



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 20.VI.1968 (P. 127 634)

Pierwszeństwo: 21.VI.1967 Francja

Opublikowano: 8.X.1973

Kl. 37f,7/06

MKP E04h 7/06

UKD

Współtwórcy wynalazku: Lucien Louis Richard, Auguste Prosper
Alphonse Gilles

Właściciel patentu: Gaz de France i Gaz-Transport, Paryż (Francja)

Zbiornik do przechowywania ciekłego gazu o niskiej temperaturze

I

Przedmiotem wynalazku jest zbiornik do przechowywania ciekłego gazu o niskiej temperaturze, zwłaszcza ciekłego gazu ziemnego.

Znany jest zbiornik do przechowywania ciekłego gazu składający się z dna, powłoki stanowiącej ściany boczne oraz dachu wykonanych z żelbetonu sprężonego, przy czym dno oraz powłoka tego zbiornika są wyłożone warstwą izolującą, na której znajduje się następna warstwa uszczelniająca. Powłoka opiera się na dnie oraz podtrzymuje dach, a ponadto jest wyposażona w połączenia ślizgowe i uszczelniające, które umożliwiają ruchy względne powłoki i dachu oraz powłoki i dna wynikłe z rozszerzalności cieplnej tych elementów.

Wady tego zbiornika polegają na tym, że w przypadku uszkodzenia warstwy uszczelniającej występuje uderzenie cieplne szkodliwe dla powłoki zbiornika. Powłoka zewnętrzna ze względu na swój kształt wymaga stosowania niewygodnego sposobu jej wykonania. Trudny do wykonania jest również montaż warstwy izolującej oraz uszczelniającej. Ponadto zbiornik ten nie posiada zabezpieczenia przed wstrząsami sejsmicznymi. Dla uniknięcia wypadków przy pracy, stosuje się w zbiornikach tego typu dwie warstwy uszczelniające. W przypadku załamania się jednej warstwy, druga zatrzymuje nagromadzoną ciecz, co umożliwia opróżnienie zbiornika, a następnie jego naprawienie.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wymienionych niedogodności, ułatwienie montażu konstrukcji

2

zbiornika oraz zwiększenie bezpieczeństwa w przypadku uszkodzenia zbiornika.

Istota wynalazku polega na tym, że powłoka ma kształt wieloboku utworzonego z płaskich płyt, które są szczelnie połączone złączami lub klinami betonowymi i naprężonymi prętami otaczającymi zbiornik w celu zapewnienia spójności całej jego konstrukcji, przy czym na stykach powłoki i dna oraz powłoki i dachu, są umieszczone połączenia antysejsmiczne i zapobiegające osiadaniu, składające się z płytek i prowadnic mających kształt umożliwiający swobodną dylatację zbiornika, lecz uniemożliwiających przemieszczanie wzajemne zespołów, połączonych mocno z powłoką i dnem oraz z powłoką i dachem, z którymi tworzą połączenia ślizgowe względem prowadnic umieszczonych promieniowo i połączonych sztywno z jedną z płytek w celu umożliwienia prowadzenia promienowego względem drugiej płytki.

W przypadku pęknięcia warstwy wewnętrznej uszczelniającej, ciekły, zimny gaz przechodząc przez warstwę izolacyjną dochodzi do betonu nie powodując pęknięć kabli sprężonych i w związku z tym beton przez który nie przecieka nagromadzona ciecz, tworzy dodatkową barierę uszczelniającą. Stopień odparowania będzie wówczas wysoki, lecz nie ma niebezpieczeństwa wypadków. Ponieważ powłoka zbiornika jest wieloboczna a szczelne połączenie różnych płyt jest dokonane za pomocą złączy lub klinów betonowych oraz sprężonych

kabli, które zabezpieczają spójność całej konstrukcji i dlatego ułatwiony jest jej montaż. Na przykład, w celu odlania powłoki można wykonać deskowanie ślizgowe i przeprowadzić kolejne i oddzielne odlewanie poszczególnych płyt. Ponieważ zbiornik ma w miejscu połączenia dna z powłoką i powłoki z dachem złącza antysejsmiczne i ślizgowe, umożliwiające swobodne rozszerzanie lub zważanie się promieniowe zbiornika, bez przemieszczenia go jako całości. Konstrukcja staje się w ten sposób całkowicie bezpieczna.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia zbiornik z wewnętrzną warstwą uszczelniającą w przekroju pionowym, fig. 2 — przekrój według linii łamanej II-II na fig. 1, fig. 3 — zewnętrzną ścianę zbiornika wyposażoną w izolację cieplną, w częściowym przekroju poziomym fragmentu oznaczonego cyfrą III na fig. 2, fig. 4 — skrzynkę izolacyjną w widoku perspektywicznym, fig. 5 — wewnętrzną barierę uszczelniającą zmontowaną na skrzynkach izolacyjnych, w częściowym przekroju poziomym fragmentu oznaczonego cyfrą V na fig. 3, fig. 6 — wewnętrzną barierę uszczelniającą zmontowaną na skrzynkach izolacyjnych, w częściowym przekroju poziomym fragmentu oznaczonego cyfrą VI na fig. 3, fig. 7 — fragment oznaczony cyfrą VII na fig. 1, w przekroju pionowym, fig. 8 — przekrój według linii VIII—VIII na fig. 7, fig. 9 — zamocowanie wewnętrznej warstwy uszczelniającej do dna zbiornika, w częściowym przekroju pionowym fragmentu oznaczonego cyfrą IX na fig. 7, fig. 10 — fragment oznaczony cyfrą X na fig. 7, w widoku perspektywicznym, fig. 11 — położenie przewodów doprowadzających ciekły gaz na dno zbiornika, w przekroju pionowym, fig. 12 — fragment oznaczony cyfrą XII na fig. 11, w przekroju pionowym, fig. 13 — fragment oznaczony cyfrą XIII na fig. 11, w widoku perspektywicznym, fig. 14 — fragment oznaczony cyfrą XIV na fig. 10, w widoku perspektywicznym, fig. 15 — górną część zbiornika z dachem w przekroju pionowym, fig. 16 — górną część zbiornika z dachem, w widoku z dołu, z częściowym wykrojem, fig. 17 — fragment oznaczony cyfrą XVII na fig. 15, w przekroju poprzecznym, fig. 18 — fragment oznaczony cyfrą XVIII na fig. 15 o przekroju poprzecznym, fig. 19 — fragment przedstawiony na fig. 18, w widoku z dołu, fig. 20 — fragment analogiczny jak na fig. 7, odnoszący się do odmiany wykonania, w przekroju pionowym, fig. 21 — fragment z fig. 20, w widoku z góry, z częściowymi wykrojami, fig. 22 — przekrój według linii XXII—XXII na fig. 21, fig. 23 — fragment oznaczony cyfrą XXIII na fig. 20, fig. 24 — konstrukcję antysejsmiczną w widoku z góry.

