

MACIEJ ZARZYCKI, JERZY GRYCHOWSKI

JERZY ROKITA

Katedra Pomp i Silników Wodnych

KONCEPCJA KLASYFIKACJI POMP WIROWYCH DLA CELÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono propozycję klasyfikacji pomp wirowych dla celów przemysłowych. Niezależnie od podziału ogólnego przenośników cieczy i pomp wirowych, podano również bliższy podział pomp wirowych uwzględniający ich najważniejsze cechy konstrukcyjne. Zaproponowano symbole klasyfikacyjne oraz podano przykłady tworzenia symboli.

1. Wstęp

Od szeregu lat w różnych ośrodkach naukowych uniwersyteckich i przemysłowych są prowadzone prace nad stworzeniem klasyfikacji przenośników cieczy [1, 2, 3, 4]. Prace te zmierzają głównie do ustalenia systematyki pomp, zwykle bezpośrednio nieprzydatnej dla konstruktorów, wykonawców i użytkowników pomp. Nieliczne są natomiast opracowania dotyczące klasyfikacji przenośników cieczy dla celów praktycznych [5, 6, 7]. Taka klasyfikacja dla celów przemysłowych musi z konieczności być uproszczona, a jednakże możliwie szczegółowo i precyzyjnie wydzielać i opisywać poszczególne rodzaje przenośników cieczy. Dlatego też opracowanie właściwej klasyfikacji przenośników cieczy dla celów przemysłowych jest zagadnieniem równie trudnym, jak opracowanie klasyfikacji dla celów naukowych.

Prace tego typu są również prowadzone w Katedrze Pomp i Silników Wodnych Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W ramach tych prac opracowano klasyfikację przenośników cieczy dla celów przemysłowych [8].

2. Główne założenia klasyfikacji

Przyjęto następujące określenie przenośnika cieczy: przenośnikiem cieczy jest maszyna robocza lub urządzenie służące do przenoszenia cieczy; przenośnik cieczy w czasie działania ma zdolność samodzielnego pobierania cieczy.

Wykorzystując pojęcie efektu działania: uzyskanie ruchu cieczy w pożądanym kierunku przy udziale wytworzonej różnicy ciśnień między stroną dopływową (ssawną) a stroną odpływową (tłoczną), bądź bez jej udziału, przenośniki cieczy podzielono na dwie zasadnicze grupy: pompy (P) i czepadka (C).

Pompa jest przenośnikiem cieczy, którego działanie polega na wytworzeniu różnicy ciśnień pomiędzy stroną dopływową (ssawną) a stroną odpływową (tłoczną).

Czerpadko jest przenośnikiem cieczy, którego działanie polega na przenoszeniu cieczy, bez wytwarzania różnicy ciśnień między stroną dopływową a odpływową.

Dla dokonania podziału pomp i czepadek, wprowadzono kryterium zasady działania przenośnika cieczy. Jest nim rodzaj wykorzystanego zjawiska fizycznego w celu uzyskania przenoszenia cieczy.

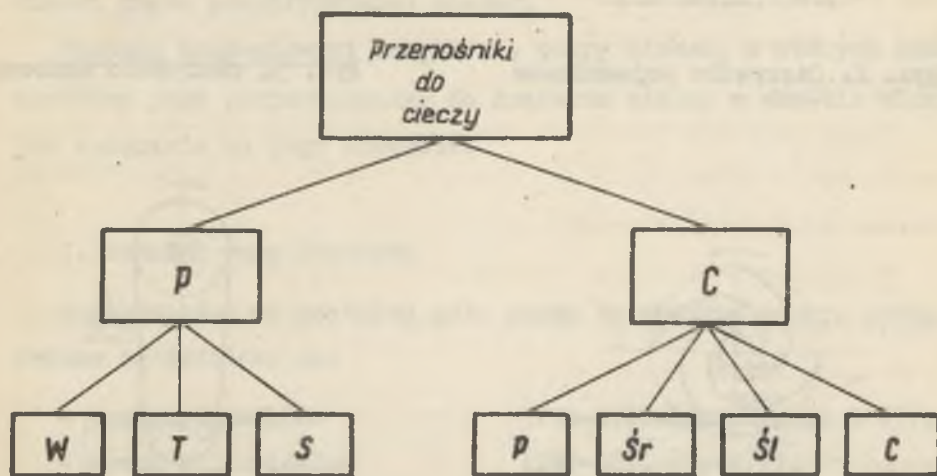
Na podstawie powyższego kryterium, pompy zostały podzielone na następujące grupy:

- pompy wirowe (PW),
- pompy wyporowe (PT),
- pompy specjalne (PS).

