

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **233580**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **415452**

(51) Int.Cl.
E04C 2/42 (2006.01)
E04B 5/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **22.12.2015**

(54)

Strunobetonowa płyta stropowa

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

03.07.2017 BUP 14/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.11.2019 WUP 11/19

(73) Uprawniony z patentu:

**BUDIZOL SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ
SPÓŁKA KOMANDYTOWO-AKCYJNA,
Włocławek, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ROMAN STANISŁAWSKI, Włocławek, PL
TOMASZ SZATKOWSKI, Włocławek, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Joanna Bocheńska

PL 233580 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest strunobetonowa płyta stropowa przeznaczona do wykonywania stropów, zwłaszcza w budownictwie mieszkaniowym.

Do układania stropów powszechnie stosuje się dwa podstawowe typy płyt. Jedną z nich są płyty żelbetowe, będące pół-prefabrykatami, zbrojone prętami metalowymi, zaopatrzone na swej górnej płaskiej powierzchni w metalowe kratownice. Podczas układania na miejscu przeznaczenia płyty te muszą zostać podparte w kilku miejscach na długości swojej rozpiętości, a następnie na ich górną powierzchnię wylewa się beton aż do przykrycia metalowej kratownicy ze zbrojeniem układanym na niej, do osiągnięcia wymaganej grubości stropu. Płyty te są mało sztywne, wymagają więc podparcia a ponadto przy niewłaściwym sposobie podparcia przy układaniu mogą ulec lekkiemu odkształceniu ku dołowi (strzałka ugięcia pojawić się może jeszcze przed rozpoczęciem użytkowania stropu).

Innym stosowanym rozwiązaniem są strunobetonowe płyty stropowe. Konstrukcja strunobetonowa to rodzaj żelbetowej konstrukcji sprężonej charakteryzującej się naciągiem cięgna sprężającego wykonanym jeszcze przed czynnością betonowania oraz przekazaniem siły sprężającej z cięgna na beton przez przyczepność. Nazwa technologii pochodzi od zarzuconego już w praktyce stosowania jako cięgien stosunkowo cienkich (do 3 mm) drutów. Obecnie do sprężania konstrukcji strunobetonowych stosuje się sploty wielodrutowe oraz pręty sprężające. Do wykonania strunobetonu używa się betonu i stali o wysokiej wytrzymałości mechanicznej. Są to zazwyczaj elementy prefabrykowane. Podczas produkcji elementów strunobetonowych, w przygotowanej wcześniej formie układa się cięgna. Po zakotwieniu ich w zewnętrznych elementach oporowych na torze naciągowym, a następnie wprowadzeniu siły sprężającej, wypełnia się formy betonem. Naciąg zewnętrzny cięgien usuwa się po uzyskaniu przez beton wymaganej wytrzymałości na ściskanie. Uzyskana konstrukcja ma większą wytrzymałość, sztywność i rysoodporność przy zginaniu niż tradycyjny beton zbrojony. Moment osiągnięcia wytrzymałości przez beton można przyspieszyć przez zastosowanie dodatków - środków chemicznych przyspieszających wiązanie albo przez naparzenie elementów. Tor ułożenia cięgien w strunobetonie przebiega wzdłuż linii prostych, aczkolwiek obecnie często uzyskuje się trasy łamane. Do naciągu strun używa się naciągarek umieszczonych pomiędzy czołem formy a ramą, do której struny są przymocowane.

Produkcja może się odbywać na długich torach pozwalających na jednoczesne formowanie kilku podobnych elementów, np. belek lub w pojedynczych formach.

Konstrukcje strunobetonowe stosowane są do wykonywania przykryć o dużych rozpiętościach (ograniczonych w zasadzie warunkami transportowymi, czyli do ok. 25 m) (np. w halach przemysłowych, widowiskowych itp. mostach, wiaduktach, do produkcji słupów energetycznych, podkładów kolejowych, stropów, belek podsuwnicowych, dźwigarów, itp.).

Płyty stropowe stosowane zwłaszcza w budownictwie mieszkaniowym są równocześnie płytami podłogowymi dla wyższej kondygnacji i płytami sufitowymi dla kondygnacji niższej. W stropach po wykonaniu stanu surowego rozmieszcza się szereg instalacji, takich jak instalacje wodociągowe, grzewcze czy elektryczne. Wymaga to wykuwania w podłodze kanałów prowadzących te instalacje przed zalaniem podłogi ostatnią warstwą nadbetonu. Technologia ta jest uciążliwa i czasochłonna. W znanych płytach stropowych, dla zmniejszenia ich ciężaru, czasem stosuje się wykonanie kanałów przelotowych wewnątrz płyty. Jednakże układanie w tych kanałach jakichkolwiek instalacji nie jest stosowane gdyż rozwiązanie takie byłoby jeszcze bardziej pracochłonne niż wykuwanie rowków w górnej powierzchni płyty.

