

MACIEJ ZARZYCKI, ANDRZEJ KORCZAK

Katedra Maszyn Hydraulicznych i Powietrznych

KONCEPCJA KLASYFIKACJI POMP SPECJALNYCH
DLA CEŁÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono propozycję klasyfikacji pomp specjalnych. Zaproponowano symbole klasyfikacyjne uwzględniające zasadę działania, rodzaj czynnika roboczego, zastosowanie oraz wielkości charakterystyczne. Ponadto podano przykład tworzenia symbolu oznaczającego pompę.

1. Wstęp

Klasyfikacja pomp specjalnych, które w porównaniu z pompami wirowymi i pompami wyporowymi znajdują w technice znacznie mniejsze zastosowanie, jest najbardziej kontrowersyjna i stwarza najwięcej trudności.

W niniejszej pracy nazwą "pompa" określono wszystkie maszyny i urządzenia posiadające zdolność wytworzenia różnicy ciśnienia na dopływie i odpływie niezależnie od sposobu bądź zjawiska, które zostało wykorzystane do transportu cieczy [1] [2] , [3]. Natomiast pompami specjalnymi nazwano wszystkie pompy, których zasada działania jest różna od zasad działania pomp wirowych i wyporowych [1].

Jedynie w przypadku pomp, które w pracy nazwano ciśnieniowymi, zachodzi pewne podobieństwo pomiędzy ich działaniem, a działaniem pomp wyporowych, z tą jednak zasadniczą różnicą, że pompy wyporowe są maszynami oraz energia dostarczana z zewnątrz przenosi się na pompowaną ciecz za pośrednictwem organu roboczego będącego elementem konstrukcyjnym [1], [2], [3], natomiast pompy ciśnieniowe są urządzeniami i energia dostarczana z zewnątrz przenosi się na pompowaną ciecz za pośrednictwem czynnika roboczego.

2. Ogólny podział pomp specjalnych

Poszczególne rodzaje pomp specjalnych zasadniczo różnią się pomiędzy sobą zasadą działania. Wobec powyższego przyjęto zasadę działania jako podstawowe kryterium podziału [1] [5]. Kolejnym bliższym, charakterystycznym dla pomp specjalnych kryterium podziału jest rodzaj nośnika energii, która zostaje wykorzystana do pompowania.

Nośnik energii może być częściowo transportowaną cieczą (np. w pompach uderzeniowych) może mieszać się z transportowaną cieczą (np. w pompach podnośnikowych i strumieniowych) bądź może tylko oddziaływać na transportowaną ciecz (np. w pompach ciśnieniowych i elektromagnetycznych).

Nośnikami energii w pompach specjalnych mogą być następujące czynniki pod ciśnieniem:

powietrze	- 01
para	- 02
gazy	- 03
ciecze	- 04

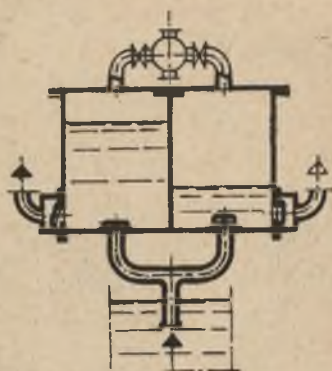
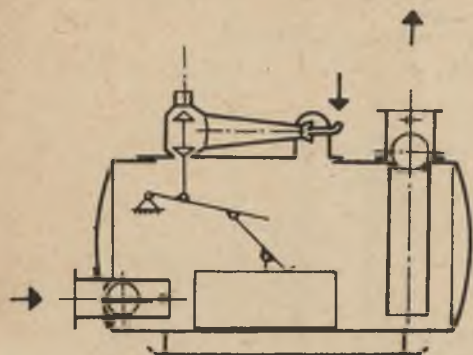
natomiast w pompach elektromagnetycznych

pole elektromagnetyczne stałe	- 05
pole elektromagnetyczne przemieszczające się	- 06

W zależności od zasady działania oraz ze względu na nośnik energii, (czynnik roboczy) pompy specjalne dzieli się na:

