

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **234729**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **415422**

(51) Int.Cl.

B01D 1/22 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **21.12.2015**

(54)

**Wyparka cienkowarstwowa statyczna oraz ścianka wyparna
wyparki cienkowarstwowej statycznej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

22.05.2017 BUP 11/17

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.03.2020 WUP 03/20

(72) Twórca(y) wynalazku:

JANUSZ DZIAK, Wrocław, PL

PL 234729 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wyparka cienkowarstwowa statyczna przeznaczona do stosowania w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym i chemicznym. Przedmiotem wynalazku jest również ścianka wyparna wyparki cienkowarstwowej statycznej.

Wyparki są urządzeniami do odparowywania cieczy w celu zatężenia roztworu substancji nietłotnej w rozpuszczalniku lub prowadzenia procesu destylacji roztworu zawierającego składniki o różnej lotności. Wśród tego rodzaju aparatów szczególne miejsce mają wyparki cienkowarstwowe, w których ciecz rozprowadzana jest po ogrzewanej powierzchni w postaci cienkiego filmu o grubości od dziesiątych części milimetra do kilku milimetrów. Ciecz w tego rodzaju wyparkach wprowadzana jest na ogrzewaną powierzchnię, którą stanowi zazwyczaj wewnętrzna lub zewnętrzna część gładkiej rury za pomocą statycznych kierownic lub za pomocą wirujących zraszaczy. Wewnątrz wyparki ciecz spływając grawitacyjnie w dół, może poruszać się swobodnie bez jakiegokolwiek oddziaływania na ciekły film z zewnątrz – wyparka typu statycznego lub jest mieszana i rozprowadzana za pomocą łopatek, przymocowanych do obracającego się wału, poruszanego silnikiem elektrycznym – wyparka z mechanicznym oddziaływaniem na ciekły film. Przykłady różnych typów wyparek z mechanicznym oddziaływaniem na ciekły film, jak również rozwiązania konstrukcyjne łopatek oddziałujących na ciekły film opisano w patentach PL 70437 B1, PL 81592 B1, US 3199574 A, US 3199575 A, US 3216042 A, US 3225817 A, US 3323843 A, US 4160692 A.

Znana jest z polskiego opisu patentowego PL 138389 wyparka cienkowarstwowa płaszczoworurkowa statyczna, z regulowaną grubością warstwy spływającej cieczy, stanowiąca pionowy wymiennik ciepła płaszczoworurkowy, wyposażony w króćce dla dopływu i odpływu cieczy przerabianej, w króciec dla odpływu oparów przerabianej cieczy oraz w króćce dla dopływu odpływu czynnika grzewczego. Wyparka posiada w każdej rurze jednakowe urządzenie regulujące grubość warstwy spływającej cieczy, składające się z rurki o nagwintowanej końcówce, posiadającej na obwodzie wycięcia o dowolnym kształcie, korzystnie o przekroju prostokątnym, z kołpaka z gwintem wewnętrznym oraz z rurki odprowadzającej opary, posiadającej u góry nacięcia dla osadzania w nich klucza, służącego do regulacji prześwitu wycięć. Ponadto, wyparka posiada króciec przelewowy, usytuowany w górnej części wymiennika nad płytą sitową, dla odpływu nadmiaru cieczy przerabianej.

Znany jest z polskiego opisu patentowego PL 88190 sposób rozprowadzania roztworów w statycznych wyparkach cienkowarstwowych doprowadzający do spływania – pod wpływem sił grawitacji i wymuszonego ruchu odśrodkowego po wewnętrznej powierzchni rury wyparnej cienkiej warstewki cieczy, stanowiącej opadający film, w której ciecz doprowadza się najpierw pod naporem hydrostatycznym do ograniczonej przestrzeni poza rurą wyparną i zmusza się ją do zawirowania w tej przestrzeni wokół osi rury wyparnej, a następnie doprowadza się do przelewania wirującej cieczy ponad górną krawędź rury wyparnej na jej wewnętrzną powierzchnię.

