

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 247997 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434570**

(22) Data zgłoszenia: **2020.07.06**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.01.10 BUP 02/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.09.29 WUP 39/2025**

(51) MKP:

**F16L 55/00** (2006.01)

**F16L 55/16** (2006.01)

**F16L 55/162** (2006.01)

**F16L 57/02** (2006.01)

**F16L 57/00** (2006.01)

**E03B 7/09** (2006.01)

**B32B 1/08** (2006.01)

**B32B 7/04** (2019.01)

**B32B 33/00** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**POPIELSKI PAWEŁ, Warszawa, PL**

**BEDNARZ BARTOSZ, Zarzecze, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**PAWEŁ POPIELSKI, Warszawa, PL**

**BARTOSZ BEDNARZ, Zarzecze, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Andrzej Kacperski, Kraków, PL**

(54) Tytuł:

**Rękaw do budowy i renowacji rurociągów, utwardzany termicznie na miejscu**

**PL 247997 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest rękaw przeznaczony do budowy i renowacji rurociągów do transportu wody, utwardzany termicznie na miejscu, z funkcją monitoringu.

Znane są metody naprawiania podziemnych rurociągów lub przeciekających ich części bez rozkopywania i wymiany rur. Zmierzają one do uniknięcia prac ziemnych i związanych z tym zagrożeń i niedogodności oraz utrudnień komunikacyjnych.

Przykład takiej metody przedstawiony jest w opisach patentowych US 4 009 063, US 4 064 211 i US 4 135 958. Zgodnie z tym sposobem wewnątrz istniejącego rurociągu układa się podłużną elastyczną rurową wykładzinę z tkaniny filcowej, pianki lub podobnego materiału impregnowanego żywicą, z zewnętrzną nieprzepuszczalną powłoką, zaimpregnowaną żywicą termoutwardzalną. Wykładzinę układa się z poprzez wywiniecie wewnętrznej powierzchni na zewnątrz. W procesie wywinęcia obwodowe ciśnienie wytworzone we wnętrzu wywracanej wykładziny dociskają do połączenia z wewnętrzną powierzchnią rurociągu. Stosuje się również wciąganie impregnowanej żywicą wykładziny do przewodu sznurem oraz użycie oddzielnego systemu z wykorzystaniem płynu lub powietrza, który wytwarza ciśnienie wewnątrz wykładziny w celu dociśnięcia jej do połączenia z wewnętrzną powierzchnią rurociągu, a następnie wykonania utwardzenia wykładziny przy wewnętrznej ścianie istniejącego rurociągu. Takie impregnowane żywicą wykładziny noszą generalnie nazwę "rur utwardzanych na miejscu" lub "wykładzin CIPP" (*ang. cured-in-place-pipes*).

Elastyczne rurowe wykładziny CIPP mają zewnętrzną gładką warstwę stosunkowo elastycznego, zasadniczo nieprzenikliwego polimeru pokrywającego zewnętrzną stronę wykładziny w jej początkowym stanie. Przy wywijaniu na zewnątrz nieprzepuszczalną warstwę układa się wewnątrz wykładziny, po wywinieciu wykładziny podczas instalacji. Elastyczną wykładzinę układa się na miejscu wewnątrz rurociągu, zatem od wewnątrz wykładziny wytwarza się ciśnienie za pomocą płynu roboczego, na przykład wody lub powietrza, w celu dociśnięcia wykładziny obwodowo na zewnątrz do połączenia i dostosowania do wewnętrznej powierzchni istniejącego rurociągu. Nowa wykładzina skutecznie uszczelnia wszelkie pęknięcia i naprawia każde uszkodzenie sekcji rurowej lub połączenia rurowego, w celu zapobieżenia dalszemu wyciekaniu do wnętrza lub na zewnątrz z istniejącego rurociągu. Utwardzona żywica służy również wzmocnieniu ściany istniejącego rurociągu i tym samym zapewnia dodatkowe konstrukcyjne podparcie dla otaczającego środowiska.