Strunobetonowa płyta stropowa według wynalazku pozwala na uniknięcie wszystkich mankamentów znanych rozwiązań.

Strunobetonowa płyta stropowa według wynalazku ma kształt płaskiej prostokątnej płyty z umieszczonymi wewnątrz wzdłużnie cięgnami sprężającymi a na jej górnej powierzchni ukształtowane są dwa wzdłużne żebra oddalone od siebie oraz oddalone od bocznych dłuższych krawędzi płyty, przy czym sumaryczna odległość wzdłużnej linii symetrii żeber od bocznych krawędzi jest w przybliżeniu taka sama jak odległość wzdłużnych linii symetrii żeber od siebie. Żebra mogą być korzystnie zaopatrzone w umieszczone wewnątrz wzdłużnie cięgna sprężające. Zbrojenie górne zabezpiecza prefabrykaty przed zarysowaniem górnych powierzchni żeber pod wpływem mimośrodowego sprężenia. Żebra mają kształt od podstawy zwężający się ku górze, następnie rozszerzający się ku górze, korzystne rozszerzenie rozpoczyna się poniżej połowy ich wysokości a następnie

prosty na ich górze. Kształt żeber w części rozszerzającej się jak i zwężającej może mieć przebieg składający się z odcinków prostej jak i wycinków okręgu lub poprzez stosowanie obu typów linii. Takie ich ukształtowanie zapewnia właściwą współpracę poprzeczną płyt sąsiadujących ze sobą w ustroju stropowym i zapobiega klawiszowaniu stropu, po wypełnieniu na budowie betonem złączy między prefabrykatami. Ma to kluczowe znaczenie przy przenoszeniu obciążeń nierównomiernych i lokalnych, takich jak siły skupione bądź obciążenia liniowe równoległe do rozpiętości przęsła (np. ciężar urządzeń zainstalowanych na stropie, ciężar ścian działowych itp.), jakie mogą działać na ustrój stropowy. Wgłębienia w bocznych powierzchniach żeber umożliwiają również podnoszenie płyt chwytakami zaciskowymi, co jest konieczne wobec braku zainstalowanych na stałe uchwyty transportowych. Boczne dłuższe krawędzie płyty korzystnie posiadają wzdłużny występ. Utworzone między płytami połączenie (zamek) posiada zdolność do przenoszenia sił poprzecznych i wzajemnego przekazywania (wyrównywania) obciążeń pomiędzy sąsiadującymi płytami, zwłaszcza w przypadku ich nierównomiernego obciążenia. Wypełnione betonem złącze płyt gwarantuje również zachowanie niezbędnej szczelności ogniowej stropu. Powstające między żebrami przestrzenie przeznaczone są do rozprowadzenia dowolnej instalacji. Następnie po ułożeniu instalacji przestrzenie te zalewane są betonem do wysokości żeber. Kształt żeber pozwala na trwałe połączenie stropu z warstwą wierzchnią betonu i zabezpiecza przed jego niekontrolowanym wysunięciem się. Ponadto ciężar strunobetonowej płyty stropowej w trakcie jej układania a przed zalaniem betonem jest niższy niż płyt o takiej samej wysokości, znanych ze stanu techniki.

W celu lepszego związania betonu z płytą według wynalazku na górnej powierzchni płyty, pomiędzy żebrami jak i pomiędzy żebrami a wzdłużnymi krawędziami płyty, znajdują się płytkie, otwarte od góry prostokątne komory, które poprawiają połączenie betonu z płytą według wynalazku.

Strunobetonowa płyta stropowa według wynalazku pozwala na łatwe ułożenie dowolnej instalacji (wodociągowej, kanalizacyjnej, wentylacyjnej, grzewczej, klimatyzacyjnej, elektrycznej), posiada zmniejszony ciężar w momencie układania stropu a równocześnie jej parametry wytrzymałościowe pozostają na wymaganym poziomie. Ukształtowanie przekroju poprzecznego płyt spełnia wszystkie wymagania ustanowione w obowiązujących normach, dotyczące minimalnych grubości poszczególnych ścianek, rozmieszczenia żeber oraz zbrojenia.

