

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **241844**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424751**

(22) Data zgłoszenia: **05.03.2018**

(51) Int.Cl.

E04C 5/06 (2006.01)

E04C 5/16 (2006.01)

E04B 5/43 (2006.01)

E04G 11/38 (2006.01)

(54) **Sposób wzmacniania na przebicie płaskich płyt żelbetowych z betonu lekkiego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.09.2019 BUP 19/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

12.12.2022 WUP 50/22

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

TADEUSZ URBAN, Sieradz, PL

MICHAŁ GOŁDYN, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Westrych

PL 241844 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wzmacniania na przebiecie płaskich płyt żelbetonowych z betonu lekkiego, który znajduje zastosowanie w budownictwie obiektów kubaturowych realizowanych w konstrukcji szkieletowej typu płyta-słup. Rozwiązanie umożliwia zwiększenie zakresu wykorzystania lekkich betonów kruszywowych do wykonywania płaskich płyt stropowych.

Szkieletowe budownictwo typu płyta-słup jest obecnie dominującą technologią przy realizacji obiektów kubaturowych takich, jak: wielorodzinne budynki mieszkalne, biurowe, hotelowe itp. Newralgicznym miejscem stanowiącym o bezpieczeństwie tych konstrukcji jest strefa podporowa płaskich stropów. Zwykle obecnie stosuje się w tych konstrukcjach beton zwykły o gęstości $\rho = 2200 \div 2400 \text{ kg/m}^3$. Beton jest materiałem kruchym, tzn. charakteryzuje się stosunkowo dużą wytrzymałością na ściskanie, ale niską na rozciąganie. W przypadku betonów normalnych (wykonanych na naturalnym kruszywie) stosunek wytrzymałość na ściskanie f_c do wytrzymałości na rozciąganie f_t wynosi około 10. W przypadku lekkich betonów kruszywowych różnica ta jest jednak większa – stosunek f_c/f_t waha się, w zależności od rodzaju zastosowanego kruszywa lekkiego, od 14 do 20.

Znany jest z opisu patentowego PL 196257 oraz z opisu EP 2715009 sposób lokalnego wzmacniania płyt płaskich za pomocą zbrojenia poprzecznego w formie trzpieni dwugłówkowych, polegający na tym, że w sąsiedztwie słupa rozmieszcza się zazwyczaj promieniowo lub pół-prostopadle listwy z przyspawanymi do nich trzpieniami. Po umieszczeniu zbrojenia poprzecznego przystępuje się do betonowania stropu. Wadą tego rozwiązania są jednak wysokie koszty materiału, jak również konieczność zachowania precyzji przy rozmieszczaniu zbrojenia na przebiecie.

Kolejne rozwiązanie, znane z polskiego opisu patentowego nr 207874, polega na wzmacnianiu stref przysłupowych za pomocą zbrojenia w formie kratowniczek stalowych. Wszystkie elementy zbrojenia umieszcza się prostopadle do jednej z krawędzi słupa. Po ustawieniu elementów zbrojenia na przebiecie i ułożeniu zbrojenia górnego przystępuje się do betonowania płyty stropowej. Wzmiankowane zbrojenie na przebiecie stanowią wygięte pręty (krzyżulce kratowniczek) spawane do pasa górnego i dolnego w formie prętów prostych. Wadą tego rozwiązania są wysokie koszty jak również konieczność wykonania zbrojenia dostosowanego do warunków projektu, zależnie od grubości płyty stropowej.