Znana jest z polskiego opisu patentowego PL 176614 wyparka mechaniczna, cienkowarstwowa, do zagęszczania cieczy pniących, zawierająca komorę grzejną i komorę oparów i składająca się z pionowo usytuowanej rury o zróżnicowanej średnicy, wewnątrz której, centralnie w osi aparatu umieszczony jest wał obrotowy mieszadła łopatkowego, przy czym w górnej części wyparki, poniżej króćca wyjściowego oparów, usytuowany jest separator szczelinowy, natomiast pod nim usytuowane są kolejno jeden pod drugim separator turbinowy oraz separator łopatkowy, zamocowane na wale obrotowym mieszadła łopatkowego, przy czym separator łopatkowy znajduje się poniżej króćca wejściowego cieczy zagęszczanej.

Celem wynalazku jest poprawienie procesu odparowywania w wyparkach, w których obrabiana ciecz spływa grawitacyjnie po gładkiej ścianie wyparnej.

Ścianka wyparna wyparki cienkowarstwowej statycznej mająca postać płyty według wynalazku charakteryzuje się tym, iż w tworzącą ściankę płytę wbudowane są wystające na obie jej strony zwiększające powierzchnię wymiany ciepła metalowe pręty. Metalowe pręty rozmieszczone są w równoległych do siebie rzędach, przy czym pręty danego rzędu są względem prętów rzędów bezpośrednio z nim sąsiadujących przesunięte. W kierunku od góry w dół płyty, w sąsiadujących rzędach, występuje przesunięcie położenia prętów o $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ odległości pomiędzy prętami w rzędzie, przy czym przesunięcie położenia prętów w poszczególnych rzędach odbywa się w jednym kierunku. Odległość pomiędzy sąsiadującymi rzędami prętów wynosi 10–50 mm. Pręty w rzędach oddalone są od siebie o 10–50 mm. Pręty mają grubość 1–3 mm. Z jednej strony płyty pręty są do niej prostopadłe i mają długość 0,2–10 mm a z drugiej strony mają długość 10–50 mm i są wygięte w dół pod kątem 20–60°.

Wyparka cienkowarstwowa statyczna mająca komorę oparów utworzoną w rurze wyparnej od dołu zespolonej z lejem spustowym a w górnej części mającej zainstalowany króciec dolotowy obrabianej cieczy i kierownicę doprowadzającą do spływania obrabianej cieczy po wewnętrznej powierzchni rury wyparnej oraz wyposażoną w króciec dolotowy i króciec wylotowy czynnika grzeijnego komorę grzeijną powstałą poprzez obudowanie rury wyparnej płaszczem grzeijnym według wynalazku charakteryzuje się tym, iż w rurę wyparną wbudowane są wystające na obie jej strony zwiększające powierzchnię wymiany ciepła metalowe pręty.

Metalowe pręty rozmieszczone są w prostopadłych do osi wzdłużnej rury wyparnej rzędach przy czym pręty danego rzędu są względem prętów rzędów bezpośrednio z nim sąsiadujących przesunięte. W kierunku od góry wyparki w dół, w sąsiadujących rzędach, występuje przesunięcie położenia prętów wzdłuż obwodu o $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ odległości pomiędzy prętami w rzędzie, przy czym przesunięcie położenia prętów w poszczególnych rzędach odbywa się w kierunku zgodnym lub przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, patrząc na poziomy przekrój wyparki od góry. Odległość pomiędzy sąsiadującymi rzędami prętów wynosi 10–50 mm. Pręty w rzędach oddalone są od siebie o 10–50 mm. Pręty od strony obrabianej, to jest podgrzewanej lub odparowywanej cieczy, ustawione są prostopadle do wzdłużnej osi wyparki. Pręty mają grubość 1–3 mm. Pręty, od strony podgrzewanej lub odparowywanej cieczy, mają długość 0,2–10 mm. Pręty, od strony czynnika grzeijnego, mają długość 10–50 mm. Pręty, od strony czynnika grzeijnego są wygięte w dół pod kątem 20–60°.

