

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **224743**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **399512**

(22) Data zgłoszenia: **14.06.2012**

(51) Int.Cl.

H02K 9/19 (2006.01)

F04D 13/06 (2006.01)

F04D 29/58 (2006.01)

(54)

Silnik elektryczny do pomp z zamkniętym układem chłodzenia cieczą

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

23.12.2013 BUP 26/13

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2017 WUP 01/17

(73) Uprawniony z patentu:

**HYDRO-VACUUM SPÓŁKA AKCYJNA,
Grudziądz, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**MARCIN JANCZAK, Grudziądz, PL
WOJCIECH PLUTECKI, Wrocław, PL
SEBASTIAN PREDEL, Grudziądz, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jarosław Rawa

PL 224743 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest silnik elektryczny do pomp z zamkniętym układem chłodzenia cieczą przeznaczony do zastosowania głównie w pompach pracujących w suchym otoczeniu, które jednak narażone jest na zalanie pompowanym medium, wodami opadowymi lub wodami powodziowymi. Silnik może być także stosowany w pompach zanurzonych w pompowanym medium.

Silniki elektryczne napędzające pompy wytwarzają duże ilości ciepła, które nigdzie nieodprowadzone może prowadzić do ich uszkodzenia. Powoduje to liczne uciążliwości w postaci konieczności naprawy lub wymiany silnika, ale także przerw w działaniu pompy. Taka przerwa w pracy, nawet krótkotrwała, może powodować liczne komplikacje w postaci zalania osuszanych obszarów wodą, ściekami lub innym pompowanym medium. W pewnych sytuacjach może dojść nawet do zalania pompowaną cieczą silnika pompy, która przystosowana jest tylko do pracy w suchym otoczeniu. W związku z tym w przypadku ryzyka zatopienia silnika stosuje się tzw. pompy zatapialne, które są zanurzone w pompowanej cieczy. Dzięki temu rozwiązaniu ciepło silnika na skutek konwekcji swobodnej jest odbierane poprzez obudowę przez pompowane medium. Wadą tego typu rozwiązań jest konieczność ciągłego utrzymywania pewnego poziomu cieczy w celu chłodzenia korpusu zanurzonej pompy. W związku z tym nigdy nie można do końca wypompować cieczy. Rodzi to uciążliwości w postaci zagniwania pozostałości oraz przykrego zapachu. W celu uniknięcia tej niedogodności stosuje się pompy wyposażone w korpus zawierający płaszcz otaczający silnik, w którym krąży ciecz odbierająca ciepło. Część pompowanego medium w skutek działania wirnika pompy jest wtłaczana w płaszcz. W wyniku konwekcji wymuszonej przepływająca w płaszczu ciecz odbiera ciepło silnika. Wadą tego rozwiązania jest sedymentacja w płaszczu osadów z pompowanego medium. W ten sposób płaszcz się zatyka i pogarsza się wymiana ciepła, co w konsekwencji prowadzi do przegrzania silnika. Dodatkowo wysokie ciśnienie tłocznej cieczy w płaszczu powoduje ryzyko uszkodzenia korpusu. Rozwiązaniem eliminującym te wady jest zastosowanie wewnętrznego, zamkniętego układu chłodzenia silnika. W tym przypadku ciepło silnika jest odbierane przez ciecz, która krąży w zamkniętym obiegu i oddaje ciepło do pompowanego przez pompę medium poprzez ścianę rozdzielającą silnik i pompę. W celu skutecznego chłodzenia silnika w wyniku konwekcji konieczne jest wprowadzenie cieczy chłodzącej w ruch. Uzyskuje się to dzięki zastosowaniu wirnika wewnątrz układu chłodzenia. Wirnik ten wprowadza ciecz w ruch, która szybko krążąc wewnątrz układu, odbiera ciepło silnika i jednocześnie, poprzez wymiennik ciepła, przekazuje je do chłodniejszego tłocznego przez pompę medium. Efektywność wymiany ciepłej zależy od prędkości cieczy chłodzącej płynącej wzdłuż wymiennika ciepła z otoczeniem, zwłaszcza z tłoczonym medium.

