RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **182671**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **320440**

(22) Data zgłoszenia: **06.06.1997**

(51) IntCl[7]
B23P 6/00
E04G 21/12

(54) **Sposób naprawy i wzmocnienia odkształconych belek stalowych**

(43) **Zgłoszenie ogłoszono:**
07.12.1998 BUP 25/98

(45) **O udzieleniu patentu ogłoszono:**
28.02.2002 WUP 02/02

(73) **Uprawniony z patentu:**
Huta im.Tadeusza Sendzimira Spółka Akcyjna, Kraków, PL

(72) **Twórcy wynalazku:**
Romuald Przytuła, Kraków, PL
Jacek Woliński, Kraków, PL
Jerzy Kurowski, Kraków, PL
Marian Kwiatek, Kraków, PL
Waldemar Hanszke, Kraków, PL
Artur Blum, Kraków, PL
Maciej Gallos, Bytom, PL
Edward Lis, Kraków, PL
Ludwik Słota, Kraków, PL
Stanisław Pajor, Kraków, PL

(57) 1. Sposób naprawy i wzmocnienia odkształconych belek stalowych, przy użyciu nakładek, zwłaszcza belek stalowych ukształtowanych w pełnościenny dźwigar skrzynkowy, w którym podczas pracy nastąpiło trwałe ugięcie dźwigara w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej, **znamienny tym**, że na odkształconą belkę od strony wypukłej nakłada się co najmniej jedną nakładkę prostującą (1) przyspawaną spoinami pachwinowymi nakładanymi łukiem elektrycznym równocześnie po obu stronach nakładki prostującej (1), przy czym początek nakładania spoin pachwinowych rozpoczyna się od środka odkształconej belki w obu kierunkach do jej końców z jednakową prędkością spawania.

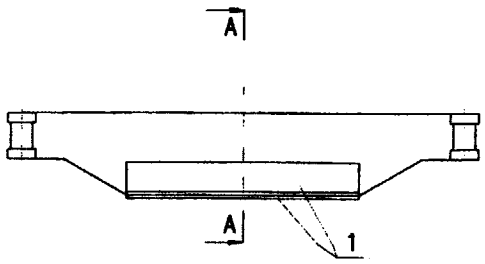

fig.1

PL 182671 B1

Sposób naprawy
i wzmocnienia odkształconych belek stalowych

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób naprawy i wzmocnienia odkształconych belek stalowych, przy użyciu nakładek, zwłaszcza belek stalowych ukształtowanych w pełnościenny dźwigar skrzynkowy, w którym podczas pracy nastąpiło trwałe ugięcie dźwigara w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej, **znamienny tym**, że na odkształconą belkę od strony wypukłej nakłada się co najmniej jedną nakładkę prostującą **(1)** przyspawaną spoinami pachwinowymi nakładanymi łukiem elektrycznym równocześnie po obu stronach nakładki prostującej **(1)**, przy czym początek nakładania spoin pachwinowych rozpoczyna się od środka odkształconej belki w obu kierunkach do jej końców z jednakową prędkością spawania.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przy ugięciu dźwigara skrzynkowego w płaszczyźnie pionowej nakładki prostujące **(1)** nakłada się poniżej obojętnej osi **(x-x)** przekroju dźwigara.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przy ugięciu dźwigara skrzynkowego w płaszczyźnie poziomej co najmniej jedną nakładkę prostującą **(1)** nakłada się w strefie obojętnej osi **(x-x)** dźwigara, od strony wypukłej - trwale odkształconej.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest sposób naprawy i wzmocnienia odkształconych belek stalowych, zwłaszcza belek stalowych ukształtowanych w pełnościenny dźwigar skrzynkowy na przykład surowicy, w którym podczas pracy nastąpiło trwałe ugięcie w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej.

W wyniku długotrwałej i intensywnej eksploatacji w dźwigarach skrzynkowych konstrukcji mostowych na przykład suwnic, pojawiają się trwałe ugięcia w płaszczyźnie pionowej i płaszczyźnie poziomej, które niekorzystnie wpływają na bezpieczeństwo pracy tych konstrukcji.

Dotychczas naprawa trwale odkształconych dźwigarów skrzynkowych polega na ich wymianie na nowe konstrukcje.

Znane są sposoby sprężania belek stalowych pracujących na zginanie poddanych wcześniej wstępnemu mechanicznemu odkształceniu niektórych części belek przy użyciu skomplikowanego oprzyrządowania.