Doposażenie jak w rozwiązaniu według wynalazku gładkiej ścianki rury wyparnej w zwiększającą powierzchnię wymiany ciepła metalowe pręty pozwala po stronie obrabianej, to jest ogrzewanej lub odparowywanej cieczy, zwiększyć burzliwość przepływu grawitacyjnie spływającej cieczy, co poprawia warunki wymiany ciepła i masy wewnątrz odparowującej cieczy, w przypadku cieczy pieniającej niszczenie piany poprzez kontakt gorącego pręta z cienką ścianką pęcherza piany, nadanie spiralnego ruchu spływającej warstewce cieczy, zwiększając tym samym turbulencję wewnątrz cieczy skutkujące wydłużeniem czasu przebywania cieczy w wyparce co przekłada się na zwiększenie stopnia odparowania cieczy. Natomiast po stronie czynnika grzeijnego wystające i nachylone w dół pręty metalowe umożliwiają odprowadzenie kondensatu ze ściany, zmniejszając grubość filmu kondensatu na powierzchni grzeijnej poprawiając tym samym warunki wymiany ciepła po stronie czynnika grzeijnego – pary grzeijnej.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia wyparkę w przekroju wzdłużnym, fig. 2 – wyparkę w przekroju poprzecznym wzdłuż linii A-A z fig. 1, fig. 3 – ściankę wyparną w widoku od przodu, a fig. 4 – ściankę wyparną w widoku z boku.

Ścianka wyparna wyparki cienkowarstwowej statycznej w przykładzie wykonania według wynalazku ma postać płyty 3a w którą wbudowane są wystające na obie jej strony zwiększające powierzchnię wymiany ciepła metalowe pręty 10. Metalowe pręty 10 w płytę 3a wbudowane zostały w ten sposób, iż najpierw w płycie 3a wykonano otwory a następnie wlutowano, wspawano czy wklejono w nią pręty metalowe 10. Metalowe pręty rozmieszczone są w równoległych do siebie rzędach, przy czym pręty danego rzędu są względem prętów rzędów bezpośrednio z nim sąsiadujących przesunięte. W kierunku od góry w dół płyty, w sąsiadujących rzędach, występuje przesunięcie położenia prętów o $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ odległości pomiędzy prętami w rzędzie, przy czym przesunięcie położenia prętów w poszczególnych rzędach odbywa się w jednym kierunku. Odległość pomiędzy sąsiadującymi rzędami prętów wynosi 10–50 mm. Pręty w rzędach oddalone są od siebie o 10–50 mm. Pręty mają grubość 1–3 mm, z jednej strony płyty pręty są do niej prostopadle i mają długość 0,2–10 mm a z drugiej strony mają długość 10–50 mm i są wygięte w dół pod kątem 20–60°. Ścianka wyparna według wynalazku może być przykładowo użyta w wyparce cienkowarstwowej statycznej w konstrukcji jak w poniższym przykładzie wykonania.

W rozwiązaniu według wynalazku grubość i rozmieszczenie prętów powinna być taka, aby przepływ płynącej pomiędzy nimi cieczy nie był utrudniony a ciecz była wprowadzana w turbulencję. Turbulencja pojawia się szczególnie tuż za prętem w opływającej go cieczy. Odległości między prętami i ich przesunięcia w poszczególnych rzędach mają powodować ruch wirowy podczas przepływu kaskadowego. Długości prętów w części odparowania urządzenia wynikają z grubości wytworzonego ciekłego filmu, który podlega odparowaniu. W przypadku pracy na cieczach nie ulegających pienieniu, długość pręta powinna być zbliżona do grubości ciekłego filmu. Dla cieczy pieniających się pręt powinien wystawać ponad ciekły film, tak aby mógł się kontaktować ze ścianami pęcherzy parowych. Kąt pochylenia pręta od strony kondensującej pary grzeijnej zależy od zwilżalności materiału pręta przez wytworzony kondensat. Przy słabej zwilżalności kąt ten może być większy w stosunku do pionowej ściany,

zaś przy dobrej zwilżalności mniejszy. Długość prętów od strony pary grzejnej uzależniona jest od kąta nachylenia pręta i wielkości przestrzeni parowej płaszcza grzejnego. Poniższy przykład ilustruje sposób umiejscowienia ścianki wyparnej w wyparce.

