

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 245196 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430924**

(22) Data zgłoszenia: **2019.08.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.02.22 BUP 04/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.06.03 WUP 23/2024**

(51) MKP:

E01D 2/00 (2006.01)

E01D 1/00 (2006.01)

E04C 2/42 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**MOSTOSTAL WARSZAWA SPÓŁKA AKCYJNA,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**LECH WŁASAK, Warszawa, PL
JULIUSZ ŻACH, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Sylwia Owczarek, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Przęsło mostu z betonu zbrojonego kompozytem FRP

PL 245196 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przęsło mostu z betonu zbrojonego kompozytem FRP. Wynalazek odnosi się do gałęzi przemysłu związanego z budownictwem oraz usługami budowlano-montażowymi.

Budownictwo jest ważną częścią gospodarki Polski. Duża ilość krajowych inwestycji realizowanych, w szczególności, na prawach zamówień publicznych stawia przed wykonawcami usług budowlanych wyzwanie w postaci konieczności uzyskania produktu finalnego, który jest trwały, spełnia wszelkie normy i założenia projektowe oraz jest wykonany w odpowiednim czasie. Zarazem jego koszt powinien być relatywnie niski nie tylko w trakcie jego wytwarzania jak również w czasie późniejszej eksploatacji.

Szczególne znaczenie ma wydłużenie żywotności eksploatacyjnej obiektów mostowych. Elementem konstrukcyjnym najbardziej narażonym na degradację są płyty pomostowe. Podczas eksploatacji działają na nie czynniki fizyczne i środowiskowe, przez co obniża się niezawodność konstrukcji, bezpieczeństwo użytkowników czy funkcjonalność całej sieci drogowej. Nadal popularne jest wykorzystywanie przęsła w postaci płyty swobodnie podpartej, wykonywanej na placu budowy, z betonu zbrojonego stalą. Jest to rozwiązanie tanie jednak nie umożliwiające szybkiej realizacji obiektu mostowego. Najpoważniejszą wadą takiego rozwiązania jest wysoka korozyjność stali używanej do zbrojenia konstrukcji, co prowadzi zarówno do ubytku zbrojenia, powodującego osłabienie konstrukcji nośnej, jak i prowadzi do degradacji samego betonu.

Prowadzone badania nad alternatywnymi dla stali materiałami oraz obniżenie ich kosztów wytwarzania pozwoliło na upowszechnienie się sporej grupy zamienników. Coraz częściej jako materiał do zbrojenia wykorzystywany jest kompozyt FRP (Fiber Reinforced Polymer – polimer zbrojony włóknami). Kompozyty FRP obejmują dużą grupę materiałów, w skład której wchodzi m.in.: CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polymer – polimery zbrojone włóknami węglowymi), GFRP (Glass Fibre Reinforced Polymer – polimery zbrojone włóknami szklanymi), AFRP (Aramid Fibre Reinforced Polymer – polimery zbrojone włóknami aramidowymi), BFRP (Basalt Fibre Reinforced Polymer – polimery zbrojone włóknami bazaltowymi).

W porównaniu ze stalą, głównymi zaletami kompozytów FRP jest odporność na korozję i czynniki chemiczne, niska masa, ponadto zwiększona wytrzymałość charakterystyczna na poziomie 1000–3600 N/mm² (MPa), więc są mocniejsze od stali 440–590 N/mm² (MPa), równomierne przenoszenie wzdłużne sił w osi włókien, oraz możliwość formowania różnych kształtów (prętów, siatki, płyt, rur ect.). W obecnej chwili koszty wytworzenia zbrojenia z kompozytu FRP są nieznacznie wyższe niż koszt zbrojenia wykonanego ze stali, co wpływa na koszt finalnego produktu, biorąc jednak pod uwagę całość kosztów eksploatacyjnych, oraz czas żywotności przęsła różnica ta się niweluje. Kompozyt FRP jest również podatny na uszkodzenia powierzchniowe, co powodować może znaczące osłabienie właściwości mechanicznych kompozytu FRP.

