

MACIEJ ZARZYCKI, JERZY GRYCHOWSKI
JERZY ROKITA
Katedra Pomp i Silników Wodnych

KONCEPCJA KLASYFIKACJI POMP WYPOROWYCH DLA CELÓW PRZEMYSŁOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono propozycję klasyfikacji pomp waporowych dla celów przemysłowych. Podziału pomp dokonano, wyodrębniając najważniejsze ich cechy konstrukcyjne. Ponadto zaproponowano symbole klasyfikacyjne, uwzględniające cechy konstrukcyjne, zastosowanie oraz wielkości charakterystyczne pompy waporowej. Na zakończenie podano przykłady tworzenia symboli.

1. Wstęp

Olbrzymie zapotrzebowanie na pompy i urządzenia do podnoszenia cieczy, obejmujące również wielką różnorodność zastosowań, warunków pracy jak również wymaganych parametrów jest powodem istnienia ogromnej różnorodności odmian konstrukcyjnych i typów pomp. To duże zróżnicowanie powoduje powstanie poważnych trudności w opracowaniu prawidłowej klasyfikacji pomp, zadowalającej konstruktora, wykonawcę i użytkownika. Istniejące dotychczas próby sporządzenia takiej klasyfikacji [1, 2, 3, 4, 5] rozwiązują ten problem jedynie częściowo. Zapotrzebowanie w praktyce przemysłowej wykazuje jednak potrzebę podjęcia dalszych prób w tej dziedzinie.

Przedstawiona praca podejmuje próbę klasyfikacji pomp waporowych i jest dalszym rozwinięciem zmodyfikowanej koncepcji zawar-

tej w pracy Katedry, dotyczącej podziału przenośników cieczy [4]. Zasadnicza koncepcja przedstawionej klasyfikacji polega na dwuczęściowym opisie maszyny. Pierwszą część opisu obejmuje najbardziej ogólne cechy pompy, które umożliwiają wyodrębnienie podstawowych grup konstrukcyjnych. Uwzględniając praktyczną przydatność opisu podstawowych grup konstrukcyjnych, uzupełniono go określeniem rodzaju i temperatury przenoszonego czynnika oraz wielkościami charakterystycznymi pompy.

W ten sposób wzbogacony opis pompy wydaje się być szczególnie przydatny dla użytkownika. Jednak jak wykazuje praktyka przemysłowa, opis taki jest nie zawsze wystarczający dla konstruktora i wykonawcy pomp. Z tego powodu uważano za celowe dokonanie dalszego podziału pomp uwzględniającego następne cechy konstrukcyjne pompy. Druga część opisu pompy w symbolu klasyfikacyjnym obejmuje więc cechy pompy związane z odpowiednimi rozwiązaniami konstrukcyjnymi.

W pracy Katedry na temat klasyfikacji pomp wirowych [6] podane zostały podstawowe definicje i sposób podziału przenośników cieczy. Podstawową cechą wyodrębniającą grupę pomp z przenośników cieczy, jest ta, że pompa uzyskuje ruch cieczy w pożądanym kierunku przy udziale wytworzonej przez nią różnicy ciśnień pomiędzy stroną dopływową (ssawną) a stroną odpływową (tłoczną). Natomiast w grupie pomp, działanie pomp wyporowych polega na przetłaczaniu (wypieraniu) określonej objętości cieczy z przestrzeni dopływowej do przestrzeni odpływowej i jest wywołane przez ruch organu roboczego. Warunkiem działania pompy wyporowej jest szczelne odcięcie przestrzeni dopływowej od przestrzeni odpływowej.

2. Ogólny podział pomp wyporowych

W zależności od ruchu jaki wykonuje organ roboczy, pompy wyporowe można podzielić na:

- pompy o ruchu posuwisto-zwrotnym organu roboczego (PT1),
- pompy o ruchu obrotowo-zwrotnym organu roboczego (PT2),
- pompy o ruchu obrotowym organu roboczego (PT3),
- pompy o ruchu obiegowym organu roboczego (PT4),
- pompy o ruchu oscylująco-obrotowym organu roboczego (PT5),

Ze względu na konstrukcję organu roboczego, pompy wyporowe o ruchu posuwisto-zwrotnym organu roboczego, dzielimy na:

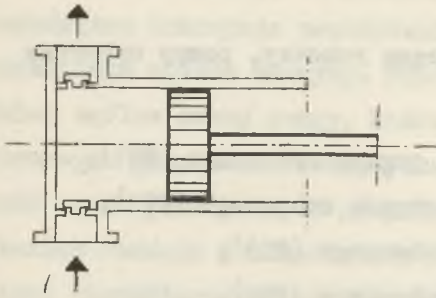
- pompy tłokowe (PT1-01, rys. 1, rys. 2),
- pompy wielotłoczne (PT1-02, rys. 3, rys. 4),
- pompy nurnikowe (nurowe) (PT1-03, rys. 5, rys. 6),
- pompy przeponowe (PT1-04, rys. 7).