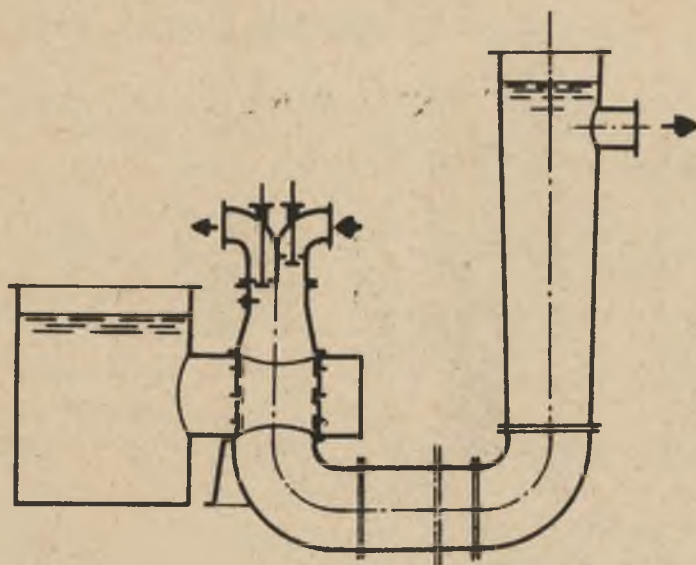
2.1. Ciśnieniowe PS1, których działanie polega na bezpośrednim oddziaływaniu sprężonego powietrza pary bądź gazu na pompowaną ciecz i wypieraniu jej z komory roboczej do przewodu tłocznego. Pompy ciśnieniowe dzielą się ze względu na zastosowany czynnik roboczy na:

- pompy ciśnieniowe pneumatyczne PS1-01, w których czynnikiem roboczym jest sprężone powietrze (rys. 1 i 2),
- pompy ciśnieniowe parowe PS1-02, w których czynnikiem roboczym jest para (rys. 3),
- pompy ciśnieniowe spalinowe PS1-03, w których czynnikiem roboczym jest gaz (spaliny), (rys. 4 i 5).

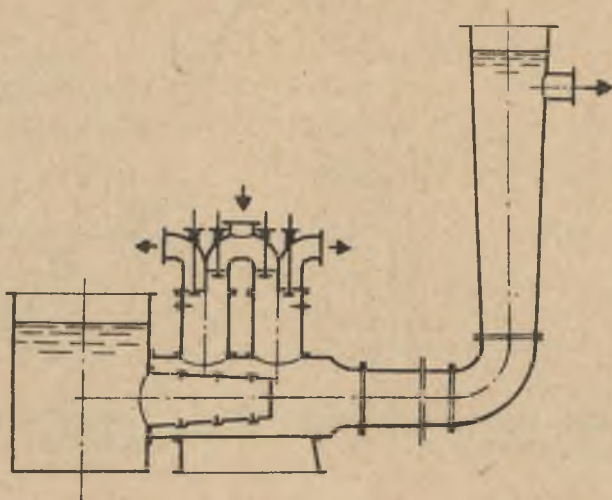


Rys. 1. Pompa ciśnieniowa pneumatyczna typu PP

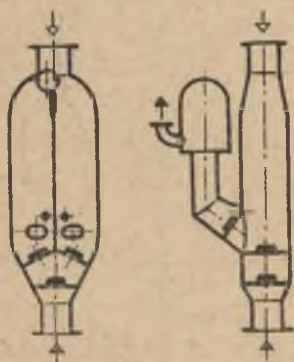
Rys. 2. Pompa ciśnieniowa pneumatyczna komorowa



Rys. 3. Pompa pulsacyjna - ułsometr Halla



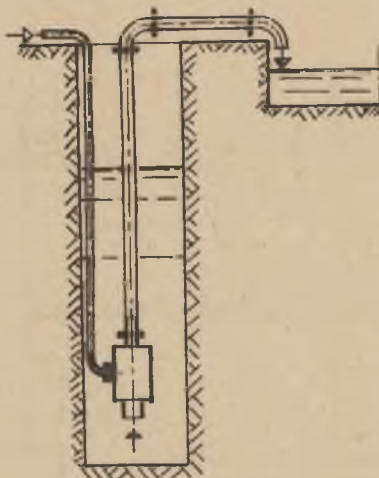
Rys. 4. Pompa ciśnieniowa spalinowa Humphrey'a (4-taktowa)