Zbiornik 30 według wynalazku przedstawiony na fig. 1—6 zawiera sztywną, zewnętrzną obudowę składającą się z pionowej powłoki 31, z poziomego dna 32 i dachu 33, przy czym powłoka i dno pokryte są kolejnymi warstwami izolującymi 34, 35, które z kolei pokryte są wewnętrznymi warstwami uszczelniającymi 78 i 79 (fig. 1 i 2).

Sztywna obudowa zewnętrzna zbiornika jest utworzona przez dno 32, powłokę 31 i dach 33

i najkorzystniej jest wykonana z betonu sprężonego. Powłoka 31 składa się z betonowej ściany, w której umieszczono stalowe kable sprężania. Kable wykonane są ze stali przechłodzonej o wysokiej granicy sprężystości, typu austenitycznego. Dobór stopnia sprężania stalowych kabli dokonuje się w ten sposób, aby zapewnić wytrzymałość mechaniczną konstrukcji oraz, aby w przypadku pęknięcia wewnętrznej warstwy uszczelniającej suma naprężeń mechanicznych powstała na skutek działania sił wewnętrznych oraz połączeń zbiornika, jak również na skutek ciśnień nagromadzonej cieczy i naprężeń cieplnych powstających na skutek ochłodzenia betonowej ściany, była niższa od wytrzymałości mechanicznej stali w najniższej temperaturze do której zbiornik mógłby być doprowadzony.

Powłoka 31 przedstawiona na rysunku najkorzystniej jest wielokątna i składa się z licznych pionowych płyt połączeniowych ułożonych w kształcie zbliżonym do koła, jak przedstawiono na fig. 2. Ponadto fig. 3 przedstawia sposób łączenia pionowych płyt 36, 37, 38 przedstawionych na fig. 2 i 3. Kable sprężenia nie zostały uwidocznione na rysunkach. Konstrukcja z płyt ułożonych jedna obok drugiej jest łatwa w montażu i zabezpiecza dobrą sztywność i szczelność całości zbiornika.

W przypadku pęknięcia pierwszej warstwy, wewnętrznej warstwy lub warstwy uszczelniającej, warstwa betonu sprężonego nie przepuści nagromadzonego, ciekłego gazu. Stanowi to dodatnią cechę zwłaszcza w przypadku gromadzenia gazów niezapalnych lub reaktywnych takich, jak tlen.

Dach 33 zbiornika, jak przedstawiono na fig. 1, 15 i 16 składa się z zewnętrznej kopuły z betonu, do której zawieszony jest za pomocą kabli 39 (fig. 15) sufit 40 składający się z belek 41 ze stali przechłodzonej, podtrzymujących płyty sklejkowe 42, na których rozłożono bale lub worki 43 napełnione materiałem izolacyjnym takim, jak grafit. Bale mogą być ułożone w dwóch lub kilku warstwach, między które nakłada się trwałą cienką warstwę nie przepuszczającą gazu (nie pokazano na rysunku).

Można zastosować większą liczbę warstw uszczelniających na ostatniej warstwie izolacyjnej. Dach wykonany w ten sposób tworzy bardzo dobrą barierę cieplną znacznie zmniejszającą ubytki nagromadzonego ciekłego gazu na skutek skraplania.

Izolacja wnętrza zbiornika pokrywa dno 32, powłokę 31 oraz dach 33 i jest wykonana z poszczególnych skrzynek izolacyjnych 44 (fig. 4). Skrzynki mogą być jednakowe i posiadać rozmiary rzędu $1\text{ m} \times 0,4 \times 0,4\text{ m}$. Jak przedstawiono na fig. 4 każda skrzynka ma kształt prostopadłościanu i jest wykonana ze sklejki, przy czym każdy tak utworzony zamknięty przedział napełniony jest materiałem cieplnie izolującym, na przykład izolacyjnym materiałem sproszkowanym, odpowiednio ubitym. Skrzynki mogą być napełnione grafitem o stopniu ubicia rzędu 20%. Każda z ośmiu zamkniętych komór 45 (fig. 4) ma wykonany otwór 46 i wszystkie komory są w ten sposób połączone ze sobą, co zapewnia cyrkulację gazów w warstwie izolacyjnej a to z kolei umożliwia odpowietrzanie przed

oddaniem zbiornika do użytku i zastąpienie powietrza gazem obojętnym.

Poszczególne płyty wytrzymałe ciśnieniu co najmniej od 5 do 6 barów, są następnie ułożone regularnie na dnie 32 obudowy tworząc warstwę izolacyjną 35 i na powłoce 31 tworząc warstwę izolacyjną 34.

Po prawej stronie fig. 2 przedstawiono typowe skrzynki 47 ułożone obok siebie, ustawione w poziomych rzędach. Skrzynki 47 są identyczne jak skrzynki 44 (fig. 4). Obszar utworzony ze skrzynek 48 identycznych jak skrzynki 44 otacza dolną warstwę skrzynek 47 i tworzy pierwszy stopień izolacyjnych skrzynek ułożonych na obudowie 31. Wykonanie obszaru składającego się ze skrzynek przedstawione zostało na fig. 7 i 8. Wolne przestrzenie między skrzynkami 47 i pasem skrzynek 48 wypełnione są albo specjalnymi skrzynkami o małych rozmiarach 49 i blokami izolacyjnymi 50, zwanymi Klégécell albo pianką poliuretanową, wtryskiwaną pod ciśnieniem.

