



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50059 (13) U
(51) МПК (2009)
B66C 6/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРОГОННА БАЛКА

1

2

(21) u200911762

(22) 17.11.2009

(24) 25.05.2010

(46) 25.05.2010, Бюл. № 10, 2010 р.

(72) ВИШНЕВЕЦЬКИЙ ГЕОРГІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ,
КОВАЛЕНКО ВАЛЕНТИН ОЛЕКСАНДРОВИЧ, СИ-
ДОРЕНКО СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ, КОВАЛЕНКО
ОЛЕКСАНДР ВАЛЕНТИНОВИЧ, ВИШНЕВЕЦЬКИЙ
СТАНІСЛАВ ГЕОРГІЙОВИЧ, МАНИЦЬКИЙ ВОЛО-
ДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"(57) 1. Прогонна балка, переважно для кранів мос-
тового типу, яка містить верхній та нижній пояси,
що з'єднані стінками, які послідовно встановлені
вздовж повздовжньої осі балки з протилежним
нахилом суміжних стінок під кутом α до осі балки,
яка відрізняється тим, що кут α є параметром
моменту опору поперечного перерізу балки і ви-
значається в залежності від величини згинального
моменту в відповідному поперечному перерізі бал-
ки та збільшується до центра балки.2. Прогонна балка за п. 1, яка відрізняється тим,
що кут α визначають за формулою:

$$\alpha_n = \arccos \left(\frac{(2 \dots 1,4 \delta_B)}{\delta_{PEALn}} \right),$$

де

$$\delta_{PEALn} = \frac{2 (HW_n - Ba^3 - 3Ba (l - a)^2)}{(l - 2a)^3},$$

 α_n - кут α у відповідному секторі балки; $W_n = \frac{M_n}{\sigma}$ - величина моменту опору поперечногоперерізу у відповідному секторі балки, м³; δ_B - товщина стінки у базовому варіанті балки, м;

H - висота балки, м;

B - ширина балки, м;

a - товщина поясу, м;

 M_n - величина згинального моменту в відповідно-
му секторі балки, Н·м; σ - величина допустимої напруги, Па;n - номер відповідного сектора, починаючи з се-
редини балки.

Корисна модель відноситься до галузі підніма-
льно-транспортних машин, а саме до прогонних
балок переважно для кранів мостового типу.

Відома прогонна балка, переважно для кранів
мостового типу, що містить верхній та нижній поя-
си, що з'єднані паралельними стінками, які розта-
шовані вздовж повздовжньої осі балки [1]. Така
конструкція є базовою для прогонних балок вказа-
ного призначення та має однакові поперечні пере-
різи уздовж повздовжньої осі балки, а саме - у ви-
гляді короба.

Недоліками відомої прогонної балки є її висока
металомісткість та недостатня просторова жорст-
кість, внаслідок нерівномірності розподілу напру-
жень у поперечних перерізах уздовж повздовжньої
осі балки.

Відома прогонна балка, переважно для кранів
мостового типу, що містить верхній та нижній поя-
си, що з'єднані стінками у вигляді симетричної

хвилі, або синусоїдальної з постійним радіусом
або пилкообразної з постійним кутом у вершині [2].

Ця прогонна балка має однакоє конструктив-
не виконання вздовж повздовжньої осі балки, яке
не враховує зростання напружень до центру про-
гонної балки. Таке рішення не забезпечує просто-
рову жорсткість балки, внаслідок нерівномірності
розподілу напружень на елементи в поперечних
перерізах уздовж повздовжньої осі балки.

Відома прогонна балка, переважно для кранів
мостового типу, що містить верхній та нижній поя-
си, які з'єднані стінками, послідовно встановлени-
ми вздовж повздовжньої осі балки з протилежним
нахилом суміжних стінок під кутом α , що лежить в
діапазоні від 30 до 60° до повздовжньої осі балки
[3].