Rys. 5. Pompa ciśnieniowa spalinowa Humphrey'a (2-taktowa)

2.2. Pompy podnośnikowe PS2, których zasada działania polega na zjawisku ruchu słupa cieczy rozrzedzonej (o mniejszym ciężarze właściwym ρ_m) wypełniającej jedno z ramion naczynia połączonego pod działaniem naporu wywołanego ciężarem słupa cieczy zasysanej o większym ciężarze właściwym ρ wypełniającej drugie ramie naczynia połączonego [4] ($\rho > \rho_m$).

Pompa podnośnikowa pneumatyczna PS2-01 pokazana jest na rysunku 6.

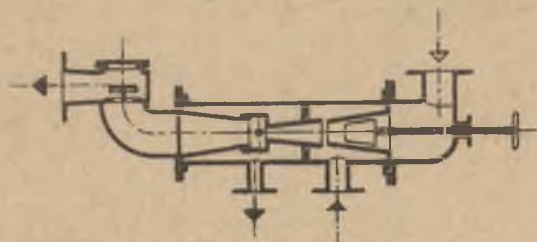


Rys. 6. Pompa podnośnikowa - Mamut

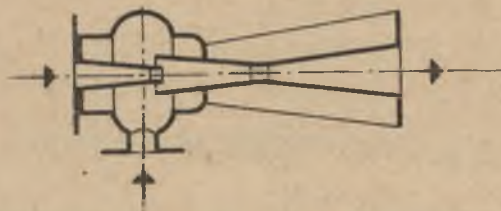
2.3. Pompy strumieniowe PS3, których działanie polega na wykorzystaniu zjawiska Venturiego do podnoszenia cieczy [4]. Sprężone powietrze, para, gaz bądź ciecz pod ciśnieniem wypływająca z dyszy zasilającej i wpływająca do zwężki na skutek wytwarzania podciśnienia w przekroju przewężenia zasysa ciecz z króćca dopływowego poprzez przestrzeń ssawną i tłoczy ją przez dyfuzor i króciec tłoczny do przewodu tłoczego.

Pompy strumieniowe dzielą się ze względu na zastosowany czynnik roboczy na:

- pompy strumieniowe pneumatyczne PS3-01, w których czynnikiem roboczym jest sprężone powietrze,
- pompy strumieniowe parowe PS3-02, w których czynnikiem roboczym jest para. Przykładem takiej pompy jest smoczek parowy pokazany na rys. 7,
- pompy strumieniowe gazowe PS3-03,
- pompy strumieniowe cieczerw PS3-04, w których czynnikiem roboczym jest ciecz. Przykładem takiej pompy jest np. smoczek wodny pokazany na rys. 8.



Rys. 7. Smoczek parowy

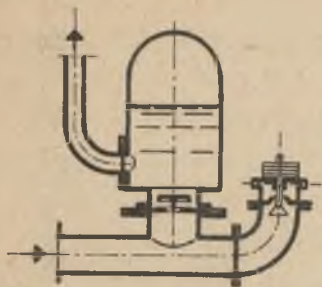


Rys. 8. Smoczek wodny

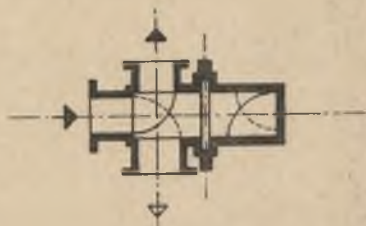
W zależności od układu pompowego w jakim jest zabudowana pompa strumieniowa może ona być:

- ejektorem - gdy zadaniem jej jest zasysanie cieczy z obszaru o ciśnieniu niższym od ciśnienia atmosferycznego i wtłaczanie jej do obszaru pod ciśnieniem atmosferycznym lub nieco wyższym,
- injektorem - gdy zadaniem jej jest wtłaczanie cieczy do obszaru o ciśnieniu wyższym od atmosferycznego [4], [6], [7].

