

296

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

83744

Patent dodatkowy

do patentu nr _____

Zgłoszono: 13.04.1972 (P. 154700)

Pierwszeństwo: 13.04.1971 Wielka Brytania

Zgłoszenie ogłoszono: 20.04.1973

Opis patentowy opublikowano: 30.06.1976

MKP F04d 29/66

Int. Cl.²
F04D 29/66

Twórca wynalazku: Forrest Thomson Randell

Uprawniony z patentu: Weir Pumps Limited, Glasgow (Wielka Brytania)

Sposób zmniejszania kawitacji w maszynach wirowych oraz maszyna do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób zmniejszania kawitacji występującej, przy niskich obciążeniach, w maszynach wirowych, zwłaszcza w pompach rotodynamicznych oraz maszyna do stosowania tego sposobu.

Gdy pompa rotodynamiczna pracuje przy niskim obciążeniu, obniżenie sprawności na skutek strat energetycznych jest spowodowane stratami cieplnymi, które są pochłaniane przez płyn roboczy pompy. Cechą pompy rotodynamicznej jest to, że przy niskich obciążeniach następuje szybki wzrost temperatury przy niewielkich zmianach przepływu. Jeśli występujący wzrost temperatury płynu roboczego osiągnie wartość powyżej temperatury nasycenia dla danego ciśnienia płynu, wtedy może nastąpić niepożądane zjawisko kawitacji, spowodowane gwałtownym parowaniem cieczy roboczej w miejscach dławionego przepływu, to jest w gardzieli pompy.

W dotychczas stosowanych rozwiązaniach pomp rotodynamicznych, w celu zapobiegnięcia występowaniu w pompie kawitacji spowodowanej wzrostem temperatury ponad dopuszczalną granicę, stosuje się przewód zwrotny do zawracania części cieczy wypływającej z pompy, umieszczony w przewodzie wylotowym przed zaworem zwrotnym prowadzącym do odpowietrzacza lub zbiornika podgrzewacza. Przewód zwrotny zawiera kryzę redukującą ciśnienie. Zawór zwrotny jest wyposażony w układ sterowania ręcznego lub au-

2

tomatycznego zapewniający recyrkulację tłoczonego płynu w okresach, gdy pompa pracuje przy niskim obciążeniu lub gdy jest wyłączona. Recyrkulacja przebiega wraz z ciągłym wypływem cieczy do odpowietrzacza. Ilość zawracanej cieczy waha się w granicach od 5% do 20% normalnej wydajności pompy.

Celem wynalazku jest opracowanie lepszego sposobu usuwania lub zmniejszania niepożądanego kawitacji występującej w pompach pracujących przy niskim obciążeniu.

Cel ten osiągnięto, według wynalazku, przez opracowanie sposobu zmniejszania kawitacji w maszynach wirowych polegającego na tym, że odprowadza się tylko płyn roboczy pochodzący z przecieków przez obudowę po czym chłodzi się ten odprowadzany płyn i po ochłodzeniu zawraca się go do otworu wlotowego maszyny.

Ponadto, przedmiotem wynalazku jest maszyna wirowa do stosowania tego sposobu, której obudowa ma otwór wlotowy i wylotowy dla płynu roboczego i która, według wynalazku, jest wyposażona w przewód zwrotny do zawracania przecieków wydostających się z obudowy do otworu wlotowego maszyny, przy czym w przewód zwrotny włączony jest wymiennik ciepła służący do chłodzenia zawracanego płynu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie układ zawierają-

cy pompę rotodynamiczną, fig. 2 — inny przykład układu zawierającego pompę rotodynamiczną, fig. 3 — wykres charakterystyki roboczej pracującej pompy.

Pompa rotodynamiczna 1 (fig. 1) ma oś obrotu wirnika usytuowaną pionowo, posiadającą otwór ssący 2, zasilany płynem, na przykład wodą, pochodzącą z odpowietrzacza 3 umieszczonego ponad pompą. Pompa ta posiada również przewód 4 łączący odpowietrzacz 3 z otworem wlotowym 2, w którym to przewodzie umieszczony jest zawór odcinający 5. Wał wirnika pompy jest napędzany turbiną parową 6 ale możliwe są również inne źródła napędu, jak na przykład silnik elektryczny. Płyn wypływający z pompy 1 jest doprowadzany poprzez przewód wypływowy 7 oraz zawór zwrotny 8 do zbiornika, nie pokazanego na rysunku, na przykład zbiornika zasobnikowego podgrzewacza. Odpowietrzacz 3 jest zasilany z odpowiedniego źródła, nie pokazanego na rysunku, poprzez przewód zasilający 9. Źródłem tym może być na przykład skraplacz turbiny parowej.

