

УДК 621.876

Іваненко О. І., к.т.н., Щербак О. В., к.т.н., Гнатенко Г. О., к.т.н.
Харківський національний автомобільно – дорожній університет

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ РОЗРАХУНКУ І ПРОЕКТУВАННЯ ГОЛОВНОЇ БАЛКИ МОСТОВОГО КРАНУ

Анотація. У статті розглянута можливість застосування комп'ютерного моделювання для отримання раціональних параметрів головної балки мостового крану.

Ключові слова: мостовий кран; головна балка; комп'ютерне моделювання; метод кінцевих елементів, параметри.

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения компьютерного моделирования для получения рациональных параметров главной балки мостового крана.

Ключевые слова: мостовой кран; главная балка; компьютерное моделирование; метод конечных элементов, параметры.

Abstrakt. Der Artikel betrachtet die Möglichkeit der Computersimulation, um rationale Parameter des Hauptträgers eines Brückenkrans zu erhalten.

Stichwort: Brückenkran Hauptstrahl; Computersimulation; Finite-Elemente-Methode, Parameter

Постановка проблеми. Мостові крани [1,2] широко застосовуються практично у всіх галузях народного господарства для виконання вантажно-розвантажувальних, технологічних, монтажних, складських і других роботах. Працездатність, надійність і безпека при експлуатації кранів багато в чому залежить від якості виконання їх металевої конструкції. Несучим елементом металевої конструкції мостового крана є головна балка. Вона повинна мати достатню міцність при мінімальній масі. В комплекс робіт по зниженню металоемності входить впровадження сучасних методів розрахунків, включаючи комп'ютерне моделювання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробці методу оптимізації параметрів головних балок мостових кранів присвячені роботи багатьох вчених, в тому числі М.М. Гохберга [3], П. Є. Богуславського [4], Вершинського А. В. [5], Григорова О.В. [6,7] Колабіна П.Ю. [8] та інших авторів.

Мета і постановка задачі. Мета роботи – вдосконалення методики розрахунку і проектування головної балки мостового крану. Для вирішення поставленої мети було виконано віртуальне

© Іваненко О. І., Щербак О. В., Гнатенко Г. О.

дослідження яке було виконане на мостовому крані вантажопідйомністю 50 т., прольотом 34 м. виробництва Харківського заводу ПТО, а також побудована комп'ютерна модель головної балки мостового крану; виконано розрахунок у MSC Nastran.

Виклад основного матеріалу.

Двобалкові мости складаються із двох коробчастих балок, які можуть досить добре пручатися як вертикальним, так і горизонтальним навантаженням. Згідно [6] на рисунку 1 наведена схема перерізу головної балки моста. За рекомендаціями [3,4] не слід занадто зменшувати висоту H і ширину B балок щоб уникнути надмірної вертикальної вібрації й недостатній горизонтальній твердості моста. Що іноді виявляється на практиці при прольотах понад 20 м. У зв'язку

із цим можна рекомендувати приймати $H = \left(\frac{1}{14} \div \frac{1}{18}\right) \cdot L$ і

$$B = \left(\frac{1}{35} \div \frac{1}{50}\right) \cdot L \geq \frac{H}{3}$$

з перевіркою на час загасання коливань моста.

Крім вигину вертикальними і горизонтальними силами, балка піддається крутінню від бічних тисків коліс візка і дії ексцентрично прикладеної ваги площадки з механізмом пересування; напруги від крутіння, однак вони невеликі і ними можна зневажити. Товщина стінки робиться $\delta = 6 \div 12 \text{ мм}$ і зрідка більше для забезпечення стійкості стінки встановлюються ребра і діафрагми жорсткості, які служать також опорами для рейки.