Z niemieckiego opisu zgłoszeniowego patentu DE 10317492 znany jest silnik elektryczny, zwłaszcza do pomp, który wyposażony jest w zamknięty układ chłodzenia cieczą. W rozwiązaniu tym wirnik wprowadzający w ruch ciecz chłodzącą znajduje się nad silnikiem. Natomiast wymiennik ciepła oddający ciepło cieczy chłodzącej do pompowanego medium znajduje się po przeciwległej stronie silnika. W związku z tym w celu nadania cieczy odpowiednio wysokiej prędkości, która umożliwi optymalną konwekcję ciepła do pompowanego medium, wymagane jest zastosowanie wirnika odśrodkowego o promieniowym przepływie cieczy, lub też wirnika diagonalnego. Zastosowanie tego typu wirników w celu zwiększenia prędkości przepływu cieczy o ścianę przekazującą ciepło wymaga użycia stosunkowo dużej ilości energii. Tym samym pogarsza się sprawność silnika napędowego i rosną koszty jego eksploatacji. Wadą tego rozwiązania jest także to, że nawet małe błędy montażowe mają duży wpływ na parametry pracy wirnika. Podczas montażu należy każdorazowo kontrolować szczelność pomiędzy wirnikiem a obudową, gdyż nawet mała luka wpływa znacząco na spadek parametrów pracy wirnika, a tym samym na prędkość przepływu cieczy chłodzącej.

W amerykańskim zgłoszeniu patentowym US 2009324436 przedstawiono rozwiązanie podmiotu WILO oznaczone nazwą handlową „Pompa zatapialna FA z silnikiem FKT 27”. W rozwiązaniu tym także przedstawiono zamknięty układ chłodzenia silnika cieczą, która jest wprowadzana w ruch za pomocą wirnika. W tym przypadku, w przeciwieństwie do rozwiązania wskazanego wyżej, wirnik poruszający ciecz chłodzącą nie jest bezpośrednio napędzany przez wał silnika, lecz zastosowano system przekładni. Oś wirnika jest prostopadła do osi wału silnika. Takie rozwiązanie cechuje się złożonością i wymaga zastosowania dodatkowych elementów. W ten sposób podnosi się koszty samego urządzenia, ale także koszty serwisu i ewentualnych napraw. Również w tym rozwiązaniu w celu wytworzenia odpowiedniej prędkości przepływu cieczy chłodzącej zastosowano wirnik odśrodkowy lub wirnik diagonalny. Wadą tego typu wirników, poza koniecznością użycia dużej mocy do ich napędu, jest także

ich stopień skomplikowania oraz koszt. Dodatkowo zastosowanie systemu przekładni do napędu wirnika wpływa na trudną technologicznie budowę, montaż oraz dokładność wykonania. Wszelkie niedokładności w montażu wirnika, jak choćby poosiowe przesunięcie lub zwiększenie się luzu wirnika, powodują spadek parametrów pracy wirnika.

Znany jest również z opisu zgłoszenia patentowego DE10208688 silnik elektryczny, w którym na wale silnika, pomiędzy uszczelnieniami, zamontowany jest wielopłatkowy wirnik obiegowy o przepływie osiowym. Ściana przekazująca ciepło na odcinku komory wymiennika ciepła wyposażona jest w żebra usytuowane zgodnie z kierunkiem wypływu cieczy z wirnika.

Celem wynalazku jest opracowanie silnika elektrycznego, zwłaszcza do pomp wirowych, w których zamknięty układ chłodzenia cieczą rozwiązywałyby niedogodności wskazane w powyższych rozwiązaniach, tj. charakteryzowałyby się dużą sprawnością i ekonomicznością, a jednocześnie prostotą budowy.