Z polskiego opisu patentowego nr 63 672 znany jest sposób sprężania belki stalowej spawanej z dwóch różnych rodzajów stali w którym wykorzystano rozszerzalność cieplną elementów belki stalowej. W znanym sposobie jeden z pasów wykonany ze stali o wyższej wytrzymałości wstępnie podgrzewa się w granicach temperatur 200-400°C za pomocą urządzeń grzewczych wyprzedzających sprzężony z nim automat spawalniczy, do uzyskania wydłużenia, a następnie przyspawa się nagrzany pas do nienagrzanej części belki.

Z polskiego opisu patentowego nr 101 074 znany jest sposób sprężania ustrojów belkowych pracujących na zginanie przez wprowadzenie do nich stanu naprężeń wstępnych. W znanym sposobie naprężeń wewnętrznych uzyskuje się przez wykonanie belki z dwóch części - górnej i dolnej. Część dolną wykonuje się krótszą od górnej, rozciąga ją do uzyskania długości takiej jak długość części górnej i w tym stanie łączy się trwale obie części w całość lub część górną wykonuje się dłuższą od dolnej, ściska się tę część do uzyskania takiej długości jak długość części dolnej i w tym stanie łączy się trwale obie części w całość. Znane sposoby nie nadają się do wykorzystania przy naprawie trwale odkształconego dźwigara skrzynkowego.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu naprawy i wzmocnienia odkształconych belek stalowych, zwłaszcza belek dźwigarów skrzynkowych, na przykład suwnicowych trwale

ugiętych w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej poprzez ukierunkowane sprężyste odkształcenie w kierunku przeciwnym niż trwałe ugięcie z równoczesnym wzmocnieniem wymuszonego odkształcenia przed ponownym ugięciem.

W rozwiązaniu według wynalazku sposób naprawy i wzmocnienia ugiętych belek stalowych, przy użyciu nakładek, zwłaszcza belek stalowych ukształtowanych w pełnościenny dźwigar skrzynkowy, w którym podczas pracy nastąpiło trwałe ugięcie dźwigara skrzynkowego w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej, polega na tym, że na odkształconą belkę od strony wypukłej nakłada się co najmniej jedną nakładkę prostującą przyspawaną spoinami pachwinowymi nakładanymi łukiem elektrycznym równocześnie po obu stronach nakładki prostującej, przy czym początek nakładania spoin pachwinowych rozpoczyna się od środka odkształconej belki w obu kierunkach do jej końców z jednakową prędkością spawania.

Korzystny efekt uzyskuje się gdy - przy ugięciu dźwigara w płaszczyźnie pionowej nakładki prostujące nakłada się poniżej obojętnej osi przekroju dźwigara, a przy ugięciu dźwigara w płaszczyźnie poziomej co najmniej jedną nakładkę prostującą nakłada się w strefie obojętnej osi dźwigara, od strony wypukłej - trwale odkształconej.

W sposobie według wynalazku siła sprężająca uzyskana przez skurcz spawalniczy spoin pachwinowych, którymi nakładki prostujące są połączone z dźwigarem jest wykorzystana do odkształcenia dźwigara i niwelacji trwałych ugięć w płaszczyźnie pionowej i/lub poziomej. Sposób według wynalazku może być wykonany w miejscu zainstalowania konstrukcji bez jej demontażu i dodatkowego podparcia.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładach wykonania i schematycznie pokazany na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia dźwigar skrzynkowy surowicy pomostowej z lokalizacją nakładek prostujących eliminujących trwałe ugięcia w płaszczyźnie pionowej, w widoku z boku, fig. 2 - dźwigar skrzynkowy pokazany na fig. 1, w przekroju poprzecznym A-A, fig. 3 - dźwigar skrzynkowy suwnicy pomostowej z lokalizacją nakładki prostującej eliminującej trwałe ugięcie w płaszczyźnie poziomej, w widoku z boku, fig. 4 - dźwigar skrzynkowy pokazany na fig. 3, w przekroju poprzecznym B-B.

Przykład I.