У цієї прогонної балки стінки встановлені з од-
наковим нахилом, тому вона має однакоє конс-
труктивне виконання вздовж повздовжньої осі бал-

(13) U

(11) 50059

(19) UA

ки, яке не враховує зростання напружень в напрямі до центру прогонної балки. Таке рішення не забезпечує просторову жорсткість балки, внаслідок нерівномірності розподілу напружень на елементи в поперечних перерізах уздовж повздовжньої осі балки.

Задачею корисної моделі, що заявляється, є створення прогонної балки, у якій досягнуто підвищення просторової жорсткості балки за рахунок рівномірного розподілу напружень на елементи в поперечних перерізах уздовж повздовжньої осі балки та можливість виконання балки рівного опору.

Для вирішення поставленої задачі, у відомій прогонній балці, переважно для кранів мостового типу, що містить верхній та нижній пояси, які з'єднані стінками, які послідовно встановлені вздовж повздовжньої осі балки з протилежним нахилом суміжних стінок під кутом α до осі балки, згідно до корисної моделі, кут α нахилу стінок до повздовжньої осі балки є параметром моменту опору поперечного перерізу балки і визначається в залежності від величини згинального моменту в відповідному поперечному перерізі балки та збільшується до центру балки.

В окремому варіанті виконання кут α визначається за формулою:

$$\alpha_n = \arccos\left(\frac{(2 \dots 1,4 \delta_B)}{\delta_{\text{РЕАЛ}n}}\right),$$

де

$$\delta_{\text{РЕАЛ}n} = \frac{2(HW_n - Ba^3 - 3Ba(a - a^3))}{(1 - 2a^3)},$$

α_n - кут α у відповідному секторі балки;

$W_n = \frac{M_n}{\sigma}$ - величина моменту опору поперечного перерізу у відповідному секторі балки, м³;

δ_B - товщина стінки у базовому варіанті балки, м;

H - висота балки, м;

B - ширина балки, м;

a - товщина поясу, м;

M - величина згинального моменту в відповідному секторі, Н·м;

σ - величина допустимої напруги, Па;

n - номер сектору, починаючи з середини балки.

На Фіг.1 відображена прогонна балка, що заявляється (вид зверху); на Фіг.2 - прогонна балка, що заявляється (вид збоку); на Фіг.3 - переріз А-А Фіг.2; на Фіг.4 - місцевий вигляд D Фіг.1; на Фіг.5 - розрахункова схема прогонної балки, що заявляється; на Фіг.6 - епюра згинального моменту для розрахунку прогонної балки, що заявляється; на Фіг.7 - переріз прогонної балки [1], яка вибрана у якості базової.

Прогонна балка містить верхній пояс 1, нижній пояс 2 та стінки 3, які примикають до внутрішніх поверхонь поясів 1 та 2. Стінки 3 послідовно встановлені під кутом α вздовж повздовжньої осі балки з протилежним нахилом суміжних стінок 3. Кут

α є параметром моменту опору поперечного перерізу балки і визначається в залежності від величини згинального моменту в відповідному поперечному перерізі балки, який розташований у відповідному секторі балки. Кут α нахилу стінок до повздовжньої осі балки збільшується в напрямку до центру балки С.

Кут α в окремому варіанті виконання визначається за формулою:

$$\alpha_n = \arccos\left(\frac{(2 \dots 1,4 \delta_B)}{\delta_{\text{РЕАЛ}n}}\right),$$

де

$$\delta_{\text{РЕАЛ}n} = \frac{2(HW_n - Ba^3 - 3Ba(a - a^3))}{(1 - 2a^3)},$$

α_n - кут α у відповідному секторі балки;

$W_n = \frac{M_n}{\sigma}$ - величина моменту опору поперечного перерізу у відповідному секторі балки, м³;

δ_B - товщина стінки у базовому варіанті балки [1], м (див. Фіг.7);

H - висота балки, м;

B - ширина балки, м;

a - товщина поясу, м;

M_n - величина згинального моменту в відповідному секторі балки, Н·м;

σ - величина допустимої напруги, Па;

n - номер відповідного сектора, починаючи з середини балки.