Wyparka cienkowarstwowa statyczna w przykładzie wykonania według wynalazku zbudowana jest z komory oparów 1 oraz komory grzejnej 2. Komora oparów 1 utworzona jest we wnętrzu rury wyparnej 3, która od dołu zespolona jest z lejem spustowym 4 obrabianej cieczy a w górnej części przy krawędzi ma zainstalowany króciec dolotowy 5 obrabianej cieczy oraz umiejscowioną pod nim kierownicę 6 doprowadzającą do spływania obrabianej cieczy po wewnętrznej powierzchni rury wyparnej 3. Kierownica 6 jest w kształcie pierścienia mającego górną zewnętrzną krawędź sfrezowaną. Komora grzejna 2 utworzona została poprzez obudowanie rury wyparnej 3 płaszczem grzejnym 7. Komora grzejna 2 wyposażona jest w króciec dolotowy 8 i króciec wylotowy 9 czynnika grzejnego w postaci pary nasyconej. W rurę wyparną 3 wbudowane są wystające na obie jej strony zwiększające powierzchnię wymiany ciepła metalowe pręty 10. Metalowe pręty 10 rozmieszczone są w prostopadłych do osi wzdlużnej rury wyparnej 3 rzędach, przy czym pręty 10 danego rzędu są względem prętów rzędów bezpośrednio z nim sąsiadujących przesunięte. W kierunku od góry wyparki w dół, w sąsiadujących rzędach, występuje przesunięcie położenia prętów 10 wzdluż obwodu o $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ odległości pomiędzy prętami w rzędzie, przy czym przesunięcie położenia prętów 10 w poszczególnych rzędach odbywa się w kierunku zgodnym lub przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, patrząc na poziomy przekrój wyparki od góry. Odległość pomiędzy sąsiadującymi rzędami prętów 10 wynosi 10–50 mm. Pręty 10 w rzędach oddalone są od siebie 10–50 mm. Pręty 10 od strony obrabianej, to jest podgrzewanej lub odparowywanej cieczy, ustawione są prostopadle do wzdlużnej osi wyparki. Pręty 10 mają grubość 1–3 mm. Pręty 10 od strony podgrzewanej lub odparowywanej cieczy mają długość 0,2–10 mm. Pręty 10 od strony czynnika grzejnego mają długość 10–50 mm. Pręty 10 od strony czynnika grzejnego są wygięte w dół pod kątem 20–60°.

Zastrzeżenia patentowe

1. Ścianka wyparna wyparki cienkowarstwowej statycznej mająca postać płyty, **znamienna tym**, że w płytę (3a) wbudowane są wystające na obie jej strony metalowe pręty (10).
2. Ścianka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że metalowe pręty (10) rozmieszczone są w równoległych do siebie rzędach, przy czym pręty (10) danego rzędu są względem prętów (10) rzędów bezpośrednio z nim sąsiadujących przesunięte.
3. Ścianka według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że w kierunku od góry w dół płyty (3a), w sąsiadujących rzędach, występuje przesunięcie położenia prętów (10) o $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ odległości pomiędzy prętami (10) w rzędzie, przy czym przesunięcie położenia prętów (10) w poszczególnych rzędach odbywa się w jednym kierunku.
4. Ścianka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że odległość pomiędzy sąsiadującymi rzędami prętów (10) wynosi 10–50 mm.
5. Ścianka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że pręty (10) w rzędach oddalone są od siebie 10–50 mm.
6. Ścianka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że pręty (10) mają grubość 1–3 mm.
7. Ścianka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że z jednej strony płyty (3a) pręty (10) są do niej prostopadle i mają długość 0,2–10 mm, a z drugiej strony mają długość 10–50 mm i są wygięte w dół pod kątem 20–60°.
8. Wyparka cienkowarstwowa statyczna mająca komorę oparów utworzoną w rurze wyparnej od dołu zespolonej z lejem spustowym a w górnej części mającej zainstalowany króciec dolotowy obrabianej cieczy i kierownicę doprowadzającą do spływania obrabianej cieczy po wewnętrznej powierzchni rury wyparnej oraz wyposażoną w króciec dolotowy i króciec wylotowy czynnika grzejnego komorę grzejną powstałą poprzez obudowanie rury wyparnej płaszczem grzejnym, **znamienna tym**, że w rurę wyparną (3) wbudowane są wystające na obie jej strony metalowe pręty (10).
9. Wyparka według zastrz. 8, **znamienna tym**, że metalowe pręty (10) rozmieszczone są w prostopadłych do osi wzdlużnej rury wyparnej (3a) rzędach, przy czym pręty (10) danego rzędu są względem prętów (10) rzędów bezpośrednio z nim sąsiadujących przesunięte.