Płyty można wykonać o dowolnej długości (bezstopniowo), tak by ich rozpiętość efektywna pomiędzy teoretycznymi punktami podparcia mieściła się w przedziale od 2,1 m do 8,7 m, przy najsilniejszym wariacie zbrojenia.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok płyty od strony krótszego boku, fig. 2 przedstawia widok płyty z góry, fig. 3 przedstawia przekrój poprzeczny płyty wzdłuż linii 2-2, fig. 4 przedstawia przekrój wzdłużny płyty wzdłuż linii 1-1 z zaznaczonym detalem A, a fig. 5 przedstawia przekrój detalu A.

P r z y k ł a d

Stosowany skrót RTT oznacza Reversed TT, czyli „Odwrócone TT”.

Strunobetonowa płyta stropowa RTT ma kształt płaskiej prostokątnej płyty **1** z umieszczonymi wewnątrz wzdłużnie cięgnami sprężającymi **2** a na jej górnej powierzchni ukształtowane są dwa wzdłużne żebra **3** oddalone od siebie oraz oddalone od bocznych dłuższych krawędzi płyty **1**, przy czym sumaryczna odległość wzdłużnej linii symetrii żeber **3** od bocznych krawędzi jest taka sama jak odległość wzdłużnych linii symetrii żeber **3** od siebie. Żebra **3** mają kształt od podstawy zwężający się ku górze, następnie rozszerzający się ku górze, a następnie prosty na ich górze. Pomiędzy żebrami **3** jak i pomiędzy żebrami **3** a wzdłużnymi krawędziami płyty **1**, znajdują się płytkie, otwarte od góry prostokątne komory **6**. Żebra **3** zaopatrzone są w umieszczone wewnątrz wzdłużnie cięgna sprężające **2**. Rozszerzenie żeber **3** rozpoczyna się poniżej połowy ich wysokości. Kształt żeber **3** w części rozszerzającej się jak i zwężającej ma przebieg składający się z odcinków prostej. Boczne dłuższe krawędzie płyty **1** posiadają wzdłużny występ **5**. Powstająca między żebrami przestrzeń **4** przeznaczona jest na położenie instalacji a następnie wypełnienie betonem na miejscu budowy.

Płyty RTT250 zaprojektowane zostały w pięciu wariantach zbrojenia sprężającego, które różnią się liczbą wbudowanych podłużnych cięgien sprężających **2**. Poszczególne warianty zostały oznaczone symbolami od V1 do V5 (odpowiednio: od najsłabszego do najsilniejszego).

W każdym wariacie, płyty RTT250 zbrojone są dołem, cięgnami sprężającymi **2** w postaci siedmiodrutowych splotów wykonanych z drutów gładkich o nominalnej średnicy zewnętrznej $\varnothing 9,3$ mm, ze

stali Y1860 S7. Zastosowano odpowiednio: 6, 8, 10, 12 i 14 – strun o średnicy \varnothing 9,3 mm. Ciężna 2 zostały umieszczone w jednym szeregu, dokładnie w środku grubości płaskiej płyty 1 półki, tj. w odległości 35 mm od spodu prefabrykatu (osiowo).

W najsilniejszym wariantcie zbrojenia (wariant V5), ciężna sprężające 2 rozmieszczone są w odstępach co 86 mm (osiowo). Warianty słabsze uzyskano poprzez redukcję niektórych strun.

Oprócz ciężien 2 strun zbrojenia dolnego, w wariantach V3+V5 wprowadzono zbrojenie górne stosując ciężna 2 ze splotów \varnothing 9,3 mm, po jednej strunie w każdym z dwóch żeber 3. Zbrojenie górne zabezpiecza prefabrykaty przed zarysowaniem górnych powierzchni żeber 3 pod wpływem mimośrodowego sprężenia.

W każdym przypadku zastosowano sploty siedmiodrutowe \varnothing 9,3 mm z drutów gładkich o budowie: 1 \varnothing 3,17 + 6 \varnothing 3,08 mm.

Poza zbrojeniem sprężającym, w płytach RTT250 nie zaprojektowano żadnego zbrojenia uzupełniającego ze zwykłej stali zbrojeniowej, jak: strzemion, prętów rozdzielczych, prętów zespalających i in., co wynika bezpośrednio z potrzeby dostosowania bryły i sposobu zbrojenia prefabrykatów do wymagań technologii produkcji (metoda ślizgowa).