Pompami wirowymi nazywa się pompy, których organem roboczym jest wirujący wirnik, powodujący zwiększenie krętu lub krążenia cieczy przepływającej przez wnętrze pompy.

Pompami wyporowymi nazywa się pompy, których działanie polega na przetłaczaniu (wypieraniu) określonej objętości cieczy z przestrzeni dopływowej do przestrzeni odpływowej i jest wywołane przez ruch organu roboczego. Warunkiem działania jest szczelne odcięcie przestrzeni dopływowej od odpływowej.

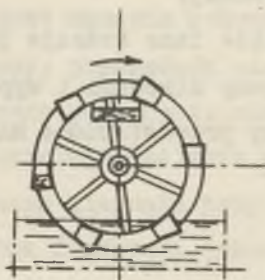
Pompami specjalnymi nazywa się wszystkie inne rodzaje pomp, których zasada działania jest różna od pomp wirowych i wyporowych. Zasadniczy podział przemośników cieczy przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zasadniczy podział przemośników cieczy

Natomiast czerpadła podzielono na:

- czerpadła pojemnikowe (CP), (rys. 2),
- czerpadła śrubowe (CŚr), (rys. 3),
- czerpadła ślimakowe (CŚl), (rys. 4),
- czerpadła cięgnowe (CC), (rys. 5).



Rys. 2. Czerpadko pojemnikowe



Rys. 3. Czerpadko śrubowe



Rys. 4. Czerpadko ślimakowe



Rys. 5. Czerpadko cięgnowe

Zasadę działania poszczególnych rodzajów czerpadek przedstawiono na rysunkach.

Wprawdzie w technice zastosowanie znajdują wszystkie typy przenośników cieczy, jednak zdecydowaną większość stanowią róż-

nego rodzaju pompy. Dlatego uznano za celowe opracowanie bliższego podziału pomp dla celów przemysłowych. Podział taki przeprowadzono dla każdej z wyodrębnionych grup pomp.

Uaktualnioną wersję takiego podziału dla pomp wirowych przedstawiono poniżej.

3. Ogólny podział pomp wirowych

Ponieważ w pompie wirowej następuje wzrost krętu bądź krążenia cieczy, dlatego pompy te dzieli się [4] na:

- pompy wirowe krętne (PW1),
- pompy wirowe krążeniowe (PW2).

Pompami krętными nazywa się pompy wirowe, w których następuje wzrost krętu przepływającej cieczy.

Pompami krążeniowymi nazywa się pompy wirowe, w których moment obrotowy jest proporcjonalny do krążenia cieczy w obrębie wirnika lub wyłącznie na jego obwodzie.

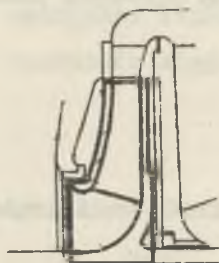
1. Podział pomp krętnych

W zależności od kształtu pola prądu we wnętrzu pompy, pompy krętne są dzielone na:

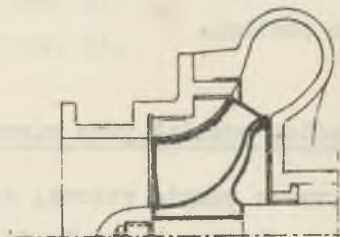
- pompy odśrodkowe (PW1-01), (rys. 6, 14 i 15),
- pompy helikoidalne (PW1-02), (rys. 7),
- pompy diagonalne (PW1-03), (rys. 8),
- pompy śmigłowe (PW1-04), (rys. 9),
- pompy o swobodnym przepływie (PW1-05), (rys. 10).

Pompami odśrodkowymi nazywa się pompy krętne o wypływie promieniowym z wirnika.

Pompami helikoidalnymi nazywa się pompy krętne o wypływie promieniowo-osiwym (ukośnym) z wirnika, oraz z obudową kanałową o stałych bądź zwiększających się przekrojach.



