

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

64536

Patent dodatkowy
do patentu

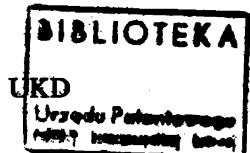
Kl. 17f, 12/10

Zgłoszono: 07.VII.1966 (P 115 490)

Pierwszeństwo: 07.VII.1965 Francja

MKP F 28 13/04
12/10

Opublikowano: 15.V.1972



Twórca wynalazku: Charles Alphonse Beurtheret

Właściciel patentu: Compagnie Française Thomson Houston — Hotchkiss Brandt,
Paryż (Francja)

Urządzenie do wymiany ciepła z wrzieniem powierzchniowym

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wymiany ciepła, w którym przekazywanie ciepła dokonuje się na powierzchni ścianki wymiany ciepła, wskutek wrzenia miejscowego cieczy, które powstaje w odpowiednich warunkach cieplnych i ciśnieniowych. W tych warunkach ciecz posiada zdolność do skraplania się, przy czym para wytwarza się wskutek stykania się cieczy ze ścianką wymiany ciepła. Powyższe zjawisko przyjęto określać jako „wrzenie powierzchniowe”.

Znane są wymienniki ciepła wyposażone w ścianki wymiany ciepła, na których stan sferoidalny kropli na gorącej płycie stanowiący główne źródło nieciągłości pracy, polepszono przez zastosowanie powierzchni zasadniczo anizotermicznych.

Pomimo tych ulepszeń stwierdzono, że wyżej wymienione wymienniki ciepła podatne są na zmiany warunków pracy w szczególności na zmiany ciśnienia w warstwie granicznej. Powyższe szkodliwe zjawisko wynika z tego, że wrzenie jest zasadniczo zjawiskiem nieciągłym oraz przede wszystkim z tego, że skroplenie przez wymieszanie jest nie w pełni skuteczne. Zmiany w skropleniu spowodowane są zmianami ciśnienia, prędkości, temperatury miejscowej, strumienia cieczy oraz wielkości i kształtu parowych zawirów powstających wewnątrz cieczy. Przy zmianie ciśnienia o kilka atmosfer wytwarza się w wyżej wymienionych wymiennikach ciepła podciśnienie i kawitacja, którym towarzyszy szum lub nawet gwałtowne wstrząsy, co zakłóca ciągłość wymiany ciepła.

Warunki pracy z warstwą graniczną posiadają nie-

2

wątpliwie wymienniki szczelne z wrzieniem powierzchniowym. W tym przypadku boiler parowy zawiera stałą masę płynu w postaci cieczy, z której część będzie odparowywana i ponownie skroplona w czasie pracy. W tym celu boiler zawiera wtórny wymiennik ciepła umieszczony wewnątrz tej cieczy. Jak wskazuje doświadczenie, wyżej wymienione szkodliwe zjawisko zachodzi i również w innym typie wymiennika z wrzieniem powierzchniowym, z bezpośrednim obiegiem, którego boiler zawiera króciec wejściowy i króciec wyjściowy za pośrednictwem których, boiler włączony jest w obieg cieczy pod ciśnieniem. Przekazywanie ciepła dokonuje się wskutek miejscowego parowania i skraplania pary uzyskanej przez wymieszanie jej z cieczą znajdującą się w obiegu.

W wymienniku tego typu, pojawienie się zjawiska zakłócającego należy połączyć z faktem, że bezwładność cieczy zawartej w przewodach wejściowych i wyjściowych przedstawia się gwałtownym zmianom przypadkowym w cieczy zawartej w danej chwili w boilerze. Zjawiska spowodowane przypadkowymi zmianami ciśnienia zachodzą w tym boilerze dokładnie tak samo jak w zamkniętym naczyniu.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie niedogodności występujących w znanych wymiennikach ciepła i zapewnienie ciągłego wrzenia powierzchniowego cieczy chłodzącej przy intensywnym działaniu strumienia ciepła.

Cel ten osiągnięto przez opracowanie urządzenia do wymiany ciepła zawierającego ściankę wymiany ciepła zaopatrzoną w układ żeberek i obudowę tworzącą ze

ścianką wymiany ciepła szczelny bojler wypełniony cieczą chłodzącą, której temperatura i ciśnienie są takie same jak ciśnienie i temperatura cieczy znajdującej się w warstwie przyległej do ścianki wymiany ciepła a para wytwarzana na powierzchni tej ścianki skrapla się wewnątrz cieczy zawartej w bojlerze.