Podczas pracy dźwigara skrzynkowego surowicy pomostowej nastąpiło trwałe ugięcie w płaszczyźnie pionowej dźwigara skrzynkowego - wypukłością ku dołowi. Celem zrealizowania naprawy konieczne jest spowodowanie wygięcia odkształconych belek dźwigara wypukłością ku górze, czyli w kierunku przeciwnym niż trwałe ugięcie. Na rysunku - fig. 1 i fig. 2 pokazano rozmieszczenie nakładek prostujących 1 przyspawanych spoinami pachwinowymi, eliminujących trwałe ugięcie dźwigara w płaszczyźnie pionowej. Efekt cieplny w postaci skurczu od poszczególnych spoin pachwinowych wywołał w dźwigarze skrzynkowym siłę sprężającą S_{sp}, która zniwelowała trwałe ugięcie dźwigara w płaszczyźnie pionowej. Wartość siły sprężającej S_{sp} i jej położenie mogą być dokładnie określone na drodze obliczeniowej. Jej wartość wyraża się wzorem:

$$S_{sp} = R_e \cdot k \cdot \sum_{i}^{n} F_{ai}$$

gdzie:

R_e - oznacza granicę plastyczności materiału dźwigara i nakładki prostującej,

k - oznacza współczynnik wyznaczony doświadczalnie,

a /a_1.....a_i/ - oznacza grubość spoin pachwinowych,

F_{ai} - jest powierzchnią strefy wokół spoiny pachwinowej a_i, w której po nagrzaniu łukiem elektrycznym nastąpiło uplastycznienie dźwigara i nakładki prostującej.

Wartość F_{ai} oblicza się ze wzoru:

$$F_{ai} = \frac{57{,}5 \cdot a_i^2}{1 + \frac{115 \cdot a_i^2}{F}}$$

Siła sprężająca S_{sp} działa w dolnej części przekroju skrzynkowego dźwigara w odległości e_s od obojętnej osi x-x dźwigara.

Wartość e_s oblicza się ze wzoru:

$$e_s = \frac{\sum_i Fa_i \cdot e_i}{\sum_i Fa_i}$$

gdzie:

e_i - oznacza odległość spoiny pachwinowej a_i od obojętnej osi x-x dźwigara.

Strzałkę linii ugięcia f_{sp} od siły sprężającej S_{sp} oblicza się ze wzoru:

$$f_{sp} = S_{sp} \cdot e_s \cdot \frac{L \cdot I}{8 \cdot E \cdot I_x}$$

gdzie:

L - oznacza rozpiętość dźwigara,

l - oznacza długość nakładek prostujących,

I_x - oznacza moment bezwładności dźwigara względem obojętnej osi x-x,

E - oznacza moduł sprężystości Younga materiału dźwigara i nakładki prostującej.

Na rysunku - fig. 1 pokazano długość nakładek prostujących.

Na rysunku - fig. 2 oznaczono e_i oraz:

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 - grubość spoin pachwinowych,

b_0, b_s - szerokość nakładek prostujących,

g_0, g_s - grubość nakładek prostujących.

Do wyprostowania dźwigara skrzynkowego pokazanego schematycznie na rysunku : fig. 1 i fig. 2, o następującej charakterystyce:

R_e = 240 MPa

L = 34 m

I_x = 144 1630 · 10^4 mm^4

E = 2,1 · 10^5 MPa

użyto trzy nakładki prostujące 1 wykonane z blachy stalowej, o następującej charakterystyce:

R_e = 240 MPa

k = 0,67

E = 2,1 · 10^5 MPa

i wymiarach: $l=l_1=l_2=l_3$ = 28,4 m, g_0 = 8 mm, g_s = 6 mm, b_0 = 200 mm, b_s = 250 mm, które nałożono poniżej obojętnej osi x-x dźwigara i przyspawano spoinami pachwinowymi:
o grubości: a_1=5 mm, a_2=8 mm, a_3=5 mm, a_4=8 mm, a_5=6 mm i długości: 28,4 m nakładanymi łukiem elektrycznym równocześnie po obu stronach każdej nakładki prostującej 1.

Początek nakładania spoin pachwinowych rozpoczynano od środka odkształconej belki w obu kierunkach do jej końców z jednakową prędkością spawania wynoszącą 1 mm/s.

Przykład II.

Podczas pracy dźwigara skrzynkowego surowicy pomostowej nastąpiło trwałe odkształcenie dźwigara w płaszczyźnie poziomej. Celem zrealizowania naprawy konieczne jest spowodowanie wygięcia dźwigara w kierunku przeciwnym niż trwałe ugięcie. Na rysunku - fig. 3 i fig. 4 pokazano lokalizację przyspawanej nakładki prostującej 1 eliminującej trwałe ugięcie dźwigara w płaszczyźnie poziomej. Efekt cieplny w postaci skurczu od spoin pachwinowych wywołał w dźwigarze skrzynkowym siłę sprężającą S_{sp}, która zniwelowała trwałe ugięcie dźwigara w płaszczyźnie poziomej. Wartość siły sprężającej S_{sp} i jej położenie mogą być dokładnie określone na drodze obliczeniowej przy odpowiednim korzystaniu ze wzorów podanych w przykładzie I.