W pompie 1 występują przecieki, na przykład przy uszczelkach dławikowych lub łożyskowych i cechą tej pompy jest fakt, że przecieki te są gromadzone i zawracane poprzez przewód zwrotny 10 do otworu ssącego 2 pompy 1 w celu zmieszania ich z doprowadzaną do pompy wodą. Ponadto w przewodzie zwrotnym jest włączony wymiennik ciepła 11 służący do chłodzenia zawracanej wody pochodzącej z przecieków. Ochłodzony płyn, na przykład zimna woda, jest doprowadzana do wymiennika ciepła 11 i z niego odprowadzana za pomocą przewodu doprowadzającego 12 i przewodu odprowadzającego 13. Przecieki są przeprowadzane przez wymiennik ciepła 11.

Omawiane rozwiązanie konstrukcyjne pompy ma na celu zapewnienie, aby temperatura wody przepływającej przez pompę 1 nie zbliżała się zbyt do temperatury całkowitego nasycenia wody przy danym ciśnieniu. Ma to miejsce zwłaszcza wtedy, gdy pompa pracuje przy małych obciążeniach. Tak więc zastosowano przepływomierz 15 do pomiaru wydajności pompy 1, który jest połączony przewodem 16 z zaworem regulacyjnym znajdującym się we wtórnym układzie chłodzenia 12, 13. Zawór regulacyjny 17 jest usytuowany w przewodzie wypływowym 13 tego układu, które to usytuowanie jest korzystne ze względu na to, że zapewnia odpowiednie wypełnienie wymiennika ciepła wodą chłodzącą podczas pracy pompy. Ewentualnie może być również w przewodzie 12 zainstalowany zawór odcinający. Układ sterowania jest tak zbudowany, że sygnał uruchamiający pochodzi z głównej pętli, a więc gdy wydajność pompy jest niezadowalająca, zwłaszcza w przypadku niewielkich obciążeń, przepływomierz 15 wysyła sygnał do zaworu regulacyjnego 17 wskutek czego płyn chłodzący jest doprowadzany do wymiennika ciepła dla wystarczającego ochłodzenia zawracanej cieczy. Dodawanie ochłodzonych przecieków do wody doprowadzanej do pompy zmniejsza temperaturę wody przepływającej przez pompę w takim stopniu, że temperatura osiągana przez wodę znajdu-

jącą się w pompie może być kontrolowana, co zapobiega występowaniu kawitacji spowodowanej wzrostem temperatury wody powyżej temperatury całkowitego nasycenia.

W przykładzie zilustrowanym wykresem na fig. 3 doprowadzana do pompy woda ma ciśnienie $0,07 \text{ kg/cm}^2$ i temperaturę 160°C podczas, gdy temperatura całkowitego nasycenia przy tym ciśnieniu wynosi 167°C . Układ jest skonstruowany tak, że wzrost temperatury wody wewnątrz pompy nie zbliża się więcej niż o 3°C do temperatury nasycenia przez co unika się gwałtownego parowania. Zawracane przecieki wody są więc chłodzone w takim stopniu, aby temperatura wody wewnątrz pompy nie przekraczała wymaganej wartości, to jest 3°C poniżej temperatury nasycenia.

W przykładzie przedstawionym na fig. 2 pokazana jest podobna pompa jak na fig. 1, przy czym oznaczenia podobnych części na obu figurach są takie same. Jednakże w układzie z fig. 2 wielkością sterującą jest temperatura przecieków wody, która to temperatura jest zależna od temperatury panującej wewnątrz pompy. W przewodzie zawracającym przed wejściem do wymiennika ciepła umieszczony jest czujnik temperaturowy 18 służący do określania temperatury przecieków wody wydostających się z pompy 1. Czujnik 18 jest połączony przewodem 19 przenoszącym sygnał z zaworem regulacyjnym 17, znajdującym się w przewodzie 12 doprowadzającym ciecz chłodzącą. Gdy temperatura przecieków wzrasta powyżej ustalonego poziomu zawór regulacyjny 17 zostaje uruchomiony tak, że ciecz chłodząca jest doprowadzana do wymiennika ciepła w ilości wystarczającej dla uzyskania wymaganego stopnia ochłodzenia. W tym przypadku również maksymalna temperatura uzyskiwana przez wodę znajdującą się w pompie jest regulowana w celu zapobiegnięcia zjawisku kawitacji spowodowanemu przez wzrost temperatury wody powyżej temperatury całkowitego nasycenia.

