

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **231893**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **415387**

(51) Int.Cl.
E04C 5/01 (2006.01)
E04C 5/07 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **18.12.2015**

(54)

Element zbrojenia rozproszonego wzmacniający matrycę betonu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

29.08.2016 BUP 18/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.04.2019 WUP 04/19

(73) Uprawniony z patentu:

**KOSTRZEWA BŁAŻEJ GALABETON,
Radom, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

MICHAŁ PELCZARSKI, Wrocław, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Marek Bury

PL 231893 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest element zbrojenia rozproszonego wzmacniający matrycę betonu.

Beton jest konglomeratem kruszywa zanurzonego w matrycy osnowy ceramicznej. Zadaniem osnowy jest utrzymanie układu w zwartej formie i przeniesienie obciążeń na kruszywo i elementy zbrojące. Beton jest materiałem niejednorodnym z licznymi defektami obniżającymi jego parametry wytrzymałościowe. Zalicza się do nich makro i mikro pory, kapilary, mikrorysy, lokalne defekty, ukierunkowane duże kryształy, słabe wiązania na granicy faz, czy wreszcie niejednorodne rozmieszczenie kruszywa. Dodatkowo beton w młodym wieku, od momentu krystalizacji, jest materiałem wrażliwym na zjawiska reologii. Wtedy to kryształy ceramiki wchodzącej w skład osnowy i kryształy powstające na granicy kruszywa i matrycy są jeszcze bardzo wrażliwe na zmianę naprężenia i ulegają deformacji a raczej zrywaniu, pękaniu, przesunięciu i/lub poślizgowi.

Obecnie na rynku stosowane są różnego rodzaju wzmocnienia betonu, polegające na nasycaniu matrycy różnego rodzaju włóknami stalowymi lub włóknami z tworzyw sztucznych. Podstawową ich wadą jest losowe rozlokowanie włókien w matrycy; równoległe ułożenie włókien, zwłaszcza ułożenie głównie na jednym kierunku wynikającym ze sposobu podawania mieszanki betonowej do formy; tendencja do zbrylania włókien zwłaszcza z elementów linearnych w postaci drucików, które tworzą tak zwane jeże, co skutkuje pogarszaniem urabialności i nierównomiernym rozlokowaniem włókien w betonie. Znaczna długość włókien około 60 mm zapewniająca dobre zakotwienie włókna skutkuje powstawaniem dużych przestrzeni pomiędzy kruszywem, jako że kruszywo jest rozpychane przez te włókna. W przypadku większego niż 2% nasycenia jednostki objętości betonu tymi włóknami dochodzi do napowietrzenia mieszanki, skutkującego obniżeniem wytrzymałości matrycy betonu. Losowe, trudne do przewidzenia rozproszenie włókien lub innych dodatków mechanicznych wymaga użycia większej ich ilości, aby zapewnić widoczną poprawę cech wytrzymałościowych betonu, podnosząc tym samym jego cenę.

Znane są z patentu EP2064398 wzmocnienia złożone z co najmniej czterech wierzchołków połączonych z co najmniej trzema innymi za pośrednictwem elementów jednowymiarowych łączonych ze sobą za pomocą znanych technik, a tworzących struktury trójwymiarowe o zróżnicowanych kształtach. Wyszczególniony jest również element linearny, prętowy, zagięty w połowie połączony z drugim takim samym elementem w miejscu ich zagięcia, łączone ze sobą w sposób trwały przez spawanie. Element linearny, prętowy, obejmuje tylko dwa kierunki przestrzeni i zgodnie z opisem patentowym został zaprojektowany, jako element współpracujący z pozostałymi wzmocnieniami o strukturach trójwymiarowych.

W strukturach tych, w miejscu ich łączenia, powstają ostre kąty, co może powodować ich prawdopodobne zbijanie się w tak zwane, jeże powstające w wyniku wzajemnego klinowania się ramion lub prętów. Ostre kąty mogą utrudniać szczelne wypełnianie tego obszaru osnową ceramiczną lub innym materiałem tworzącym matrycę i powstawanie tam pustych jam, zmniejszających wytrzymałość wzmacnianego materiału.