2.4. Pompy uderzeniowe PS4 podnoszące część cieczy dopływającej pod małym spadem z małej wysokości na większą wysokość, dzięki wyzyskaniu zjawiska uderzenia hydraulicznego [3]. Czynnikiem roboczym w pompach uderzeniowych jest najczęściej woda. Pompy uderzeniowe PS4-04 są reprezentowane głównie przez tarany hydrauliczne (rys. 9) oraz także przez hydropulsatory (rysunek 10).



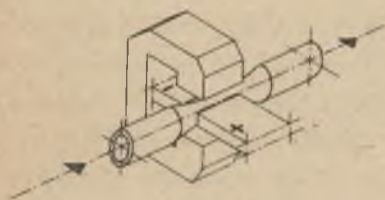
Rys. 9. Pompa taranowa - taran hydrauliczny



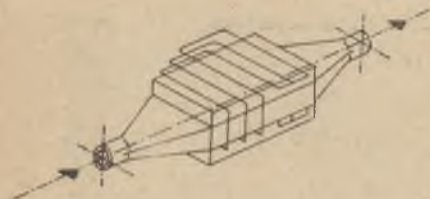
Rys. 10. Pompa hydropulsatorowa - hydropulsator

2.5. Pompy elektromagnetyczne PS5 wykorzystujące siłę elektromagnetyczną wywieraną przez pole magnetyczne na ciekły metal, przez który przepływa prąd elektryczny [3], [4]. Pompy elektromagnetyczne ze względu na rodzaj nośnika energii, którym jest pole magnetyczne stałe bądź przemieszczające się, dzielą się na indukcyjne i magnetyczne.

- pompy elektromagnetyczne indukcyjne PS5-05, w których energia przekazywana jest pompowanej cieczy pod wpływem współdziałania stałego pola magnetycznego i prądu elektrycznego, przepływającego pomiędzy elektrodami połączonymi galwanicznie z transportowanym ośrodkiem (rys. 11),
- pompy elektromagnetyczne magnetyczne PS5-06, w których energia przekazywana jest pompowanej cieczy pod wpływem współdziałania przemieszczającego się pola magnetycznego i prądów elektrycznych indukowanych w transportowanej cieczy (rysunek 12).



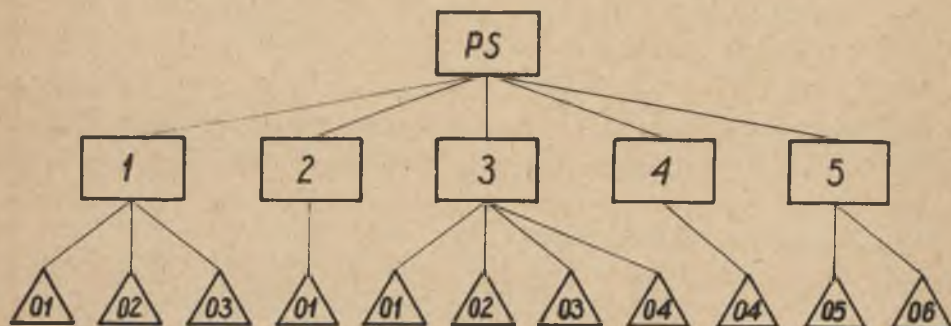
Rys. 11. Pompa elektromagnetyczna na prąd stały



Rys. 12. Pompa elektromagnetyczna na prąd zmienny

Pompy elektromagnetyczne mogą być zasilane prądem stałym bądź przemiennym.

Ogólny podział pomp specjalnych pokazano na rys. 13.



Rys. 13. Ogólny podział pomp specjalnych

3. Podział ze względu na rodzaj przenoszonej cieczy (podział pomp specjalnych ze względu na ich zastosowanie)

Za kolejne kryterium podziału pomp specjalnych przyjęto rodzaj cieczy, do której transportu pompa została opracowana ze względu na poprawność działania i optymalne parametry pracy. Ponieważ rozpatrywane rozwiązania konstrukcyjne pomp specjalnych mogą być zastosowane do transportu kilku różnych cieczy, dlatego w symbolu klasyfikacyjnym należy wyszczególnić ich oznaczenia.