W opisie patentowym PL/EP 1690034 przedstawiono elastyczne, utwardzane na miejscu wyłożenie, składające się z co najmniej jednej elastycznej, nasycalnej żywicą warstwy (np. warstwy filcu) w kształcie rury, mającej integralną, wewnętrzną nieprzepuszczalną warstwę (np. folii polimerowej). Nasycalna żywica warstwa i wewnętrzna nieprzepuszczalna warstwa są zszyte wzdłuż linii szwu, tworząc rurowe wyłożenie. Odpowiednią termoplastyczną folię w postaci taśmy albo wytłaczanego materiału umieszcza się albo wytłacza nad linią szwu, aby zapewnić nieprzepuszczalność wnętrza wyłożenia. Wyłożenie może mieć drugą zewnętrzną warstwę filcu, także zszytą wzdłuż linii szwu, która będzie usytuowana w miejscu rury innym niż miejsce usytuowania pierwszej linii szwu w nasycalnej żywicą warstwie. Wyłożenie owija się następnie zewnętrzną nieprzepuszczalną warstwą ukształtowaną w postaci rury z zewnętrznym szczelnym zgrzewanym złączem.

Jednakże rury poddane renowacji opisanymi wyżej metodami w dalszym ciągu podlegają odkształceniom i uszkodzeniom w wyniku oddziaływania różnych czynników, w szczególności mechanicznych i termicznych. Występują w nich też przecieki. Zachodzi więc konieczność stałego monitorowania ścianek rękawów utwardzanych na miejscu, wzdłuż ich osi, służących do budowy samonośnych rur oraz renowacji istniejących sieci wodociągowych.

Celem wynalazku jest zatem wprowadzenie możliwości stałego monitorowania poddanych renowacji rurociągów zaś problem techniczny do rozwiązania dotyczy zamocowania czujników układu monitorującego podczas renowacji istniejących rur lub podczas układania nowej sieci składającej się z odcińków samonośnych, bez konieczności oddzielnego późniejszego rozmieszczania tych czujników.

Ponadto problem do rozwiązania dotyczy monitorowania w sposób geometrycznie ciągły samego procesu utwardzania rękawa podczas instalowania go w rurociągach.

Rozwiązanie według wynalazku obejmuje rękaw do budowy i renowacji rurociągów do transportu wody, utwardzany termicznie na miejscu, ze ścianką zawierającą kolejno od wewnątrz nośną statycznie warstwę laminatu, na zewnątrz której usytuowana jest warstwa utwardzalnej żywicy lub warstwa bogata w żywicę, wyposażony we wbudowane światłowodowe czujniki zintegrowane z konstrukcją rękawa.

Do stałego monitorowania wykorzystuje się znany system z czujnikami światłowodowymi (DFOS – Distributed Fiber Optic Sensors), połączonymi z zewnętrznym urządzeniem pomiarowym.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że światłowodowe czujniki usytuowane pomiędzy warstwą laminatu a zewnętrzną powierzchnią rękawa osłoniętą przez folię umieszczone są na obwodzie rękawa wzdłuż jego osi podłużnej co 90 lub 120 stopni względem płaszczyzny przekroju poprzecznego rękawa.

Światłowodowe czujniki są umieszczone na warstwie laminatu i zatopione w warstwie żywicy. W odmianach wykonania światłowodowe czujniki umieszczone są bezpośrednio w warstwie żywicy i w niej zatopione lub umieszczone są na osłonowej folii i w niej zatopione.

W każdej z odmian światłowodowe czujniki połączone są z zewnętrznym urządzeniem pomiarowym w układzie DFOS monitorującym w sposób geometrycznie ciągle odkształcenia i temperaturę ścianek rękawa, z przeliczaniem odkształceń z pojedynczych światłowodowych czujników na przemieszczenia całej konstrukcji rękawa.

Czujniki pomiarowe (DFOS) zostaną zintegrowane z rękawem elastycznym (nie utwardzonym) na etapie produkcji lub przed instalacją w rurociągu. Czujniki zostaną odpowiednio zabezpieczone i będzie możliwość podłączenia ich oraz wykonania pomiarów już w momencie napompowania rękawa i dociśnięcia do ścianki rurociągu. Pomiaru temperatury pozwolą na określenie parametrów procesu utwardzania żywicy. Czujniki światłowodowe realizują pomiary zmian odkształceń w odniesieniu do pomiaru zerowego (referencyjnego), który może zostać wykonany po napompowaniu elastycznego rękawa i jego dociśnięciu do wewnętrznej ścianki rury lub bezpośrednio po utwardzeniu żywicy. Pomiaru odkształcenia pozwolą na określenie deformacji wykonanej wykładziny i określenie naprężeń występujących w ściance CIPP.