Siła sprężająca S_{sp} działa w środkowej części przekroju skrzynkowego dźwigara w odległości e_i od obojętnej osi x-x dźwigara.

Na rysunku - fig. 3 pokazano długość nakładki prostującej.

Na rysunku - fig. 4 oznaczono e_i oraz :

a_6 - grubość spoin pachwinowych,

b_b - szerokość nakładki prostującej,

g_b - grubość nakładki prostującej.

Do wyprostowania dźwigara skrzynkowego pokazanego schematycznie na rysunku: fig. 3 i fig. 4, o charakterystyce jak w przykładzie I -zastosowano jedną nakładkę prostującą 1 wykonaną z blachy stalowej, o charakterystyce podanej w przykładzie I i następujących wymiarach: $l = 32$ m, $g_b = 6$ mm, $b_b = 200$ mm, którą nałożono w strefie obojętnej osi x-x dźwigara i przyspawano spoinami pachwinowymi o grubości $a_6 = 5$ mm nakładanymi łukiem elektrycznym równocześnie po obu stronach nakładki prostującej 1.

Początek nakładania spoin pachwinowych rozpoczynano od środka odkształconej belki w obu kierunkach do jej końców z jednakową prędkością spawania wynoszącą 1 mm/s.

W sposobie według wynalazku nakładki prostujące 1 mogą być również stosowane w postaci profili stalowych. Naprawa dźwigara skrzynkowego wykonana sposobem według wynalazku stanowi także skuteczne wzmocnienie i zabezpieczenie przed ponownym odkształceniem.

Sposób według wynalazku może znaleźć szerokie zastosowanie, na przykład przy prostowaniu dźwigarów mostów, belek podsuwnicowych i innych konstrukcji skrzynkowych.

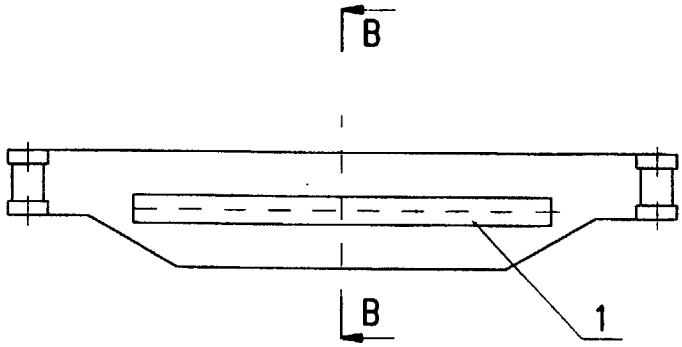

fig.3

B–B

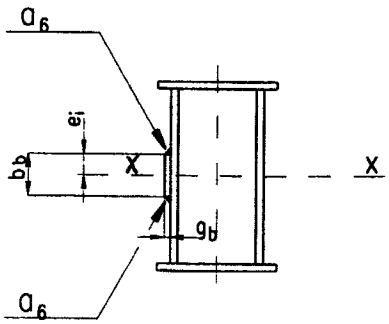

fig.4

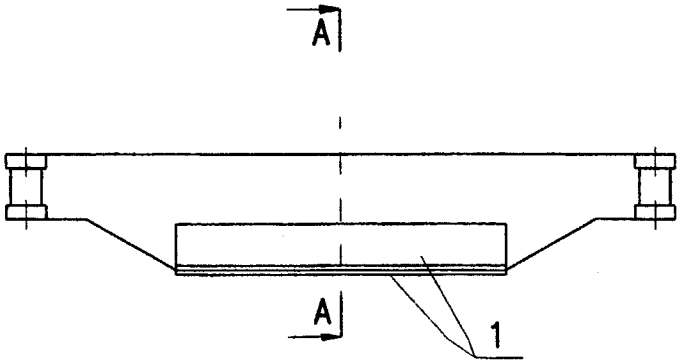

fig.1

A–A

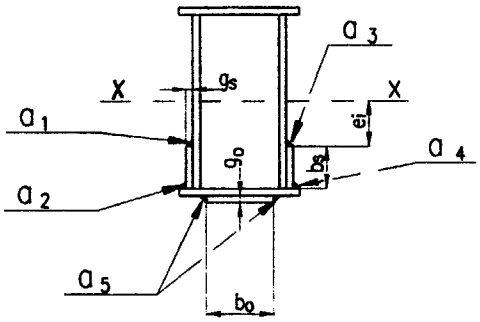

fig.2

Departament Wydawnictw UP RP. Nakład 50 egz.
Cena 2,00 zł.