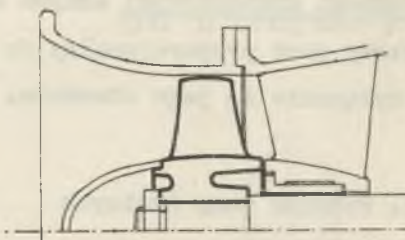
Rys. 6. Pompa wirowa odśrodkowa (z wirnikiem jednostrumieniowym)



Rys. 7. Pompa wirowa helikalna



Rys. 8. Pompa wirowa diagonalna

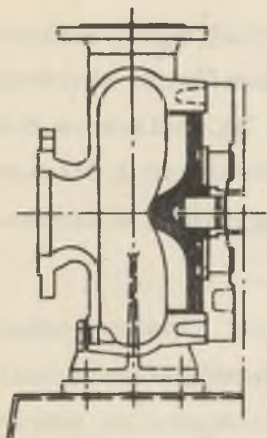


Rys. 9. Pompa wirowa śmigłowa

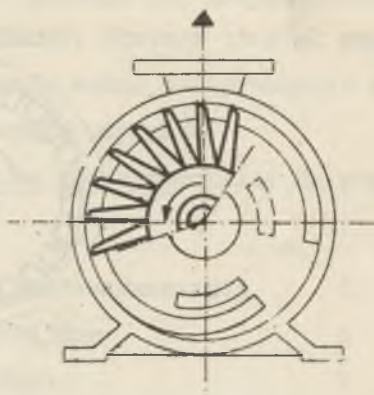
Pompami diagonalnymi zwane są pompy krętne o wypływie promieniowo-osiwym z wirnika, oraz z kierownicą łopatkową o wypływie osiwym.

Pompami śmigłowymi nazywa się pompy o wypływie osiwym z wirnika.

Pompami o swobodnym przepływie nazywa się pompy krętne, w których ciecz swobodnie przepływa przez wnętrze kadłuba pompy, a cofnięty w głąb kadłuba wirnik powoduje wzrost krętu cieczy.



Rys. 10. Pompa wirowa o swobodnym przepływie



Rys. 11. Pompa wirowa boczno-kanałowa

2. Podział pomp krążeniowych

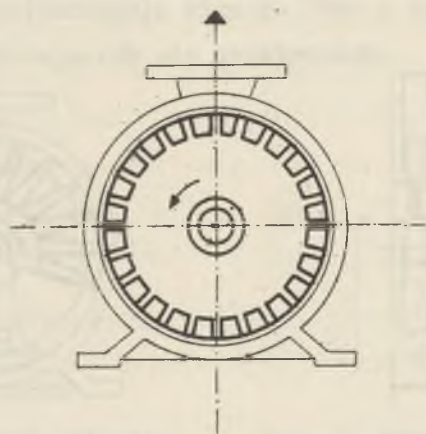
Biorąc pod uwagę czy zwiększenie krążenia cieczy następuje we wnętrzu wirnika, czy też tylko na jego obwodzie, pompy krążeniowe dzieli się na:

- pompy boczno-kanałowe (PW2-01), (rys. 11),
- pompy peryferalne (PW2-02), (rys. 12).

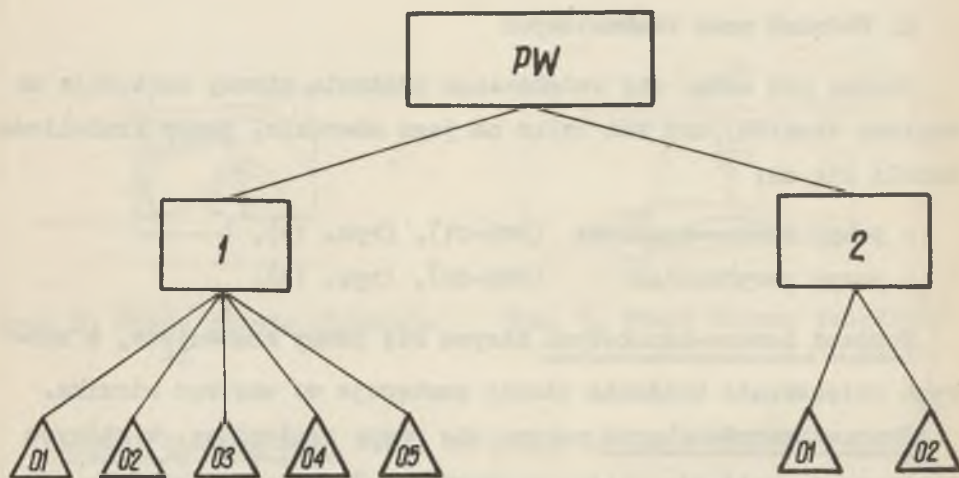
Pompami boczno-kanałowymi nazywa się pompy krążeniowe, w których zwiększenie krążenia cieczy następuje we wnętrzu wirnika.