Istota wynalazku polega na tym, że w obudowie bojlera umieszczono co najmniej jedną powłokę wypełnioną gazem o ciśnieniu równym średniemu ciśnieniu panującemu w otaczającej ją cieczy.

W wymienniku według wynalazku, zamknięta przestrzeń bojlera utrzymująca w bliskim sąsiedztwie ścianki wymiany żadaną ilość cieczy, posiada zmienną pojemność z uwagi na obecność sprężystej powłoki. Ma to na celu zmniejszenie amplitudy chwilowych zmian ciśnienia wynikających z przypadkowych zmian powstającej masy pary.

Wynalazek umożliwia znacznie zwiększenie np. podwojenie wydajności eliminując zjawisko kolefakcji a ponadto wynalazek przynosi korzyści, które do tej pory uważane były jedynie za możliwe teoretycznie, takie jak np. zastosowanie cieczy o dużej prędkości przepływu w bezpośrednim sąsiedztwie ścianki wymiany ciepła, przy czym temperatura płynu pozostaje o kilkadziesiąt stopni Celsjusza mniejsza od temperatury nasycenia przy wymuszonym ciśnieniu.

Inną zaletą urządzenia jest to, że może ono pracować w różnych położeniach w stosunku do kierunku działania sił grawitacyjnych.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do oziębiania przez wrzenie powierzchniowe w szczelnym bojlerze, w przekroju pionowym, fig. 2 — korek w przekroju pionowym, fig. 3 — odmianę korka, w przekroju pionowym, fig. 4 — wymiennik ciepła w przekroju pionowym, fig. 5 — wymiennik ciepła z bezpośrednim obiegiem cieczy w przekroju pionowym, fig. 6 — odmianę wymiennika ciepła z bezpośrednim obiegiem cieczy, w przekroju pionowym, fig. 7 — przykład zastosowania urządzenia do aparatu pracującego w położeniu pionowym, w przekroju pionowym, fig. 8 — ściankę wymiennika ciepła, w przekroju poprzecznym, fig. 9 — odmianę ścianki wymiennika ciepła, w przekroju poprzecznym.

Korpus 1 (fig. 1) zespołu do oziębiania ma postać cylindra zamkniętego na jednym z jego końców. Korpus 1, który może stanowić np. anodę lampy elektronowej, przechodzi przez płytę 2 i tworzy z nią obudowę 3, szczelny bojler. Część korpusu 1, znajdująca się wewnątrz bojlera i stanowiąca ściankę 4 wymiany ciepła zawiera na części cylindrycznej uzębrowanie 5, wykonane w ten sposób, że jego powierzchnia pracuje anizotermicznie. Wewnątrz bojlera jest umieszczony schładzacz, zaopatrzony w miedzianą węzownicę 6, która ma dwa króćce 7 i 8 umożliwiające przepływ przez nią wody. Bojler może być napełniony cieczą 9 poprzez korek 10 szczelnie go zamykający.

Bojler zawiera jedną lub kilka powłok 11 o zmiennej objętości wykonanych z elastycznego tworzywa, wstępnie wypełnionych gazem pod ciśnieniem mniejszym od żadanego ciśnienia roboczego. Powyższe powłoki mogą stanowić np. napełnione powietrzem baloniki z tworzywa sztucznego o kształcie kulistym lub toroidalnym. W czasie pracy, pod wpływem rozszerzalności płynu i częściowego jego wyparowania, powłoka 11 odkształcając

się zajmuje położenie 12 w zależności od chwilowych zmian ciśnienia w cieczy 9.

Zetknięcie cieczy 9 z elementami 4 i 6 jest niezależne od kierunku siły ciężenia, ponieważ bojler wypełniony jest cieczą będącą pod ciśnieniem. Z tego powodu, urządzenie może pracować przy dowolnym położeniu względem pionu, a nawet przy braku ciężenia, w przypadku zastosowania na pokładzie statku kosmicznego. Korzystnie byłoby wtedy zamocowanie powłoki 11 w miejscu oddalonym od ścianki 4 tak, w celu uniemożliwienia poddawania się prądom konwekcyjnym występującym w cieczy.

Według odmiany urządzenia (fig. 1), w niektórych przypadkach można ustawić powłokę 11 w części ruchomej bojlera, np. w wydrążonym korku 13 zastępującym korek 10 (fig. 2), w którym powłoka 11 przytrzymana jest siatką 14.