Istotą rozwiązania według wynalazku jest silnik elektryczny do pomp z zamkniętym układem chłodzenia cieczą, w którym zamknięty układ chłodzenia składa się z płaszcza zbudowanego z dwóch oddzielonych od siebie ścianek, między którymi znajdująca się przestrzeń jest wypełniona cieczą chłodzącą odbierającą na skutek konwekcji ciepło silnika, przy czym płaszcz poprzez kanał dopływowy i komorę wyrównawczą łączy się z komorą ssawną, w której znajduje się wirnik napędzany wałem silnika, zaś za wirnikiem, w miejscu wypływu cieczy chłodzącej z wirnika, znajduje się wymiennik ciepła wyposażony w ścianę stykającą się z komorą roboczą pompy, przez którą przekazywane jest do pompowanego medium ciepło silnika odebrane przez ciecz chłodzącą, zaś za wymiennikiem ciepła znajduje się kanał odpływowy łączący się z płaszczem. Rozwiązanie charakteryzuje się tym, że na wale silnika, pomiędzy uszczelnieniami, zamontowany jest wielopłatkowy wirnik obiegowy o przepływie osiowym, w którym stosunek średnicy piasty wirnika dp do średnicy zewnętrznej wirnika do zawiera się w przedziale od 0,3 do 0,99 oraz liczba łopatek wynosi od 2 do 50 sztuk, zaś wyróżnik szybkobieżności jest ≤ 800 . Ponadto początek ściany przekazującej ciepło do pompowanego medium wchodzi w skład wymiennika ciepła składającego się z kanału wymiennika ciepła i komory wymiennika ciepła umieszczony jest od wirnika w odległości wynoszącej od 0 do 10 średnic zewnętrznych wirnika do . Zastosowanie wielopłatkowego wirnika o przepływie osiowym cechującego się wskazanymi parametrami pozwala uzyskać dużą składową obwodową prędkość wypływającej nagrzanej cieczy chłodzącej, która dzięki bliskiemu położeniu początku ściany przekazującej ciepło szybko kierowana jest do wymiennika ciepła. Wysokość h kanału wymiennika ciepła, który odbiera nagrzaną ciecz chłodzącą i komory wymiennika ciepła jest równa wynikowi działania: $h = [0,25, 6] \cdot (do - dp) \div 2$, przy czym $[0,25, 6]$ oznacza zamknięty zbiór mieszczący się w przedziale od 0,25 do 6, zaś do oznacza średnicę zewnętrzną wirnika, a dp – średnicę piasty wirnika.

Korzystnie wysokość h kanału wymiennika ciepła i komory wymiennika ciepła może być zmienna. Ściana przekazująca ciepło na odcinku komory wymiennika ciepła korzystnie wyposażona jest w żebra ustawione zgodnie z kierunkiem wypływu cieczy z wirnika. Ściana przekazująca ciepło na odcinku kanału wymiennika ciepła korzystnie ma kształt cylindra. Ściana przekazująca ciepło na odcinku kanału wymiennika ciepła korzystnie ma kształt stożka. Ściana przekazująca ciepło na odcinku kanału wymiennika ciepła korzystnie ma kształt pierścieniowy. Korzystnie stosunek średnicy piasty wirnika dp do średnicy zewnętrznej wirnika do mieści się w przedziale od 0,7 do 0,99. Korzystnie liczba łopatek w wirniku wynosi od 8 do 50. Korzystnie wyróżnik szybkobieżności jest ≤ 130 . Ciecz chłodząca składa się z roztworu wody i glikolu. Korzystnie ciecz chłodzącą stanowi olej.