Pomiary temperatury w trakcie eksploatacji rurociągu pozwolą na wykorzystanie metody termomonitoringu w wersji pasywnej (polegającej na pomiarach temperatur ośrodka) do detekcji przecieków przez ściankę rurociągu. Równoległe zamontowanie kabli grzejnych na etapie montażu czujników światłowodowych pozwoli na etapie eksploatacji zastosować metodę termomonitoringu w wersji aktywnej (polegającej na pomiarze temperatury i czasu stygnięcia ośrodka po nagraniu przez kable grzejne).

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na monitorowanie konstrukcji rękawa zarówno podczas jego montażu jak i późniejszej eksploatacji. Poprzez jego zastosowanie możliwe jest wykrywanie potencjalnej utraty szczelności i nośności w trakcie eksploatacji, co pozwala na wczesne wykrycie uszkodzeń i zapobieganie ich skutkom. Jest to szczególnie istotne w przypadku uszkodzenia w miejscu lokalnych przemieszczeń, na przykład na terenie szkód górniczych lub na terenie zwiększonego oddziaływania obiektów sąsiednich a także na terenie miejscowego rozmycia ośrodka gruntowego.

Wklejanie czujników światłowodowych w rękaw w fazie produkcji lub przed montażem, pozwala na monitorowanie nie tylko okresu eksploatacji, ale dodatkowo w czasie procesu montażu podczas renowacji.

Rozwiązanie według wynalazku zobrazowane jest w przykładach wykonania na rysunkach, których poszczególne figury przedstawiają:

FIG. 1 – schematyczny układ ogólnego rozmieszczenia czujników światłowodowych, na przekroju poprzecznym przez istniejącą rurę, wyłożoną rękawem utwardzonym, w odmianie rozmieszczenia czujników co 120 stopni,

FIG. 2 – fragment przekroju poprzecznego przez istniejącą rurę wyłożoną rękawem utwardzonym, ze wskazaniem szczegółowym usytuowania czujników światłowodowych w strukturze rękawa,

FIG. 3 – fragment przekroju podłużnego przez istniejącą rurę wyłożoną rękawem utwardzonym, ze wskazaniem szczegółowym usytuowania czujników światłowodowych w strukturze rękawa.

Rękawy wykonane są z materiału kompozytowego składającego się z włókniny syntetycznej lub tkaniny z włókien szklanych, nasyconej żywicą poliestrową (UP), epoksydową (EP) lub winyloestrową (VE). Rękaw od strony zewnętrznej powleczony jest najczęściej folią z poliuretanu (PU) lub z polietylenu (PE). Nasykanie wykładziny (rękawa) żywicą może odbywać się u producenta, w takim przypadku rękawy dostarczane są do miejsca wbudowania w specjalnych chłodniach, lub na placu budowy.

Rękaw 1, utwardzany termicznie na miejscu, wprowadzany jest do starego rurociągu 2 i utwardzany termicznie na miejscu. Rękaw 1 ma nośną warstwę w postaci laminatu 3, pokrytego od wewnątrz ścieralną warstwą 4, osłoniętą wewnętrzną folią 5.

Na warstwie laminatu 3 znajduje się od zewnątrz warstwa utwardzalnej żywicy 6. Światłowodowe czujniki 7a, 7b zintegrowane ze strukturą rękawa 1, usytuowane są pomiędzy warstwą laminatu 3 a zewnętrzną powierzchnią rękawa 1 osłoniętą przez folię 8.

Światłowodowe czujniki 7a umieszczone są na warstwie laminatu 3 i zatopione w warstwie żywicy 6, mogą też być zatopione w wymienionej warstwie żywicy 6 od jej zewnętrznej strony, do której przylega folia 8. W odmianie wykonania światłowodowe czujniki 7b umieszczone są na folii 8 i z nią zespolone.

