



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94011 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
B66C 6/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРОГОННА БАЛКА

1

2

(21) а200911761

(22) 17.11.2009

(24) 25.03.2011

(46) 25.03.2011, Бюл.№ 6, 2011 р.

(72) ВИШНЕВЕЦЬКИЙ ГЕОРГІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ, КОВАЛЕНКО ВАЛЕНТИН ОЛЕКСАНДРОВИЧ, СИДОРЕНКО СЕРГІЙ ЮРІЙОВИЧ, КОВАЛЕНКО ОЛЕКСАНДР ВАЛЕНТИНОВИЧ, ВИШНЕВЕЦЬКИЙ СТАНІСЛАВ ГЕОРГІЙОВИЧ, МАНИЦЬКИЙ ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(56) Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. Учебное пособие. - СПб.: Политехника, 2005. - С. 368.

SU 1533988, 07.01.1990

SU 470471, 13.08.1975

SU 1562418, 07.05.1990

SU 783193, 30.11.1980

SU 1680616, 30.09.1991

SU 1409714, 15.07.1988

RU 2037039, 09.06.1995

SU 1355590, 30.11.1987

(57) 1. Прогонна балка, переважно для кранів мостового 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  $\alpha$  до осі балки, яка відрізняється тим, що кут  $\alpha$  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.

2. Прогонна балка за п. 1, яка відрізняється тим, що кут  $\alpha$  визначається за формулою:

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

де

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

$\alpha_n$  - кут  $\alpha$  у відповідному секторі балки;

$W_n = \frac{M_n}{[\sigma]}$  - величина моменту опору поперечного

перерізу у відповідному секторі балки, м<sup>3</sup>;

$\delta_B$  - 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;

$[\sigma]$  - величина допустимої напруги, Па;

n - номер відповідного сектора, починаючи з середини балки.

Винахід відноситься до галузі піднімально-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 пояси, що з'єднані паралельними стінками, які розташовані вздовж повздовжньої осі балки [1]. Така конструкція є базовою для прогонних балок вказаного призначення та має однакові поперечні перерізи уздовж повздовжньої осі балки, а саме - у вигляді короба.

Недоліками відомої прогонної балки є її висока металомісткість та недостатня просторова жорсткість, 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 пояси, що з'єднані стінками у вигляді симетричної хвилі, або синусоїдальної з постійним радіусом або пілкоподібною з постійним кутом у вершині [2].

Ця прогонна балка має однакове конструктивне виконання вздовж повздовжньої осі балки, яке не враховує зростання напружень до центру прогонної балки. Таке рішення не забезпечує просторову жорсткість балки, внаслідок нерівномірності розподілу напружень на елементи в поперечних перерізах уздовж повздовжньої осі балки.

(13) C2

(11) 94011

(19) UA

Відома прогонна балка, переважно для кранів мостового типу, що містить верхній та нижній пояси, які з'єднані стінками, послідовно встановленими вздовж повздожньої осі балки з протилежним нахилом суміжних стінок під кутом  $\alpha$ , що лежить в діапазоні від 30 до 60° до повздожньої осі балки [3].

У цієї прогонної балки стінки встановлені з однаковим нахилом, тому вона має однакове конструктивне виконання вздовж повздожньої осі балки, 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 повздожньої осі балки.

Задачу винаходу, що заявляється, є створення прогонної балки, у якій досягнуто підвищення просторової жорсткості балки за рахунок рівномірного розподілу напружень на елементи в поперечних перерізах уздовж повздожньої 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 повздожньої осі балки з протилежним нахилом суміжних стінок під кутом  $\alpha$  до осі балки, згідно до винаходу, кут  $\alpha$  нахилу стінок до повздожньої 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  $\alpha$  визначається за формулою:

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

де

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

$\alpha_n$  - кут  $\alpha$  у відповідному секторі балки;

$$W_n = \frac{M_n}{[\sigma]} - \text{величина моменту опору поперечного перерізу у відповідному секторі балки, м}^3;$$

$\delta_B$  - 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;

$[\sigma]$  - 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 - еюра 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  $\alpha$  вздовж повздожньої осі балки з протилежним нахилом суміжних стінок 3. Кут  $\alpha$  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  $\alpha$  нахилу стінок до повздожньої осі балки збільшується в напрямку до центру балки С.