Wartość początkowej siły naciągu każdego ciężna 2, jaka powinna pozostać w strunie po nieuniknionym poślizgu technologicznym w zakotwieniach bloków oporowych, ustalono tak, by wytworzone wstępne naprężenia w stali sprężającej osiągały w ciężnach 2 dolnych wartość 1300 MPa (co stanowi równowartość około 0,7 charakterystycznej wytrzymałości stali sprężającej), a w ciężnach 2 górnych (warianty V3+V5) – naprężenia równe 900 MPa. Ograniczenie początkowych naprężeń w stali, a w konsekwencji siły naciągu ciężien 2, jest wymuszone wytrzymałością początkową betonu w stadium sprężania. W celu zabezpieczenia betonu prefabrykatu przed wstępnym zarysowaniem, naprężenia rozciągające w betonie, wymuszone sprężeniem, musiały zostać ograniczone poniżej, założonej dla tej fazy realizacji, charakterystycznej wartości wytrzymałości betonu na rozciąganie.

W ten sposób, w zależności od wstępnych naprężeń i średnicy ciężien 2, początkowa siła naciągu pojedynczej struny \varnothing 9,3 mm przyjmuje wartość 67,6 kN (struny dolne) oraz 46,8 kN (struny górne). Całkowita siła początkowa sprężająca prefabrykaty, jako suma sił naciągu wszystkich ciężien 2 w przekroju, jest dla każdego wariantu podana w tabelicy 1, gdzie zestawiono podstawowe cechy techniczne i technologiczne wszystkich wariantów zbrojeń płyt RTT250.

T a b l i c a 1

Całkowita siła początkowa sprężająca prefabrykaty, jako suma sił naciągu wszystkich ciężien

Wariant zbrojenia	Zbrojenie dolne			Zbrojenie górne			P ₀ [kN]
	struny	stal	N _{0,1}	struny	stal	N _{0,2}	
			[kN]			[kN]	
RTT250-V1	6 \varnothing 9,3	Y1860S7	67,6	-	-	-	405,6
RTT250-V2	8 \varnothing 9,3	Y1860S7	67,6	-	-	-	540,8
RTT250-V3	10 \varnothing 9,3	Y1860S7	67,6	2 \varnothing 9,3	Y1860S7	46,8	769,6
RTT250-V4	12 \varnothing 9,3	Y1860S7	67,6	2 \varnothing 9,3	Y1860S7	46,8	904,8
RTT250-V5	14 \varnothing 9,3	Y1860S7	67,6	2 \varnothing 9,3	Y1860S7	46,8	1040,0

N_{0,1}, N_{0,2} - nominalna siła naciągu jednego ciężna, dolnego i górnego, odpowiednio
P₀ - całkowita, początkowa siła sprężająca (suma naciągu wszystkich ciężien)

Tablica 2
Podstawowe dane techniczne płyt RTT250 i stropów z nich skonstruowanych

Oznaczenie wariantu zbrojenia	Zbrojenie	Zużycie stali sprężającej ^{*)}				Obj. betonu C50/60		Ciężar ^{**)}	
		Prefabrykat [kg/m]			strop	Prefabr	Strop ^{***)}	Prefabr.	Strop ^{***)}
		Ø9,3	Ø12,5	łącznie	[kg/m ²]	[m ³ /m]	[m ³ /m ²]	[kN/m]	[kN/m ²]
RTT250-V1	6Ø9,3	2,44	-	2,44	2,03	0,1439	0,1200	3,45	2,87
RTT250-V2	8Ø9,3	3,25	-	3,25	2,60				
RTT250-V3	10Ø9,3	4,06	-	4,87	4,06				
	2Ø9,3	0,81							
RTT250-V4	12Ø9,3	4,87	-	5,68	4,73				
	2Ø9,3	0,81							
RTT250-V5	14Ø9,3	5,68	-	6,49	5,41				
	2Ø9,3	0,81							

*) - nominalna masa 1 mb cięgien Ø 9,3 wynosi 0,406 kg/m
 **) - przyjęto ciężar objętościowy betonu równy 24 kN/m³
 ***) - bez ciężaru betonu w podłużnych złączach między płytami

Tablica 3
Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty RTT250-V1/REI60