Według innej odmiany wykonania korek zawiera przedział, w którym znajduje się gaz, oddzielony przeponą od przestrzeni połączonej z komorą główną bojlera (fig. 3). Zgodnie z techniką stosowania w konstrukcjach hydraulicznych amortyzatorów samochodowych, korek składa się z dwóch półkul 15, 16 ściskających między sobą brzeg przepony 17. Półkula 15 zawiera gwintowany króciec 18 wkręcany w otwór bojlera a półkula 16 posiada dla korka 19 otwór przez który wprowadza się gaz w przestrzeń utworzoną przez półkulę 16 i przeponę 17.

Fig. 4 przedstawia wymiennik ciepła różniący się od poprzednich tym, że korpus 1 może stanowić np. anodę lampy elektronowej lub cylinder maszyny cieplej, przy czym korpus przecina obudowę 3 bojlera zamiast do niego tylko wnikać. Powłoka 20 o zmiennej objętości posiada kształt toroidalny i jest wykonana z giętkiego materiału i napełniona gazem, przy czym powłoka umieszczona jest współosiowo ze ścianką 4 i oddzielona jest od niej deflektorem 21. Ten ostatni służy do wzmożenia ruchu cieczy wskutek zjawiska termosyfonowego oddzielając prądy unoszenia. Powłoka 11 jest podtrzymywana zakrzywionymi brzegami 22 deflektora.

Drugi wymiennik, który w przykładzie opisanym stanowi węzownica dla obiegu cieczy jest wykonany w postaci konstrukcji powodującej skraplanie pary przez oziębienie cieczy pierwotnej. Wymiennik ten może mieć np. obudowę 3 zaopatrzoną w żeberka chłodzone wymuszonym przepływem cieczy.

W wymienniku ciepła z wrzeniem powierzchniowym (fig. 5) wykorzystuje się przepływ płynu oziębiającego służącego do oziębiania korpusu 1 o kształcie cylindrycznym, np. cylindra maszyny cieplnej lub anody lampy elektronowej o bardzo dużej mocy.

Korpus 1 przechodzi przez wnętrze obudowy 23 toroidalnej z którą tworzy bojler ścianką 4 a korpus posiada uzębrowanie 5. Ciecz dopływa do bojlera króćcem 24 rozdzielona ścianką 4, którą opływa kolektorem 25 a następnie jest kierowana deflektorem 26, który posiada płaskie obrzeże 27 zwrócone w kierunku króćca 24, do drugiego kolektora 28 z którego wypływa króćcem 29. Powłoka 20 napełniona gazem jest umieszczona w przedziale utworzonym przez obudowę 23 i deflektor 26 wraz z obrzeżem 27, na którym jest zamocowana.

Pierścieniowe przejście ukształtowane pomiędzy ścianką 4 i deflektorem 26 oddzielone jest od kolektora 28 siatką 30. Siatka przeznaczona jest do spowodowania miejscowego zaburzenia przepływu płynu. Zaobserwo-

wano, że zjawiska nagłego kurczenia i rozszerzania się płynu biorą swój początek najczęściej w miejscach, w których następują silnie zaburzenia przepływu. Siatka 30 polepsza lokalizację tego zjawiska w kolektorze, a zwłaszcza w przestrzeni łączącej bezpośrednio przedział zawierający powłokę 20 z pierścieniowym prześciem.

W innym przykładzie wykonania (fig. 6), wymiennik ciepła posiada przedział zawierający powłokę 20 łączący się z pierścieniowym kanałem dla obiegu cieczy, poprzez liczne otworki 31 wykonane w deflektorze. Podobnie jak siatka 28 w rozwiązaniu poprzednim otworki 31 powodują zaburzenia w przepływie cieczy, zatem powłoka 20 również znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie miejsc w których najczęściej powstają zaburzenia w przepływie cieczy. Mniej korzystne lub nawet niepożądane byłoby położenie powłoki 20 z kolektorem 25, zwłaszcza jeżeli ścianka 4 posiada znaczną długość.

Wymiennik ciepła przedstawiony na fig. 5 i 6 można zastosować dla wymiany ciepła z bezpośrednim obiegiem cieczy, na przykład dla oziębiania anod lamp elektronowych w których elektronowe bombardowanie wewnętrznej ścianki wymaga rozproszenia takiej ilości ciepła, że przekracza 1 kW/cm^2 i osiąga np. 2 kW/cm^2 na całej wewnętrznej ściance 1.