Celem wynalazku jest uzyskanie matrycy betonu o zwiększonej wytrzymałości, szczelności, trwałości i niskiej kurczliwości oraz dążenie do uzyskania optymalnego stosu okruszowego oraz zmniejszenie ilości cementu i uzyskanie niskiego stosunku wodno-cementowego.

Element zbrojenia rozproszonego wzmacniający matrycę według wynalazku charakteryzuje się tym, że element zbudowany jest, z co najmniej czterech ramion w kształcie prętów połączonych ze sobą w jednym punkcie, który oblany jest materiałem łączącym je w sposób trwały tworząc wokół nich jądro, przy czym ramiona rozmieszczone są wokół jądra symetrycznie, natomiast ciężar objętościowy jądra jest bliski średniemu ciężarowi objętościowemu ziaren kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu, a maksymalna wielkość jądra dobrana jest w zależności od przyjętego modelu szczelności upakowania kruszywa.

Korzystnie, gdy symetria ramion rozmieszczonych wokół jądra utworzona jest według geometrii ostrosłupa, którego jądro wyznacza wierzchołek a końce ramion wyznaczają naroża jego podstawy o kształcie trójkąta równobocznego lub kwadratu.

Korzystnie, gdy jedno z ramion przebiega przez środek podstawy ostrosłupa.

Korzystnie, gdy długość ramion jest od 2 do 3 razy większa od maksymalnego wymiaru ziarna kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu.

Korzystnie, gdy końce ramion mają zakończenia w kształcie haczykowatych zakotwień.

Korzystnie, gdy ramiona wykonane są ze stopu metali, z tworzywa sztucznego lub włókna szklanego, lub włókna węglowego.

Korzystnie, gdy jądro ma w przybliżeniu kształt kulisty lub nieregularnej bryły wielokątnej.

Korzystnie, gdy jądro wykonane jest ze stopu metali lub kompozytów stalowo-ceramicznych, lub tworzywa sztucznego.

Korzystnie, gdy jądro ma strukturę porowatą.

Korzystnie, gdy model szczelności upakowania kruszywa zależy od stosunku wielkości jądra do średnicy największego kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniiony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia element zbrojenia rozproszonego o czterech ramionach zakończonych prosto, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 2 cztery ramiona zakończone płaskim spęgniowaniem, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 3 cztery ramiona zakończone podwójnym przegięciem, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 4 cztery ramiona zakończone stożkowo, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 5 sześć ramion stalowych zakończonych prosto, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 6 sześć ramion zakończonych podwójnym przegięciem, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 7 sześć ramion zakończonych stożkowo, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 8 osiem ramion zakończonych podwójnym przegięciem, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 9 osiem ramion zakończonych prosto, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 10 dziesięć ramion zakończonych prosto, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 11 dziesięć ramion zakończonych płaskim spęgniowaniem, mocowanych w nieregularnej bryle wielokątnej, Fig. 12 dziesięć ramion zakończonych stożkowo, zakotwionych w jądrze, Fig. 13 przedstawia zasadę tworzenia czteroramiennego elementu zbrojenia na geometrii ostrosłupa o podstawie w kształcie trójkąta równobocznego, którego jedno ramię przebiega przez środek tej podstawy oraz przez wspólny dla dwóch ostrosłupów wierzchołek, Fig. 14 przedstawia zasadę tworzenia 10 ramiennego elementu zbrojenia na geometrii ostrosłupa o podstawie w kształcie kwadratu, którego dwa ramiona przebiegają przez środek tej podstawy oraz przez wspólny dla dwóch ostrosłupów wierzchołek, Fig. 15 przedstawia zasadę tworzenia sześcioramiennego elementu zbrojenia na geometrii ostrosłupa o podstawie w kształcie trójkąta równobocznego, którego końce ramion wyznaczają naroża tej podstawy, Fig. 16 przedstawia zasadę tworzenia ośmioramiennego elementu zbrojenia na geometrii ostrosłupa o podstawie w kształcie kwadratu, którego końce ramion wyznaczają naroża tej podstawy.