Zgodnie z zasadami większości procedur projektowych nośność płyty na przebiecie zależna jest głównie od wytrzymałości betonu na rozciąganie. W przypadku znacznych oddziaływań, determinujących istotne siły wewnętrzne w strefie przypodporowej, może okazać się, iż nośność płyty na przebiecie jest niewystarczająca. Konieczna jest wówczas modyfikacja konstrukcji polegająca na lokalnym pogrubieniu płyty w strefie podporowej (tzw. głowica) lub zwiększenie rozmiaru słupa. Pierwsze rozwiązanie jest czasochłonne i kłopotliwe z punktu widzenia technologicznego, drugie natomiast wymusza znacznie większe zużycie materiałów. Alternatywę dla wskazanych rozwiązań stanowią: sztywne wkłady stalowe (zbrojenie sztywne), pręty odgięte lub zbrojenie poprzeczne (strzemiona lub trzpienie dwugłówkowe – zbrojenie wiotkie). Pierwszy ze sposobów zbrojenia na przebiecie polega na umieszczeniu w strefie podporowej stalowego wkładu składającego się z zespalanych ze sobą kształtowników stalowych (ceowników, dwuteowników) i umożliwia zwiększenie nośności na przebiecie do 75%. Stosowanie zbrojenia wiotkiego w formie prętów odgiętych polega na takim kształtowaniu zbrojenia głównego płyty, by stanowiło zarazem zbrojenie na przebiecie – część prętów górnych odginana jest w strefie podporowej w kierunku dolnej powierzchni płyty. W przypadku strzemion jedno- lub dwuciętych rozmieszcza się je równomiernie na kolejnych obwodach dopóty, dopóki naprężenia styczne wynikające z oddziaływań zewnętrznych nie będą mniejsze od naprężeń granicznych, wynikających z nośności na przebiecie płyty bez zbrojenia poprzecznego. Należy przy tym zachować reguły konstrukcyjne dotyczące rozstawu kolejnych obwodów zbrojenia na przebiecie, a także odległości pomiędzy poszczególnymi wkładkami, określone w odpowiednich dokumentach technicznych (aprobatach lub normach). Podobna zasada dotyczy stosowania zbrojenia w formie trzpieni dwugłówkowych – z tą różnicą, iż warunki ich rozmieszczania ujęte są w niektórych przepisach normowych, a także w odpowiednich aprobatach technicznych (ETA).

Zakres stosowania wiotkiego zbrojenia na przebiecie jest ograniczony jego skutecznością wynikającą z warunków zakotwienia strzemion czy też trzpieni dwugłówkowych jak również wytrzymałością na ściskanie betonu w bezpośrednim sąsiedztwie słupa. Z tego względu procedury normowe

i odpowiednie aprobaty techniczne dopuszczają ograniczone zwiększanie nośności na przebiecie za pomocą zbrojenia wiotkiego.

W przypadku stosowania betonu lekkiego (gęstość $1700 \div 2000 \text{ kg/m}^3$) w konstrukcjach szkieletowych typu płyta-słup, co ma swe uzasadnienie w budynkach wysokich, w których ciężar własny konstrukcji jest dominujący, problem kruchości materiału nabiera istotnego znaczenia. Zakres możliwości wzmacniania takich płyt na przebiecie staje się ograniczony bowiem reguły europejskich aprobat technicznych nie dopuszczają stosowania bardzo skutecznego i popularnego rozwiązania jakim są trzpienie dwugłówkowe.

Celem wynalazku jest wzmacnianie na przebiecie płyt wykonanych z lekkiego betonu kruszywowego. Przedstawione rozwiązanie pozwala na zwiększenie energii pęknięcia, przez co możliwe jest podniesienie ciągliwości materiału i tym samym dopuszczenie do redystrybucji sił wewnętrznych w strefie przystupowej płyty.

Sposób wzmacniania na przebiecie płaskich płyt żelbetowych z betonu lekkiego charakteryzuje się tym, że przed montażem zbrojenia głównego płyty stropowej i układaniem betonu lekkiego na deskowaniu ustawia się, centrycznie względem przekroju słupa, szalunek formujący głowicę z fibrobetonu. Kształt szalunku dostosowany jest do kształtu podpory i w przypadku słupów o przekroju prostokątnym stosuje się szalunek o kształcie pobocznicy ostrosłupa ściętego, natomiast w przypadku słupów o przekroju kołowym stosuje się szalunek o kształcie pobocznicy stożka lub ostrosłupa ściętego. Po umieszczeniu szalunku na deskowaniu wypełnia się go fibrobetonem, po zagęszczeniu którego usuwa się szalunek poprzez uniesienie go do góry. Stosuje się przy tym wysięg dolnej części głowicy poza krawędź słupa nie mniejszy niż wysokość użyteczna płyty stropowej, wysokość głowicy nie mniejszą niż 0,5 wysokości użytecznej płyty stropowej oraz kąt ostry nachylenia tworzącej pobocznicę głowicy względem powierzchni deskowania płyty stropowej.