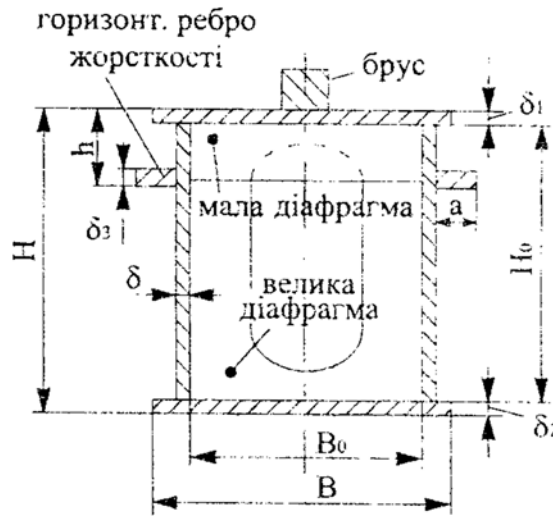


Рисунок 1 – Конструкція головної балки у розрізі

Розміри діафрагм обираємо із умови зазору між діафрагмою і листом в 30мм, відповідно обраному крану, товщину назначаємо рівну стінці балки. Полегшуємо діафрагму для зменшення металоємності

балки і ваги конструкції. висота меншої діафрагми складає 30% від довжини великої.

За розрахованими даними, та заданими розмірами будемо переріз балки (рис.2)

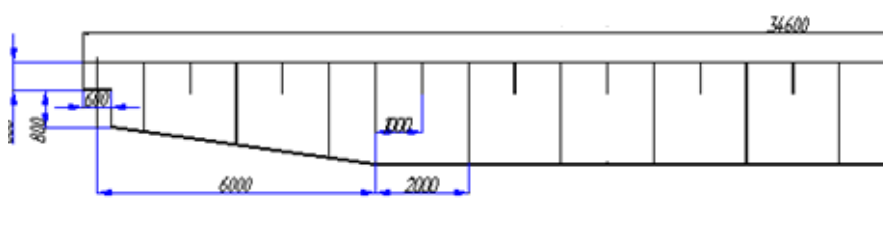


Рисунок 2–Розрахункова схема головної балки.

Далі будемо тривимірну модель балки в MSC INastran for Windows (рис 3.) На верхній полці балки розташовуємо спрощену модель рейки КР-50.

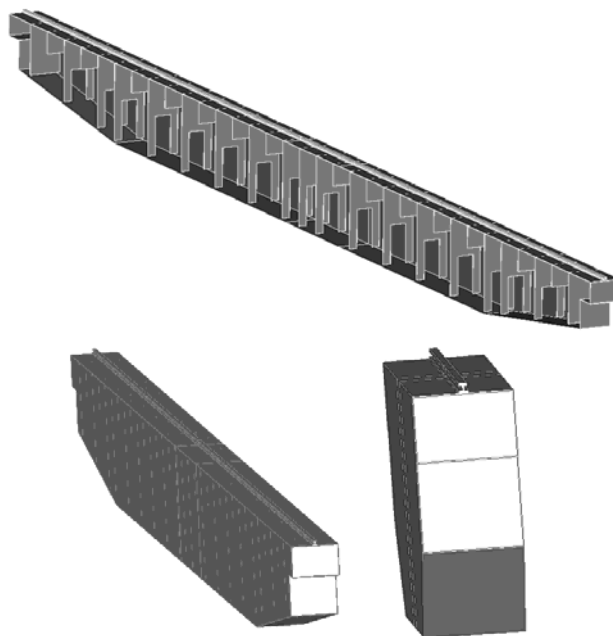


Рисунок 3 –Тривимірна модель головної балки

При розрахункових навантаженнях приймаємо, що колеса візка однаково навантажені, то рухоме навантаження, що передається на рейку, одним колесом, при роботі крана з номінальним вантажем

$$P_1 = k_d \cdot \frac{G}{4} + \frac{G_B}{4},$$
$$P_1 = \left(1,2 \cdot \frac{490000}{4} + \frac{133000}{4} \right) = 186900 \text{ Н,}$$