Element zbrojenia rozproszonego wzmacniający matrycę betonu składa się z co najmniej czterech ramion 1 w kształcie prętów połączonych ze sobą w jednym punkcie, który obłany jest materiałem łączącym je w sposób trwały, tworząc wokół nich jądro 2. Ramiona 1 rozmieszczone są wokół jądra 2 symetrycznie tak, że tworzą krawędzie ostrosłupa, którego wierzchołek wyznacza jądro 2, a ich końce wyznaczają naroża trójkąta równobocznego lub kwadratu. Długość ramion 1 jest od 2 do 3 razy większa od maksymalnego wymiaru ziarna kruszywa i zbroją one sferę wokół jądra jednakowo, a każdą siłę rozciągającą na dowolnym kierunku przetransformują, na co najmniej dwa inne kierunki ramion zbiegających się w jądrze, gdy kierunek działania siły przechodzi przez środek jądra. Ramiona wykonywane są ze stopu metali lub z tworzywa sztucznego, lub włókna szklanego, lub włókna węglowego i łączone są znanymi technikami, na przykład takimi jak spawanie, zgrzewanie, klejenie.

Podczas łączenia jądro 2 kształtowane jest odpowiednio, przybierając w przybliżeniu kształt kuli lub nieregularnej bryły wielokątnej. Kształt jądra likwiduje obszar ostrych kątów między ramionami, umożliwiając pewne zakotwienie większej liczbie ramion od 4 do 10 sztuk. Liczba i sposób rozmieszczenia ramion wokół jądra zmniejsza możliwość wystąpienia tak zwanych jeży.

Ciężar objętościowy jądra bliski jest średniemu ciężarowi objętościowemu kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu, co wpływa na zapobieganie jego wypływaniu lub tonięciu w otaczającym je kruszywie. Jądro 2 wykonane jest z materiału odpornego na rozciąganie oraz ściskanie. Są nimi stopy metali, lub kompozyty ceramiczno-metalowe, lub tworzywa sztuczne. Korzystnie, gdy jądro ma strukturę porowatą lub powierzchnię o zwiększonej porowatości.

Jądro 2 wykonywane może być ze stopu metali techniką spawania i posiada kontrolowany poziom porowatości uzyskany dzięki tworzonemu podczas spawania pęcherzom powietrza lub gazów spawalniczych, co pozwala na sterowanie jego gabarytami oraz ciężarem. Taka struktura wpływa na sztywność jądra i jego podatność na odkształcenia podczas obciążeń ścisających występujących w próbce betonu. Cecha ta ma znaczenie podczas redystrybucji naprężeń między kruszywem a jądrami elementów zbrojenia rozproszonego. Nie dochodzi bowiem do niekorzystnej koncentracji naprężeń na powierzchniach jąder i kompozyt pracuje bardziej jednorodnie co wpływa korzystnie na jego wytrzymałość i odporność na zarysowanie. Wielkość jądra 2 jest dobierana w zależności od przyjętego modelu szczelności upakowania kruszywa w matrycy betonu. Możliwe są następujące konfiguracje: średnica jądra jest mniejsza od średnicy największego kruszywa wówczas szczelność upakowania jest wysoka; średnica

jądra jest równa średnicy największego kruszywa i wówczas szczelność upakowania jest niższa; średnica jądra jest większa od średnicy największego kruszywa wówczas szczelność upakowania jest optymalna.