Światłowodowe czujniki 7a, 7b rozmieszczone są na obwodzie rękawa 1 wzdłuż jego osi podłużnej co 90 lub 120 stopni względem płaszczyzny przekroju poprzecznego rękawa 1 (fig. 1).

Światłowodowe czujniki 7a układane są w procesie produkcji na warstwie laminatu 3, a następnie zatapiane w warstwie czystej żywicy 6 albo warstwie bogatej w żywicę, połączonej naprzemiennie warstwami szkła, filcu albo włókniny. Drugim wariantem montażu światłowodowych czujników 7b jest ich mocowanie do warstwy zewnętrznej nieutwardzonego rękawa 1 przed jego bezwykopowym montażem w rurociągu 2.

Światłowodowe czujniki 7a, 7b połączone są z zewnętrznym urządzeniem pomiarowym, które dostarcza danych z całej długości czujnika światłowodowego w postaci odkształceń lub zmian temperatury w celu przeliczenia tych wartości na przemieszczenie.

Rozwiązanie według wynalazku stosowany jest do monitorowania odkształceń, przecieków i temperatury za pomocą czujników światłowodowych (DFOS) umieszczonych bezpośrednio w ściankach lub na zewnętrznej powierzchni rękawów (wzdłuż ich osi), utwardzanych na miejscu (CIPP), służących do budowy samonośnych rur i oraz renowacji istniejących sieci wodociągowych. Umieszczenie czujników w takim układzie umożliwia bardziej precyzyjny i szybszy system ostrzegania przed potencjalną awarią, poprzez bezpośredni kontakt z rękawem oraz pozwala na monitoring rękawa w sposób geometrycznie ciągły i na długich odcinkach. Za pomocą czujników możliwe jest pośrednie wyznaczenie przemieszczeń rękawa i remontowanego kolektora w dowolnym odcinku pomiarowym względem punktów referencyjnych.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Rękaw do budowy i renowacji rurociągów do transportu wody, utwardzany termicznie na miejscu, ze ścianką zawierającą kolejno od wewnątrz nośną statycznie warstwę laminatu, na zewnątrz której usytuowana jest warstwa utwardzalnej żywicy lub warstwa bogata w żywicę, wyposażony we wbudowane światłowodowe czujniki zintegrowane z konstrukcją rękawa, **znamienny tym**, że światłowodowe czujniki (7a), (7b) usytuowane pomiędzy warstwą laminatu (3) a zewnętrzną powierzchnią rękawa (1) osłoniętą przez folię (8) umieszczone są na obwodzie rękawa (1) wzdłuż jego osi podłużnej co 90 lub 120 stopni względem płaszczyzny przekroju poprzecznego rękawa (1).
2. Rękaw według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że światłowodowe czujniki (7a) umieszczone są na warstwie laminatu (3) i zatopione w warstwie żywicy (6).
3. Rękaw według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że światłowodowe czujniki (7b) umieszczone są bezpośrednio w warstwie żywicy (6) i w niej zatopione.
4. Rękaw według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że światłowodowe czujniki (7b) umieszczone są na osłonowej folii (8) i w niej zatopione.
5. Rękaw według każdego z zastrzeżeń od 1 do 4 **znamienny tym**, że światłowodowe czujniki (7a), (7b) połączone są z zewnętrznym urządzeniem pomiarowym w układzie DFOS monitorującym w sposób geometrycznie ciągły odkształcenia i temperaturę ścianek rękawa (1).