де G – вага вантажу; G_B – вага візка; k_d - динамічний коефіцієнт, що враховує сили інерції при підйомі та опускання $k_d = 1,2$ - відповідно для групи класифікації(режиму роботи крана А4. Зосереджене інерційне поперечне навантаження у горизонтальній площині від ваги візка з вантажем при різкому гальмуванні моста

$$P_{H2} = \frac{G_B + G}{2} a_{M \max},$$

$$P_{H2} = \frac{490000 + 133000}{2} 0,86 = 267890 \text{ Н};$$

Зосереджене інерційне повздовжнє навантаження у горизонтальній площині від ваги візка з вантажем при різкому гальмуванні візка

$$P_{H3} = \frac{G_B + G}{2} a_{T \max},$$

$$P_{H3} = \frac{490000 + 133000}{2} 0,5 = 155750 \text{ Н};$$

Отриману модель розбиваємо на кінцеві елементи, прикладаємо розрахункові навантаження і вказуємо закріплення. На рис 4 зображено розрахункову схему для даної балки. Відповідно до розрахунків прикладаємо сили до моделі, також враховуємо прискорення вільного падіння(задаємо відповідне прискорення кожному елементу моделі) і прискорення при гальмуванні моста. Сили прикладаємо до відрізків на поверхні рейки, вважаючи, що контакт між візком і рейкою відбувається за лінією.

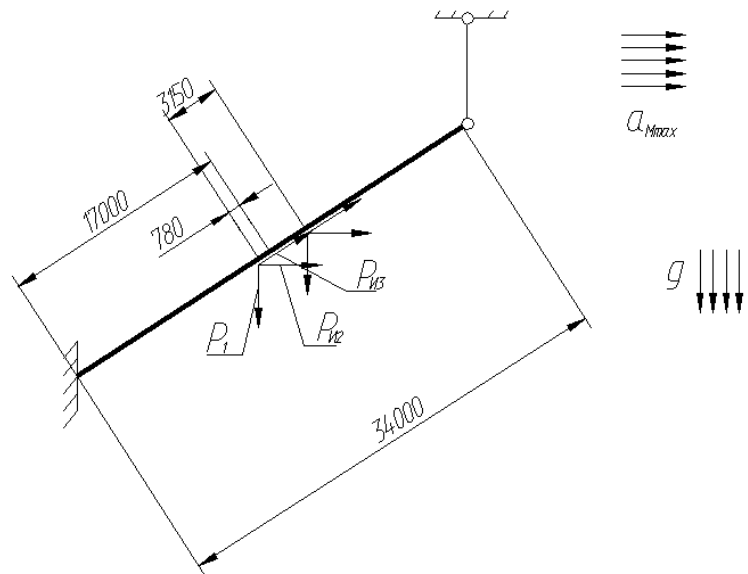


Рисунок 4—Розрахункова схема.

Після обчислення отримаємо данні зображені на рис. 4

Згідно із розрахунками максимальне вертикальне переміщення елемента складає 13мм.

Допустиме прогин для даної балки складає:

$$[f] = \frac{L}{700} = \frac{34000}{700} \approx 48 \text{ мм.}$$

Максимальні еквівалентні напруження в системі за гіпотезою енергії формозміни (Мізеса) складають 297 МПа. Таке велике значення обумовлено спрощеннями, які були прийняті на стадії проектування.

Output Vectors		Type	ID	Value
Deformation				
3..T2 Translation	Node	Maximum	49661	1,22124E-4
		Minimum	69622	-0,0171969
Contour				
60031..Solid Von Mises Stress	Element	Maximum	320565	297057984,
		Minimum	263339	123,7518

Рисунок 5 – Вихідні данні розрахунку.

На рис 6 зображено місце де виникають найбільші напруження. На практиці в цьому місці іноді виникають тріщини (рис.6), тому ці місця посилюють

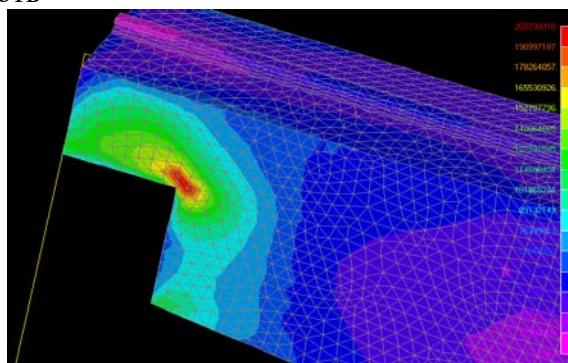


Рисунок 6 – Максимальні напруження у головної балки



Рисунок 7 Місце пошкодження головної балки

Щодо балки в цілому, то еквівалентні навантаження складають в середньому 12-90 МПа (рис 7)