Wewnętrzna ściana powłoki 31 pokryta jest skrzynkami ułożonymi rzędami. Są one zamocowane do powłoki 31 za pomocą ściągów 52 (fig 3 i 4) wykonanych z materiału o dużej wytrzymałości na niskie temperatury i posiadających najkorzystniej niski współczynnik przewodności, zamocowanych w betonie i podtrzymujących skrzynkę za pomocą płytki 53 i nakrętki 54, umieszczonej na ściagu 52, przy czym płytka 53 opiera się na podpórkach 55 położonych na dwóch górnych lub dolnych krawędziach, usytuowanych naprzeciwko dwóch skrzynek 44. Podpórki 55 mają wyżłobienia 56, w które wchodzi płytka 53 w taki sposób, aby płytka i nakrętka 54 nie wystawały ponad górną powierzchnię 57 skrzynki, pokrytej wewnętrzną warstwą uszczelniającą. Ściąg 52 służy do zamocowania dwóch skrzynek położonych obok siebie. Dwie podpórki 55 wystające z boków skrzynki, tworzą między skrzynkami ułożonymi jedna na drugiej wolne poziome przestrzenie w kształcie pierścieni 58 (fig. 1) łącząc na każdym poziomie całą warstwę izolacyjną 34.

Na każdym połączeniu pionowym płyt 36, 37, 38 tworzących powłokę, powstają między różnymi płytami izolacyjnymi 51 wolne przestrzenie, które są napełnione korzystnie wełną żużlową 59 (fig. 3), tworząc w ten sposób między pierścieniami 58 (fig. 1) i kominami 59 sieć, w której mogą swobodnie przepływać ciecze. W celu uniknięcia powstawania prądów konwekcyjnych wtryskuje się w niektórych miejscach korki z piany poliuretanowej, zwłaszcza w kominach 59.

Fig. 3 przedstawia ponadto połączenie różnych płyt 36, 37, 38 powłoki 31 za pomocą złączy betonowych 60. Powłoka może być odlewana w sposób ciągły przy użyciu przewodnicy.

Wewnętrzna bariera uszczelniająca składa się z cienkiej warstwy gładkiej blachy ze specjalnej stali, grubości 0,5 mm. Blachy są wytwarzane zwłaszcza ze stopu żelaza i niklu typu zwanego „Invar”. Stosuje się je w postaci długich taśm lub rolek, których końce są zagięte w kształcie litery „U” oraz zespawane z dwoma sąsiednimi taśmami. Wielokątna powłoka 31 pokryta warstwą izolacyjną

34 oraz dno 32 pokryte warstwą izolacyjną 35, pokrywane są równoległymi pasami utworzonymi z rozwiniętych taśm blachy o większej szczelności niż skrzynki izolacyjne. Pasy te są ułożone równoległe do skrzynek izolacyjnych i przyspawane do dwóch sąsiednich pasów w miejscu zgięcia w kształcie „U”, które umieszczone są na trwałej taśmie metalowej zamocowanej do dalszych skrzynek izolacyjnych za pomocą złącza.

Fig. 5 przedstawia sposób umocowania dwóch pasów 61, 62, których przylegające krawędzie 63, 64, odgięte pod kątem 90° do wewnątrz zbiornika, są przyspawane do metalowej przegródki 65 umieszczonej na całej wysokości powłoki 31. Przegródka jest z tego samego metalu co pasy. Zespawania zgiętych krawędzi 63, 64 pasów 61, 62 do przegródki 65 dokonuje się za pomocą automatycznej spawarki. Przegródka 65 ma kształt haka, który wchodzi do przyległych skrzynek izolacyjnych 51 oraz jest zamocowana do poszczególnych skrzynek przegródkami 66 (fig. 4 i 5), które z kolei są umocowane klamrami 67 do jednego boku skrzynek 51 (fig. 5) lub 44 (fig. 4). W ten sposób zespawane boki przyległych pasów rozmieszczone są w linii pionowej w przestrzeni utworzonej między dwoma sąsiednimi szeregami skrzynek uszczelniających (fig. 1).

Zamocowywanie pasów na dwóch połączonych płytach powłoki odbywa się w ten sam sposób (fig. 3). Fig. 6 przedstawia dwa zagięte boki 69, 70 dwóch pasów 62, 68 przyspawanych do przegródki 65, która z kolei jest przyczepiona do nieciągliwych przegródek przymocowanych klamrami 67 do przyległych skrzynek izolacyjnych 51. Taki sposób montażu ułatwia ciągle zespawanie poszczególnych pasów położonych jeden obok drugiego tworząc powłokę uszczelniającą. Ponadto wewnętrzna powłoka uszczelniająca opiera się swobodnie na przyległych płytach izolacyjnych, będąc jednocześnie zawieszona na tych płytach i posuwając się pionowo, dzięki ślizgowym łączom utworzonym przez zawieszone przegródki 65, 66, 65', 66'. Jest ona równocześnie odporna na działanie sił odśrodkowych na płyty. Nie należy umocowywać pasów czyli wewnętrznej powłoki uszczelniającej, położonej w górnej części zbiornika. Całość powłoki uszczelniającej, położonej na pionowej ścianie zbiornika może przez to być wykorzystana dla uniknięcia rozszerzalności lub zwężalności. Ponadto poszczególne pasy są trwale przymocowane do betonowej ściany za pomocą przegródek i skrzynek i to na całej długości krawędzi. Dzięki temu powłoka jest wytrzymała na nagłe zmiany ciśnienia a szczególnie na pojawienie się podciśnienia.

Ułożenie wewnętrznej powłoki uszczelniającej na dnie zbiornika dokonuje się w podobny sposób, za pomocą pasów i taśm metalowych płasko rozwiniętych wzdłuż skrzynek izolacyjnych (fig. 2). Fig. 9 przedstawia dwa przyległe pasy 71, 72 położone na dnie na dwóch izolacyjnych skrzynkach 47, których zgięte obrzeża 73, 74 są przyspawane do trwałej przegródki 75, której dolne zakończenie zgięte w formie haka zamocowane jest do nieciąglej przegródki 76 przymocowanej klamrami 77 do jednej krawędzi skrzynki 47. Przegródki 76, klamry 77 i skrzynka 47 przedstawione na fig. 9,

stanowią takie same przegródki 66, klamry 67 i skrzynki 44, jak przedstawiono na fig. 4.

Połączenie dna 32 z betonową powłoką 31, warstwy izolacyjnej 35 z warstwą izolacyjną 34, pionowej ściany 78 wewnętrznej powłoki uszczelniającej położonej na warstwie izolacyjnej 34 z poziomą ścianą 74 wewnętrznej powłoki uszczelniającej położonej na warstwie izolacyjnej 35 jest szczególnie trudne.