Rysunki

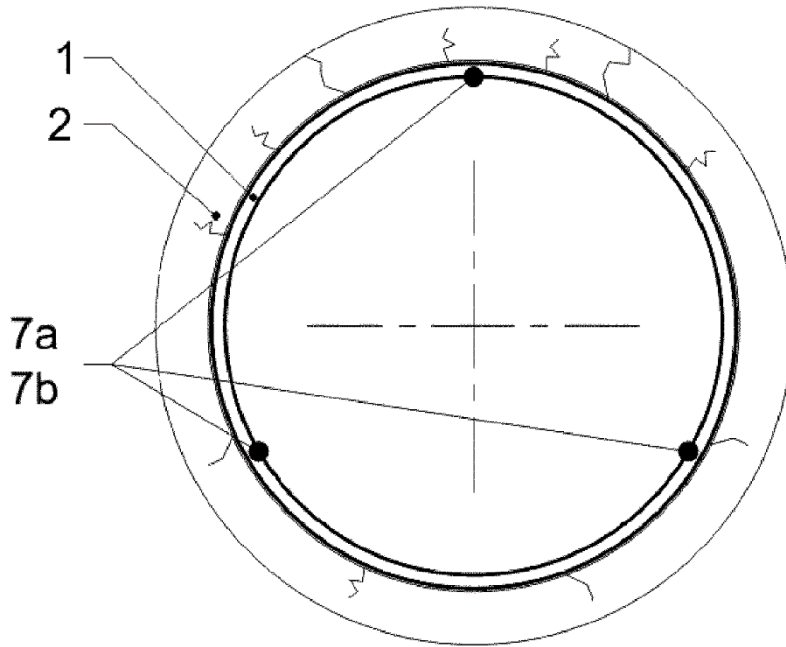


FIG. 1