10. Wyparka według zastrz. 8 albo 9, **znamienna tym**, że w kierunku od góry wyparki w dół, w sąsiadujących rzędach, występuje przesunięcie położenia prętów (10) wzdłuż obwodu o $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ odległości pomiędzy prętami (10) w rzędzie, przy czym przesunięcie położenia prętów (10) w poszczególnych rzędach odbywa się w kierunku zgodnym lub przeciwnym do ruchu wskazówek zegara, patrząc na poziomy przekrój wyparki od góry.
11. Wyparka według zastrz. 8, **znamienna tym**, że odległość pomiędzy sąsiadującymi rzędami prętów (10) wynosi 10–50 mm, a pręty (10) w rzędach oddalone są od siebie 10–50 mm.
12. Wyparka według zastrz. 8, **znamienna tym**, że pręty (10) od strony podgrzewanej lub odparowywanej cieczy, ustawione są prostopadłe do wzdłużnej osi wyparki.
13. Wyparka według zastrz. 8, **znamienna tym**, że pręty (10) mają grubość 1–3 mm.
14. Wyparka według zastrz. 8, **znamienna tym**, że pręty (10) od strony podgrzewanej lub odparowywanej cieczy mają długość 0,2–10 mm, a od strony czynnika grzejnego mają długość 10–50 mm oraz są wygięte w dół pod kątem 20–60°.