Fig. 7, 8, 10 i 14 przedstawiają sposób wykonania rozwiązania konstrukcyjnego zapewniający uzyskanie szczelności połączenia.

Do połączenia dna 32 z powłoką 31 służy ślizgowe utworzone z płyty 80 ze stali przechłodzonej, przyspawanej do kątowników 81 zamocowanych w linie 32, zaś płyta 80 stanowi powierzchnię ześlizgu dla płyty ze stali przechłodzonej 82 odpowiednio usytuowanej w powłoce 31 za pomocą blach 83 przyspawanych do płyty 82. Płyty ześlizgu 80 i 82 są połączone falistą kształtką dylatacyjną również ze stali przechłodzonej 84, która umożliwia powłoce 31 przemieszczenie promieniowe w stosunku do dna 32, zwłaszcza w zależności od rozszerzalności cieplnej powłoki.

Połączenie pionowej warstwy izolacyjnej 34 z poziomą warstwą izolacyjną 35 jest zabezpieczone rzędem skrzynek 48 takiej samej konstrukcji jak skrzynki 47, 51 i 44, przy czym skrzynki 48 są tak samo jak skrzynki 47, a odwrotnie jak skrzynki 51 ułożone poziomo na swych najdłuższych bokach (fig. 2). Przestrzeń zawarta między falistą kształtką dylatacyjną 84 i dolną częścią skrzynek 48 jest wypełniona bądź wełną żużlową 85, bądź też pianką z poliuretanu, wtryskiwaną pod ciśnieniem, zabezpieczając w ten sposób ciągłość izolacji cieplnej. Szczelina między skrzynkami 48 i 51 wypełniona jest również wełną żużlową 86 lub pianką z poliuretanu wtryskiwaną pod ciśnieniem. Na fig. 7 przedstawiono podpórkę podobną do podpórki 55 z fig. 4 służącą do zamocowywania skrzynek.

Ciągłość izolacji między rzędami płyt 48 i 47 jest zabezpieczona przez zatkanie szczelin za pomocą wkładki lub płytek 88 typu Klégécell za pomocą wtryskiwania pianki poliuretanowej. Płytki 88 są identyczne z płytkami 50 (fig. 2).

Całość obudowy obejmująca dno 32 i powłokę 31 jest zabezpieczona płytami metalowymi 80, 82, połączonymi za pomocą falistej kształtki 84, a ciągłość wewnętrznych uszczelnień obejmujących poziome dno 79 i pionową ścianę 78 jest zabezpieczona falistą kształtką sprężystą 89. Zarówno sposób połączenia pionowej ściany 78 wewnętrznej powłoki uszczelniającej z poziomą ścianą 79 tejże powłoki jak i zamocowanie pasa powłoki o mniejszym kącie przedstawiono na fig. 7, 8, 10 i 14 są szczegółowo opisane niżej.

Pionowa ściana 78 nie jest zamocowana do górnej części zbiornika i dzięki złączom ślizgowym (fig. 5 i 6) następuje rozszerzenie pionowej ścianki w kierunku pionowym. Dzięki ślizgowym złączom istnieje również możliwość rozszerzania się dna. Umożliwiają one mianowicie deformacje pasów tworzących dno wewnętrznej powłoki uszczelniającej. Rozszerzenia na styku pionowej ścianki ze

ścianą poziomą są absorbowane przez falistą kształtkę dylatacyjną 89.

Połączenie kształtki 89 z pasami 71, 72 (fig. 8 i 9) nie powoduje żadnych trudności, ponieważ wystarczy przyspawać podstawę 89 kształtki 89 do wymienionych pasów, na przykład przyspawać blachę o grubości 0,5 mm ze stali typu invar, w postaci pasów 71, 72 do blachy o grubości 0,15 mm ze stali typu invar tworzącej kształtkę 89. Spawania dokonuje się na całym obwodzie dna zbiornika (fig. 2). Sprężysta kształtka falista 79, która otacza dno zbiornika, zamocowana jest do zewnętrznej powłoki betonowej 31 za pomocą rur mocujących 91 oraz wsporników 92, usytuowanych w miejscu połączenia dwóch kolejnych płyt 93, 94 lub 95 (fig. 8) powłoki 31 z betonem. Krawędzie wielokąta podstawy są więc sprężone i trwale połączone z powłoką z betonu.

Rury 91 są bądź ze stali przechłodzonej, bądź z żywicy wzmocnionej włóknem szklanym i trwale zamocowane do powłoki betonowej, najkorzystniej są one wypełnione materiałem cieplnie izolującym w celu jak największego ograniczenia przechodzenia zimna na zewnątrz. Przestrzeń usytuowana między rurami 91, a izolującymi skrzynkami 51 jest wypełniona przystosowanym materiałem izolującym zwłaszcza wełną żużlową 96 lub pianką poliuretanową wtryskiwaną pod ciśnieniem.

Wsporniki 92 przedstawione na fig. 10 mają postać kątów trójsściennych. Wsporniki wykonane są ze stali typu invar o grubości 0,15 mm. Są one przyspawane do końcówek rur 91.

Dwa sąsiednie wsporniki 92, 92' (fig. 8) są połączone ze sobą za pomocą kątowników 97 w kształcie litery L, najkorzystniej wykonanych ze stali typu invar o grubości 0,15 mm odpowiednio przyspawanych do wsporników. Ponadto końce 98 dwóch sąsiednich kątowników 97 są zamocowane do wsporników 92 za pomocą płytek, również ze stali typu invar o grubości 0,15 mm (fig. 10).

Na pasie kątowników 97, zamocowanych na wspornikach 92, które z kolei są zamocowane do powłoki z betonu 31, zespawano zewnętrzne krawędzie 89 falistej kształtki dylatacyjnej 89.

Połączenia kątowników 97 z pionową ścianą 78 wewnętrznej powłoki uszczelniającej dokonuje się za pomocą przyspawania kolejnych pasów zwłaszcza 100, 101, 142, 143 (fig. 10) do pionowych krawędzi kątowników 97, używając blach pośrednich o większej grubości zwłaszcza takich, jak 102, 103 przedstawionych na fig. 14. Pasy 100, 101 z blachy ze stali typu invar o grubości 0,5 mm i blachy połączeniowej 102, 103 o grubości 0,15 mm i posiadające krawędzie zgięte jak pasy 100, 101 zespawane są na ciągłej przegródce połączeniowej 104 (analogicznie jak przegródka 105 na fig. 5). W celu zapewnienia połączenia na płaszczyźnie poziomej kątownika 97 krawędzie zgięte 102a, 103a części połączeniowych 102, 103 są ścięte ukośnie, jak to zostało przedstawione na fig. 14.