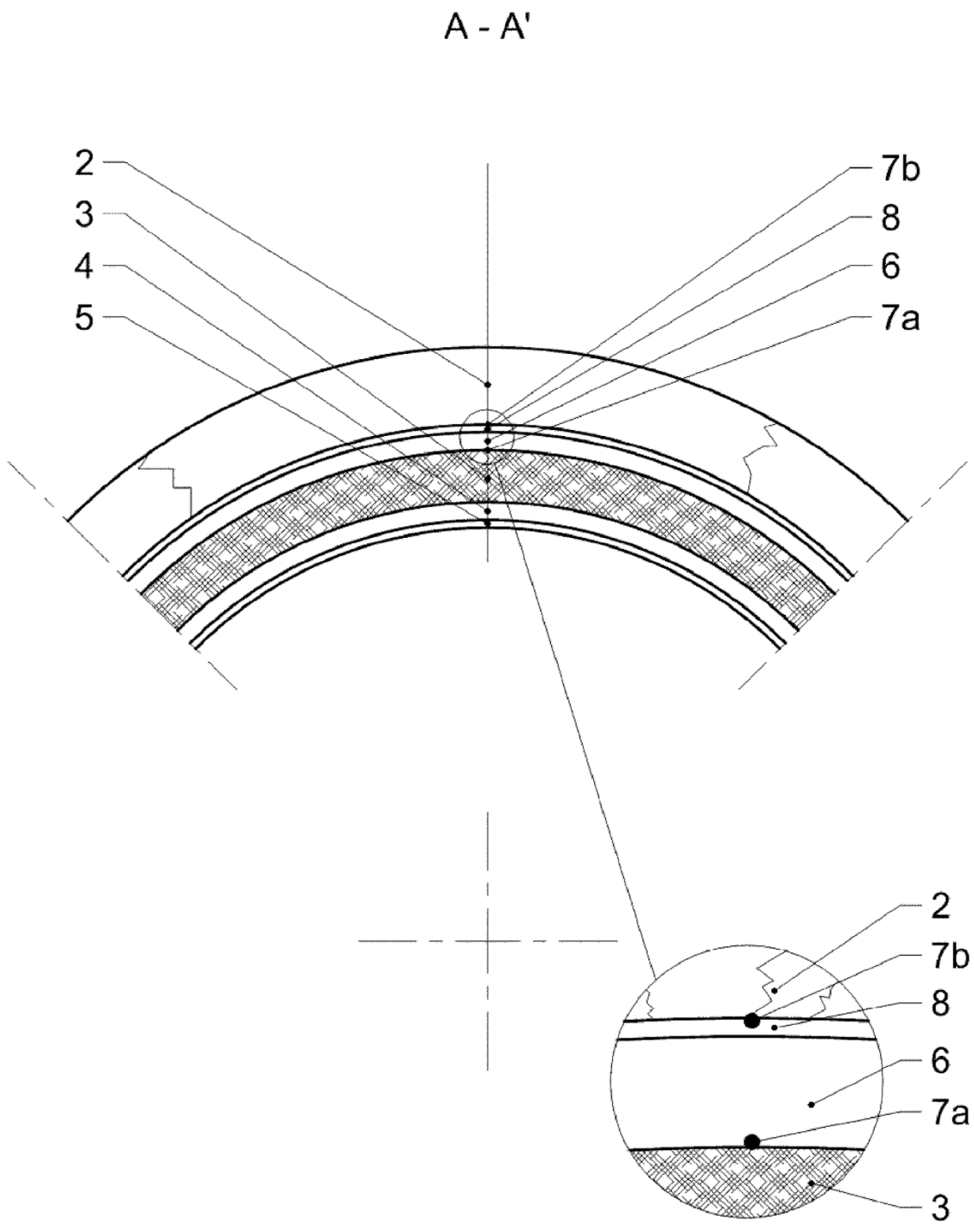


FIG. 2

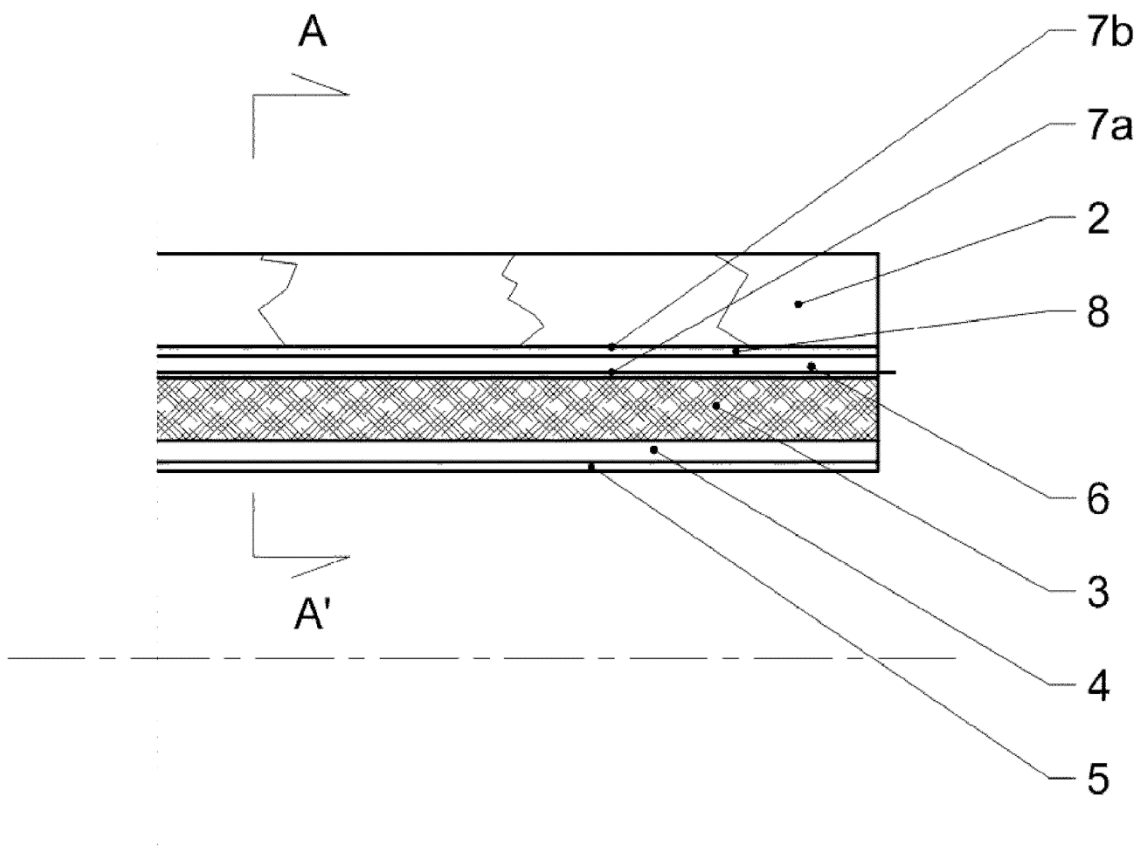


FIG. 3