Ze względu na rodzaj przenoszonej cieczy [1], [2] pompy specjalne można podzielić na pompy przeznaczone do:

- cieczy czystych lub nieznacznie zanieczyszczonych - C
- cieczy zanieczyszczonych nieścierająco - N
- cieczy zanieczyszczonych ścierająco - S
- cieczy zawierających ciała stałe o większych wymiarach - Z
- cieczy łatwo porujących (lotnych) - P
- cieczy lepkich (gęstych) - L
- cieczy żrących, agresywnych - K

- cieczy radioaktywnych - R
- ciekłych metali - M
- cieczy o temperaturze do 80°C - bez oznaczenia
- cieczy o temperaturze powyżej 80°C - g

4. Budowa symbolu klasyfikacyjnego

W celu dokładniejszego scharakteryzowania pompy proponuje się zbudowanie symbolu klasyfikacyjnego opartego w zasadzie o ogólny podział pomp specjalnych i dodatkowo uzupełnionego podaniem rodzaju przenoszonej cieczy oraz wielkościami charakterystycznymi pompy.

Jako wielkości charakterystyczne pomp specjalnych przyjęto następujące parametry czynnika roboczego:

- natężenie dopływu $q \text{ Nm}^3/\text{h}$
- wysokość ciśnienia $h \text{ m}$

w przypadku pomp elektromagnetycznych:

- natężenie prądu $I \text{ A}$
- napięcie prądu $U \text{ V}$
- częstotliwość $f \text{ Hz}$

oraz następujące podstawowe parametry pracy pomp specjalnych:

- wydajność pompy $Q \text{ m}^3/\text{h}$
- wysokość podnoszenia $H \text{ m}$

ponadto:

- średnice króćców dopływowego i odpływowego (ssawnego i tłocznego) $d_s, d_t \text{ mm}$
- średnice przewodu rurowego doprowadzającego czynnik roboczy $d_r \text{ mm}$

Symbol klasyfikacyjny pompy specjalnej składa się więc z następujących części:

- ułamek, w którego liczniku podano średnicę króćca dopływowego (w mm) w mianowniku średnicę króćca odpływowego, natomiast za ułamkiem podano średnicę przewodu rurowego doprowadzającego czynnik roboczy (w mm), którą w symbolu opisującym pompę elektromagnetyczną pomija się,

- symbolu wynikającego z ogólnego podziału pomp specjalnych, a określającego zasadę działania oraz rodzaj czynnika roboczego,
 - oznaczenia rodzaju i temperatury transportowanej cieczy,
 - ułamka, w którego liczniku podano kolejno parametry czynnika roboczego, natężenie dopływu (w Nm^3/h oraz wysokość ciśnienia (w m). W przypadku pomp elektromagnetycznych podaje się natężenie prądu (w A) oraz napięcie (w V), dla pomp elektromagnetycznych prądu zmiennego występuje w liczniku trzecia wielkość określająca częstotliwość prądu (w Hz).
- W mianowniku ułamka podano podstawowe parametry pracy pompy: wydajność (w m^3/h) oraz wysokość podnoszenia (w m).

Jeżeli określona symbolem klasyfikacyjnym pompa nie posiada którejs wielkości, w odpowiednim miejscu symbolu, wpisuje się 0.

5. Przykłady symboli klasyfikacyjnych

Dla zilustrowania przedstawionej koncepcji tworzenia symboli klasyfikacyjnych pomp specjalnych podano poniżej przykłady:

Przykład 1:

Pompa ciśnieniowa typu PP-80 (rys. 14) pompująca wodę zanieczyszczoną nieścierająco, w której czynnikiem roboczym jest sprężone powietrze [8], [9], [10].

Parametry czynnika roboczego

$$q = 60 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$h = 35 \text{ m sł.w.}$$