RTT250-V1/REI60							
l _{eff}	P _{d,lim}	P _{k,lim}	P _{kt,lim}		a _o	a _↔	P _{f,lim}
			X0, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
210	74,2	108,1	429,2	52,9	-0,3	-1,0	43,4
240	62,9	81,4	289,4	39,2	-0,4	-1,0	36,6
270	54,4	63,2	204,1	29,8	-0,5	-1,0	31,5
300	47,7	50,1	149,0	23,0	-0,6	-2,0	27,5
330	42,3	40,4	111,8	18,0	-0,6	-2,0	24,3
360	37,9	33,1	85,7	14,2	-0,7	-2,0	21,6
390	33,3	27,3	66,8	11,3	-0,7	-2,0	19,4
420	27,6	22,8	52,8	8,95	-0,6	-2,0	17,2
450	23,0	19,1	42,2	7,06	-0,6	-1,0	14,2
480	19,3	16,1	34,0	5,51	-0,5	-1,0	11,8
510	16,2	13,6	27,5	4,23	-0,3	0,0	9,77
540	13,6	11,6	22,4	3,16	0	1,0	8,09
570	11,4	9,79	18,2	2,25	0,3	2,0	6,67
600	9,54	8,28	14,8	1,47	0,8	3,0	5,45
630	7,92	6,99	11,3	-	1,3	5,0	4,41
660	6,52	5,86	8,54	-	2	8,0	3,50
690	5,30	4,88	6,28	-	2,7	10,0	2,71
720	4,23	4,02	4,43	-	3,7	14,0	2,02
750	3,29	3,27	2,91	-	4,8	17,0	1,41
780	-	-	-	-	-	-	-
810	-	-	-	-	-	-	-
840	-	-	-	-	-	-	-
870	-	-	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
P _{d,lim} - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) P _{k,lim} - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) P _{kt,lim} - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) P _{f,lim} - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a _o - doraźna strzałka ugięcia płyt (bezpośrednio po sprężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a _↔ - końcowa strzałka ugięcia płyt							

Tablica 4
Dopuszczalne obciążenia zewnętrzne płyty RTT250-V2/REI60

RTT250-V2/REI60							
l_{eff}	$P_{d,lim}$	$P_{k,lim}$	$P_{kt,lim}$		a_o	a_{∞}	$P_{fi,lim}$
			XO, XC1	XC2, XC3			
[cm]	[kN/m ²]				[mm]		[kN/m ²]
1	2	3	4	5	6	7	8
210	77,4	144,1	444,2	71,0	-0,5	-1,0	45,3
240	65,7	109,0	300,9	53,0	-0,6	-2,0	38,3
270	56,8	85,0	213,1	40,7	-0,7	-2,0	33,0
300	49,8	67,8	156,3	31,9	-0,8	-2,0	28,8
330	44,2	55,0	117,8	25,4	-1,0	-3,0	25,5
360	39,6	45,3	90,7	20,4	-1,1	-3,0	22,7
390	35,8	37,8	71,1	16,5	-1,1	-3,0	20,4
420	32,5	31,8	56,5	13,5	-1,2	-3,0	18,4
450	29,7	27,0	45,4	11,0	-1,2	-3,0	16,7
480	26,9	23,0	36,8	8,99	-1,1	-3,0	15,2
510	22,9	19,8	30,0	7,31	-1,0	-3,0	14,0
540	19,6	17,0	24,6	5,91	-0,9	-2,0	12,0
570	16,8	14,7	20,2	4,72	-0,6	-1,0	10,2
600	14,4	12,7	16,6	3,71	-0,3	0,0	8,60
630	12,3	11,0	13,0	2,83	0,1	2,0	7,26
660	10,5	9,54	10,0	2,08	0,7	4,0	6,10
690	8,97	8,25	7,64	1,42	1,3	6,0	5,09
720	7,80	7,12	5,88	-	2,1	9,0	4,20
750	6,40	6,12	4,06	-	3,1	12,0	3,42
780	5,32	5,23	2,94	-	4,2	16,0	2,73
810	4,37	4,45	1,96	-	5,6	21,0	2,11
840	3,52	3,74	1,11	-	7,1	26,0	1,55
870	-	-	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-	-	-
Sytuacja trwała							Syt. wyjątkowa
$P_{d,lim}$ - dopuszczalne obciążenie obliczeniowe (stan graniczny nośności) $P_{k,lim}$ - dopuszczalne obciążenie charakterystyczne (stan graniczny rozwarcia rys) $P_{kt,lim}$ - dopuszczalne obciążenie długotrwałe (stan graniczny ugięcia lub dekompresji) $P_{fi,lim}$ - zredukowana nośność płyt w warunkach pożaru a_o - doraźna strzałka ugięcie płyt (bezpośrednio po sprzężeniu) (znak „-” oznacza ugięcie odwrotne) a_{∞} - końcowa strzałka ugięcie płyt							

Płyty RTT250 wytwarzano z betonu zwykłego na spoiwie cementowym. Stosowano kruszywa mineralne o uziarnieniu do 21 mm (ze względu na grubość ścianek przekroju płyt oraz przyjęte grubości otulenia strun betonem, maksymalny wymiar ziaren kruszywa nie powinien przekraczać 21 mm).

