

Rys. 20.57 Bezdławnicowa odśrodkowa pompa hermetyczna firmy Novametic Pumpen (RFN) do cieczy agresywnych gorących z chłodzeniem silnika elektrycznego

służy oddzielny obieg cieczy (tej samej co ciecz pompowana), wywołany przez oddzielny wirnik 1. Ciecz chłodząca jest tłoczona do chłodnicy 2, następnie wpływa do przestrzeni 3, skąd część przez łożysko 4 wraca do wirnika 1, pozostała część przepływa przez szczelinę 5 i łożysko 6 i przewodem obiegowym 7 jest zasysana przez wirnik 1. Chłodnica 2 jest chłodzona wodą.

Duże trudności w budowie pomp bezdławnicowych hermetycznych sprawia dobór właściwych materiałów na części stykające się z cieczą, a zwłaszcza na łożyska pracujące w ciężkich warunkach. Powinny one być odporne na agresywne działanie cieczy, a jednocześnie cechować się małym współczynnikiem tarcia. Stosunkowo najlepsze wyniki daje stosowanie panewek łożyskowych z tworzyw sztucznych, przede wszystkim teflonu.

Pompy bezdławnicowe znalazły duże zastosowanie w obiegach centralnego ogrzewania oraz obiegach siłowni jądrowych (patrz punkt 20.7).

20.7. Pompy w obiegach reaktorów jądrowych

Pompy wirowe są stosowane w obiegach pierwotnych reaktorów jądrowych do przetwarzania cieczy radioaktywnych, jak roztopione metale (sód, bizmut, lit), ciężka woda oraz w obiegach wtórnych do wody gorącej czystej. Pompy w obiegach pierwotnych pracują w ciężkich warunkach: ciśnienia p dochodzą do 20 MPa (200 at), temperatury t do 350°C, przy wysokościach podnoszenia stosunkowo niewielkich H do 120 m, ale bardzo dużych natężeniach przepływu Q do 30 000 m³/h i zapotrzebowaniu mocy P do 12 000 kW. Ciśnienia na dopływie do pomp są również wysokie, odpowiednio do temperatury cieczy.

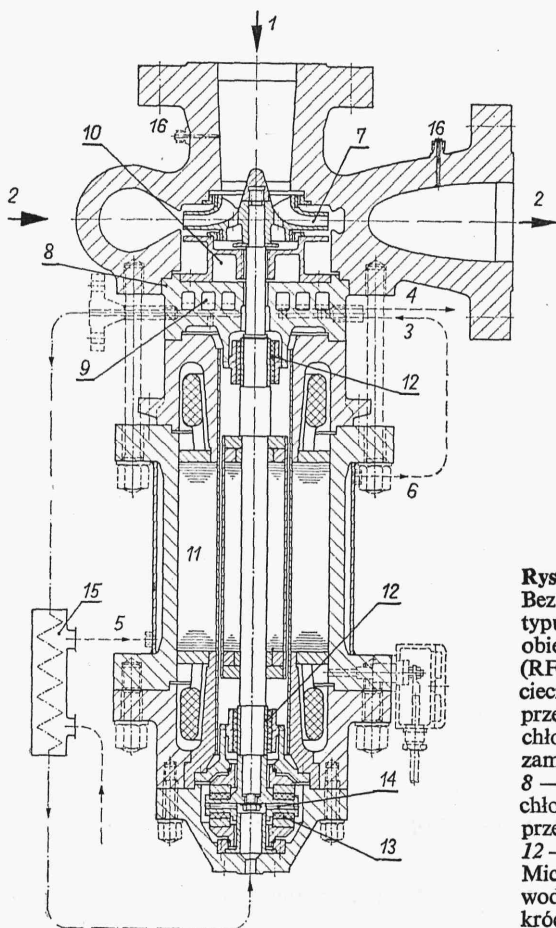
Ponieważ w obiegu pierwotnym reaktora znajdują się ciecze radioaktywne, a więc szkodliwe dla otoczenia, pompy obiegowe stosowane w tym obiegu muszą odznaczać się absolutną szczelnością, osiągalną w hermetycznych pompach bezdławnicowych, albo minimalną kontrolowaną szczelnością (kontrolowanym przeciekem dławnic), utrzymywaną w dławnicach o specjalnej konstrukcji.