Pompami peryferalnymi nazywa się pompy krążeniowe, w których zwiększenie krążenia cieczy następuje wyłącznie na obwodzie wirnika.

Ogólny podział pomp wirowych przedstawiono na rysunku 13.



Rys. 12. Pompa wirowa peryferalna



Rys. 13. Ogólny podział pomp wirowych

4. Podział pomp wirowych ze względu na ich zastosowanie

Zastosowanie pompy jest uwarunkowane głównie jej przydatnością do pompowania określonego rodzaju cieczy. Dlatego podział pomp wirowych ze względu na ich zastosowanie można przeprowadzić według rodzaju i temperatury przenoszonymu czynnikowi.

W związku z powyższym, pompy wirowe można podzielić na pompy do:

- cieczy czystej lub nieznacznie zanieczyszczonej C
- cieczy zanieczyszczonej nieścierającej N
- cieczy zanieczyszczonej ścierającej S
- cieczy łatwo parującej (lotnej) P
- cieczy lepkiej (gęstej) L
- cieczy żrącej (agresywnej) K
- cieczy radioaktywnej R
- ciekłych metali M
- cieczy o temperaturze do 80°C bez oznaczenia
- cieczy o temperaturze powyżej 80°C g.

Powyższy podział uwzględnia kilka kryteriów, z czego wynika, że ta sama pompa może równocześnie być przeznaczona dla kilku czynników. Na przykład: pompa ... dla cieczy czystej, lepkiej, o temperaturze powyżej 80°C (Clg).

5. Bliższy podział pomp wirowych

W celu bliższego opisanie pomp wirowych, przeprowadzono ich podział, biorąc pod uwagę szereg cech konstrukcyjnych, istotnych dla celów praktycznych.

Uwzględniono najistotniejsze cechy konstrukcyjne pomp wirowych, które decydują o właściwym zastosowaniu pompy i stanowią zbiór informacji dotyczących danej pompy.

1. Opis uwzględniający liczbę stopni

Ze względu na liczbę stopni, pompy wirowe dzieli się na:

- 1) - jednostopniowe,
- 2) - wielostopniowe.

2. Podział ze względu na układ pompy

Ze względu na układ pompy, można pompy wirowe podzielić następująco:

- 1) - w układzie poziomym,
- 2) - w układzie pionowym (szczególnym przypadkiem są pompy wałowe),
- 3) - w układzie ukośnym (dotyczy wyłącznie pomp śmigłowych oraz rzadziej helikoidalnych).

3. Podział ze względu na sposób doprowadzenia cieczy do wirnika

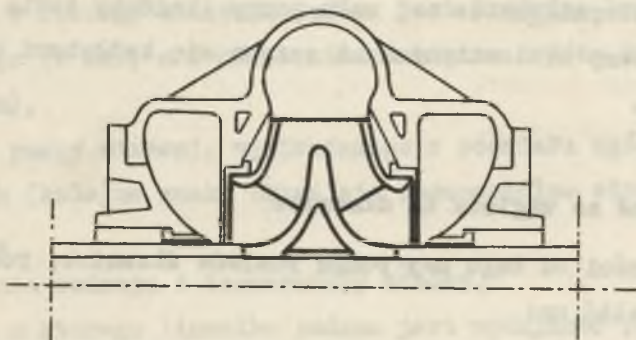
Pod względem sposobu doprowadzenia cieczy do wirnika, można pompy wirowe podzielić na:

- 1) - z wirnikami jednostrumieniowymi,
- 2) - z wirnikami dwustrumieniowymi (rys. 14),
- 3) - z wirnikami jedno- i dwustrumieniowymi.