Rysunki

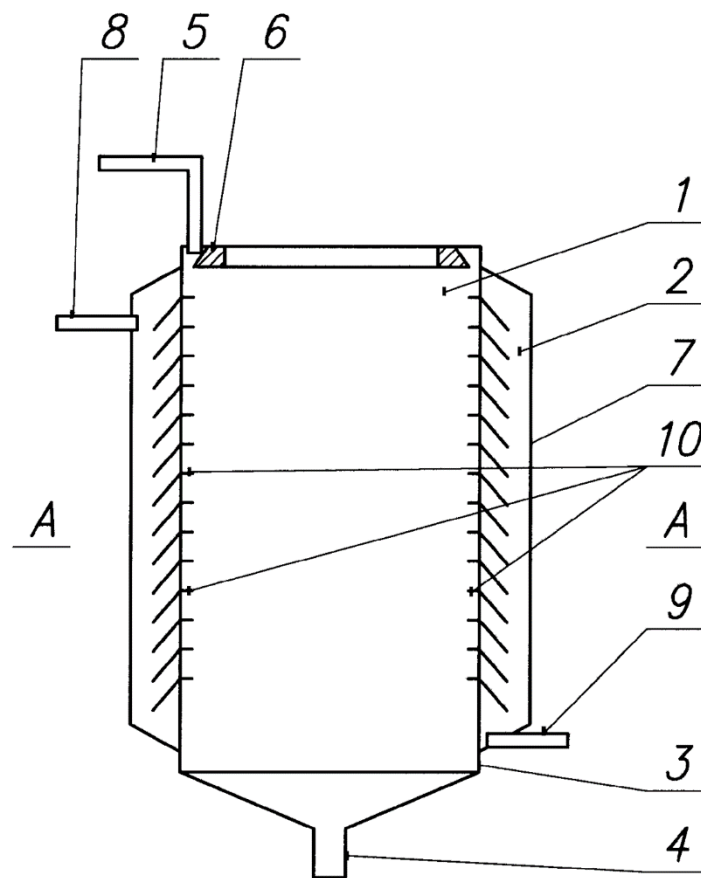


Fig. 1

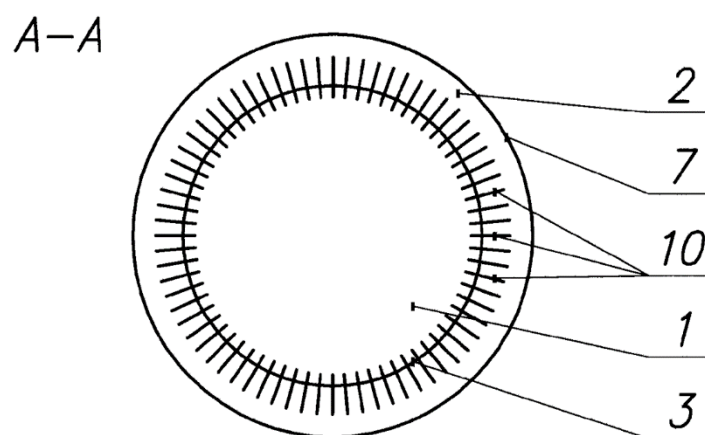


Fig. 2

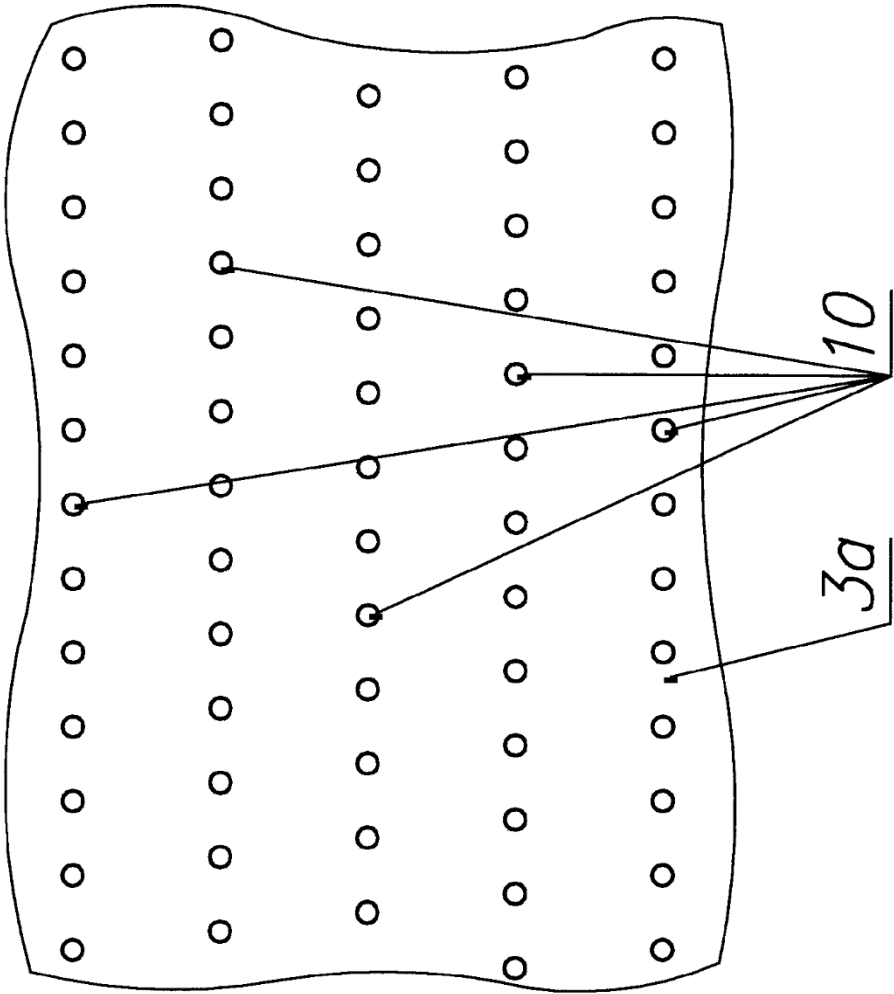


Fig. 3

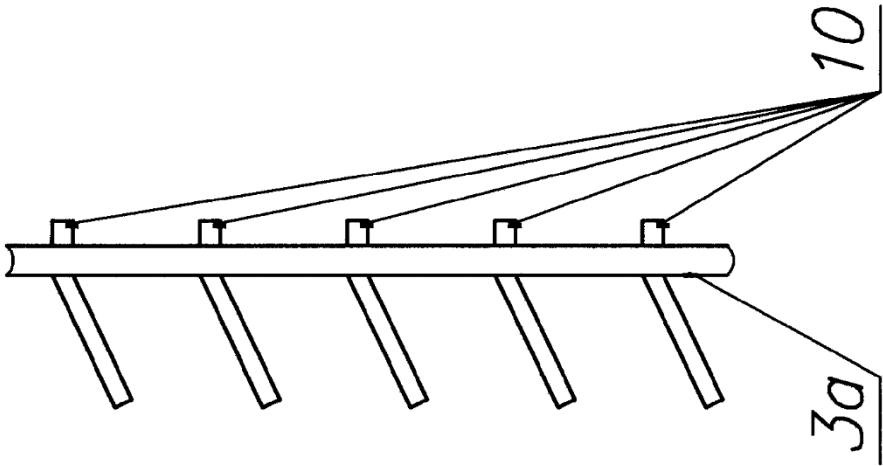


Fig. 4