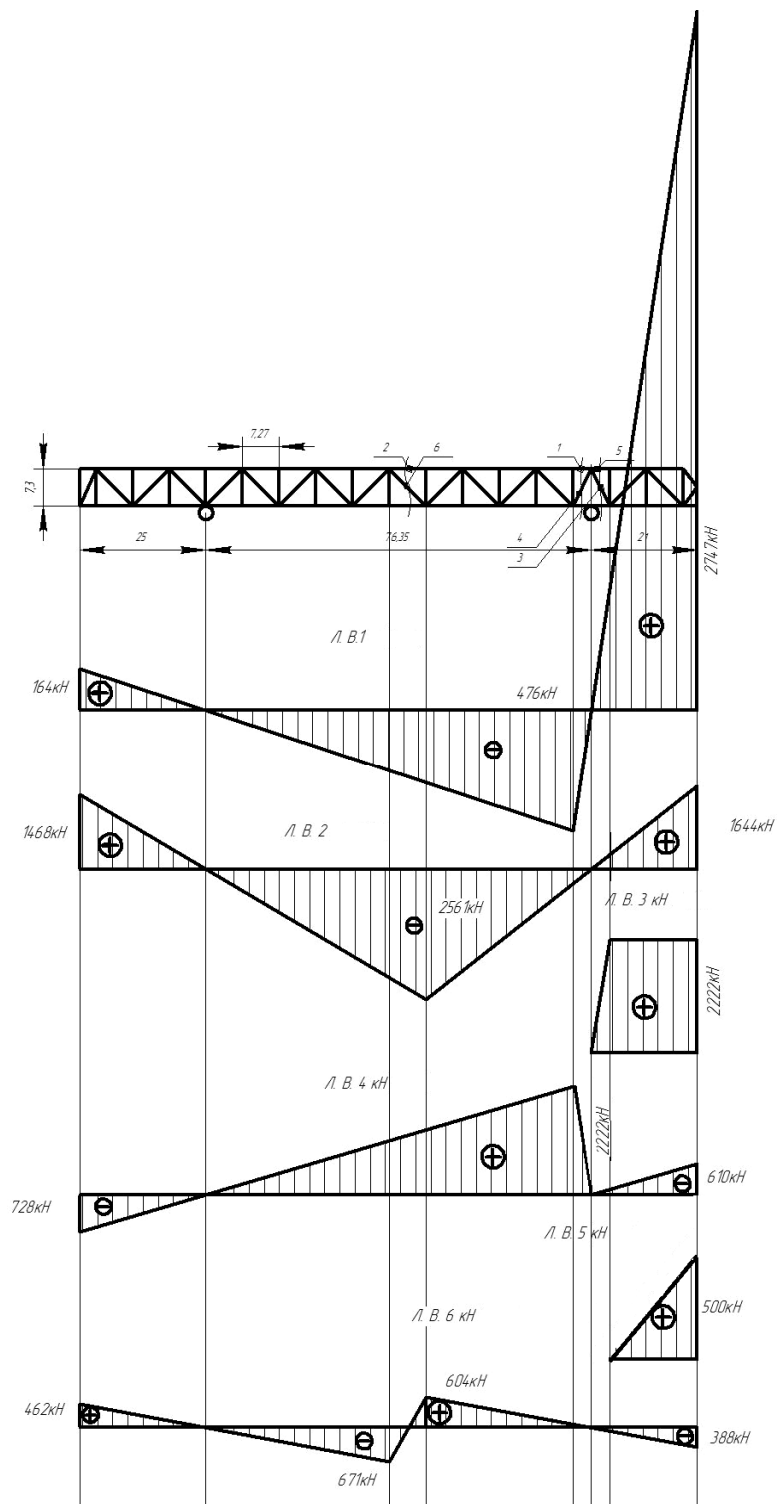


Рисунок 3 – Лінії впливу для РКК-3 та РКК-4

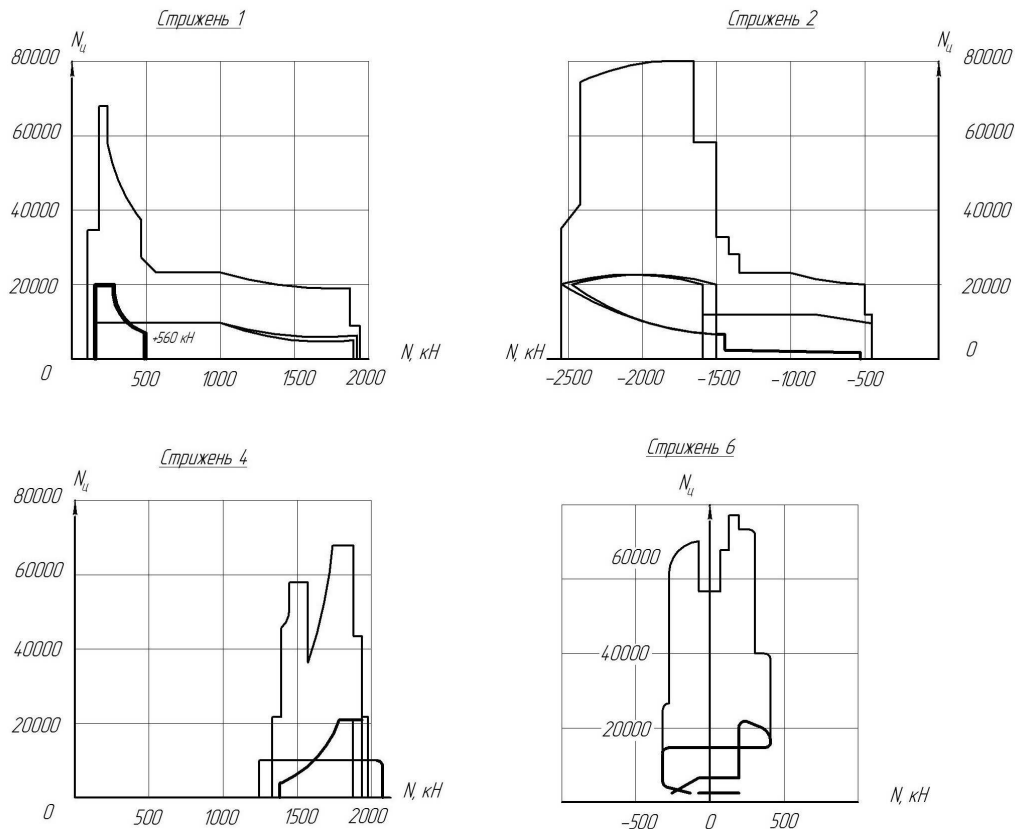


Рисунок 4 – Спектри фактичних зусиль в стрижнях РКК-3

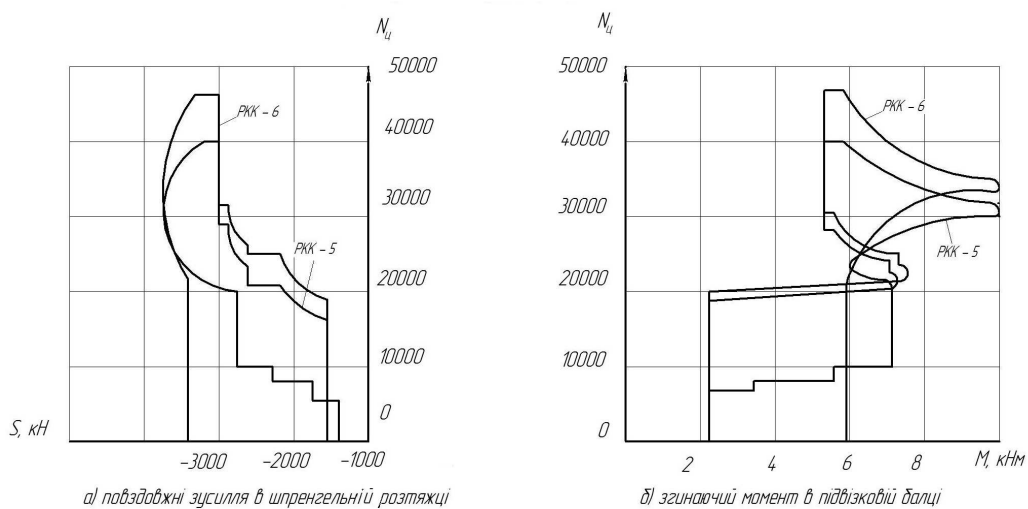


Рисунок 5 – Спектри фактичних внутрішніх силових факторів, що діють на елементи металокопструкцій РКК-5 і РКК-6

Бібліографічний список використаної літератури

1. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике / В.В. Болотин. — М.: Машиностроение, 1965. — 170 с.
2. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. — М.: Машиностроение, 1984. — 312 с.
3. Вершинский А.В. Строительная механика и металлические конструкции / А.В. Вершинский, М.М. Гохберг, В.П. Семенов. — Л.: Машиностроение, 1984. — 232 с.

4. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин / М.М. Гохберг. — Л.: Машиностроение, 1976. — 143 с.
5. Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів /ДНАОП 0.00-1.03-02/. — Харків: ФОРТ, 2002. — 56 с.
6. Справочник по кранам / Под ред. М.М. Гохберга. — Л.: Машиностроение. — Т. 1, Т.2. — 1988.
7. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции: Нормы проектирования. СНиП П-В 3-72.

Надійшла до редакції 7.03.2014 р.

Мартовицкий Л.М., Глушко В.И., Шанина З.М. Определение эксплуатационных нагрузок тяжелых кранов

Проведены натурные исследования фактических нагрузок пролетных строений рудно-мостовых перегружателей. Сочетание гистограмм нагрузок с линиями влияния позволило получить спектрограммы изменения внутренних силовых факторов для стержней решетчатых и ездовых балок коробчатых металлоконструкций рудно-мостовых перегружателей режимов работы А7-А8.

Ключевые слова: рудно-мостовые перегружатели, гистограммы нагрузок.

Martovitsky L., Glushko V., Shanina Z. Determination of operational loadings of heavy cranes

Field studies of actual loads superstructures ore bridge cranes are conducted. Message histograms of loads with impact lines allow obtaining the spectrograms of changes internal force factors for lattice rods and driving beams of metal ore-box-bridge cranes with the modes A7-A8.

Keywords: ore and bridge loading cranes, histograms of loadings.