20.7.1. Pompy obiegowe bezdławnicowe hermetyczne

W pompach obiegowych hermetycznych pompa i silnik są zamknięte we wspólnej obudowie. Podnoszona ciecz styka się z wirnikiem silnika elektrycznego oraz z uzwojeniem stojana (silnik „mokry”) lub uzwojenie może być oddzielone szczelnie od cieczy za pomocą szczelnej cienkiej tulei (silnik „suchy”).

Na rys. 20.58 przedstawiono bezdławnicową pompę hermeticzną z uzwojeniem „suchym”, o parametrach pracy: ciśnienie dopływowe $p = 25 \text{ MPa}$ (250 at), temperatura wody $t = 370^\circ\text{C}$, prędkość obrotowa $n = 2950 \text{ obr/min}$, wydajność Q do $6000 \text{ m}^3/\text{h}$, moc P_w do 1400 kW . W tych warunkach pompa pracowała 4000 h.

Dla zabezpieczenia uzwojeń silnika przed wysoką temperaturą pompowanej cieczy między pompą a silnikiem znajduje się przegroda cieplna 8, przez której ka-



Rys. 20.58

Bezdławnicowa pompa obiegowa hermetyczna typu LUS z suchym statorem do pierwotnych obiegów reaktorów jądrowych firmy KSB (RFN); 1, 2 — wlot i wylot pompowanej cieczy, 3, 4 — wlot i wylot wody chłodzącej przegrodę cieplną, 5, 6 — wlot i wylot wody chłodzącej silnik elektryczny w obiegu zamkniętym, 7 — wirnik pompy obiegowej, 8 — przegroda cieplna, 9 — kanały wody chłodzącej przegrodę, 10 — komora wstępna przed przegrodą cieplną, 11 — silnik, 12 — łożyska ślizgowe, 13 — łożysko wzdłużne Michella, 14 — wirnik pomocniczy obiegu wody chłodzącej, 15 — chłodnica, 16 — króciec do przemycania (odsłamowania)

nały 9 przepływa woda chłodząca. Dodatkowo przegroda jest odizolowana komorą wstępną 10 napełnioną wodą znajdującą się w spoczynku. Wał silnika jest prowadzony w łożyskach ślizgowych 12. Siły wzdłużne przenosi łożysko 13 systemu. A. Michella w dolnej części silnika. Do chłodzenia silnika elektrycznego oraz smarowania łożysk służy zamknięty obieg wody utrzymywany przez wirnik 14. Króćce 16 służą do okresowego przemywania silnika i komory wstępnej.

Pompa jest połączona z rurociągiem za pomocą kołnierzy lub, przy bardzo wysokich ciśnieniach, w celu uzyskania absolutnej szczelności, spawana z rurociągiem.

Dotychczas wykonywane pompy tego typu wykazują stosunkowo małą sprawność $\eta = 57 \div 70\%$, mniejszą o ok. 10% od pomp z uszczelnieniem wału, na skutek małej sprawności silnika elektrycznego.

20.7.2. Pompy obiegowe z uszczelnieniem wału

Ze względu na coraz większe wartości parametrów pracy pomp obiegowych, coraz liczniejsze zastosowanie znajdują pompy z uszczelnieniem wału i z napędowym silnikiem elektrycznym umieszczonym na zewnątrz. Sprawność tych pomp $\eta = 75 \div 80\%$.

Najważniejszym i najtrudniejszym do opanowania zagadnieniem konstrukcyjnym tych pomp ze względu na niebezpieczeństwo powstania przecieku jest uszczelnienie wału. Pompy do ciśnienia $p = 10$ MPa (100 at) buduje się z zerowym przeciekiem, a przy wyższych ciśnieniach z przeciekiem kontrolowanym, tzn. utrzymywanym w ściśle określonych granicach.

Ponieważ występuje duża różnica ciśnień dławnice pomp składają się z kilku stopni. Stosowane są trzy rodzaje uszczelnień:

- *uszczelnienie pierścieniami pływającymi* powoduje duże przecieki i straty mocy; stosowane jest jako uszczelnienie wstępne do uszczelnień głównych;

- *uszczelnienie czołowe ślizgowe hydrodynamiczne* polegające na odpowiednim ukształtowaniu powierzchni uszczelniających, w wyniku czego tworzą się warstewki klinowe smaru płynnego, umożliwiające powstanie ciśnienia hydrodynamicznego, a współczynnik tarcia ulega kilkakrotnemu zmniejszeniu;

- *uszczelnienie ślizgowe czołowe hydrostatyczne* polegające na wytworzeniu między pierścieniami ślizgowymi ciśnienia rozwierającego je i również zmniejszającego współczynnik tarcia.