Odprowadzenie strumienia ciepła o takiej wielkości z powierzchni, która może osiągnąć kilka decymetrów kwadratowych, przekracza możliwości znanych sposobów technicznych. Zadanie to rozwiązuje wymiennik ciepła według wynalazku przedstawiony na fig. 5 i 6, przez który przepływa strumień w dostatecznej ilości cieczy silnie nienasyconej, przy czym ścianka wymiany ciepła wykonana jest jednym ze znanych sposobów.

Ścianka 4 wykonana według pierwszego sposobu przedstawiona na fig. 8 wyposażona jest w rowki o średniej szerokości d mniejszej od jednej trzeciej ich głębokości b_1 , przy czym żeberka posiadają w kierunku poprzecznym do wycięć średnią grubość a , zależną od głębokości b_1 rowków oraz od przewodności cieplnej c materiału tworzącego ściankę, zgodnie z następującym wzorem:

$$b_1 = m \sqrt{a \cdot c}$$

Ścianka 4 wykonana według drugiego sposobu przedstawionego na fig. 9 zaopatrzona jest w żeberka o podstawach praktycznie stykających się, o przekroju zmniejszającym się w kierunku od podstawy do wierzchołka, ponadto wymiary żeberk spełniają równania:

$$b_2 = k \cdot c \cdot \frac{\Theta}{\varnothing}$$

$$\frac{s_1}{s_a} = k \cdot \frac{\Theta}{p \cdot q}$$

gdzie: s_a — pole powierzchni podstawy żeberka

s_1 — pole powierzchni bocznej żeberka

c — współczynnik przewodności cieplnej materiału tworzącego żeberka,

q — krytyczna gęstość strumienia przekazywanego ciepła do płynu dla odparowywania, pod ciśnieniem roboczym,

Θ — odchyłka temperatury mierzona pomiędzy podstawą i wierzchołkiem żeberka

$\varnothing$ — maksymalna gęstość strumienia ciepła odniesiona do powierzchni wejściowej ciepła,

k — 1 do 2 — współczynnik bezpieczeństwa,

p — 0,8 do 1,6 — współczynnik skuteczności,

przy czym wartości b_2 , s_a , s_1 , c , $\varnothing$ i q wyrażone są w jednostkach obowiązującego układu.

Przykład I. W celu rozproszenia kilkuset kilowatów wyzwolonych przy natężeniu strumienia znacznie wyższego od kW/cm^2 , stosuje się wodę destylowaną z wydajnością 0,35 l/min na kilowat do rozproszenia, co powoduje ogrzewanie do temperatury 40°C . Przyjmuje się na wejściu 24 temperaturę 50°C , a na wyjściu 29 temperaturę 90°C , pod warunkiem, że zewnętrzny układ przepompowania nadaje w obudowie 3 ciśnienia co najmniej równe 4 atm, czyli ciśnienie odpowiadające temperaturze nasycenia równej około 140°C i powoduje odchyłkę niedosyceniową nie mniejszą niż 50°C .

Na fig. 7 przedstawiono przykład zastosowania urządzenia według wynalazku, przeznaczonego dla typowego aparatu pracującego stale w położeniu pionowym. W tym przypadku możliwe staje się zastąpienie powłoki 11 lub 20 napełnionych gazem przez pęcherz z pary nagromadzonej w niechłodzonej strefie i pozostającej poza ogólnym obiegiem cieczy. W tym celu obudowa 3 zawiera w górnej części przestrzeni 32 znajdujący się na poziomie wyższym niż poziom wylotu dolnego końca 33 króciec 29. Tytułem przykładu koniec 33 ma kształt klosza obejmującego dno 34 korpusu 1.

Doświadczenie wykazało, że taki układ może być samostabilny i że poziom cieczy ustali się na poziomie wyższym niż poziom otworu dolnego końca 33 króćca 29 pozostawiając w przestrzeni 32 wystarczającą ilość pary dla zapewnienia tłumienia szkodliwego zjawiska.

Wynalazek ma zastosowanie w różnych dziedzinach techniki, zwłaszcza dla oziębiania anod i kolektorów lamp elektronowych oraz dla elementów, które muszą wypromieniować duże ilości ciepła w maszynach cieplnych i w reaktorach chemicznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wymiany ciepła, zawierające ściankę wymiany ciepła zaopatrzoną w układ żeberk i obudowę tworzącą ze ścianką wymiany ciepła szczelny boiler wypełniony cieczą chłodzącą, której temperatura i ciśnienie są takie same jak ciśnienie i temperatura cieczy znajdującej się w warstwie przyległej do ścianki wymiany ciepła, a para wytworzona na powierzchni tej ścianki skrapla się wewnątrz cieczy zawartej w boilerze, **znamiennie tym**, że w obudowie (3) jest umieszczona co najmniej jedna powłoka (11) wypełniona gazem o ciśnieniu równym średniemu ciśnieniu panującemu w otaczającej ją cieczy w celu amortyzowania zmian ciśnienia panującego w płynie i wywołanych tymi zmianami wstrząsów.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że ścianka wymiany ciepła (4) zaopatrzona jest w uzbrojowanie (5) zapewniające stabilne wrzenie w przypadku działywania silnego strumienia ciepła.

3. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że powłoka (11) tworzy zamkniętą przestrzeń o zmiennej objętości wypełnioną gazem o wartości ciśnienia i temperatury równej wartości średniego ciśnienia i temperatury panującej w boilerze.

4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że powłoka (11) jest umieszczona w cieczy chłodzącej zawartej w bojlerze.

5. Odmiana urządzenia według zastrz. 3, **znamienna tym**, że powłoka (11) umieszczona jest w cieczy chłodzącej znajdującej się w korku (13) umieszczonym w obudowie (3) bojlera.

6. Odmiana urządzenia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że powłoka (11) stanowi zamknięcie bojlera i składa się z dwóch półkul (15), (16) ściskających brzegami przeponę (17) rozdzielającą górną półkulę (16) zawierającą gaz od dolnej półkuli (15) zawierającej ciecz chłodzącą.

7. Odmiana urządzenia według zastrz. 1 **znamienna tym**, że powłokę (20) stanowi przestrzeń (32) zawartą pomiędzy obudową (3) oraz poziomem cieczy chłodzącej, wyższym od poziomu dolnego końca (33) króćca (29), który jest zanurzony w cieczy chłodzącej obejmując dno (34) korpusu (1) w celu umożliwienia gromadzenia się pary nad powierzchnią cieczy.

8. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w szczelnej obudowie (3) poniżej powłoki (11) jest umieszczony schładzacz cieczy chłodzącej (6).

9. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że obudowa (23) zawiera króciec wlotowy (24) i króciec wylotowy (29) umieszczone w dolnej i górnej części obudowy.

10. Urządzenie według zastrz. 4 i 9, **znamiennie tym**, że powłoka (20) jest umieszczona w przedziale utworzonym przez obudowę (23) i deflektor (26), otwartym od góry w kierunku króćca wylotowego (29), przy czym ścianka (1) oraz deflektor (26) tworzą kanał dla obiegu cieczy chłodzącej.

11. Odmiana urządzenia według zastrz. 4 i 9, **znamienna tym**, że powłoka (20) jest umieszczona w przedziale utworzonym przez obudowę (23) i deflektor (26), który wraz ze ścianką (4) tworzy kanał dla obiegu cieczy chłodzącej, przy czym pionowa ścianka deflektora (26) posiada otwory (31).

12. Urządzenie według zastrz. 2 **znamiennie tym**, że uźebrowanie (5) ścianki (4) ma rowki, których średnia szerokość (d) jest mniejsza od jednej trzeciej głębokości (b_1), przy czym rowki rozdzielają żeberka, których średnia grubość (a) zależna jest od głębokości (b_1) rowków i przewodności cieplnej (c) materiału tworzącego ściankę, co wyraża się wzorem:

$$b_1 = m \sqrt{a \cdot c}$$

gdzie: b_1 — głębokość rowka w centymetrach, a — średnia grubość żeberka w centymetrach, c — współczynnik przewodności cieplnej w $\frac{\text{kcal}}{\text{cm h. } ^\circ\text{C}}$, $m = 0,7-1,8$ współczynnik.

13. Urządzenie według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że ścianka (4) jest zaopatrzona w żeberka posiadające podstawy praktycznie stykające się i przekrój zmniejszający się wzdłuż wysokości (b_2) żeberka w kierunku od jego podstawy do wierzchołka, przy czym wymiary żeberka spełniają równania:

$$b_2 = k \cdot c \frac{\Theta}{\emptyset}$$

$$\frac{s_1}{s_a} = k \frac{\Theta}{p \cdot q}$$

gdzie s_a — pole powierzchni podstawy żeberka, s_1 — pole powierzchni bocznej żeberka, c — przewodność cieplna materiału z którego są wykonane żeberka, q — gęstość krytyczna strumienia przekazywanego ciepła do płynu dla odparowywania pod ciśnieniem roboczym, Θ — odchyłka temperatury mierzona pomiędzy podstawą i wierzchołkami żeberka, $\emptyset$ — maksymalna gęstość strumienia ciepła odniesiona do powierzchni wejściowej ciepła, $k = 1$ do 2 — współczynnik bezpieczeństwa, $p = 0,8$ do 1,6 — liczbowy współczynnik skuteczności, przy czym wartości b_2 , s_a , s_1 , c, Θ , $\emptyset$ i q mają wspólne miano.