Fig. 11, 12, 13 przedstawiają izolację i fundamenty zbiornika, przez które przechodzą kanały do napełniania i do opróżniania zbiornika.

Dwa kanały 104 i 105 do napełniania i opróżniania zbiornika przechodzą przez dno 32 i warstwę

izolacyjną 35 składającą się ze skrzynek 47. Wolną przestrzeń między kanałami 104, 105 i ścianą przyległą do otworów wydrążonych w dnie 32 i w warstwie izolacyjnej, 35, najkorzystniej jest napęścić korkami 106 i 109 z piany poliuretanowej wtryskiwanej lub innym materiałem izolacyjnym tego typu. Rozmieszczenie kanałów 104 i 105 jest ponadto przedstawione na fig. 2.

Całość obszaru otaczającego kanały 104 i 105 zabezpieczona jest za pomocą koronek 110, 111 ze stali przechłodzonej, korzystnie o grubości 0,15 mm, przyspawanych do kanałów 104 i 105 i umieszczonych w betonie jak to przedstawiono na fig. 12 ilustrującej w skali powiększonej detal zaznaczony cyfrą XII na fig. 11. Fig. 12 przedstawia obwód koronki 110 przyspawanej do wąskiej koronki 112, która z kolei jest przyspawana do pręta 113 usytuowanego w betonie dna 32. Kołnierze montażowe 118 i 119 połączone z koronkami 110 i 111 zabezpieczają położenie kanałów 104, 105 w dnie 32. Kołnierze 118, 119 o dużych rozmiarach są utrzymywane na dole za pomocą kołków 114, 115, których jeden koniec znajduje się w dnie 32.

Całość wewnętrznej powłoki uszczelniającej w miejscu przechodzenia kanałów 104, 105 jest zabezpieczona za pomocą dwóch okrągłych podkładek 120, 121, korzystnie ze stali typu invar, połączonych z cienką wewnętrzną powłoką, wzmocnionych wkładką sklejkową.

Kanały 104, 105 są montowane równolegle na przewodzie 104 oraz zasilane i regulowane zaworem 122 (fig. 11). Fig. 13 przedstawia niżej opisane urządzenia zabezpieczające. Poszczególne otwory kanałów 104, 105 mają złącze 123 o grubości 3 mm, zwłaszcza z teflonu, przykręcone do grubej płytki ze stali przechłodzonej 124 o grubości 13 mm. Kłapa 125 składająca się ze złącza 123 oraz z ciężkiej płytki 124 jest zazwyczaj zawieszona na kablu 126, który jest uruchamiany z zewnątrz zbiornika. Ponadto kłapa 125 jest wprowadzana w ruch ślizgowy, pionowy między płytkami prowadzącymi 127, składającymi się z kątowników przyspawanych do okrągłych podkładek metalowych 128, które z kolei zamocowane są do kanału 105 i okrągłej podkładki 121. Ruch kłapy 125 jest ograniczony w kierunku górnym blaszek 127.

Fig. 13 przedstawia kłapę zamykającą końcówkę kanału 105. Taka sama kłapa jest przedstawiona na fig. 11 — zamyka kanał 104.

W przypadku uszkodzenia zaworu 122 można zamknąć kłapy bezpieczeństwa wraz z kanałami 104, 105 opuszczając jedynie kable 126, 130, które utrzymują otwarte kłapy 125 i 131.

Otwarcie kłap 131, 125 po naprawie uszkodzenia dokonuje się przez całkowite zamknięcie zaworu 122 i w celu zrównoważenia ciśnienia hydrostatycznego cieczy, oddziaływującego na zamknięte kłapy wtryskuje się za pomocą małego przewodu 133, uruchamianego kurkiem 134 trochę gazu zwłaszcza azotu pod ciśnieniem wystarczającym dla zrównoważenia działania ciśnienia hydrostatycznego, które utrzymuje kłapy 125, 131 w położeniu zamykającym otwory wyjściowe kanałów 104, 105. Podnosi się wówczas kable 126 i 130 wraz z kłapami uruchamianymi przez te kable. Następ-

nie należy zamknąć kurek 134 i otworzyć zawór 122.

Fig. 15 i 19 przedstawiają konstrukcję zawieszonego dachu. Nad nagromadzonym ciekłym gazem zawieszony jest sufit izolacyjny 40, który z kolei umocowany jest do sklepienia 33 za pomocą kabli 39. Sufit 40 składa się głównie ze skrzyżowanych belek 41 ze stali przechłodzonej podtrzymujących płyty sklejkowe 42, na których rozmieszczono w kilku warstwach bele lub worki 43 napelnione materiałem izolującym cieplnie zwłaszcza grafitem. Między dwoma warstwami worków i pod dolną warstwą umieszcza się ciągle elastyczne powłoki, nie przepuszczające gazu (nie uwidocznione). Korzystnie można zastosować sieć belek 41 i kabli 39 w ten sposób, aby powstał punkt zaczepienia na każdym 1 m² powierzchni sufitu. Kable 39 zamocowane są w sklepieniu 33 za pomocą łap 135 (fig. 17), przez które przechodzi kabel 39 ze stali nierdzewnej, o średnicy 2 mm, przy czym dociąganie sprzączki kabla dokonuje się za pomocą uchwytu pałkowego 136, zwłaszcza ze stopu aluminium. Zamocowywanie kabli 39 w ich dolnej części do belek 41 dokonuje się w ten sam sposób za pomocą sprzączki 137 i uchwytu pałkowego 138 z aluminium. Płyty sklejkowe 42 opierają się na sieci belek 41, zaś kable 39 łączą cztery płyty 42 (fig. 19). Nad płytami 42 przy każdym otworze, przez który przechodzi kabel 39 umieszcza się płytkę 139, w której znajduje się podłużna szczelina 140 (fig. 18 i 19). Na w ten sposób utworzonej podłodze umieszcza się cienką wkładkę trwałą, nie przepuszczającą gazu (nie uwidocznioną) zwłaszcza z materiału składającego się z włókna, wkładki aluminiowej — polietylenu. Drugą taką wkładkę umieszcza się między dwoma warstwami nałożonych na siebie bali 43. W ten sposób zabezpiecza się przed tworzeniem ruchów konwekcyjnych między skroplonym, zimnym gazem i atmosferą gazową, względnie ciepłą, która znajduje się pod kopułą.