Dokładność pomiarowa czujnika 18 mieści się w granicach około $1,5^\circ\text{C}$, a w celu zabezpieczenia przed błędnymi wskazaniami czujnik jest zabezpieczony szczelną pokrywą ochronną. W przypadku uszkodzenia czujnika temperaturowego 18 lub przerwy w zasilaniu zaworu regulacyjnego dopływ wody chłodzącej jest zawsze utrzymany co zapobiega nadmiernemu wzrostowi temperatury. Tak więc zawór regulacyjny spełnia rolę zaworu bezpieczeństwa.

Powyżej opisane pompy, skonstruowane według wynalazku, są zabezpieczone przy wszystkich warunkach pracy i posiadają następujące zalety w stosunku do dotychczasowych rozwiązań.

Pompy te mają wyższą sprawność przy małych obciążeniach, pracują cicho i nie wymagają kryzy zmniejszającej ciśnienie. Pozwalają one na stosowanie przewodów o niewielkim przekroju ze względu na zmniejszone ilości zawracanego płynu roboczego. Ponadto koszt zaworu obejściowego i przewodu zwrotnego prowadzącego do odpowietrzacza jest całkowicie wyeliminowany, co daje duże korzyści ekonomiczne. W dodatku układ

według wynalazku jest układem samozabezpieczającym. Ponadto, przy wyżej opisanych rozwiązaniach według wynalazku, odprowadza się tylko to ciepło, które przy niskiej wydajności zasilania pompy powoduje niebezpieczne przegrzanie w miejscu powstawania tego ciepła.

Rozwiązanie według wynalazku poprawia sprawność pompy. Różni się ono od znanych rozwiązań, w których dopływ z odpowietrzacza do otworu ssącego pompy jest chłodzony przez zastosowanie chłodnicy w przewodzie doprowadzającym. W rozwiązaniu według wynalazku temperatura cieczy doprowadzonej do pompy może być zachowana na tak wysokim poziomie jaki dopuszcza układ odzysku ciepła, co powoduje poprawę całkowitego bilansu cieplnego pompy. Ponadto rozwiązanie według wynalazku ma tę zaletę, że odzyskuje się straty ciepła normalnie występujące w układzie przez różnicę przepływów oraz straty na wypromieniowanie powstające w układzie przewodów zwrotnych.

Podczas, gdy w pierwszym przykładzie wykonania wynalazku mierzona jest wydajność pompy to możliwe jest odmienne rozwiązanie zaworu regulacyjnego i uruchamianie go przez sygnały pochodzące od innych parametrów cieczy wypływającej z pompy.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zmniejszania kawitacji w maszynach wirowych zawierających obudowę mającą otwór wlotowy i wypływowy dla płynu roboczego, **znamienny tym**, że odprowadza się tylko płyn roboczy pochodzący z przecieków przez obudowę, po czym chłodzi się ten odprowadzany płyn i po ochłodzeniu zawraca się go do otworu wlotowego maszyny.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako sygnał sterujący stosuje się parametry płynu roboczego wypływającego z maszyny a w przypadku, gdy parametry tego płynu nie są zadowalające poddaje się go chłodzeniu.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że jako parametr sterujący stosuje się natężenie przepływu płynu wypływającego z maszyny.

4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że określa się temperaturę płynu roboczego znajdującego się wewnątrz maszyny i jeśli ta temperatura nie jest zadowalająca, płyn odprowadzany i zawracany do wlotu maszyny poddaje się chłodzeniu.

5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że mierzy się temperaturę płynu odprowadzanego i zawracanego do wlotu maszyny i płyn ten poddaje się chłodzeniu w zależności od jego temperatury, która jest zależna od temperatury płynu roboczego znajdującego się w obudowie maszyny.