Zalecany kąt nachylenia tworzącej pobocznicę głowicy wynosi $45 \div 60^\circ$.

Podstawową zaletą wynalazku jest możliwość zwiększenia zapotrzebowania na sztuczne kruszywo lekkie wytwarzane z odpadów przemysłowych (popiołu lotnego), które obecnie trzeba składować na hałdach. Ponadto wynalazek umożliwia stosowanie betonu lekkiego w szerszym zakresie do wykonywania płaskich płyt stropowych w budownictwie szkieletowym typu płyta-słup, w wyniku zwiększenia nośności na przebiecie. Rozwiązanie zwiększa także bezpieczeństwo pożarowe. Zaletą wynalazku jest również zwiększenie oszczędności materiałów konstrukcyjnych (stali i betonu) zwłaszcza w budynkach wielokondygnacyjnych w wyniku zmniejszenia masy konstrukcji. Prezentowane rozwiązanie jest łatwe w stosowaniu w warunkach budowy i przede wszystkim tanie. Szalunek może być wykonany z typowych, łatwo dostępnych blach stalowych lub płyt szalunkowych zaś po zabetonowaniu głowicy może on być natychmiast przenoszony w miejsce kolejnej, wzmacnianej strefy podporowej. W miarę potrzeby wysokość głowicy może być regulowana grubością układanej warstwy fibrobetonu.

Zaletą stosowania włókien rozproszonych jest zwiększenie wytrzymałości betonu na rozciąganie do około 30% w stosunku do betonu bez włókien i znaczącego zwiększenia energii pęknięcia, która umożliwi z kolei zwiększenie ciągliwości materiału i redystrybucję sił wewnętrznych w strefie przystupowej płyty.

Sposób wzmacniania według wynalazku ilustrują poniższe przykłady z powołaniem się na rysunek, na którym fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny płyty stropowej wzmacnianej głowicą z fibrobetonu w strefie połączenia ze słupem o przekroju kwadratowym, fig. 2 widok z góry płyty stropowej wzmacnianej głowicą z fibrobetonu w strefie połączenia ze słupem o przekroju kwadratowym, fig. 3 przekrój poprzeczny płyty stropowej wzmacnianej głowicą z fibrobetonu w strefie połączenia ze słupem o przekroju kołowym, fig. 4 widok z góry płyty stropowej wzmacnianej głowicą z fibrobetonu w strefie połączenia ze słupem o przekroju kołowym.

P r z y k ł a d I

Po przygotowaniu deskowania 1 płyty stropowej, przed montażem jej zbrojenia głównego 2 i układaniem betonu lekkiego 3 kruszywowego ustawia się szalunek 4 formujący głowicę 6. Ze względu na prostokątny przekrój słupa 5 stosuje się szalunek 4, którego kształt odpowiada pobocznicy ostrosłupa ściętego. Szalunek 4 sytuuje się centrycznie względem przekroju słupa 5. Wielkość szalunku 4 dobrana została w taki sposób, by wysięg dolnej części formowanej głowicy 6 poza krawędź słupa 5 był równy wysokości użytecznej płyty stropowej, a wysokość głowicy 6 stanowiła 0,5 wysokości użytecznej płyty stropowej, przy czym kąt nachylenia tworzącej pobocznicę głowicy 6

wynosił 45° . Następnie szalunek 4 wypełnia się fibrobetonem 7. Po zagęszczeniu fibrobetonu 7 usuwa się szalunek 4 poprzez uniesienie go do góry.

Prace związane z układaniem zbrojenia dolnego 8 płyty stropowej prowadzi się równolegle z wykonywaniem głowic 6 z fibrobetonu 7.