4. Opis ze względu na konstrukcję wirnika

Ze względu na konstrukcję wirnika, pompy wirowe dzieli się następująco:

- 1) - z wirnikami zamkniętymi,
- 2) - z wirnikami otwartymi.



Rys. 14. Pompa wirowa odśrodkowa z wirnikiem dwustrumieniowym

5. Podział ze względu na sposób odprowadzenia cieczy z wirnika

Pod względem sposobu odprowadzenia cieczy z wirnika, można pompy wirowe podzielić na:

- 1) - pompy bez kierownic (z obudową kanałową cylindryczną bądź spiralną),
- 2) - pompy z kierownicami [łopatkowymi (o wypływie stycznym, promieniowym lub bocznym), bezłopatkowymi (pierścieniowymi - dyfuzorowymi)].

6. Opis charakteryzujący pompę pod względem konstrukcji kadłuba

Ze względu na konstrukcję kadłuba, pompy wirowe można podzielić następująco:

- 1) - o kadłubie niedzielnym (całkowitym),
- 2) - o kadłubie dzielnym w płaszczyźnie przechodzącej przez oś wału pompy (poziomej lub pionowej).

- 3) - o kadłubie dzielonym w płaszczyźnie bądź w płaszczyznach prostopadłych do osi wału pompy (kadłuby takie w przypadku pomp wielostopniowych nazywa się kadłubami osłonowymi).

7. Podział ze względu na dławnice

W zależności od tego czy pompa posiada dławnice, pompy wirowe można podzielić na:

- 1) - z dławnicami normalnymi ze szczeliwem plastycznym,
- 2) - z dławnicami specjalnymi (głównie ślizgowymi),
- 3) - bezdławnicowe (hermetyczne).

8. Opis ze względu na napęd pompy

Ze względu na napęd, pompy wirowe dzielimy na:

- 1) - o napędzie bezpośrednim,
- 2) - o napędzie pośrednim.

Powyższy podział pomp wirowych uwzględniający ich główne cechy konstrukcyjne, może zostać w przypadku potrzeby poszerzony o dalsze cechy. W szczególności można uwzględnić: sposób zrównoważenia nacisku osiowego, usytuowanie króćców, możliwość zastosowania pompy przy podwyższonym ciśnieniu na dopływie, samozasysalność, wykonanie materiałowe, rodzaj zastosowanego silnika napędzającego.

6. Symbol klasyfikacyjny pomp wirowych

W celu jednoznacznego opisanie pompy wirowej, można wprowadzić symbol klasyfikacyjny pompy, wynikający z podziału ogólnego pomp wirowych.

Symbol pompy wirowej składa się z następujących części:

- ułamek, w którego liczniku podana jest średnica króćca odpływowego (w mm), a w mianowniku średnica króćca dopływowego (w mm),
- symbolu pompy wirowej, wynikającego z podziału ogólnego pomp wirowych (kolejne znaki określają poszczególne stopnie podziału),
- określenia rodzaju i temperatury cieczy,
- ułamek, w którego liczniku podana jest wydajność pompy (w m³/h) i wysokość podnoszenia pompy (w m), a w mianowniku prędkość obrotowa wirnika (w min⁻¹).