6. Maszyna wirowa do stosowania sposobów według zastrz. 1—5, zawierająca obudowę mającą otwór wlotowy i odpływowy dla płynu roboczego, **znamienna tym**, że ma przewód zwrotny (10) do zawracania przecieków wydostających się z obudowy (1), do otworu wlotowego (2), przy czym w przewód zwrotny (10) włączony jest wymiennik ciepła (11) służący do chłodzenia zawracanego płynu.

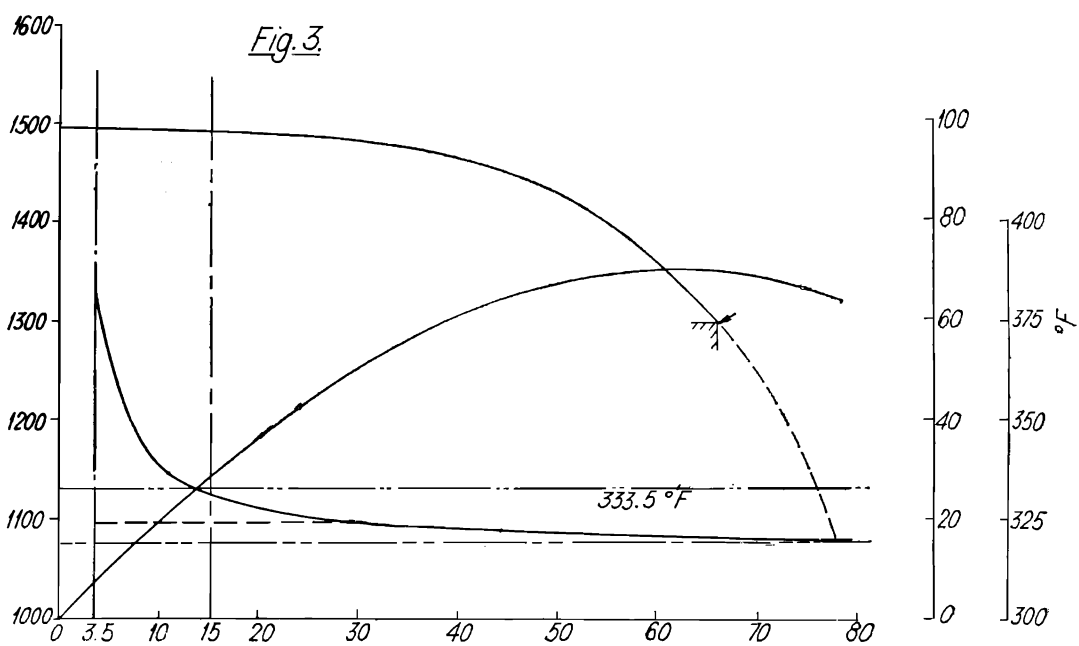
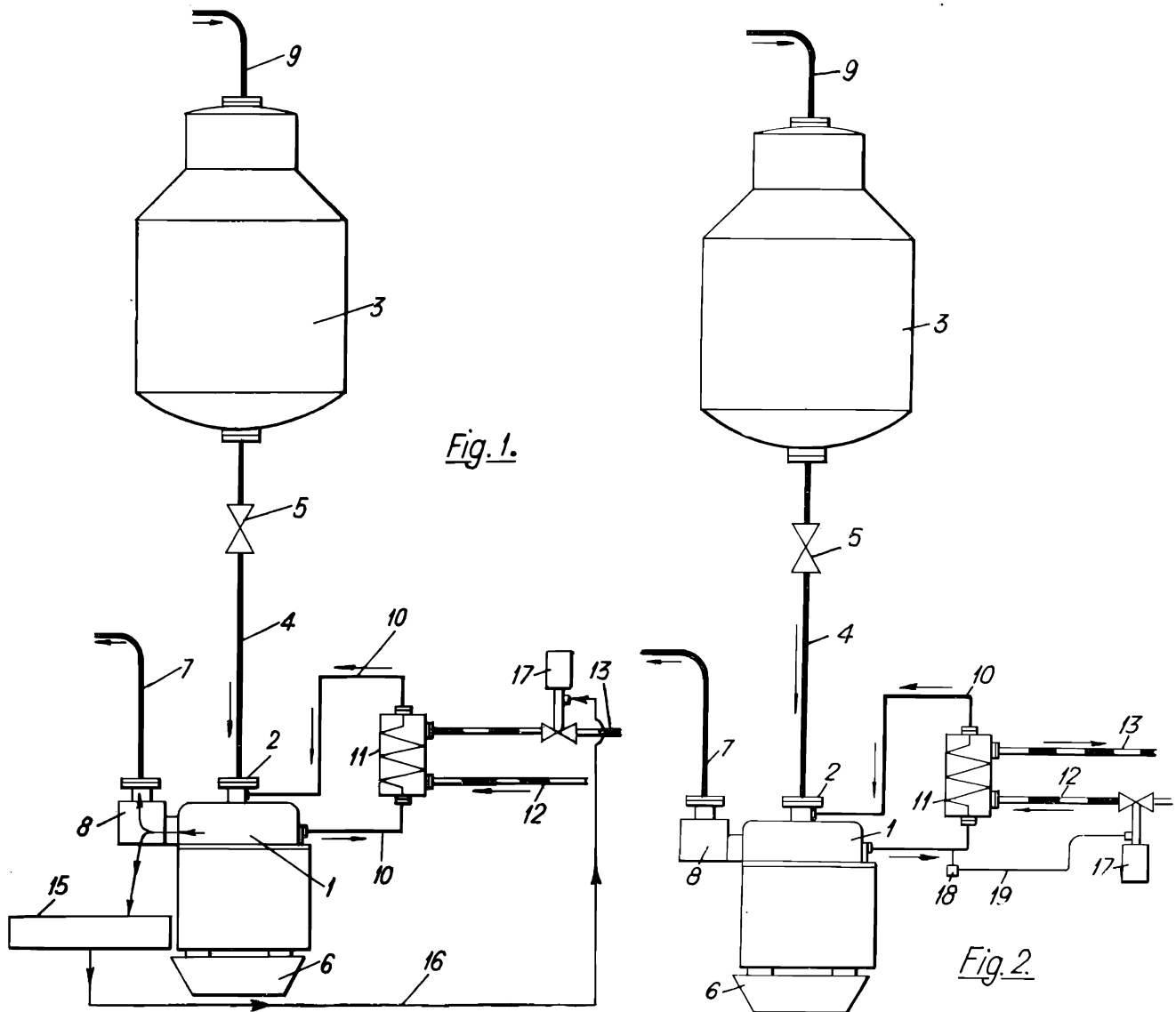
7. Maszyna według zastrz. 6, **znamienna tym**, że posiada elementy regulacyjne, korzystnie w postaci zaworu regulacyjnego (17), służącego do regulowania stopnia wymiany ciepła w wymienniku (11), a tym samym temperatury przecieków odprowadzanych z wymiennika.