Для реалізації вказаної корисної моделі необхідно визначити значення кута α нахилу кожної стінки 3 до повздовжньої осі балки у відповідному секторі балки, які позначені як L_1 , L_2 , L_3 та L_n (див. Фіг.5, Фіг.6).

Приклад розрахунку кута α наведений нижче.

Для визначення кута α розглянемо схему навантаження прогонної балки, яка наведена на Фіг.5.

Для розрахунку були надані наступні параметри:

- маса вантажу $Q=16$ т;
- прогін балки $L=16,5$ м;
- маса балки $M_B=2600$ кг;
- маса вантажного візка $M_T=9000$ кг;
- висота балки $H=0,9$ м;
- ширина балки $B=0,35$ м;
- товщина поясу $a=0,008$ м;
- товщина стінки у базовому варіанті балки $\delta_B=0,006$ м ;

- допустима напруга $\sigma=120$ МПа;

Розрахунок величини кута α стінки 3 до повздовжньої осі балки відбувається наступним чином (див. Фіг.5):

Визначається навантаження P та q :

$$P = \frac{Q + M_T}{2} \cdot g = \frac{(6000 + 9000) \cdot 9,81}{2} = 122625 \text{ Н};$$

$$q = \frac{M_B \cdot g}{L} = \frac{2600 \cdot 9,81}{16,5} = 1546 \text{ Н/м.}$$

Визначаємо реакцію опори R_1 :

$$R_1 = \frac{P \cdot \frac{L}{2} + q \cdot \frac{L^2}{2}}{L} = \frac{122625 \cdot \frac{16,5}{2} + 1546 \cdot \frac{16,5^2}{2}}{16,5} = 74067 \text{ Н.}$$

Визначаємо максимальну величину згинального моменту в відповідному секторі L_1 балки (згинальний момент M_1 у першому перетині)

$$M_1 = R_1 \cdot \frac{L}{2} - \frac{q \left(\frac{L}{2}\right)^2}{2} = 74067 \cdot \frac{16,5}{2} - \frac{1546 \cdot \left(\frac{16,5}{2}\right)^2}{2} = 558440 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Будуємо епюру згинального моменту (див. Фіг.6).

Розрахунок величини кута α_1 стінки 3 до повздовжньої осі балки у секторі L_1 визначається наступним чином:

Визначається необхідний момент опору для 1-ї стінки:

$$W_1 = \frac{M_1}{R} = \frac{558440}{120000000} = 0,00465 \text{ м}^3.$$

Визначаємо $\delta_{\text{РЕАЛ1}}$ для 1-ї стінки:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{РЕАЛ1}} &= \frac{2(HW_1 - Ba^3 - 3Ba(H - a^3))}{(H - 2a^3)} \\ &= \frac{2 \cdot (0,9 \cdot 0,00465 - 0,35 \cdot 0,008^3 - 3 \cdot 0,35 \cdot 0,008 \cdot (0,95 - 0,008^3))}{(0,9 - 2 \cdot 0,008^3)} = 0,017 \text{ м.} \end{aligned}$$

Отримуємо кут α_1 нахилу 1-ї стінки:

$$\alpha_1 = \arccos\left(\frac{(2 \dots 1,4 \delta_{\text{Б}})}{\delta_{\text{РЕАЛ1}}}\right) = \arccos\left(\frac{(33 \cdot 0,006)}{0,0117}\right) = 62^\circ$$

Для визначення кута α_2 нахилу наступної стінки визначаємо довжину 1-го сектору:

$$L_1 = (H - \delta_{\text{РЕАЛ1}}) \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha_1) = (0,35 - 0,0117) \cdot \operatorname{tg}(90 - 62) = 0,017 \text{ м}$$