W literaturze, czy chociażby w polskim opisie patentowym PL409367, opisane zostały sposoby zbrojenia przęsła mostowego prętami z kompozytu FRP, w których konstrukcja jest wykonywana jako pełna. Wadą jest duża masa całego elementu, ze względu na wysoki ciężar właściwy materiału konstrukcyjnego jakim jest beton (czy to beton konstrukcyjny o wytrzymałości pow. 25 N/mm² (MPa) czy choćby polimerobeton). Przyczynia się to do konieczności użycia specjalistycznego sprzętu do montażu oraz w znaczącym stopniu utrudnia ewentualny transport elementów, które wykonywane zostały metodą prefabrykacji.

Jednym ze sposobów na znaczące obniżenie masy pełnego elementu przęsła, jest wykonanie w płycie betonowej np. pustek tj. wolnych przestrzeni wypełnionych powietrzem czy materiałem znacząco lżejszym od materiału konstrukcyjnego. W opisach patentowych: chińskim CN1804267, meksykańskim MX2015006540, koreańskim KR20150098748 oraz singapurskim SG10201707311T ujawnione zostały rozwiązania opierające się na wykorzystaniu siatki brył, które następnie zalewa się materiałem konstrukcyjnym. Powyższe rozwiązania mają na celu tylko i wyłącznie obniżenie masy elementu, natomiast nie ma to wpływu na polepszenie właściwości nośnych konstrukcji. Od lat najpowszechniej stosowanym rozwiązaniem na obniżenie masy przęsła jest wykonanie go z płyty otworowej, w której to wzdłużnie wykonane są kanały. W związku z działaniem sił ścinających, czasem stosowane jest dodatkowe zbrojenie końców przęsła na odcinku podporowym. Rozwiązanie obrazujące wykorzystanie zbrojenia kanału kompozytem FRP na odcinku podporowym ujawnione zostało w patencie koreańskim KR101980435 (B1). Rozwiązanie to umożliwia w znaczący sposób obniżenie masy gotowego elementu oraz zwiększenie wytrzymałości konstrukcji w odcinku podporowym, jednakże nadal konieczne jest stosowanie pełnego zbrojenia głównego, w celu przenoszenia sił rozciągających.

Celem wynalazku jest konstrukcja płytowego przęsła mostowego, o zwiększonej co najmniej dwukrotnie odporności na korozję względem przęsła wykonanego z betonu zbrojonego stalą, a w związku z tym o wydłużonym projektowanym czasie użytkowania, przy jednoczesnym obniżeniu masy przęsła mostu.

Istotą wynalazku jest przęsło mostu składające się z betonu zbrojonego kompozytem FRP z prefabrykowanej betonowej płyty i kanałów zawierających pustkę lub materiał wypełniający oraz elementu zbrojącego, charakteryzujące się tym, że co najmniej jeden kanał zawierający pustkę lub materiał wypełniający posiada ściankę obwodową z kompozytu FRP na całym obwodzie i na całej długości kanału zawierającego pustkę lub materiał wypełniający, przy czym co najmniej jeden kanał zawierający pustkę lub materiał wypełniający wraz ze ścianką obwodową z kompozytu FRP stanowią co najmniej 66% długości prefabrykowanej betonowej płyty.

Korzystnie jest, gdy kanał zawierający pustkę lub materiał wypełniający zawiera styropian.

Korzystnie jest, gdy kanał zawierający pustkę lub materiał wypełniający zawiera piankę poliuretanową.

Korzystnie jest, gdy pustka zawiera materiał o gęstości nie większej niż 110 kg/m^3 .

Korzystnie jest, jeśli materiał o gęstości nie większej niż 110 kg/m^3 wypełnia pustkę co najmniej w 50% jej objętości.

Korzystnie jest, jeśli przekrój poprzeczny kanału zawierającego pustkę lub materiał wypełniający ma dowolny kształt, korzystnie czworoboku o zaokrąglonych rogach.

Korzystnie jest, jeśli kanał zawierający pustkę lub materiał wypełniający ma przerwana ciągłość w kierunku wzdłużnym prefabrykowanej betonowej płyty.

Korzystnie jest, jeśli element zbrojący wykonany jest z kompozytu FRP.

Korzystnie jest, jeśli element zbrojący wykonany jest z metalu.

Korzystnie jest, jeśli element zbrojący wykonany jest z polimeru.