Po wstępnym związaniu fibrobetonu 7, który wykazuje pewną początkową wytrzymałość i twardość, z reguły ma to już miejsce po upływie około 10–12 godzin od momentu zabetonowania, przystępuje się do kolejnego etapu prac polegającego na uzupełnieniu zbrojenia dolnego 8 płyty stropowej w strefie podporowej, poprzez stosowanie zbrojenia 9 uciągającego zapewniającego ciągłość zbrojenia dolnego 8 płyty w strefie podporowej. Zbrojenie 9 uciągające ma za zadanie zabezpieczyć konstrukcję z uwagi na oddziaływania wyjątkowe, a także zapobiec tzw. katastrofie lawinowej i powinno wynikać z rozwiązań konstrukcyjnych przyjętych w projekcie wykonawczym. Przekrój zbrojenia 9 uciągającego powinien wynikać z obliczeń statycznych. Przy konstruowaniu zbrojenia 9 uciągającego należy stosować zasady obowiązujących norm projektowych, zachowując zakład ze zbrojeniem dolnym płyty l_{bd} , równy co najmniej podwojonej wartości podstawowej długości zakotwienia $l_{b,rqd}$, lecz nie mniej niż $60\varnothing_1$ (gdzie \varnothing_1 oznacza średnicę prętów zbrojenia dolnego 8 płyty stropowej). Zbrojenie 9 uciągające powinno być zakończone hakami prostymi i dostosowane swym kształtem do kształtu głowicy 6. W narożach haków należy umieścić dodatkowo pręty proste 10.

Kolejnym etapem wykonywania płyty jest ułożenie zbrojenia głównego 2 (górnego) płyty, wynikającego z indywidualnych, przyjętych rozwiązań projektowych. W celu zapewnienia właściwego położenia siatki zbrojenia głównego 2 stosuje się podpórki montażowe w formie stojaków wykonanych z prętów zbrojeniowych. Końcowym etapem jest zabetonowanie stropu przy użyciu betonu lekkiego 3 kruszywowego.

Przykład II

Sposób wzmocnienia wykonano jak w przykładzie I, z tą różnicą, iż słup 5 ma przekrój kołowy, a kąt nachylenia tworzącej pobocznicę głowicy 6 wynosił 60° . Ze względu na kołowy przekrój słupa 5 stosuje się szalunek 4, którego kształt odpowiada pobocznicę stożka ściętego.