Rozwiązanie według wynalazku powoduje szybkie i skuteczne schładzanie nagrzanej cieczy chłodzącej. Zaletą rozwiązania według wynalazku jest uzyskanie wysokiej prędkości cieczy chłodzącej opływającej ustawioną bezpośrednio za wirnikiem ścianę przekazującą ciepło do pompowanego medium bez konieczności nadmiernego zwiększenia energochłonności układu. Kolejną zaletą rozwiązania polegającego na zastosowaniu wirnika o przepływie osiowym jest prostsza budowa w porównaniu do kanałowych wirników promieniowych lub wirników diagonalnych. Ponadto w związku z prostszą budową mniejszy jest wpływ błędów montażowych na parametry pracy wirnika, takich jak zbyt duża szczelina między wirnikiem a obudową. Także zużycie się poszczególnych części układu według wynalazku ma mniejszy wpływ na sprawność układu, w stosunku do rozwiązań znanych ze stanu techniki.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje przekrój pionowy pompy wirowej napędzanej silnikiem elektrycznym wyposażonej w zamknięty układ chłodzenia cieczą, zaś fig. 2 ilustruje fragment pionowego przekroju pompy ukazujący wirnik osiowy wraz z wymiennikiem ciepła.

W przykładzie wykonania silnik elektryczny do pomp z zamkniętym układem chłodzenia cieczą składa się z żeliwnego korpusu 1, wewnątrz którego znajduje się silnik składający się z wału silnika 2, wirnika silnika 3 oraz stojana silnika 4. Wokół silnika znajduje się płaszcz 5 składający się z dwóch równoległych, znajdujących się w pewnej odległości od siebie ścian 6 i 7. Przestrzeń między ścianami 6 i 7 wypełniona jest cieczą chłodzącą będącą roztworem składającym się z 70% wody i 30% glikolu. Taki skład cieczy chłodzącej zapobiega jej zamarzaniu przy temperaturach minusowych w czasie, gdy silnik nie pracuje. Ciecz chłodząca po odebraniu ciepła wytworzonego przez silnik poprzez kanał dopływowy 8 dociera do komory wyrównawczej 9. Z komory wyrównawczej 9 nagrzana ciecz chłodząca trafia do komory ssawnej 10, która znajduje się nad wirnikiem 11, który z kolei usadowiony jest współosiowo na wale silnika 2. Wirnik 11 jest wielopłatkowym wirnikiem obiegowym o przepływie osiowym. Stosunek średnicy piasty wirnika d_p do średnicy zewnętrznej wirnika d_o wynosi 0,9. Wirnik 11 posiada czternaście pochyłych łopatek 12. Ponadto wyróżnik szybkobieżności wirnika 11 wynosi 50. Zastosowanie wirnika o przepływie osiowym powoduje powstanie wysokiej składowej obwodowej prędkości wypływającej cieczy. Zwiększenie obwodowej prędkości cieczy intensyfikuje oddawanie ciepła przez ciecz chłodzącą. Bezpośrednio za wirnikiem 11, w miejscu wypływu cieczy chłodzącej, znajduje się początek ściany przekazującej ciepło 13. Odległość między początkiem ściany przekazującej ciepło 13 a wirnikiem 11 wynosi 0,05 średnicy zewnętrznej wirnika d_o . Wypływająca z wirnika 11 z dużą prędkością nagrzana ciecz chłodząca trafia na początek ściany przekazującej ciepło 13, która wchodzi w skład wymiennika ciepła składającego się z kanału wymiennika ciepła 14 i komory wymiennika ciepła 15. Ciecz chłodząca płynie przez kanał wymiennika ciepła 14 do komory wymiennika ciepła 15, przesuując się ciągle po ścianie przekazującej ciepło 13. Ciepło silnika zakumulowane przez ciecz chłodzącą przenika przez ścianę przekazującą ciepło 13 i jest odbierane przez chłodniejsze medium tłoczone po drugiej stronie ściany przez wirnik pompy 18. Dla lepszej konwekcji ciepła do tłoczonego medium ściana przekazująca ciepło 13 na odcinku komory wymiennika ciepła 15 jest wyposażona w żebra 16 ustawione zgodnie z kierunkiem wypływającej z wirnika cieczy. Ponadto ściana przekazująca ciepło 13 na odcinku kanału wymiennika ciepła 14 ma kształt stożka. Dzięki takiemu kształtowi możliwa jest łatwa zmiana kierunku cieczy wypływającej z wirnika z kierunku osiowego na odśrodkowy bez nadmiernych strat energii i zwiększa się powierzchnia ściany przekazującej ciepło 13, stykającej się z pompowanym medium. Tym samym uzyskuje się dłuższy okres wymiany oddawania ciepła do tłoczonego medium, co przekłada się na skuteczniejszą wymianę ciepła zakumulowanego w cieczy chłodzącej. Wysokość h kanału wymiennika ciepła 14 jest dwukrotnie mniejsza niż wysokość komory wymiennika ciepła 15. Takie dobranie wysokości h sprawia, że ciecz chłodząca nie zmienia znacząco prędkości przepływu, zarówno w kanale wymiennika, jak i komorze wymiennika, mimo zabudowania w komorze wymiennika dodatkowych żeber zacieśniających czynny przekrój wymiennika. Przekłada się to na utrzymanie stałej, wysokiej prędkości przepływu intensyfikującej konwekcję ciepła, przy zachowaniu niskich strat energii w układzie. Po oddaniu ciepła ciecz chłodząca kanałem odpływowym 17 trafia z powrotem do płaszcza 5, gdzie ponownie odbiera ciepło silnika elektrycznego. W celu zapewnienia szczelności układu chłodzenia na wale, po obu stronach wirnika 11, zamontowane są uszczelnienia 19 i 20.