Korzystnie jest, gdy ścianka obwodowa kanału z kompozytu FRP wraz z elementem zbrojącym z kompozytu FRP stanowią co najmniej 80% objętości zbrojenia prefabrykowanej betonowej płyty.

Korzystnie jest, gdy ścianka obwodowa kanału z kompozytu FRP ma grubość od 0,3 mm do 16,0 mm.

Wynalazek rozwiązuje problem eliminacji części zbrojenia głównego i zbrojenia na ścinanie dzięki zastosowaniu ścianek z kompozytu FRP na wewnętrznej powierzchni kanałów wewnątrz płyty betonowej przęsła mostowego.

Zwiększenie wytrzymałości przęsła mostu, dzięki zastosowaniu ścianek z kompozytu FRP na całej długości kanału oraz po całym obwodzie kanału wewnątrz płyty betonowej przęsła mostowego, przy jednoczesnym obniżeniu masy przęsła mostu dzięki uzyskaniu kanałów zawierających pustkę lub materiał wypełniający.

Wynalazek w swojej istocie przez zastosowanie zbrojenia wykonanego z kompozytu FRP, umożliwia ponad dwukrotne zwiększenie odporności na korozję, a co za tym idzie na wydłużenie projektowanego czasu użytkowania. Wykorzystanie jako zbrojenia kompozytu FRP oraz wykonanie kanałów wzdłużnych, zarówno ciągłych jak i nieciągłych w całej swojej długości, w płycie w znaczący sposób obniża masę gotowego przęsła w porównaniu z analogicznym przęsłem pełnym wykonanym z betonu zbrojonego stalą, co wpływa korzystnie na zdolność transportową i montażową gotowego elementu oraz zmniejsza wymaganą nośność podpór. Wykorzystanie kompozytu FRP jako ścianek obwodowych na całej powierzchni kanałów i całej ich długości, które pełnią funkcję dodatkowego zbrojenia umożliwia zarówno uzyskanie powtarzalnego kształtu pustek, co ma duże znaczenie w procesie projektowania jak i procesie wytwarzania, zwiększa sztywność i wytrzymałość konstrukcji na działające na nią siły: zarówno ścinające na odcinku podporowym jak i siły rozciągające działające wzdłużnie. Dodatkowo wykorzystanie ścianek wykonanych z kompozytu FRP na całej długości kanału umożliwia redukcję stopnia zbrojenia elementami zbrojeniowymi. Gotowy element wykonany zgodnie z ujawnionym wynalazkiem, w obecnej chwili nie jest droższy w porównaniu z analogicznym przęsłem wykonanym z betonu zbrojonego stalą. W związku z przyjętą metodą wytwarzania przęsła – prefabrykacją – oraz ze względów transportowych i montażowych, zostanie ograniczona jego długość do 16,0 m jak i szerokość do 4,0 m. Produkcja w zakładzie prefabrykacji umożliwi uzyskanie korzystnych powtarzalnych warunków wykonania prefabrykatu betonowego, dodatkowo eliminuje się ryzyko uszkodzenia powierzchniowego kompozytu FRP.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok aksonometryczny przęsła mostu, fig. 2 obrazuje budowę przęsła mostu z zastosowaniem pustki

zawierającej materiał o gęstości nie większej niż 110 kg/m^3 , zaś fig. 3 pokazuje budowę przęsła mostu z kanałami niewypełnionymi betonem, na fig. 4 widać konstrukcję przęsła mostu, gdzie pustki wypełnione są powietrzem.

PRZYKŁAD WYKONANIA 1

Głównym elementem, przedstawionego schematycznie na fig. 1 i szczegółowo na fig. 2, przęsła mostu (1) jest prefabrykowana betonowa płyta (2). Prefabrykowana betonowa płyta (2) wykonana jest z betonu konstrukcyjnego C50/60 i posiada wymiary: długość 12,50 m, szerokość 2,50 m, grubość 0,50 m. Prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada pięć kanałów niewypełnionych betonem (3), nieciągłych na swojej długości, jak przedstawiono na fig. 3, o łącznej długości 11,70 m każdy, posiadających ściankę z kompozytu FRP (4) o grubości 2 mm, wytworzoną przy użyciu włókien szklanych. Pustka (6) wypełniona jest w całym swoim przekroju styropianem (8). Prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada jako element zbrojący (5) 68 sztuk prętów wykonanych z kompozytu GFRP o średnicy 16 mm i długości 12,45 m każdy.