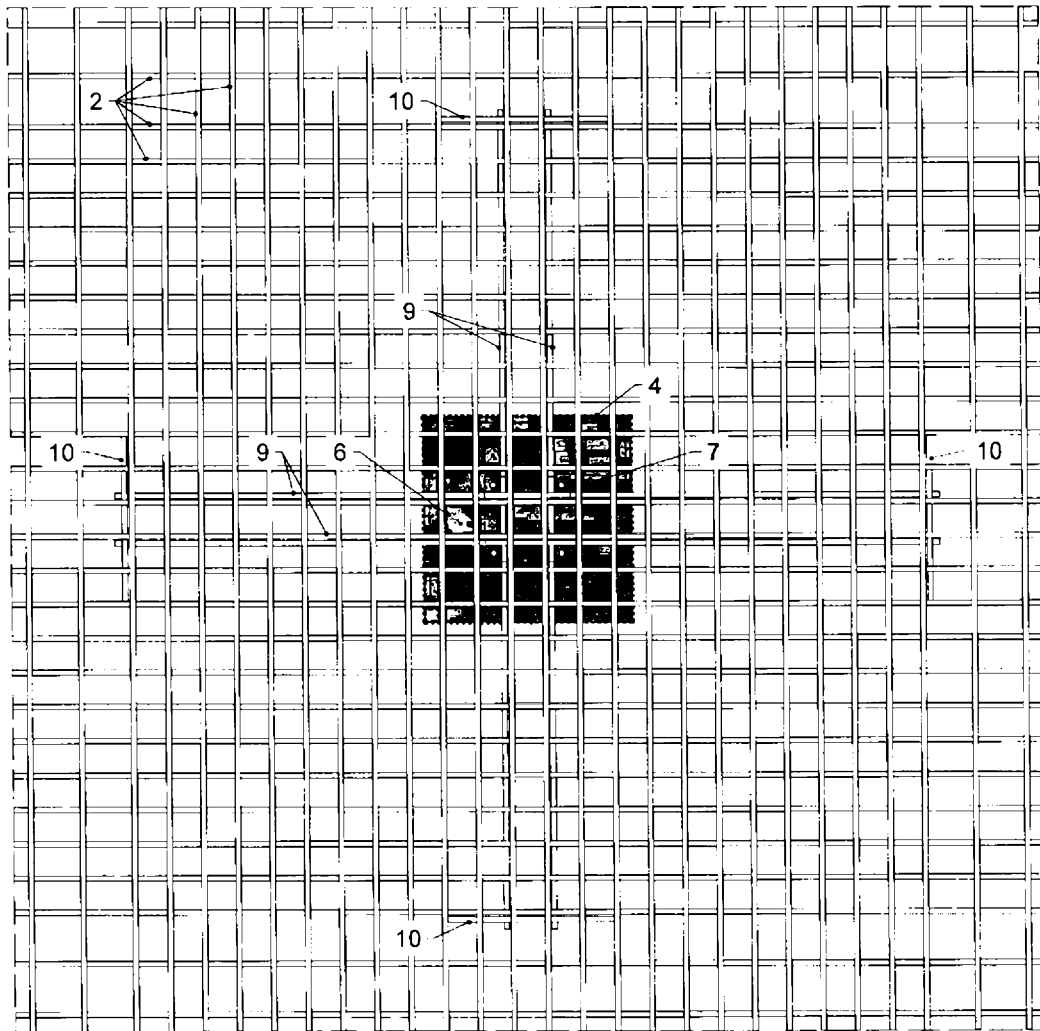
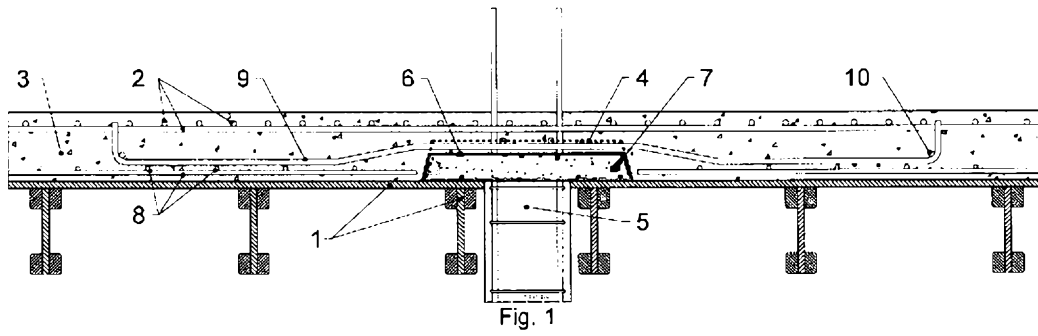
Przy zastosowaniu betonu lekkiego klasy gęstości 1,8 (gęstość nie większa niż 1800 kg/m^3) w budynku szkieletowym typu płyta-słup przy wykonaniu płyt stropowych o grubości 22 cm całkowite obciążenie stropu będzie o około 10% mniejsze w stosunku do konstrukcji z betonu zwykłego. Przekładając to na aspekt praktyczny, w 10-kondygnacyjnym budynku możliwe byłoby wykonanie dodatkowej kondygnacji bez konieczności przeprojektowania słupów nośnych i fundamentów w stosunku do rozwiązań przyjętych w odniesieniu do budynku wykonanego w całości z betonu zwykłego tej samej klasy wytrzymałościowej.