Podczas rozciągania próbki betonu oraz w czasie zwiększania przez nią objętości i pęcznienia w trakcie ściskania, w betonie często powstają rysy. W takim przypadku ramiona 1 elementów zbrojenia rozproszonego pełnią funkcję zbrojącą, wzmacniającą rozwierającą się rysę, co nazywa się mostkowaniem. W trakcie mostkowania rozwierającej się rysy jądro 2 stanowi element odporny na rozerwanie i równocześnie stanowi zakotwienie dla jednego z końców ramion 1. W przypadku natomiast oddziaływania obciążeń ściskających, jądro 2 elementu zbrojenia rozproszonego przeniesie naprężenia ściskające z betonu na jądro 2 lub odwrotnie. Budowa elementu zbrojenia rozproszonego pozwala na zastosowanie dowolnych przekrojów ramion 1 łączonych z jądrem 2, przykładowo o geometrii kołowej, kwadratowej, prostokątnej, prostokątnej spiralnie skręconej na długości, kwadratowej spiralnie skręconej na długości lub płaskiej spiralnie skręconej na długości.

Ramiona 1 mogą mieć kształt gładki prosty, lub kształty powszechnie stosowane w budowlanych zbrojeniach rozproszonych. Natomiast końce ramion 1 mają haczykowane zakotwienia typu podwójnego przegięcia, które ma jednakowe promienie gięcia następujące po sobie w przeciwnych kierunkach, lub zakończone zgnieceniem płaskim, stożkiem, kulistym spęcznieniem typu łeb szpilki. Haczykowane zakotwienia umożliwiają skuteczne przenoszenie sił rozciągających i/lub hamowanie odkształceń.

Zaletą budowy i właściwości elementów zbrojenia rozproszonego według wynalazku jest to, że podczas mieszania mieszanki betonowej wraz z elementami zbrojenia rozproszonego, element zbrojenia rozproszonego obraca się wraz z mieszanką zawsze zapewniając jednakowy rozkład ramion zbrojących w przestrzeni i zachowując się analogicznie do otaczającego kruszywa.

Ciężar i gabaryty pojedynczego jądra dobrane odpowiednio do ciężaru i gabarytów kruszywa zapobiegają wypływowi oraz tonięciu elementu zbrojenia rozproszonego, co pozwala na zachowanie jego położenia globalnego w wibrowanej mieszance betonowej sprzyjając jedynie obrotom oraz drobnym przesunięciom poziomym i pionowym ułatwiającym lepsze upakowanie materii kruszywa i elementu zbrojenia rozproszonego w jednostce objętości oraz uniemożliwiając ewentualne ich zbrylanie.

W przypadku zastosowania kruszywa łamanego drobniejsze kruszywo rozpycha jądra elementów zbrojenia rozproszonego, równocześnie ściśle je otaczając i zapewniając maksymalne wypełnienia przestrzeni.

W przypadku zastosowania kruszywa naturalnego model betonu zbliża się bardziej do modelu kulowego a wówczas rozmiary jądra elementu zbrojenia rozproszonego powinny być dostosowane do wielkości kruszywa o największej frakcji. Ich wielkość może być wówczas wyznaczana z wzorów krytalograficznych będących w ścisłej korelacji ze średnicami kul symulujących kruszywo naturalne i pozwalających na wkomponowanie jądra w wolną przestrzeń powstającą między kulami symulującymi kruszywo.

Bardzo korzystnym jest tu spontaniczne rozłożenie elementów zbrojenia rozproszonego, w którym stykają się one bezpośrednio jedynie swymi ramionami, które wchodzą w swoje strefy wzajemnie na siebie nachodząc. Ramiona wzajemnie się klinując utrzymują dystans między jądrami i pozwalają na korzystne otaczanie ich przez kruszywo. Takie ich rozłożenie pozwala na wzajemne przekazywanie sił rozciągających powstających w ramionach, na sąsiednie ramiona, poprzez kolumny ściskanego materiału matrycy betonowej otaczającej elementy zbrojenia rozproszonego.