Кут  $\alpha$  в окремому варіанті виконання визначається за формулою:

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

де

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

$\alpha_n$  - кут  $\alpha$  у відповідному секторі балки;

$$W_n = \frac{M_n}{[\sigma]} - \text{величина моменту опору поперечного перерізу у відповідному секторі балки, м}^3;$$

$\delta_B$  - 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;

$[\sigma]$  - величина допустимої напруги, Па;

n - номер відповідного сектора, починаючи з середини балки.

Для реалізації вказаного винаходу необхідно визначити значення кута  $\alpha$  нахилу кожної стінки 3 до повздожньої осі балки у відповідному секторі балки, які позначені як L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> та L<sub>n</sub> (див. Фіг. 5, Фіг. 6).

Приклад розрахунку кута  $\alpha$  наведений нижче.

Для визначення кута  $\alpha$  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<sub>B</sub>=2600 кг;

- маса вантажного візка M<sub>T</sub>=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  $\alpha$  стінки 3 до по-  
вздожньої осі балки відбувається наступним чи-  
ном (див. Фіг. 5):

Визначається навантаження  $P$  та  $q$ :

$$P = \frac{(Q + M_T) \cdot g}{2} = \frac{(16000 + 9000) \cdot 9,81}{2} = 122625 \text{ Н};$$

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

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 згинально-  
го моменту в відповідному секторі  $L_1$  балки (зги-  
нальний момент  $M_1$  у першому перетині)

$$\delta_{\text{РЕАЛ1}} = \frac{2(3HW_1 - Ba^3 - 3Ba(H-a)^2)}{(H-2a)^3} =$$

$$= \frac{2 \cdot (3 \cdot 0,9 \cdot 0,00465 - 0,35 \cdot 0,008^3 - 3 \cdot 0,35 \cdot 0,008 \cdot (0,95 - 0,008)^2)}{(0,9 - 2 \cdot 0,008)^3} = 0,017 \text{ м}.$$

Отримуємо кут  $\alpha$  і нахилу 1-ї стінки:

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

Для визначення кута  $\alpha_2$  нахилу наступної стін-  
ки визначаємо довжину 1-го сектору:

$$L_1 = (B - \delta_{\text{РЕАЛ1}}) \cdot \text{tg}(90 - \alpha_1) = (0,35 - 0,017) \cdot \text{tg}(90 - 62) = 0,177 \text{ м}.$$

$$\delta_{\text{РЕАЛ2}} = \frac{2(3HW_2 - Ba^3 - 3Ba(H-a)^2)}{(H-2a)^3} =$$

$$= \frac{2 \cdot (3 \cdot 0,9 \cdot 0,00456 - 0,35 \cdot 0,008^3 - 3 \cdot 0,35 \cdot 0,008 \cdot (0,95 - 0,008)^2)}{(0,9 - 2 \cdot 0,008)^3} = 0,0163 \text{ м}.$$

Отримуємо кут  $\alpha_2$  нахилу 2-ї стінки:

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

Для визначення кута нахилу  $\alpha_3$  наступної стін-  
ки визначаємо довжину 2-го сектору  $L_2$ :

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

$$M_1 = R_1 \cdot \frac{L}{2} - \frac{q \left(\frac{L^2}{2}\right)}{2} =$$

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

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

Розрахунок величини кута  $\alpha_1$  стінки 3 до по-  
вздожньої осі балки у секторі  $L_1$  визначається  
наступним чином:

Визначається необхідний момент опору для 1-  
ї стінки:

$$W_1 = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{558440}{120000000} = 0,00465 \text{ м}^3.$$

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

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

$$M_2 = 547591 \text{ Н} \cdot \text{м}^3.$$

Потім визначаємо необхідний момент опору  
для 2-ї стінки:

$$W_2 = \frac{M_2}{[\sigma]} = \frac{547591}{120000000} = 0,00456 \text{ м}^3.$$

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

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:

$$W_3 = \frac{M_3}{[\sigma]} = \frac{536052}{120000000} = 0,00447 \text{ м}^3.$$

Визначаємо  $\delta_{\text{РЕАЛ3}}$ :

$$\delta_{\text{РЕАЛ3}} = \frac{2(3HW_3 - Ba^3 - 3Ba(H-a)^2)}{(H-2a)^3} =$$

$$= \frac{2 \cdot (3 \cdot 0,9 \cdot 0,00447 - 0,35 \cdot 0,008^3 - 3 \cdot 0,35 \cdot 0,008 \cdot (0,95 - 0,008)^2)}{(0,9 - 2 \cdot 0,008)^3} = 0,0156 \text{ м.}$$