Przekrój poprzeczny kanału niewypełnionego betonem (3) ma kształt prostokąta o wymiarach 0,28 m na 0,34 m, o rogach zaokrąglonych łukiem o promieniu 30 mm.

PRZYKŁAD WYKONANIA 2

Przęsło mostu (1) zbudowane jak w przykładzie wykonania 1, przy czym prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada jako element zbrojący (5) 62 sztuki prętów wykonanych z kompozytu CFRP o średnicy 10 mm i długości 12,45 m każdy.

PRZYKŁAD WYKONANIA 3

Przęsło mostu (1), przedstawione schematycznie na fig. 1, gdzie prefabrykowana betonowa płyta (2) wykonana jest z betonu konstrukcyjnego C50/60, ma długość 10,00 m, szerokość 2,50 m, grubość 0,40 m. Prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada osiem kanałów niewypełnionych betonem (3), nieciągłych na swojej długości, jak przedstawiono na fig. 3, o łącznej długości 9,20 m każdy, posiadających ściankę z kompozytu FRP (4) o grubości 2 mm, wytworzoną przy użyciu włókien szklanych. Pustka (6) wypełniona jest powietrzem (7). Prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada jako element zbrojący (5) 66 sztuk prętów z kompozytu GFRP o średnicy 16 mm i długości 9,95 m każdy. Przekrój poprzeczny kanału niewypełnionego betonem (3) ma kształt kwadratu o boku 0,18 m, o rogach zaokrąglonych łukiem o promieniu 30 mm.

PRZYKŁAD WYKONANIA 4

Przęsło mostu (1) zbudowane jak w przykładzie wykonania 1, posiada ściankę z kompozytu FRP (4) o grubości 1,5 mm, wytworzoną przy użyciu włókien szklanych i węglowych.

PRZYKŁAD WYKONANIA 5

Przęsło mostu (1) przedstawione na fig. 4, gdzie prefabrykowana betonowa płyta (2) wykonana jest z betonu konstrukcyjnego C80/95, ma długość 7,50 m, szerokość 1,60 m, grubość 0,26 m. Prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada dziewięć kanałów niewypełnionych betonem (3), o długości wynoszącej 7,50 m każdy, posiadających ściankę z kompozytu FRP (4) o zmiennej grubości od 2 mm do 6 mm. Pustka (6) wypełniona jest powietrzem (7). Prefabrykowana betonowa płyta (2) posiada element zbrojący (5) w postaci siatek z kompozytu CFRP oraz rozproszonych włókien polipropylenowych. Przekrój poprzeczny kanału niewypełnionego betonem (3) ma kształt okręgu o średnicy 110 mm.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przęsło mostu z betonu zbrojonego kompozytem FRP (1) składające się z prefabrykowanej betonowej płyty (2) i kanałów (3) zawierających pustkę lub materiał wypełniający oraz elementu zbrojącego (5), **znamiennie tym**, że co najmniej jeden kanał (3) zawierający pustkę lub materiał wypełniający posiada ściankę obwodową (4) z kompozytu FRP, stanowiącą dodatkowe zbrojenie betonowej płyty (2), na całym obwodzie i na całej długości kanału (3) zawierającego pustkę lub materiał wypełniający, przy czym co najmniej jeden kanał (3) zawierający pustkę lub materiał wypełniający wraz ze ścianką obwodową (4) z kompozytu FRP stanowią co najmniej 66% długości prefabrykowanej betonowej płyty (2).
2. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że kanał (3) zawierający pustkę lub materiał wypełniający zawiera styropian (7).

3. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że kanał (3) zawierający pustkę lub materiał wypełniający zawiera piankę poliuretanową (7).
4. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że pustka (6) zawiera materiał o gęstości nie większej niż 110 kg/m^3 (8).
5. Przęsło mostu według zastrz. 1 albo 4, **znamienne tym**, że materiał o gęstości nie większej niż 110 kg/m^3 (8) wypełnia pustkę (6) co najmniej w 50% jej objętości.
6. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że przekrój poprzeczny kanału (3) zawierającego pustkę lub materiał wypełniający ma dowolny kształt, korzystnie czworoboku o zaokrąglonych rogach.
7. Przęsło mostu według zastrz. 1 albo 6, **znamienne tym**, że kanał (3) zawierający pustkę lub materiał wypełniający ma przerwana ciągłość w kierunku wzdłużnym prefabrykowanej betonowej płyty (2).
8. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że element zbrojący (5) wykonany jest z kompozytu FRP.
9. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że element zbrojący (5) wykonany jest z metalu.
10. Przęsło mostu według zastrz. 1, **znamienne tym**, że element zbrojący (5) wykonany jest z polimeru.
11. Przęsło mostu według zastrz. 1 albo 8, albo 9, albo 10, **znamienne tym**, że ścianka obwodowa (4) kanału z kompozytu FRP wraz z elementem zbrojącym (5) z kompozytu FRP stanowią co najmniej 80% objętości zbrojenia prefabrykowanej betonowej płyty (2).
12. Przęsło mostu według zastrz. 1 albo 11, **znamienne tym**, że ścianka obwodowa (4) kanału z kompozytu FRP ma grubość od 0,3 mm do 16,0 mm.