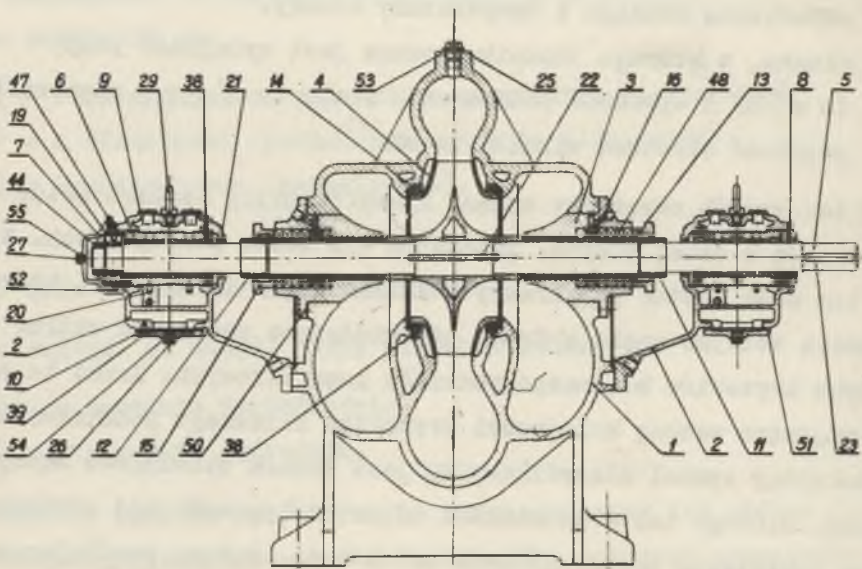
W ten sposób określony symbol klasyfikacyjny zawiera zbiór informacji o danej pompie, istotnych dla celów praktycznych. Symbol ten może zostać poszerzony o dalszą część informacji, którą stanowią kolejne znaki cyfrowe odpowiadające podziałom według kolejnych kryteriów bliższego podziału pomp wirowych. Znaki te są uszeregowane według kolejności kryteriów bliższego podziału. Tak uzupełniony symbol klasyfikacyjny jest jednak stosunkowo skomplikowany. Dlatego też w zależności od potrzeby, może być skrócony przez pominięcie poszczególnych członów, np. członu wynikającego z podziału bliższego, średnic króćców, parametrów pracy, rodzaju cieczy.

7. Przykłady symboli klasyfikacyjnych

Dla zilustrowania przedstawionej koncepcji tworzenia symboli klasyfikacyjnych, poniżej podano kilka przykładów ich tworzenia.

Przykład 1

Pompa wirowa odśrodkowa, dla cieczy nieznacznie zanieczyszczonej mechanicznie, o temperaturze do 80°C , jednostopniowa, w układzie poziomym, z wirnikiem dwustrumieniowym, zamkniętym, z obudową spiralną, o kadłubie dzielonym w płaszczyźnie przechodzącej przez oś wału, z dźwignią normalną, o napędzie bezpośrednim (rys. 15).



Rys. 15. Pompa wirowa odśrodkowa typu W0

Wielkości charakterystyczne:

Wydajność $Q = 1440 \text{ m}^3/\text{h}$,

Wysokość podnoszenia $H = 52 \text{ m}$,

Prędkość obrotowa $n = 1450 \text{ min}^{-1}$,

Średnica króćca dopływowego (ssawnego) $d_s = 450 \text{ mm}$,

Średnica króćca odpływowego (tłocznego) $d_t = 400 \text{ mm}$.

Symbol klasyfikacyjny:

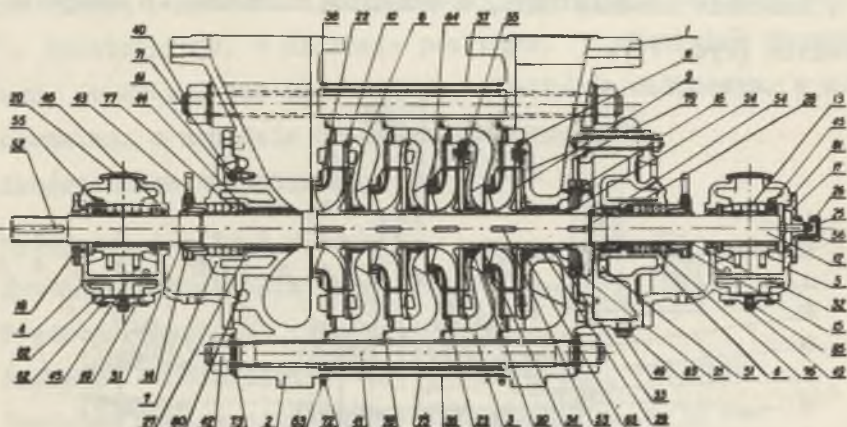
$\frac{400}{450}$ PW1-01C $\frac{1440-52}{1450}$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$\frac{400}{450}$ PW1-01C $\frac{1440-52}{1450}$ 11211211

Przykład 2

Pompa wirowa odśrodkowa, dla cieczy czystej, o temperaturze do 120°C, wielostopniowa, w układzie poziomym, z wirnikami jednostrumieniowymi, zamkniętymi, z kierownicami łopatkowymi, o kadłubie dzielonym (członowym), z dławnicą normalną, o napędzie bezpośrednim (rys. 16).