8. Maszyna według zastrz. 7, **znamienna tym**, że zawiera czujnik, korzystnie w postaci przepływomierza, służący do pomiaru natężenia przepływu płynu wypływającego z maszyny (1), przy czym element regulacyjny stanowi zawór regulacyjny regulujący dopływ cieczy chłodzącej do wymiennika, a czujnik do pomiaru natężenia przepływu jest połączony z zaworem regulacyjnym (17) tak, że temperatura zawracanych do pompy przecieków jest regulowana w zależności od natężenia przepływu płynu wypływającego z maszyny.

9. Maszyna według zastrz. 7, **znamienna tym**, że zawiera czujnik temperatury (18) do pomiaru temperatury zawracanych przecieków, przy czym element regulacyjny stanowi zawór regulacyjny (17), służący do regulacji dopływu czynnika chłodzącego do wymiennika ciepła a czujnik temperatury (18) jest połączony z zaworem regulacyjnym (17) tak, że temperatura zawracanych przecieków jest regulowana w zależności od temperatury tych przecieków w miejscu wypływania ich z maszyny.

10. Maszyna według zastrz. 8 lub 9, **znamienna tym**, że zawór regulacyjny (17) jest umieszczony w przewodzie (13) do odprowadzania czynnika chłodzącego z wymiennika ciepła (11).

11. Maszyna według zastrz. 8—9, **znamienna tym**, że zawór regulacyjny (17) jest umieszczony w przewodzie dopływowym (12) doprowadzającym czynnik chłodzący do wymiennika (11).



Cena 10 zł