Cement użyty jako spoiwo musi być zgodny z wymaganiami normy. W celu uzyskania wysokiej wytrzymałości wczesnej stosowano cement CEM II 52,5 R.

Jako wodę zarobową używano wyłącznie wodę wodociągową lub odzyskaną z procesu technologicznego produkcji betonu i prefabrykatów (woda odpadowa pozostała po czyszczeniu urządzeń mieszających, transportujących i formujących).

Dopuszcza się uzupełnienie składu mieszanki betonowej odpowiednimi domieszkami chemicznymi, służącymi do poprawienia właściwości świeżej mieszanki, jak i właściwości stwardniałego betonu (np. przyspieszającymi wiązanie cementu, poprawiającymi urabialność mieszanki). Jakakolwiek domieszka chemiczna dodana jako składnik mieszanki betonowej musi spełniać wymagania przedmiotowych Polskich Norm, a w przypadku braku odpowiedniej normy musi posiadać Aprobatację Techniczną

(AT), względnie Europejską Aprobatę Techniczną (ETA), dopuszczającą do stosowania w budownictwie. Zastosowane domieszki nie mogą być katalizatorami korozji stali sprężającej (wymagany całkowity brak agresji chemicznej w stosunku do stali).

Należy zapewnić właściwą urabialność i konsystencję mieszanki betonowej, aby możliwe było formowanie płyt w technologii ślizgowej. W szczególności musi być zapewniona niezmienność kształtu betonowej wstęgi, utrzymywanego kohezją składników mieszanki, bezpośrednio po jej uformowaniu. Po 28-dniach dojrzewania beton posiadał własności mechaniczne betonu klasy C50/60. W przypadku stosowania nagrzewu, mającego na celu skrócenie czasu wiązania cementu, końcową wytrzymałość betonu należy koniecznie potwierdzić po 90-dniach dojrzewania. Próbki betonu powinny być pielęgnowane i przechowywane w takich samych warunkach jak zaformowane płyty.

W chwili sprężania (chwila uwolnienia cięgien z zakotwień technologicznych torów naciągowych) beton powinien posiadać cechy betonu klasy C40/50. W szczególności, charakterystyczna wartość wytrzymałości początkowej na ściskanie, kontrolowana na smukłych próbkach walcowych (o znormalizowanych wymiarach nie powinna być mniejsza niż 40 MPa (średnia 48 MPa). Wytrzymałości kostkowej betonu dla stadium sprężania można nie określać.

Aby uniknąć wstępnego zarysowania górnych powierzchni płyt i/lub żeber (średników), wartość charakterystyczna wytrzymałości betonu na rozciąganie w chwili sprężania nie może być niższa niż 2,5 MPa (średnia 3,5 MPa). W przypadku oznaczania wytrzymałości na rozciąganie przez rozłupywanie, za wartość miarodajną należy przyjąć 0,9 wartości otrzymanej na podstawie badań.

Stosując nagrzew przyspieszający wiązanie cementu, należy mieć na uwadze to, że wytrzymałość betonu przyrastać będzie nierównomiernie na wysokości wstęgi betonu, uformowanej na podłożu toru naciągowego. W pobliżu nagrzewanej powierzchni podłoża przyrost wytrzymałości będzie szybszy niż na górze. Wytrzymałość początkową betonu należy kontrolować i zapewnić na górnej powierzchni żeber usztywniających.

Do sprężania płyt RTT250 stosowano siedmiodrutowe sploty ze stali Y1860 S7 średnicy \varnothing 9,3 mm.

Ponadto, cięgna sprężające użyte do produkcji płyt nie miały widocznych oznak korozji, zwłaszcza korozji wżerowej, pęknięć, łusek, ani rozwarstwień. Na poszczególnych drutach nie występowały załamania, ani inne uszkodzenia mechaniczne. Powierzchnia cięgien była czysta, nie zaoliwiona i nie zabrudzona środkiem antyadhezyjnym.