За епюрою згинального моменту та довжиною 1-го сектору L_1 визначаємо величину згинального моменту для 2-го сектору L_2 :

$$M_2 = 547591 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потім визначаємо необхідний момент опору для 2-ї стінки:

$$W_2 = \frac{M_2}{R} = \frac{5477591}{120000000} = 0,00456 \text{ м}^3.$$

$\delta_{\text{РЕАЛ2}}$ визначаємо наступним чином:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{РЕАЛ2}} &= \frac{2(HW_2 - Ba^3 - 3Ba(H - a^3))}{(H - 2a^3)} \\ &= \frac{2 \cdot (0,9 \cdot 0,00456 - 0,35 \cdot 0,008^3 - 3 \cdot 0,35 \cdot 0,008 \cdot (0,95 - 0,008^3))}{(0,9 - 2 \cdot 0,008^3)} = 0,0163 \text{ м.} \end{aligned}$$

Отримуємо кут α_2 нахилу 2-ї стінки:

$$\alpha_2 = \arccos\left(\frac{(2 \dots 1,4 \delta_{\text{Б}})}{\delta_{\text{РЕАЛ2}}}\right) = \arccos\left(\frac{(33 \cdot 0,006)}{0,0163}\right) = 61^\circ.$$

Для визначення кута нахилу α_3 наступної стінки визначаємо довжину 2-го сектору L_2 :

$$L_2 = (H - \delta_{\text{РЕАЛ2}}) \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha_2) = (0,35 - 0,0163) \cdot \operatorname{tg}(90 - 61) = 0,187 \text{ м.}$$

За епюрою згинального моменту та довжиною 2-го сектору L_2 визначаємо величину згинального моменту для 3-го сектору L_3 :

$$M_3 = 536052 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потім визначаємо необхідний момент опору для 3-ї стінки:

$$W_3 = \frac{M_3}{f} = \frac{536052}{120000000} = 0,00447 \text{ м}^3$$

Визначаємо $\delta_{\text{РЕАЛЗ}}$:

$$\delta_{\text{РЕАЛЗ}} = \frac{2 \left(HW_2 - Ba^3 - 3Ba \left(l - a \right)^2 \right)}{l - 2a} = \frac{2 \cdot \left(0,9 \cdot 0,00447 - 0,35 \cdot 0,008^3 - 3 \cdot 0,35 \cdot 0,008 \cdot \left(0,95 - 0,008 \right)^2 \right)}{0,9 - 2 \cdot 0,008} = 0,0156 \text{ м.}$$

Отримуємо кут α_3 нахилу 3-ї стінки:

$$\alpha_3 = \arccos \left(\frac{2 \dots 1,4 \delta_B}{\delta_{\text{РЕАЛЗ}}} \right) = \arccos \left(\frac{33 \cdot 0,006}{0,0156} \right) = 59^\circ.$$

Далі послідовно визначаємо величини кутів вертикальних стінок до досягнення кінця прогону - симетрично відносно центру балки С.

За рахунок збільшення кута нахилу α стінок 3 до позадвожньої осі балки в напрямку до центру балки С збільшується відносна кількість стінок 3 у центрі балки С, забезпечується підвищення просторової жорсткості балки за рахунок рівномірного розподілу напружень на елементи в поперечних перерізах уздовж позадвожньої осі балки. Таким

чином, забезпечується можливість виконання балки рівного опору.

Джерела інформації:

1. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин: Учебное пособие. - СПб.: Политехника, 2005, с. 368.

2. Авторське свідоцтво СРСР № 1533988, М. кл. В 66 С 6/00, 07.01.1990;

3. Авторське свідоцтво СРСР № 470471, М. кл. В 66 С 6/00, 05.04.1973 (прототип).