Na podstawie wyników dotychczasowych badań eksperymentalnych można stwierdzić, iż skuteczność wzmocnienia płyty na przebiecie będzie silnie zależna od różnicy pomiędzy wytrzymałością betonów płyty i głowicy. W badaniach dotyczących płyt z betonu zwykłego odnotowywano wzrost nośności sięgający około 40 ÷ 50%, w przypadku gdy głowica wykonana była z betonu o wytrzymałości trzykrotnie większej niż wytrzymałość betonu płyty. Ze względu na ograniczenia wynikające z nośności płyty na zginanie, większej efektywności wzmocnienia należy oczekiwać w przypadku płyt charakteryzujących się stopniem zbrojenia około $\rho_1 = 1,5\%$, a zatem typowym dla stref podporowych stropów płaskich. W zależności od różnicy wytrzymałości betonu głowicy i płyty można oczekiwać dwóch form zniszczenia z uwagi na przebiecie: poza głowicą (rysa ukośna biegnąca od krawędzi głowicy) lub w jej obrębie (łyśa ukośna przecinająca głowicę, wybiegająca od krawędzi słupa). O nośności płyty może zatem decydować beton słabszy (beton lekki) – wówczas jednak uzyskuje się większą powierzchnię przekroju kontrolnego, lub mocniejszy (fibrobeton) – wówczas jednak należy oczekiwać wyższych granicznych naprężeń stycznych związanych z wytrzymałością na rozciąganie. W przypadku drugiej formy zniszczenia o nośności na przebiecie decydować będzie cała powierzchnia przekroju krytycznego – a zatem zarówno wytrzymałość betonu lekkiego jak i fibrobetonu, w stopniu proporcjonalnym do długości odcinka rysy ukośnej w obrębie głowicy i poza nią.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wzmocniania na przebicie płaskich płyt żelbetowych z betonu lekkiego **znamienny tym**, że przed montażem zbrojenia głównego (2) płyty stropowej i układaniem betonu lekkiego (3) na deskowaniu (1) ustawia się, centrycznie względem przekroju słupa (5), szalunek (4) formujący głowicę (6) z fibrobetonu (7), przy czym kształt szalunku (4) dostosowany jest do kształtu podpory i w przypadku słupów o przekroju prostokątnym stosuje się szalunek (4) o kształcie poboczniczy ostrosłupa ściętego, natomiast w przypadku słupów o przekroju kołowym stosuje się szalunek (4) o kształcie poboczniczy stożka tub ostrosłupa ściętego, a następnie po umieszczeniu, szalunku (4) na deskowaniu (1) wypełnia się go fibrobetonem (7), po zagęszczeniu którego usuwa się szalunek (4) poprzez uniesienie go do góry, przy czym stosuje się wysięg dolnej części głowicy (6) poza krawędź słupa (5) nie mniejszy niż wysokość użyteczna płyty stropowej, wysokość głowicy (6) nie mniejszą niż 0,5 wysokości użytecznej płyty stropowej oraz kąt ostry nachylenia tworzącej poboczniczy głowicy (6) względem powierzchni deskowania (1) płyty stropowej.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kąt nachylenia tworzącej poboczniczy głowicy (6) wynosi $45 \div 60^\circ$.