Ponadto ciepłochronny komin ze sklejek (nie uwidoczniony) zamontowany na osi płyty zamknięcia 144 kopuły umożliwia wejście do zbiornika po drabinie.

W celu zbadania szczelności zbiornika wystarczy doprowadzić gaz między wewnętrzną powłoką lub wewnętrzną barierą szczelności a obszar wewnętrzny z betonu, to znaczy do warstwy izolacyjnej 34 i 35. Najkorzystniej gaz ten powinien być obojętny, korzystnie składający się z azotu, dwutlenku węgla i pozbawiony tlenu. Dzięki kominom i przestrzeniom między skrzyżkami izolacyjnymi i dzięki otworom przewidzianym dla poszczególnych skrzynek, istnieje łatwość wtryskiwania neutralnego gazu w każdy dowolny punkt znajdujący się między zewnętrzną ścianą obszaru z betonu i wewnętrzną powłoką uszczelniającą. W tym przypadku umieszcza się w części górnej zbiornika, jak to przedstawiono schematycznie na fig. 1 pierścieniowe złącze uszczelniające między wewnętrzną powłoką szczelności i powłoką 31 zbiornika. Przeprowadzone w ten sposób badanie szczelności umożliwia zarówno zbadanie szczelności wewnętrznej powłoki jak i obszaru zewnętrznego. Beton, z którego składa

się obszar zewnętrzny może być pokryty odpowiednią powłoką, aby nie przepuszczał gazu.

Pojemnik w ten sposób zbudowany, jak to przedstawiono wyżej, posiada dwie warstwy uszczelniające, wewnętrzną warstwę uszczelniającą i powłokę z betonu. Wykorzystywanie zbiornika jest więc szczególnie bezpieczne.

W sposobie wykonania zbiornika według wynalazku mogą nastąpić ulepszenia. I tak dla przykładu płyta fundamentowa oraz dolna część powłoki mogą być wykonane z betonu o słabej elastyczności, wzbogaconego żywicą zwłaszcza żywicą akrylową lub żywicą styrenowo-butadienową, przy czym „beton żywicowy” w ten sposób utworzony posiada słabą elastyczność i względnie wysoką wytrzymałość na rozciąganie. Wzrasta w ten sposób wytrzymałość na pęknięcie, w przypadku nagłego uderzenia cieczy przechłodzonej, pochodzącej z przecieku wewnętrznej powłoki zbiornika. Beton ten składa się na przykład z żywicy akrylowej typu „Ucepack” w stosunku 10% do wagi cementu lub żywicy styrenowo-butadienowej typu „Sikalatex”.

Inne ulepszenie zbiornika według wynalazku polega na zastosowaniu urządzeń antysejsmicznych lub przeciw zagęszczającym między powłoką i dnem i/lub między powłoką i kopułą, umożliwiających dowolne zwięźanie i rozszerzanie promieniste zbiornika, ale przeciwstawiające się wszelkim bocznym względnym przemieszczeniom stożka i/lub kopuły w stosunku do płyty fundamentowej.

Ulepszenia te zostały przedstawione na przykładach wykonania na fig. 20—24. Na rysunkach tych przedstawiono również inny sposób wykonania połączenia powłoki 31 z dnem 32 zbiornika. Zbiornik ten umieszczony na płycie fundamentowej 147, posiadającej nieco więcej pełnego muru po prawej stronie betonowej powłoki. Fig. 148, 149, 150 przedstawiają betonowe ściany, które wraz z dnem 32 i płytą fundamentową 147 tworzą podstawę zbiornika. Płyta fundamentowa 147 i/lub mur 149 są najkorzystniej wykonane z betonu żywicowego.

Ruchy promieniowe zwięźające i rozszerzające zbiornika są możliwe przy zastosowaniu ślizgowego złącza utworzonego z płyt 151, 152 ze stali przechłodzonej zawierającej na przykład 9% niklu (spełniają one rolę płyt 80 i 82 z fig. 7).

Każda poszczególna płytka dolna 151 jest zamocowana w swojej ścianie 149 (149a, 149b fig. 21 i 24), natomiast każda poszczególna płytka górna 152 jest połączona ze swoją płytą (145a, 145b itd. fig. 24) odpowiadającą wielokątnej powłoce 31 zbiornika.

Zamocowywanie płytek 151 dokonuje się zwłaszcza za pomocą kątowników ze stali przechłodzonej 153, zanurzonych w ścianie 149 i zespawanych do płytek 151. Zamocowywanie płytek 152 do płyt powłoki 31 dokonuje się zwłaszcza za pomocą kątowników 154 zespawanych do płytek 152 i zanurzonych w betonie poszczególnych płyt, tworzących powłokę wielokątną.

Promieniowe kierowanie ruchami ślizgowymi dokonuje się za pomocą przewodnic 155 ze stali przechłodzonej przyspawanych do płytek 151. Płytki 152 ześlizgują się wolno na płytce 151 między przewodnic 155 w kierunku promieniowym rr' (fig. 21).

Ciągłość połączenia między dnem 32 i powłoką 31 jest zabezpieczona za pomocą falistej kształtki 156 (fig. 20) analogicznej do kształtki 84 przedstawionej na fig. 7. Kształtka dyatacyjna 156 jest przyspawana z jednej strony do blachy ze stali przechłodzonej 157 odpowiednio zamocowanej w dnie 32, a z drugiej do blachy ze stali przechłodzonej 158 przyspawanej do płytki 152 i połączonej z powłoką 31 za pomocą blachy 159 przyspawanej do blachy 158 za pomocą kątownika 160 i zamocowanej w sposób szczelny na powłoce 31 za pomocą blachy 161, która z kolei przyspawana jest do blachy 162 w taki sposób, jak w konstrukcji opisanej wyżej na fig. 12. Płytki 151, 152 mogą składać się ze stalowych blach zawierających 9% niklu, o grubości 20 mm, zaś przewodnice 155 mogą być wykonane ze stalowych blach zawierających 9% niklu, o grubości 13 mm. Z tych samych materiałów powstaje falista kształtka. Natomiast blachy 158, 159, 160, 161 utworzone są z blach ze stali przechłodzonej od 0,5—0,15 mm.