Rysunki

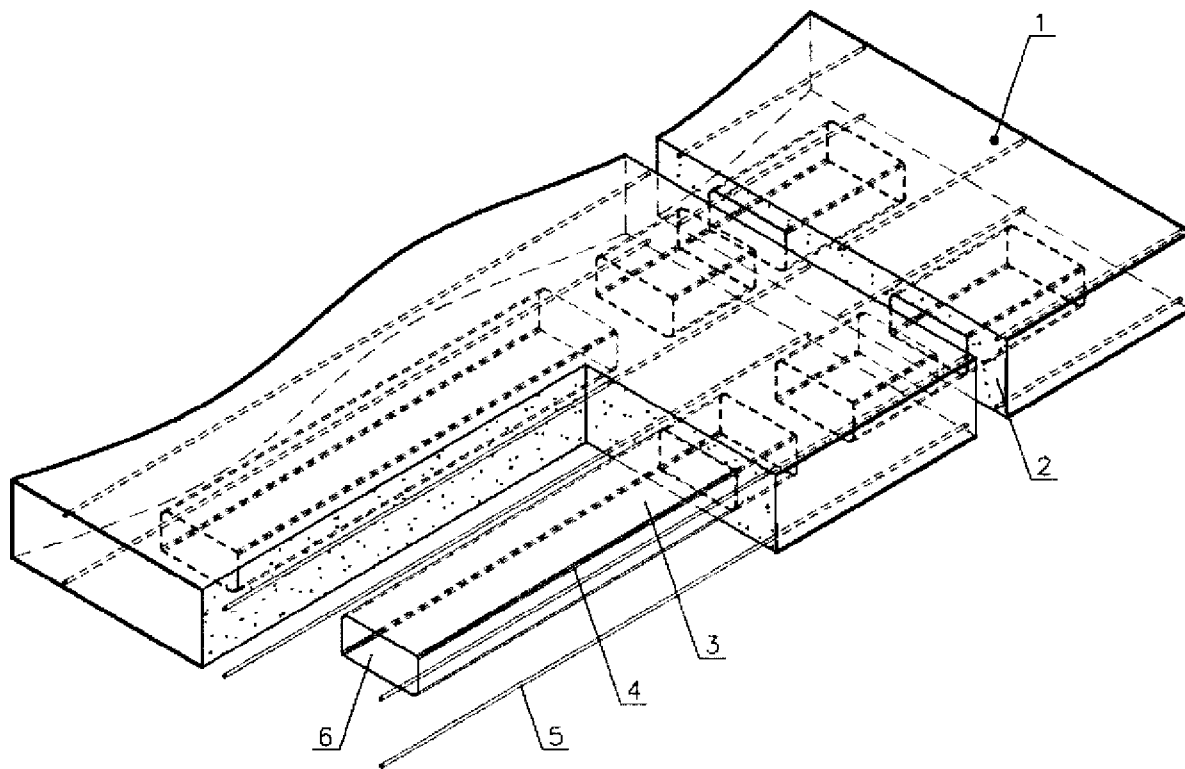


Fig. 1

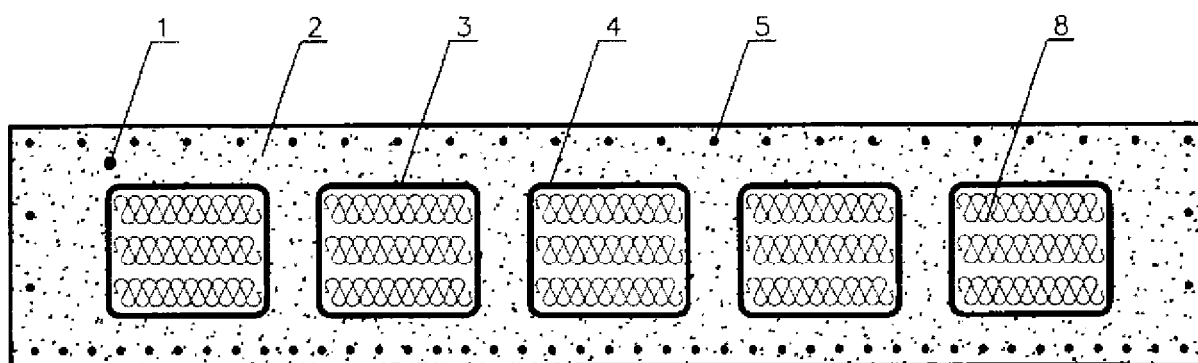


Fig. 2

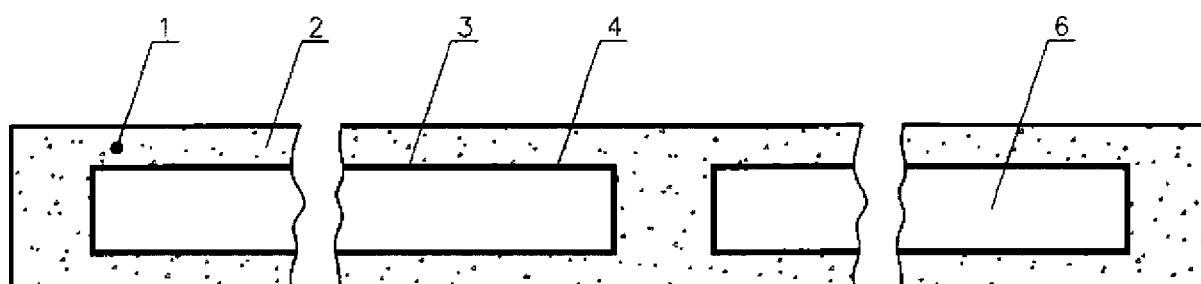


Fig. 3

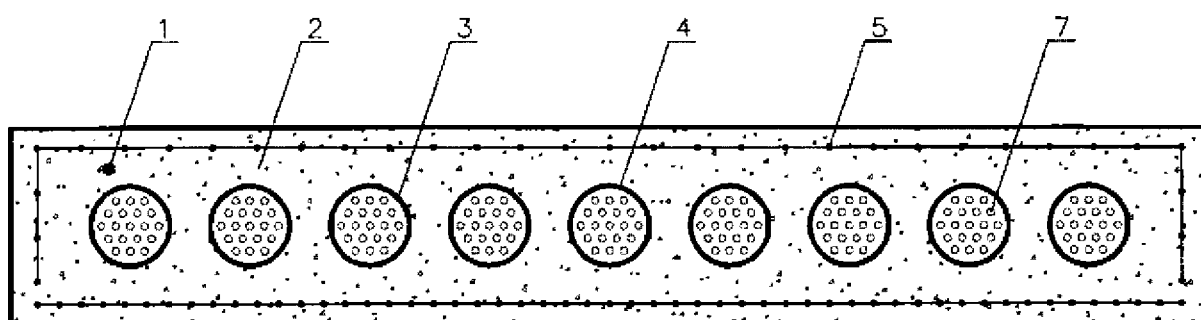


Fig. 4