W celu uzyskania wymaganej wysokiej wytrzymałości wczesnej betonu w krótkim okresie czasu od zaformowania, dopuszcza się stosowanie obróbki termicznej świeżego betonu (nagrzew podłoża). Podczas prac przygotowawczych i podczas formowania wstęgi utrzymywać należy stałą temperaturę podłoża w przedziale 30+35°C. Po zaformowaniu całej długości toru i nakryciu wstęgi folią zabezpieczającą temperaturę podłoża można podnieść do 55°C na okres co najmniej 10 godzin. Po uzyskaniu przez beton wymaganej w wytrzymałości początkowej temperatura podłoża może zostać ponownie obniżona do około 35°C. Nie wolno dopuścić do wychłodzenia uformowanej na podłożu wstęgi betonu poniżej podanej wyżej temperatury zanim cięgna sprężające nie zostaną uwolnione z zakotwień bloków oporowych (skrępowanie swobody skurczu termicznego przez cięgna może spowodować poprzeczne pęknięcia betonu).

Podczas formowania wstęgi należy zapewnić przygotowanie górnej powierzchni betonu, odpowiednio do przeznaczenia płyt. Jeżeli wytwarzane płyty miałyby stanowić samodzielnie ustrój nośny stropu powierzchnia górna płyt może pozostać równa i gładka. Jeżeli natomiast z płyt RTT250 miałyby być konstruowany ustrój zespolony, górną powierzchnię płyt należy odpowiednio przygotować do zintegrowania z betonem uzupełniającym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Strunobetonowa płyta stropowa o kształcie płaskiej prostokątnej płyty z umieszczonymi wewnątrz wzdłużnie cięgnami sprężającymi, posiadająca na górnej powierzchni wzdłużne żebra, **znamienna tym**, że na jej górnej powierzchni ukształtowane są dwa wzdłużne żebra (3) oddalone od siebie oraz oddalone od bocznych dłuższych krawędzi płyty (1), przy czym sumaryczna odległość wzdłużnej linii symetrii żeber (3) od bocznych krawędzi jest w przybliżeniu taka sama jak odległość wzdłużnych linii symetrii żeber (3) od siebie a żebra (3) mają kształt od podstawy zwężający się ku górze, następnie rozszerzający się ku górze, a następnie prosty

na ich górze, przy czym pomiędzy żebrami (3) jak i pomiędzy żebrami (3) a wzdłużnymi krawędziami płyty (1) znajdują się płytkie, otwarte od góry prostokątne komory (6).

2. Płyta według zastrz. 1, **znamienna tym**, że żebra (3) zaopatrzone są w umieszczone wewnątrz wzdłużnie ciągną sprężające (2).
3. Płyta według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że rozszerzenie żeber (3) rozpoczyna się poniżej połowy ich wysokości.
4. Płyta według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że kształt żeber (3) w części rozszerzającej się jak i zwężającej ma przebieg składający się z odcinków prostej jak i wycinków okręgu lub poprzez stosowanie obu typów linii.
5. Płyta według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że boczne dłuższe krawędzie płyty (1) posiadają wzdłużny występ (5).