Przykłady wykonania elementu zbrojenia rozproszonego:

P r z y k ł a d 1

- kruszywo: łamane, wielkość 8/11 mm, ciężar objętościowy 2,65 g/cm³,
- geometria elementu zbrojenia: element zbrojenia 4 ramienny, ramiona symetrycznie rozmieszczone wokół jądra według geometrii ostrosłupa, gdzie jądro leży w jego wierzchołku, końce ramion wyznaczają podstawę o kształcie trójkąta równobocznego, przy czym jedno z ramion przebiega przez środek jego podstawy,
- ramiona: wykonane ze stali, długość wynosi 20 mm, średnica 0,7 mm, ich końce są zakończone stożkiem o wysokości 1,5 mm i średnicy podstawy 2 mm,
- jądro: kształt nieregularnej bryły wielokątnej, średnica max 5 mm, wykonane ze stopu spawalniczego spienionego z pęcherzami gazowymi utworzonymi poprzez wydzielanie gazu rozpuszczonego, ciężar objętościowy jądra 2,65 g/cm³, co w przeliczeniu daje masę pojedynczego jądra równą około 0,2 grama.

Przykład 2

- kruszywo: naturalne, wielkość 8/16 mm, ciężar objętościowy 2,65 g/cm³,
- geometria elementu zbrojenia: element zbrojenia 6 ramienny, ramiona symetrycznie rozmieszczone wokół jądra według geometrii ostrosłupa, gdzie jądro leży w jego wierzchołku, końce ramion wyznaczają podstawę o kształcie kwadratu,
- ramiona: wykonane ze stali, długość wynosi 30 mm, średnica 0,8 mm, ich końce są zakończone prosto,
- jądro: kształt nieregularnej bryły wielokątnej, średnica max 8 mm, wykonane ze stopu spawalniczego z pęcherzami gazowymi utworzonymi poprzez wdmuchiwanie gazu do ciekłego stopu, ciężar objętościowy jądra 2,65 g/cm³, co w przeliczeniu daje masę pojedynczego jądra równą około 0,7 grama.

Przykład 3

- kruszywo: łamane, o wielkości 5/8 mm, ciężar objętościowy 2,65 g/cm³
- geometria elementu zbrojenia: element zbrojenia 8 ramienny, ramiona symetrycznie rozmieszczone wokół jądra według geometrii ostrosłupa, gdzie jądro leży w jego wierzchołku, końce ramion wyznaczają podstawę o powierzchni kwadratu,
- ramiona: wykonane ze stali, długość 35 mm, średnica 0,9 mm, ich końce zakończone są spęceniem kołowym o grubości 1 mm, średnicy podstawy 2 mm,
- jądro: kształt nieregularnej bryły wielokątnej, o średnica max 10 mm, wykonane ze stopu spawalniczego spienionego z dodatkiem gazowych komór utworzonymi poprzez zastosowanie środka porotwórczego uwalniającego gaz, ciężar objętościowy jądra 2,65 g/cm³, co w przeliczeniu daje masę pojedynczego jądra równą około 1,4 grama.

Przykład 4

- kruszywo: naturalne łamane, o wielkości 5/8 mm, o ciężarze objętościowym 2,65 g/cm³,
- geometria elementu zbrojenia: element zbrojenia 8 ramienny, ramiona symetrycznie rozmieszczone wokół jądra według geometrii ostrosłupa, gdzie jądro leży w wierzchołku, końce ramion wyznaczają podstawę o kształcie prostokąta,
- ramiona: wykonane z tworzywa sztucznego ciągliwego, długość 35 mm, średnica 1,5 mm, ich końce zakończone spęceniem kulistym o promieniu 1 mm,
- jądro: kształt nieregularnej bryły wielokątnej, średnia max 12 mm, wykonane z tworzywa sztucznego o wysokiej twardości typu PTFE, ciężar objętościowy jądra 2,65 g/cm³, co w przeliczeniu daje masę pojedynczego jądra równą około 2,4 grama.

Rozwiązanie według wynalazku eliminuje wady obecnie stosowanych rozwiązań i umożliwia zahamowanie tendencji do odspajania wierzchniej warstwy betonu, przykładowo posadzki, płyty lub ściany, jako że ramiona elementu zbrojenia układają się bardziej prostopadle do jej powierzchni.

Pozwala na zahamowanie zjawiska odspojenia otuliny w wyniku korozji zbrojenia głównego lub w wyniku zwiększania jego objętości na przykład w czasie pożaru, oraz zabezpiecza przed rozsegregowaniem warstwy przyściennej betonu układanego w szalunku określanego jako efekt ściany.