Zastrzeżenia patentowe

1. Silnik elektryczny do pomp z zamkniętym układem chłodzenia cieczą, w którym zamknięty układ chłodzenia składa się z płaszcza zbudowanego z dwóch oddzielonych od siebie ścianek, między którymi znajdująca się przestrzeń jest wypełniona cieczą chłodzącą odbierającą na skutek konwekcji ciepło silnika, przy czym płaszcz poprzez kanał dopływowy i komorę wyrównawczą łączy się z komorą ssawną, w której znajduje się wirnik napędzany wałem silnika, zaś za wirnikiem, w miejscu wypływu cieczy chłodzącej z wirnika, znajduje się wymiennik ciepła wyposażony w ścianę stykającą się z komorą roboczą pompy, przez którą przekazywane jest do pompowanego medium ciepło silnika odebrane przez ciecz chłodzącą, zaś za wymiennikiem ciepła znajduje się kanał odpływowy łączący się z płaszczem, ponadto na wale silnika, pomiędzy uszczelnieniami, zamontowany jest wielopłatkowy wirnik obiegowy o przepływie osiowym, **znamienny tym**, że w wirniku (11) stosunek średnicy piasty wirnika d_p do średnicy zewnętrznej wirnika d_o zawiera się w przedziale od 0,3 do 0,99, oraz liczba łopatek (12) wynosi od 2 do 50 sztuk, zaś wyróżnik szybkobieżności jest ≤ 800 , przy czym początek ściany przekazującej ciepło (13) do pompowanego medium wchodzącej w skład wymiennika ciepła

składającego się z kanału wymiennika ciepła (14) i komory wymiennika ciepła (15) umieszczony jest od wirnika (11) w odległości wynoszącej od 0 do 10 średnic zewnętrznych wirnika do , a ponadto wysokość h kanału wymiennika ciepła (14), który odbiera nagrzaną ciecz chłodzącą i komory wymiennika ciepła (15) jest równa wynikowi działania: $h = [0,25, 6] * (do - dp) \div 2$, przy czym $[0,25, 6]$ oznacza zamknięty zbiór mieszczący się w przedziale od 0,25 do 6, zaś do oznacza średnicę zewnętrzną wirnika, a dp – średnicę piasty wirnika.

2. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wysokość h kanału wymiennika ciepła (14) i komory wymiennika ciepła (15) jest zmienna.

3. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ściana przekazująca ciepło (13) na odcinku kanału wymiennika ciepła (14) ma kształt cylindra.

4. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ściana przekazująca ciepło (13) na odcinku kanału wymiennika ciepła (14) ma kształt stożka.

5. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ściana przekazująca ciepło (13) na odcinku kanału wymiennika ciepła (14) ma kształt pierścieniowy.

6. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek średnicy piasty wirnika dp do średnicy zewnętrznej wirnika do mieści się w przedziale od 0,7 do 0,99.

7. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że liczba łopatek (12) w wirniku (11) wynosi od 8 do 50.

8. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyróżnik szybkobieżności jest ≤ 130 .

9. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ciecz chłodząca składa się z roztworu wody i glikolu.

10. Silnik elektryczny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ciecz chłodzącą stanowi olej.

Rysunki

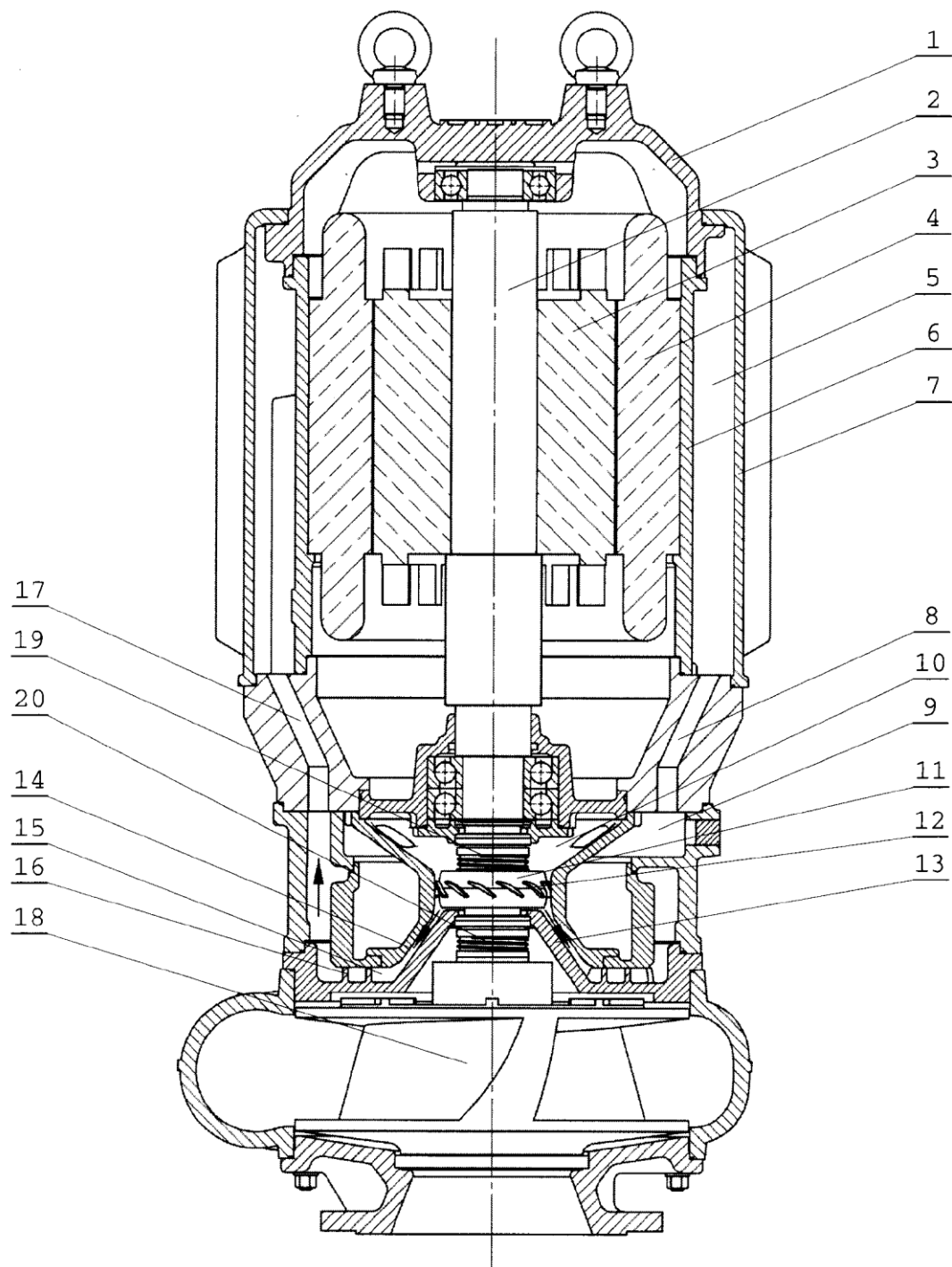


Fig.1

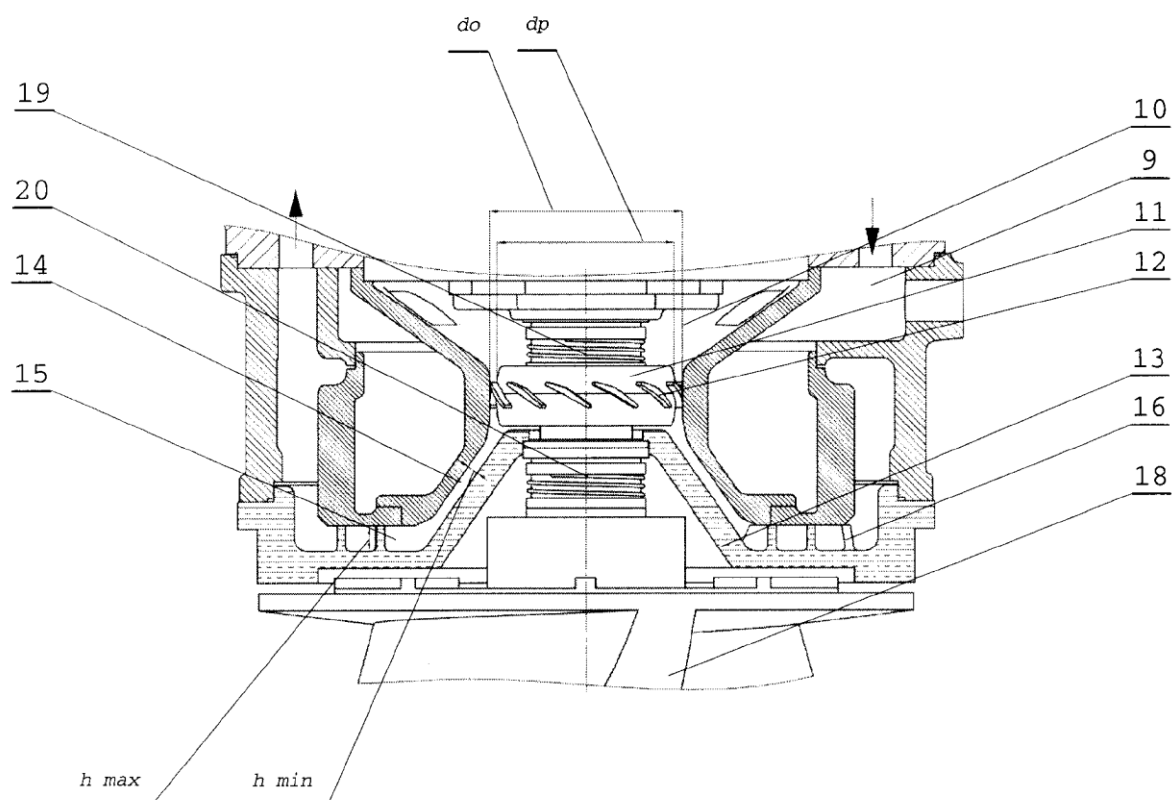


Fig.2