Natomiast podstawowe parametry pracy pompy wynoszą:

$$Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 25 \text{ m}$$

Średnice króćców dopływowego, odpływowego i doprowadzającego czynnik roboczy odpowiednio wynoszą:

$$d_s = 80 \text{ mm}$$

$$d_t = 80 \text{ mm}$$

$$d_r = 25 \text{ mm}$$

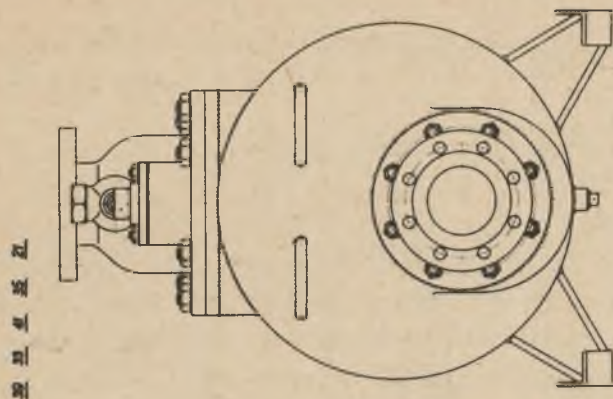


图 14 泵 的 结 构

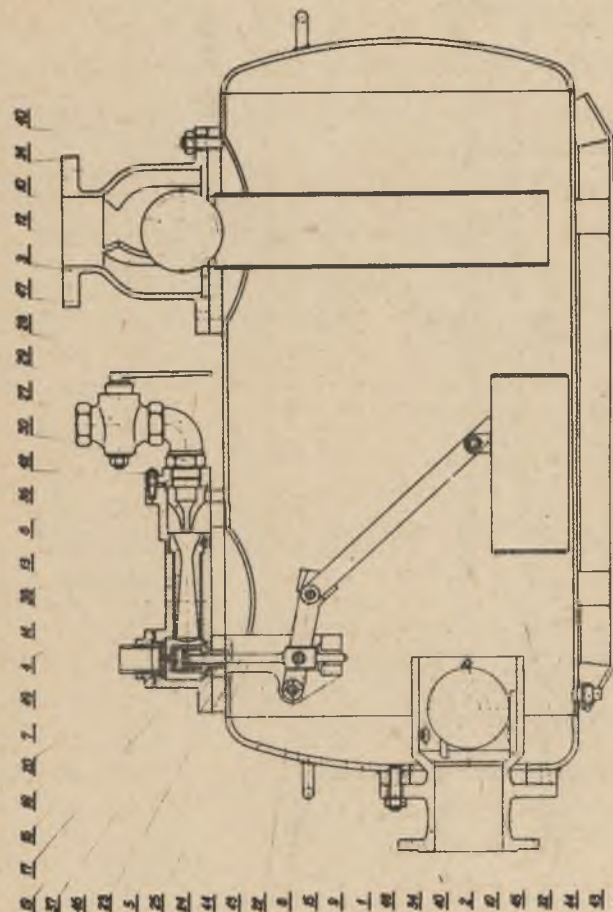
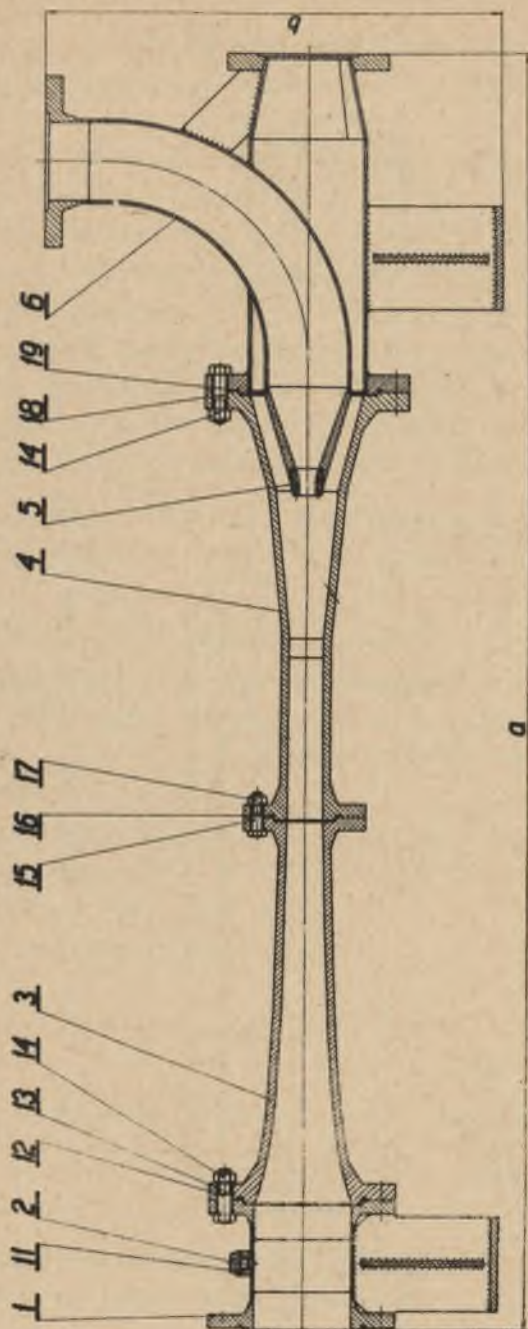