Rysunki

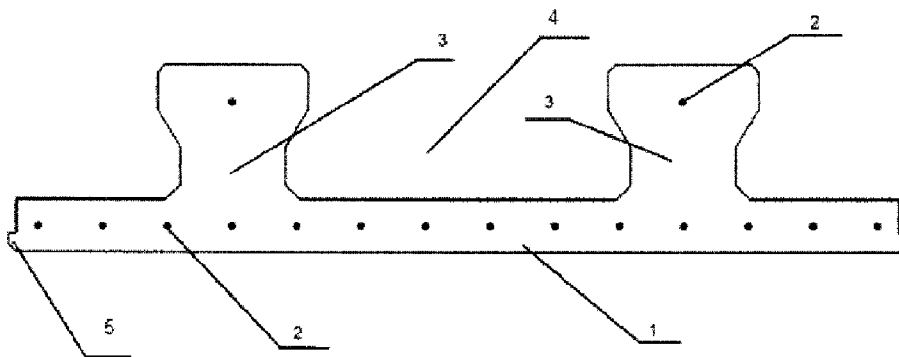


Fig. 1

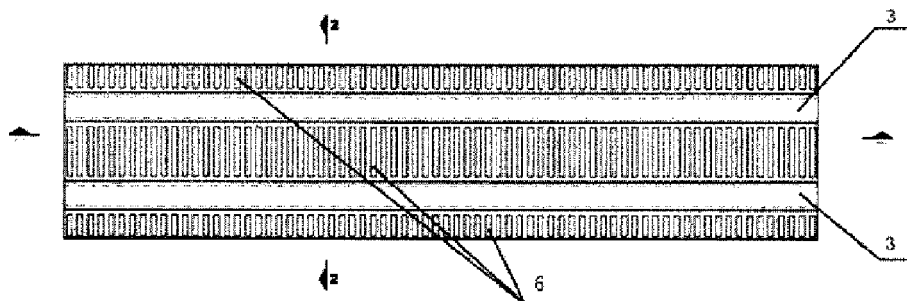


Fig. 2

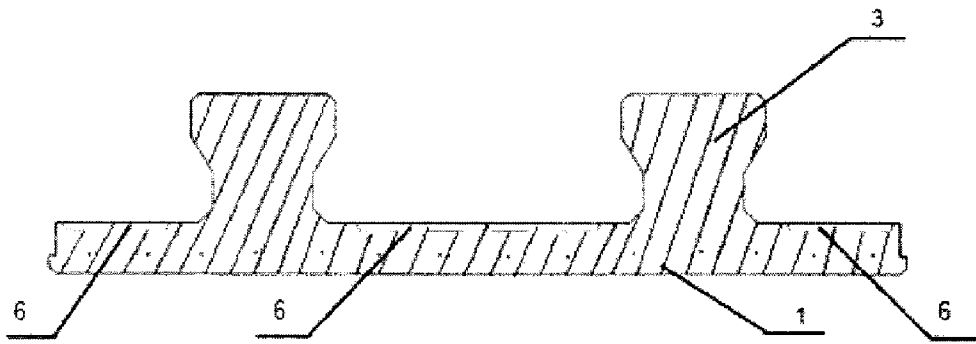


Fig. 3

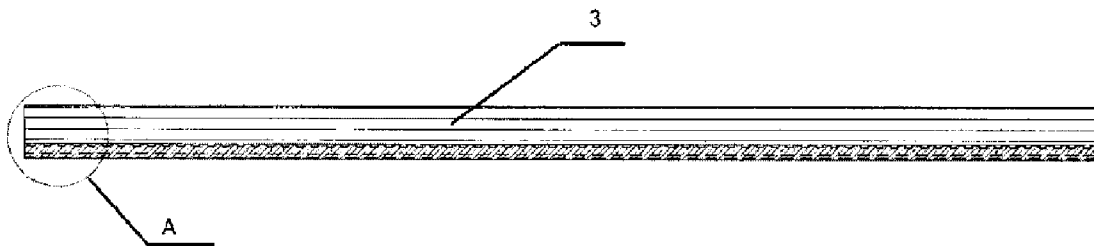


Fig. 4

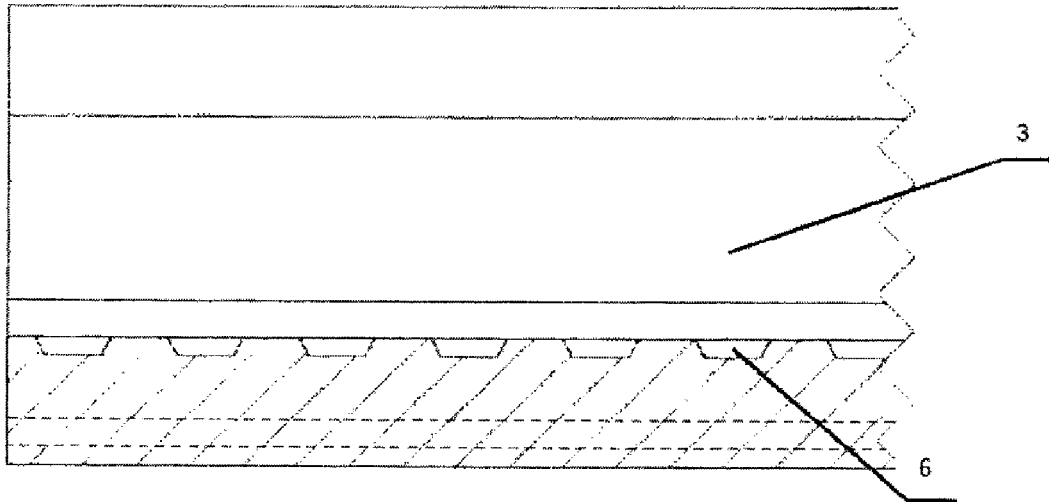


Fig. 5