Pozwala zmniejszyć zapotrzebowanie na zaczyn cementowy o około 10%, w stosunku do klasycznych rozwiązań fibrobetonów ponieważ element zbrojenia według wynalazku lepiej wpasuje się w przestrzenie otaczające je kruszywa.

Zastrzeżenia patentowe

1. Element zbrojenia rozproszonego o strukturze przestrzennej wzmacniającej matrycę betonu będącej konglomeratem kruszywa zanurzonego w osnowie ceramicznej **znamienny tym**, że element zbudowany jest z co najmniej czterech ramion (1) w kształcie prętów połączonych ze sobą w jednym punkcie, który obłany jest materiałem łączącym je w sposób trwały tworząc wokół nich jądro (2), przy czym ramiona (1) rozmieszczone są wokół jądra (2) symetrycznie, natomiast ciężar objętościowy jądra (2) jest bliski średniemu ciężarowi objętościowemu ziarna kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu, a maksymalna wielkość jądra jest dobrana w zależności od przyjętego modelu szczelności upakowania kruszywa.
2. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że symetria ramion (1) rozmieszczonych wokół jądra (2) utworzona jest według geometrii ostrosłupa, którego jądro (2) wyznacza wierzchołek

a końce ramion (1) wyznaczają naroża jego podstawy o kształcie trójkąta równobocznego lub kwadratu.

3. Element według zastrz. 2, **znamienny tym**, że jedno z ramion (1) przebiega przez środek podstawy ostrosłupa.
4. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że długość ramion (1) jest od 2 do 3 razy większa od maksymalnego wymiaru ziarna kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu.
5. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że końce ramion (1) mają zakończenia w kształcie haczykowatych zakotwień.
6. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ramiona (1) wykonane są ze stopu metali, lub z tworzywa sztucznego, lub włókna szklanego, lub włókna węglowego.
7. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jądro (2) ma w przybliżeniu kształt kulisty lub nieregularnej bryły wielokątnej.
8. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jądro (2) ma strukturę porowatą.
9. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jądro (2) wykonane jest ze stopu metali, lub kompozytów stalowo-ceramicznych, lub tworzywa sztucznego.
10. Element według zastrz. 1, **znamienny tym**, że model szczelności upakowania kruszywa zależy od stosunku wielkości jądra (2) do średnicy największego kruszywa zastosowanego do wyrobu matrycy betonu.