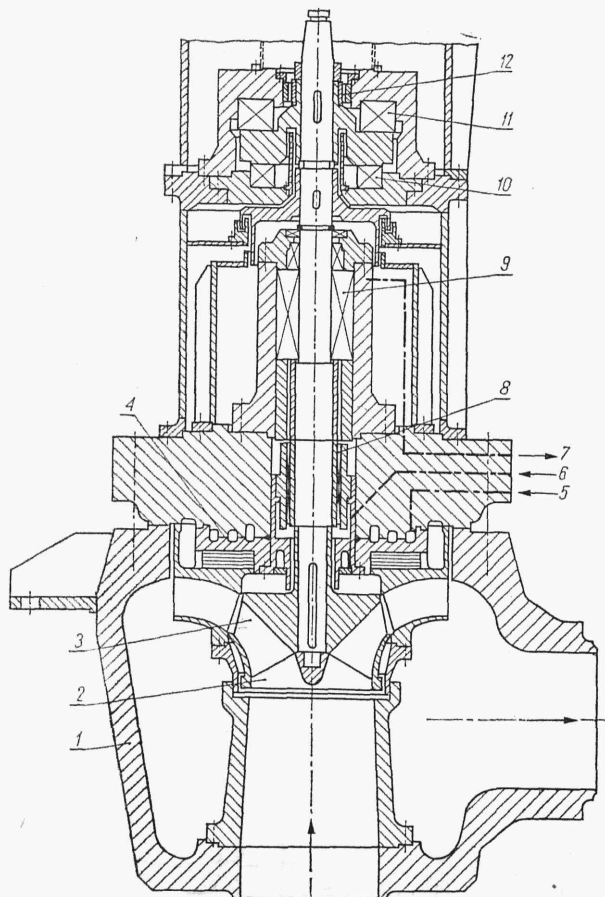
Uszczelnienia hydrodynamiczne są stosowane przy ciśnieniach $p = 8$ MPa (80 at), zaś hydrostatyczne przy $p = 10 \div 15$ MPa (100 ÷ 150 at) na jeden stopień.

Na rys. 20.59 pokazano pompę obiegową typu RER o parametrach pracy: $Q = 14\,450$ m³/h, $p = 14,2$ MPa (142 at), $H = 69,0$ m, $n = 1490$ obr/min, $t = 283^\circ\text{C}$, $P = 2850$ kW, dla cieczy zimnej $P = 3800$ kW.

Ze względu na wysokie ciśnienie pompowanej cieczy kadłuby pomp, w celu uzyskania równomiernego rozkładu naprężeń (rys. 20.60), mają kształty zbliżone do kulistych.

Na rys. 20.61 przedstawiono pompę śmigłową do wymuszonego obiegu chłodziwa w reaktorze.

W związku z rozwojem techniki jądrowej następuje ciągłe ulepszanie konstrukcji pomp stosowanych w tej dziedzinie [39].



Rys. 20.59. Pompa obiegowa z kontrolowanym przeciekiem, typu RER, firmy KSB (RFN);
 1 — osłona, 2 — wirnik, 3 — kierownica, 4 — przegroda cieplna, 5 — dopływ wody chłodzącej,
 6 — dopływ wody zamykającej, 7 — wypływ przez nieszczelność dławnicy (kontrolowany
 przeciek), 8 — uszczelnienie (dławnica) wału, 9 — łożysko smarowane wodą, 10 — łożysko oporowe,
 11 — łożysko wzdłużne, 12 — łożysko poprzeczne

20.8. Pompy okrętowe

Pompy wirowe znajdują liczne zastosowanie na okrętach i statkach; zależnie od wielkości i przeznaczenia oraz napędu stosowane są różne rodzaje pomp. Do opróżniania zęz i komór dolnych statku konieczne jest stosowanie pomp ze zdolnością samozasysania. Zdolność tę mają pompy tłokowe (patrz rozdz. 5) i one są stosowane w dużych ilościach. Przy większych wydajnościach stosuje się pompy wirowe, często z dodatkowym stopniem samozasysającym.

Wspólną cechą wszystkich pomp okrętowych jest zwartość budowy (wobec szczupłości miejsca), dlatego najczęściej są to pompy o układzie pionowym, stojące lub wiszące na ścianie oraz w celu zmniejszenia wymiarów i ciężaru o możliwie największych prędkościach obrotowych. Z tych względów pompy okrętowe mają konstrukcję specjalną, różną od pomp typowych.