Fig. 22 przedstawia dodatkowo blachy 163 zwłaszcza ze stali zawierającej 9% niklu, o grubości wynoszącej 0,15 mm zasilające blachę 158 w sąsiedztwie podpór powłoki 31 na blasze 142.

Układ podstaw poszczególnych płyt 145a, 145b itd. powłoki 31 między przewodnicami 155, umożliwia swobodne zwięźanie lub rozszerzanie promieniowe zbiornika we wszystkich kierunkach. Jak to przedstawiono na fig. 24 siły przemieszczania zmierzające do przesunięcia zbiornika w kierunku strzałki F nie mogą działać ponieważ są hamowane przez przewodnice zwłaszcza 155a i 155b rozmieszczone pod kątem 90° w stosunku do kierunku działania siły F. Ta forma konstrukcji antysejsmicznej nie niszczy ciągłości szczelnej obudowy składającej się głównie z dna 32 i powłoki 31.

Forma ta może być również wykorzystana dla wykonania połączenia antysejsmicznego między kopułą i powłoką. Zbiornik według wynalazku nie ogranicza się do opisanego i przedstawionego powyżej. W przypadku przeniknięcia fazy gazowej nagromadzonej cieczy do warstwy izolującej cieplnie i obalania jej, zabezpieczenie wewnętrznej ściany betonowej zbiornika zwłaszcza dna i powłoki może być wykonane za pomocą farby lub tworzywa nie przepuszczającego gazu.

Zastrzeżenia patentowe

1. Zbiornik do przechowywania ciekłego gazu o niskiej temperaturze, na przykład ciekłego gazu ziemnego, składający się z dna, powłoki i dachu ze sprężonego betonu, z warstwy izolacyjnej ułożonej co najmniej na powierzchniach wewnętrznych dna i powłoki oraz co najmniej jednej warstwy uszczelniającej ułożonej na warstwie izolacyjnej, **znamienny tym**, że powłoka (31) ma kształt wieloboku utworzonego z płaskich płyt (36, 37, 38), które są szczelnie połączone złączami lub klinami betonowymi (60) i naprężonymi prętami otaczającymi zbiornik w celu zapewnienia spójności całej jego konstrukcji, przy czym na stykach powłoki (31) i dna (32) oraz powłoki (31) i dachu (33) są umiesz-

czone połączenia antysejsmiczne i zapobiegające osiadaniu, składające się z płytek (151, 152) i przewodnic (155) mających kształt umożliwiający swobodną dylatację zbiornika, lecz uniemożliwiających przemieszczenie wzajemne zespołów, połączonych mocno z powłoką (31) i dnem (32) oraz z powłoką (31) i dachem (33), z którymi tworzą połączenia ślizgowe względem przewodnic (155) umieszczonych promieniowo i połączonych sztywno z jedną z płytek (151) w celu umożliwienia prowadzenia promieniowego względem drugiej płytki (152).

2. Zbiornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dach (33) składa się z zewnętrznej kopuły z betonu, do której za pomocą kabli (39) zawieszony jest sufit (40), składający się z belek (41) podtrzymujących płyty sklejkowe (42), na których są rozłożone bale lub worki (43) napełnione materiałem izolacyjnym w jednej lub kilku warstwach, między którymi są umieszczone warstwy uszczelniające.

3. Zbiornik według zastrz. 1—2, **znamienny tym**, że warstwy izolacyjne (35, 34) ułożone na ściankach wewnętrznych dna (32) i powłoki (31), składają się ze sklejkowych skrzynek (44, 47) o kilku komorach (45) połączonych otworami (46), wypełnionych materiałem cieplnie izolującym odpowiednio ubitym, przy czym skrzynki (44) zamocowane są do powłoki (31) ściągami (52) umieszczonymi w betonowej powłoce (31) zbiornika (30).

4. Zbiornik według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że między skrzynkami (44) usytuowane są pierścieniowe przestrzenie (58) dla cyrkulacji gazów, przy czym przestrzenie te są w niektórych miejscach częściowo zamknięte korzystnie pianką poliuretanową wtryskiwaną pod ciśnieniem.

5. Zbiornik według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że na krawędziach skrzynek (51) umocowane są metalowe przegródki (65), na których zawieszono trwałe metalowe pasy (61, 62) wzdłuż całej wysokości powłoki (31) i całej szerokości dna (32) równoległe do odpowiedniego kierunku ułożenia skrzynek (51), zaś na metalowych pasach (61, 62) trwale zamocowano wystające krawędzie (63, 64) dwóch metalowych pasów (61, 62) tworzących wewnętrzną barierę izolacyjną składającą się z wielu cienkich taśm (61, 62).

6. Zbiornik według zastrz. 1—5, **znamienny tym**, że warstwa izolacyjna (34) tworząca ścianę boczną jest zamocowana jedynie do dna (32) mogącego się rozszerzać lub zwężać przez ślizganie metalowych pasów (61, 62) na przegródkach (65).

7. Zbiornik według zastrz. 1—6, **znamienny tym**, że ma dwa kanały (104, 105) do jego napełniania i opróżniania, które przechodzą przez warstwę izolującą (35) i dno (32) zbiornika (30), zaś kłapy (125, 131) zaworu (122) położone są nad otworami wylotowymi kanałów (104, 105).

Fig. 1.