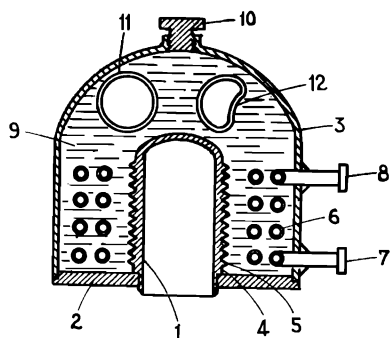


FIG. 1

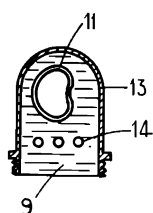


FIG. 2

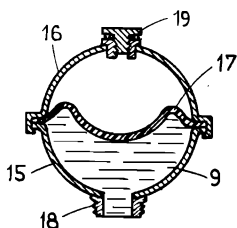


FIG. 3

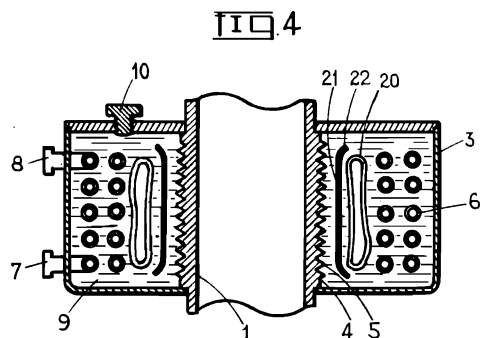


FIG. 4

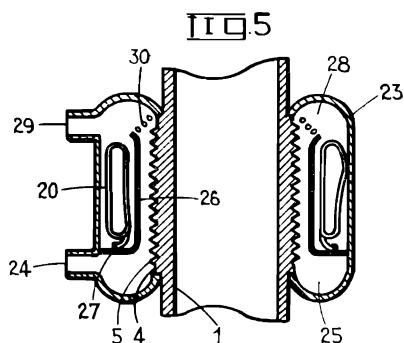


FIG. 5

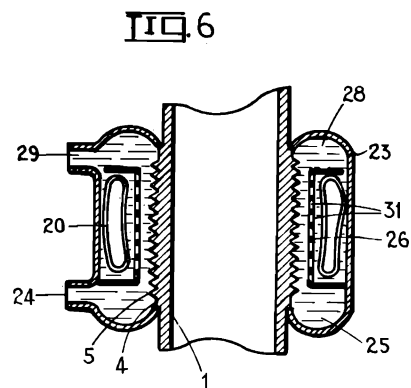


FIG. 6

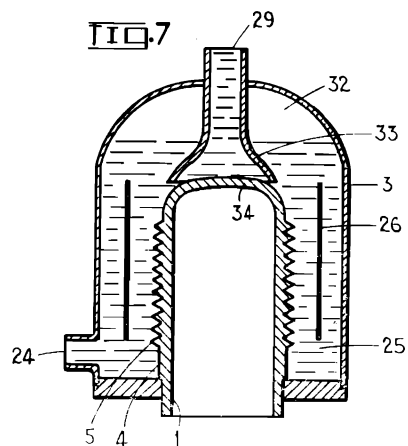


FIG. 7

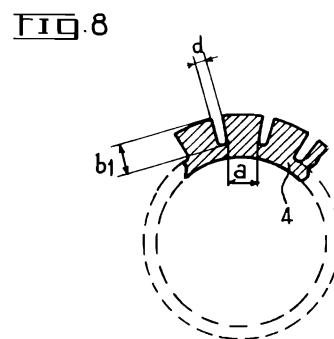


FIG. 8

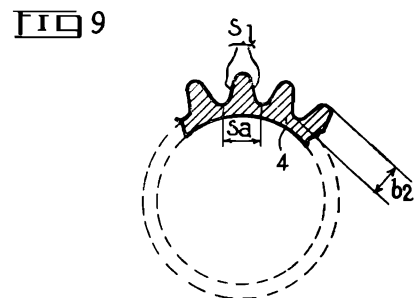


FIG. 9