Rysunki

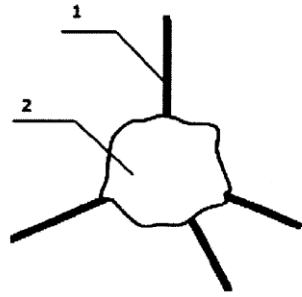


FIG.1

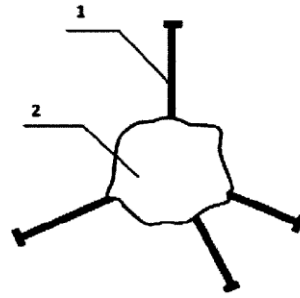


FIG.2

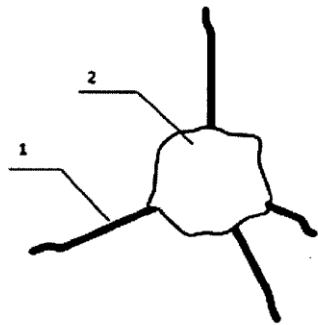


FIG.3

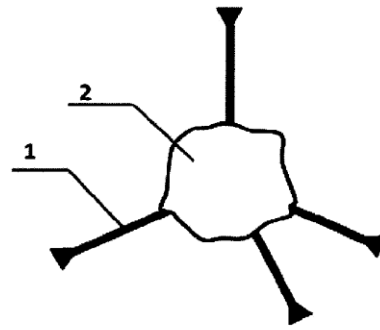


FIG.4

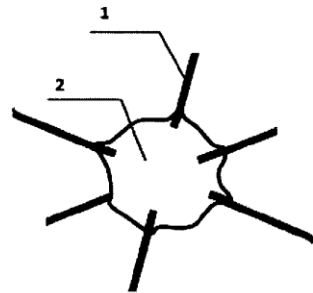


FIG.5

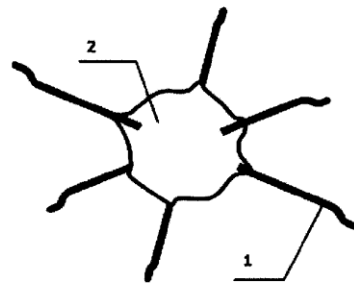


FIG.6

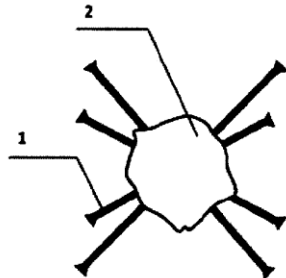


FIG.7

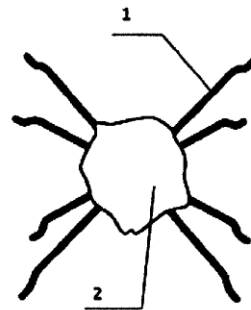


FIG.8

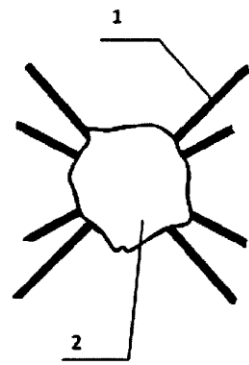


FIG.9

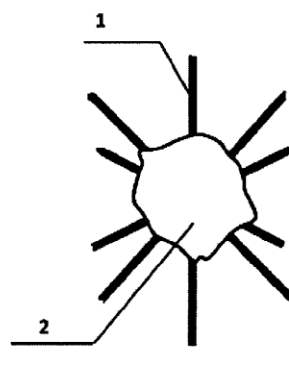


FIG.10

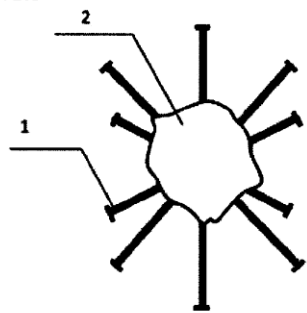


FIG.11

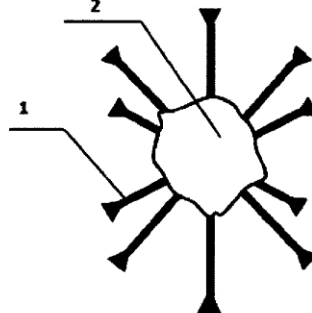


FIG.12

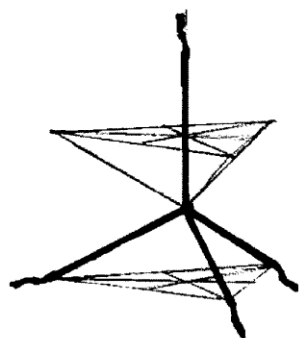


Fig.13

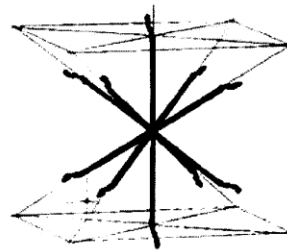


Fig.14

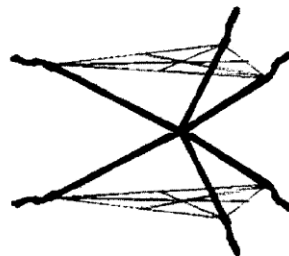


Fig. 15

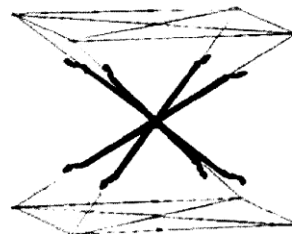


Fig.16