图 14 泵 的 结 构 示 意 图

Rys. 14. Pompa typu PP-80



Rys. 15. Pompa typu ST-150

Dla powyższego przykładu pompy specjalnej symbol klasyfikacyjny ma postać:

$$\frac{80}{80} 25 \text{ PS1} - 01 \text{ N } \frac{60 - 35}{6 - 25}$$

Przykład 2:

Pompa strumieniowa cieczowa typu ST-150 (rys. 15) pompująca wodę zanieczyszczoną mechanicznie (ścierająco), w której czynnikiem roboczym jest woda [8], [9], [10].

Parametry czynnika roboczego:

$$q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$h = 200 \text{ m sł.w.}$$

Natomiast podstawowe parametry pracy pompy wynoszą:

$$Q = 210 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 40 \text{ m}$$

Średnice króćców dopływowego, odpływowego i doprowadzającego czynnik roboczy odpowiednio wynoszą:

$$d_s = 125 \text{ mm}$$

$$d_t = 150 \text{ mm}$$

$$d_r = 125 \text{ mm}$$

Dla powyższego przykładu pompy specjalnej, symbol klasyfikacyjny ma postać:

$$\frac{125}{150} 125 \text{ PS3} - 03S \frac{120 - 200}{210 - 40}$$

LITERATURA

- [1] ZARZYCKI M., GRYCHOWSKI J., ROKITA J. - Koncepcja klasyfikacji pomp wirowych dla celów przemysłowych, Z.N. "Energetyka" nr 30, Gliwice 1969.
- [2] ZARZYCKI M., GRYCHOWSKI J., ROKITA J. - Koncepcja klasyfikacji pomp wyporowych dla celów przemysłowych. Z.N. "Energetyka" nr 30, Gliwice 1969.
- [3] Encyklopedia techniki, budowa maszyn, WNT, Warszawa 1968.
- [4] TROSKOLAŃSKI A.T. - Pompy i urządzenia do podnoszenia cieczy - projekt klasyfikacji pojęć i normalizacji słownictwa, Wiadomości PKN Warszawa 1952 z. 11.
- [5] Przenośniki cieczy, podział i symbole klasyfikacyjne, PKN, 1963.
- [6] GOLIŃSKI J., TROSKOLAŃSKI A.T. - Strumienice, WNT Warszawa, 1968.
- [7] SOKOŁOW, ZINGER N. - Strumienice, WNT Warszawa, 1965.
- [8] ZARZYCKI M. i inni (praca zbiorowa) - Pompy, Katalog - Poradnik, Katowice 1960, Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze.
- [9] ZARZYCKI M. - Zagadnienia pomp w krajowym przemyśle węglowym, Z.N. "Energetyka" 27, Gliwice 1968.
- [10] ZARZYCKI M. - Osiągnięcia krajowe w konstrukcji i budowie pomp odwadniających kopalnie węgla, Z.N. "Energetyka" 27 Gliwice 1968.

КОНЦЕПЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ НАСОСОВ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

Р е з ю м е

В работе представлено предложение классификации специальных насосов. Предложены классификационные символы, учитывающие принцип действия, род рабочего вещества, применение, а также характерные величины. Кроме того дан пример создания символа, обозначающего насос.

A CONCEPT OF THE CLASSIFICATION OF SPECIAL PUMPS
FOR INDUSTRIAL PURPOSES

S u m m a r y

The paper suggests a classification of special pumps. Classification symbols, which take into account their principles of work, the kind of working medium, their application, as well as the characteristic magnitudes, have been put forward. Besides, an example of the coinage of the symbol denoting a pump has been given.