Rysunki



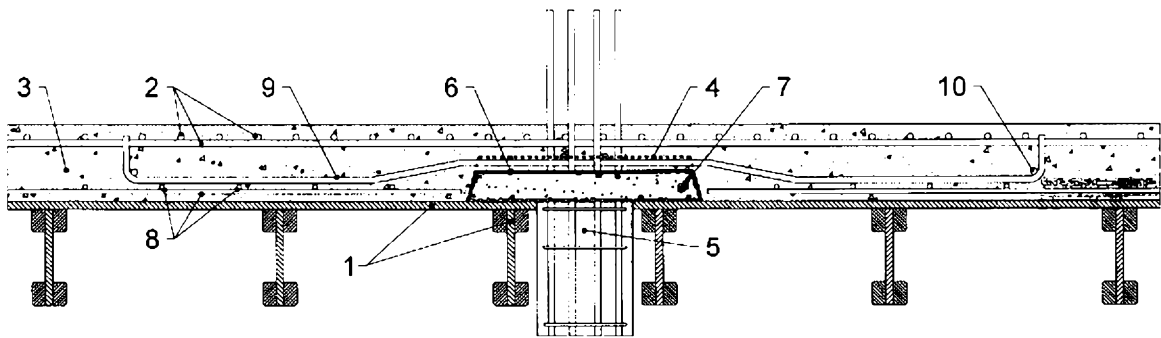


Fig. 3

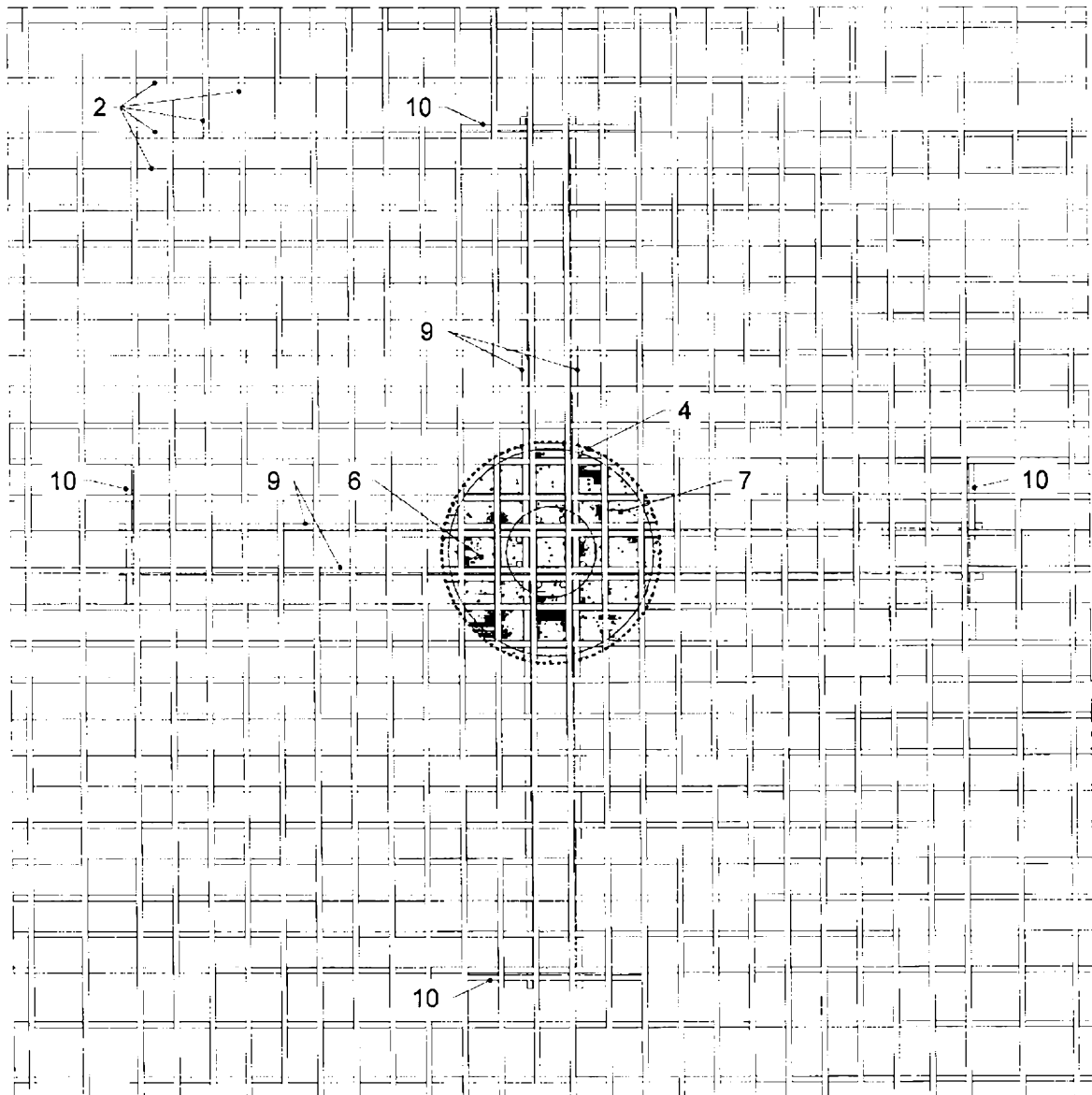


Fig. 4