Отримуємо кут  $\alpha_3$  нахилу 3-ї стінки:

$$\alpha_3 = \arccos\left(\frac{(1,2 \dots 1,4)\delta_B}{\delta_{\text{РЕАЛ3}}}\right) = \arccos\left(\frac{1,33 \cdot 0,006}{0,0156}\right) = 59^\circ.$$

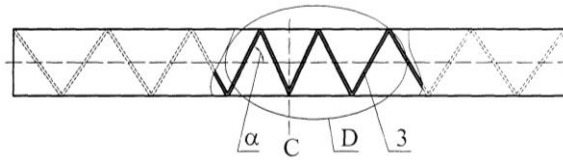
Далі послідовно визначаємо величини кутів вертикальних стінок до досягнення кінця прогону - симетрично відносно центру балки С

За рахунок збільшення кута нахилу а стінок 3 до повздожньої 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

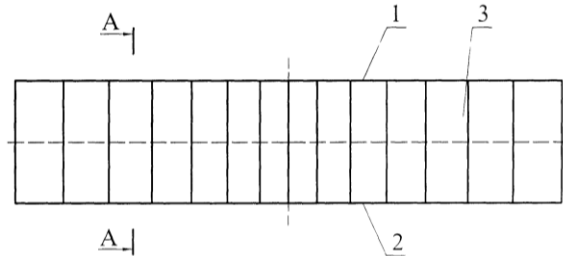
розподілу напружень на елементи в поперечних перерізах уздовж повздожньої осі балки. Таким чином, забезпечується можливість виконання балки рівного опору.

Джерела інформації:

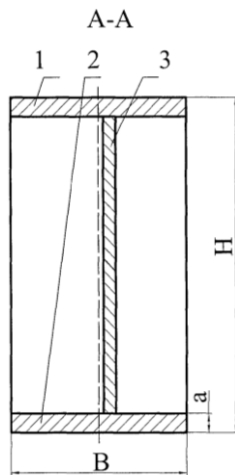
1. Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин: Учебное пособие. - СПб.: Политехника, 2005, с. 368.
2. Авторське свідоцтво СРСР № 1533988, М. кл. В66С6/00, 07.01.1990.
3. Авторське свідоцтво СРСР № 470471, М. кл. В66С6/00, 05.04.1973 (прототип).



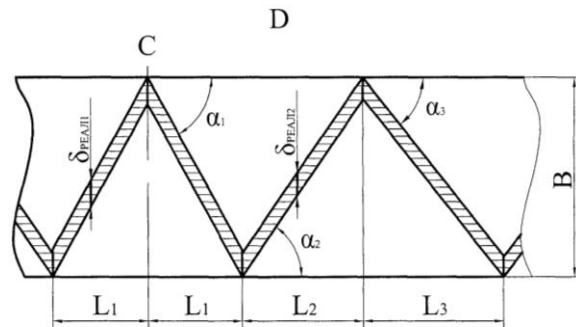
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

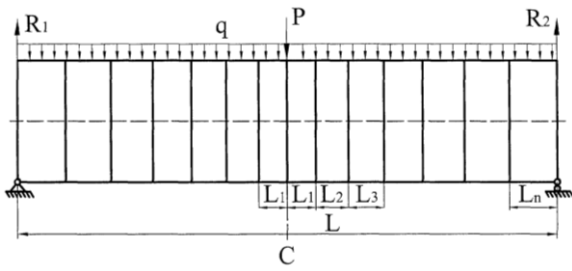


Фиг. 4

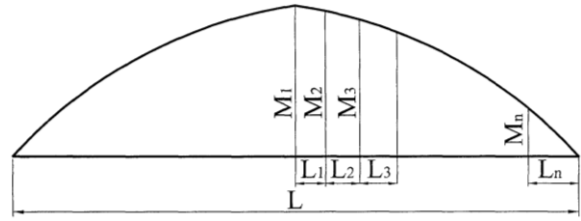
9

94011

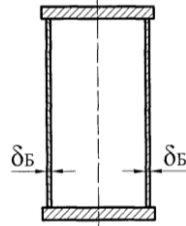
10



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7