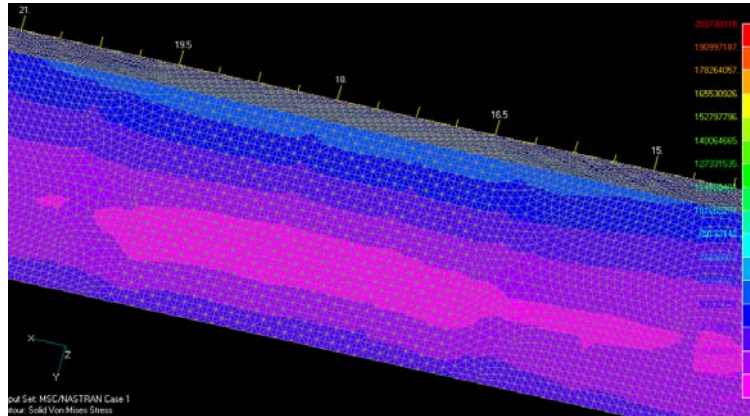


Рисунок 8 – Еквівалентні навантаження

Слід зазначити, що максимальні напруження в середній частині балки будуть саме в задній її частині за ходом руху, теоретичні припущення підтверджуються на рисунку 8.

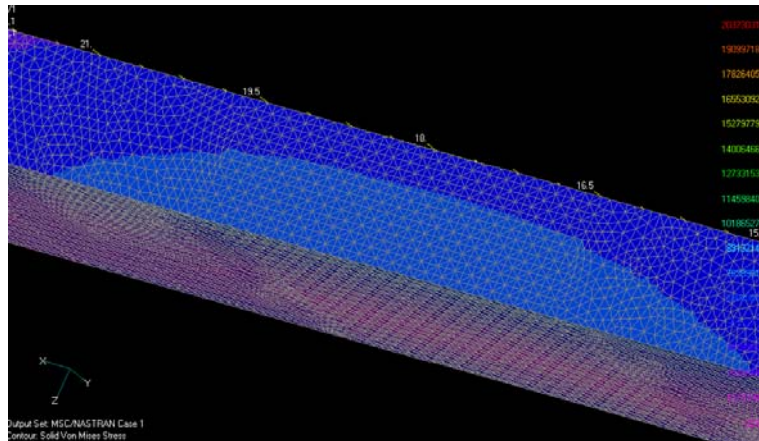


Рисунок 9 – Максимальні напруження в середній частині балки

Висновки

В роботі запропонована метод проектування головної балки мостового крана в середовищі програм MSC Nastran for Windows.

Головною особливістю роботи є використання сучасних методів розрахунку металоконструкцій на міцність із використанням комп'ютеру і сучасного програмного забезпечення. Даний метод дозволяє максимально наближено розрахувати металоконструкцію. На відміну від класичних методів, які у більшості випадків базуються на емпіричних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шабашов А.П. Мостовые краны общего назначения / А.Г. Лысяков., А.П. Шабашов.– М.: Машиностроение, 1980. - 304 с.
2. Ушаков Н.С. Мостовые электрические краны.–М.: Машиностроение, 1988. - 352
3. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. –Л.: Машиностроение, 1976. -456 с.
4. Богуславский П.Е. Металлические конструкции грузоподъемных машин и сооружений. –М.: Машиностроение, 1961.
5. Вершинский А.В. Расчет крановых металлоконструкций методом конечных элементов / А.В. Вершинский, А.А. Берадзе // Расчет и конструирование подъемно-транспортных средств. Тула: ТулПИ, 1988. - С. 5-12.
6. Григоров О.В., Петренко Н.О. Вантажопідйомні машини. –Харків: НТУ «ХПІ», 2006.-304с.
7. Григоров О.В. Разработка САПР мостового крана / О.В. Григоров, О.А. Лавинский // "Micro CAD System'93". Тезисы доклада междунар. науч. конф. - Харьков-Мишкольц, 1993. - С. 3-5.
8. Калабин П.Ю. Совершенствование метода расчета пролетных балок мостовых кранов. Автореф. дис. . к-та техн.наук, Тула, 2013. - 19 с.