Rys. 16. Pompa wirowa odśrodkowa typu ZK

Wielkości charakterystyczne:

Wydajność $Q = 180 \text{ m}^3/\text{h}$,

Wysokość podnoszenia $H = 280 \text{ m}$,

Prędkość obrotowa $n = 2950 \text{ min}^{-1}$,

Średnica króćca dopływowego (ssawnego) $d_s = 200 \text{ mm}$,

Średnica króćca odpływowego (tłocznego) $d_t = 150 \text{ mm}$.

Symbol klasyfikacyjny:

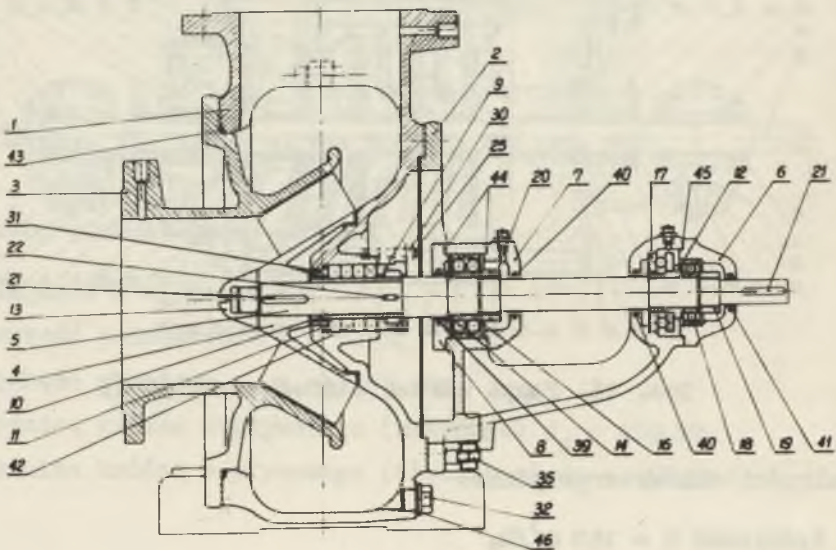
$\frac{150}{200}$ PW1-01Cg $\frac{180-280}{2950}$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$\frac{150}{200}$ PW1-01Cg $\frac{180-280}{2950}$ 21112311

Przykład 3

Pompa wirowa helikoidalna, dla cieczy nieznacznie zanieczyszczonej mechanicznie, o temperaturze do 80°C , jednostopniowa, w układzie poziomym, z wirnikiem jednostrumieniowym, otwartym, bez kierownicy, o kadłubie niedzielonym, z dławnicą normalną, o napędzie bezpośrednim (rys. 17).



Rys. 17. Pompa wirowa helikoidalna typu SR

Wielkości charakterystyczne:

$$\text{Wydajność } Q = 90 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$\text{Wysokość podnoszenia } H = 11,5 \text{ m},$$

$$\text{Prędkość obrotowa } n = 1450 \text{ min}^{-1},$$

$$\text{Średnica króćca dopływowego (ssawnego) } d_s = 150 \text{ mm},$$

$$\text{Średnica króćca odpływowego (tłocznego) } d_t = 125 \text{ mm}.$$

Symbol klasyfikacyjny:

$$\frac{125}{150} \text{ PW1-02C } \frac{90-11,5}{1450}$$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$$\frac{125}{150} \text{ PW1-02C } \frac{90-11,5}{1450} 11121111$$

Przykład 4

Pompa wirowa peryferjalna, dla cieczy czystej, o temperaturze do 80°C , dwustopniowa, w układzie poziomym, z wirnikiem dwustrumieniowym, otwartym, bez kierownicy, o kadłubie członowym, z dławnicą normalną, o napędzie bezpośrednim (rys. 18).

Wielkości charakterystyczne:

$$\text{Wydajność } Q = 19,2 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$\text{Wysokość podnoszenia: } H = 93 \text{ m},$$