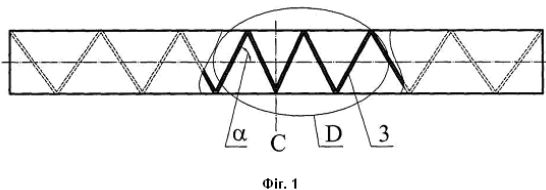


Fig. 1

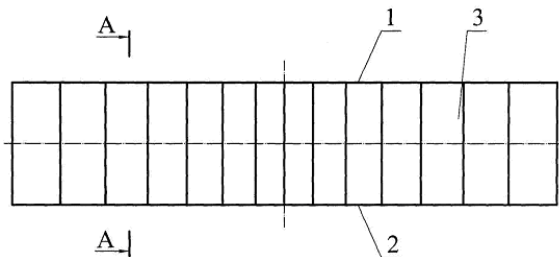


Fig. 2

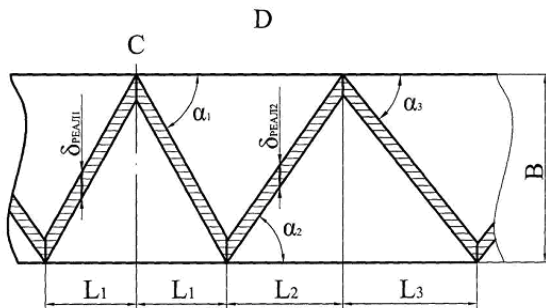


Fig. 4

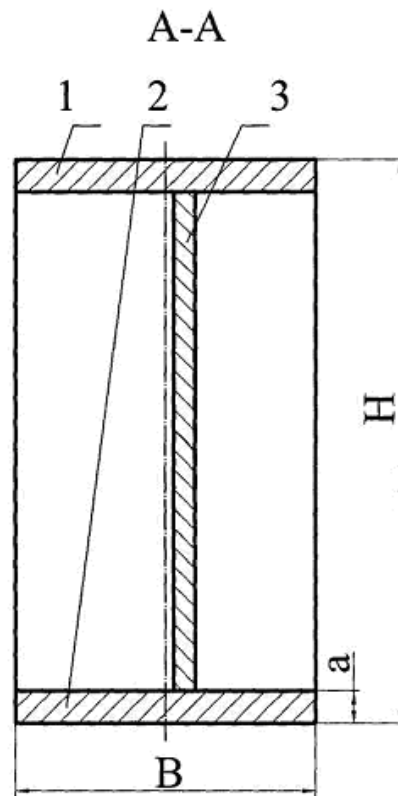
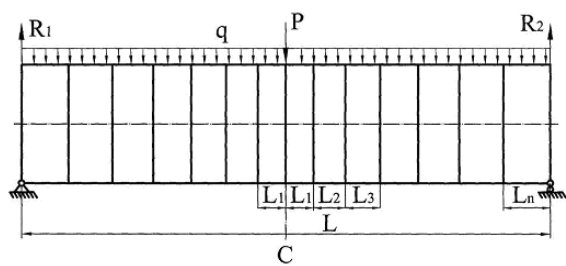
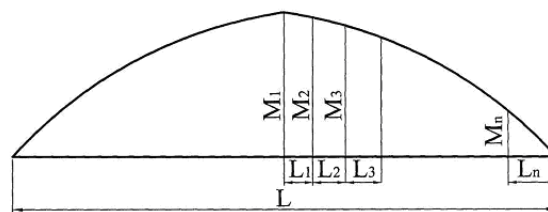


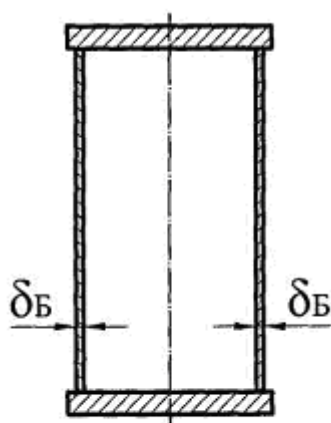
Fig. 3



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7