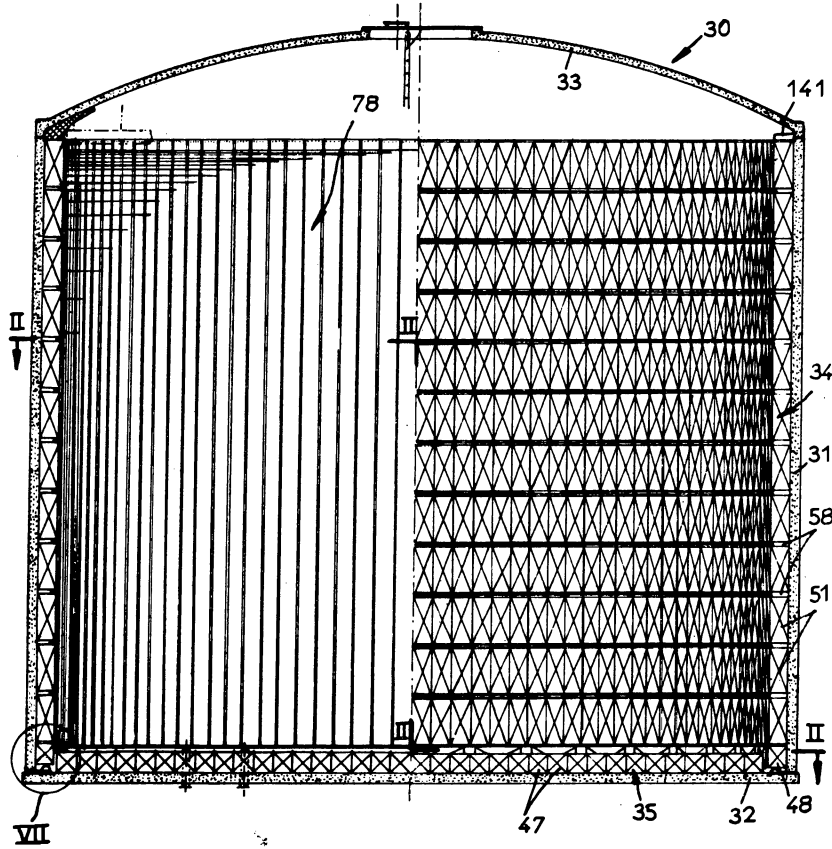
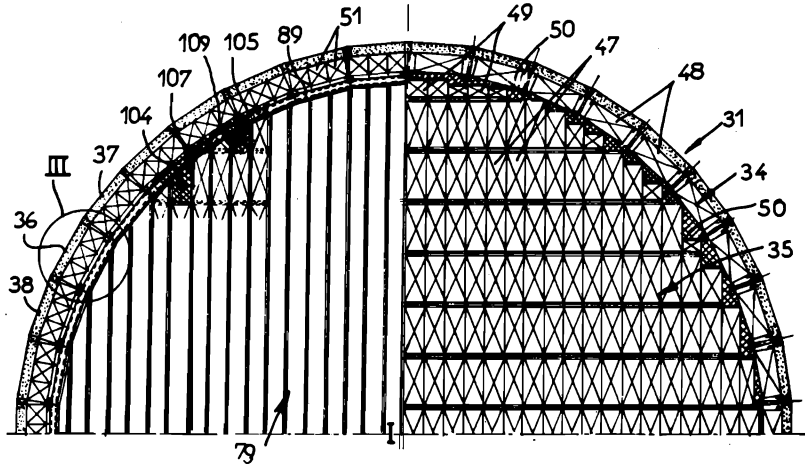


Fig. 2.



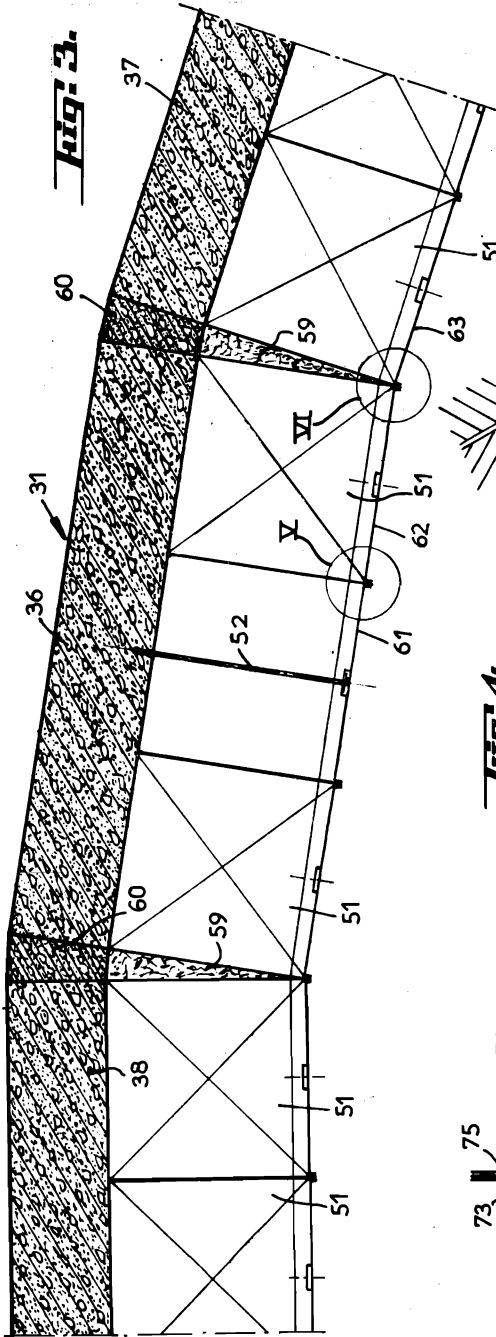


Fig. 3.

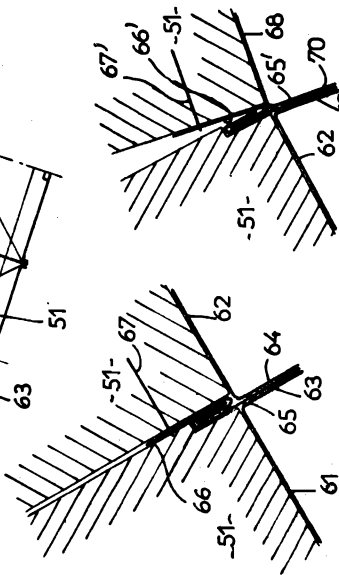


Fig. 5.

Fig. 4.

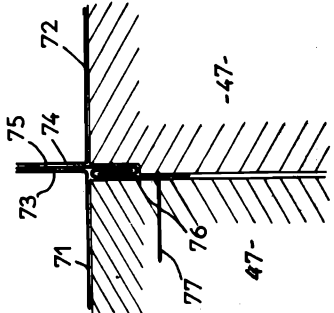
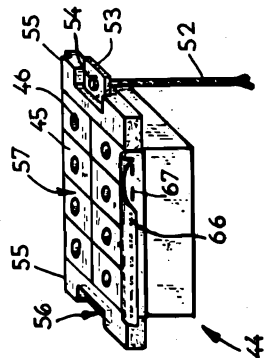


Fig. 6.