$$\text{Prędkość obrotowa } n = 1400 \text{ min}^{-1},$$

$$\text{Średnica króćca dopływowego (ssawnego) } d_s = 13 \text{ mm},$$

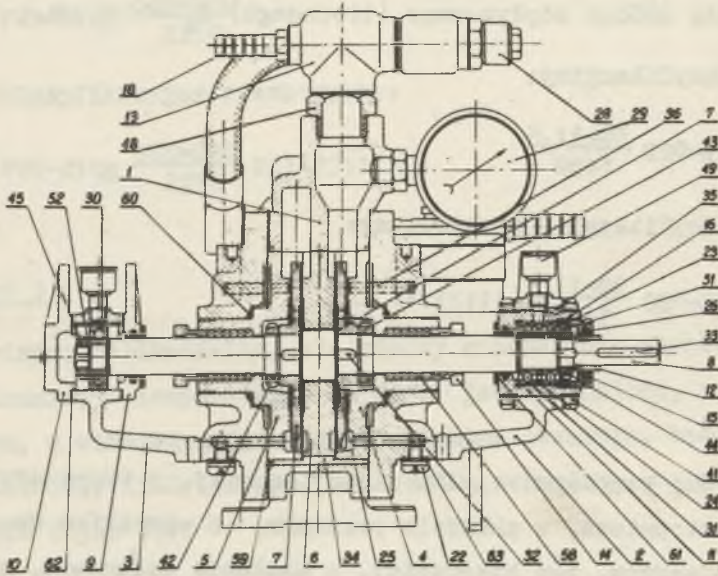
$$\text{Średnica króćca odpływowego (tłocznego) } d_t = 12 \text{ mm}.$$

Symbol klasyfikacyjny:

$$\frac{12}{13} \text{ PW2-02C } \frac{19,2-93}{1400}$$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$\frac{12}{13}$ PW2-02C $\frac{19.2-93}{1400}$ 21221311



Rys. 18. Pompa wirowa peryferalna typu S-12

Zakończenie

Przedłożona koncepcja klasyfikacji pomp wirowych dla celów przemysłowych stanowi jedno z możliwych rozwiązań. Proponowany podział może zostać poszerzony lub ograniczony o inne kryteria podziału. Dalsze prace nad zagadnieniem klasyfikacji pomp powinny zmierzać do uproszczenia klasyfikacji poprzez łączenie cech konstrukcyjnych zwykle wspólnie występujących, np. pompy wirowe odśrodkowe, jednostopniowe, w układzie poziomym, o kadłubie całkowitym.

LITERATURA

- [1] Polska Norma: Przenośniki cieczy. Podział i symbole klasyfikacyjne. PN/M-44000.
- [2] Normy zagraniczne: DIN Entwurt 24260 i 24261, TGL 6267 Blatt 1, ČSN 110010.
- [3] TROSKOLAŃSKI A.T.: Pompy i urządzenia do przenoszenia cieczy. Wiadomości PKN, Nr 11, 1952.
- [4] TROSKOLAŃSKI A.T.: Klasyfikacja pomp wirowych. Przegląd Mechaniczny. Rok 1967. Zeszyt 18.
- [5] ZARZYCKI M.: Klasyfikacja przenośników do cieczy ze szczególnym uwzględnieniem pomp wirowych. Politechnika Śląska, Gliwice, listopad 1949 r.
- [6] ZARZYCKI M.: Podstawy typizacji pomp dla górnictwa węglowego. Gliwice 1964. Mechanizacja Górnictwa Nr 4, Wydawnictwa ZKMPW.
- [7] ZARZYCKI M.: Zagadnienie pomp w krajowym przemyśle węglowym. Gliwice 1967/68. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka Nr 27.
- [8] Projekt Polskiej Normy: Przenośniki cieczy. Podział i symbole. Opracowany w Katedrze Pomp i Silników Wodnych Politechniki Śląskiej w r. 1966. Praca nie publikowana.
- [9] Praca zbiorowa: Zarzycki M. i inni: Pompy. Katalog-Poradnik. Katowice 1960 r. Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze.

КОНЦЕПЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

Резюме

В статье дано предложение классификации центробежных насосов для промышленных целей. Независимо от общего распределения устройств для транспорта жидкости и центробежных насосов дано также более подробное распределение центробежных насосов, которое учитывает их самые главные конструкционные особенности. Предлагается также символы классификации и указано примеры образования символов.

A PROPOSITION OF CLASSIFYING IMPELLER PUMPS FOR THE USE OF INDUSTRY

Summary

This paper presents a proposition for the use of industry of classifying impeller pumps. The classification singles out the most important constructive features of impeller pumps. The classification symbols for any kind of the groups of impeller pumps are given. Furthermore it contains an example of creating classification symbols for this group of pumps.