Przedstawicielami pomp wyporowych, w których organ roboczy wykonuje ruch obrotowo-zwrotny, są:

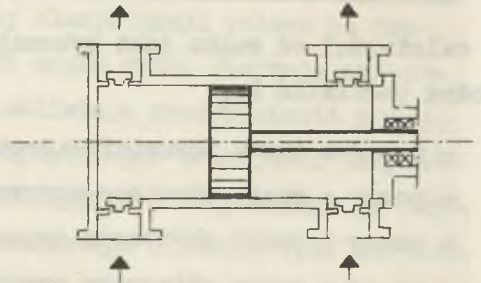
- pompy skrzydełkowe (PT2-01, rys. 8, rys. 9),

Uwzględniając konstrukcję organu roboczego pomp wyporowych o ruchu obrotowym organu roboczego, pompy te dzieli się na:

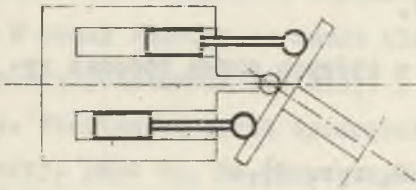
- pompy łopatkowe (PT3-01, rys. 10, rys. 11),
- pompy zębate (PT3-02, rys. 12, rys. 13),
- pompy krzywkowe (PT-03, rys. 14, rys. 15, rys. 16),
- pompy wałeczkowe (PT3-04, rys. 17),
- pompy śrubowe (PT3-05, rys. 18, rys. 19),
- pompy ślimakowe (PT3-06, rys. 20),
- pompy labiryntowe (PT3-07, rys. 21),
- pompy przewodowe (PT3-08, rys. 22).



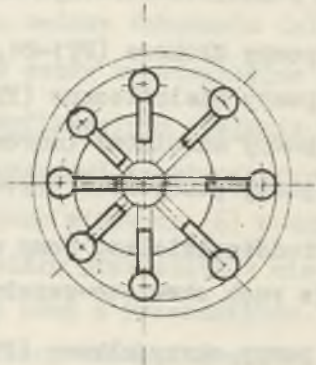
Rys. 1. Pompa tłokowa, jednostronnego działania



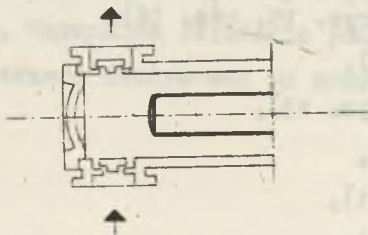
Rys. 2. Pompa tłokowa, dwustronnego działania



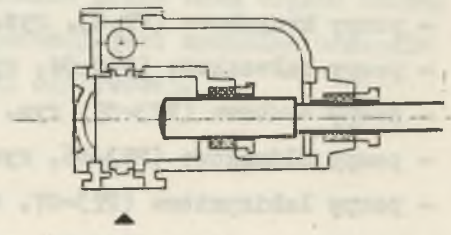
Rys. 3. Pompa wielotłoczkowa, osiowa



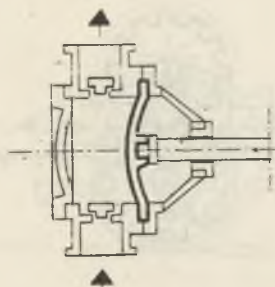
Rys. 4. Pompa wielotłoczkowa, promieniowa



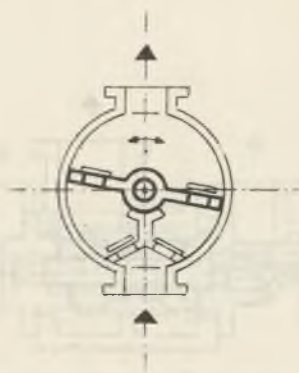
Rys. 5. Pompa nurnikowa, jednostronnego działania



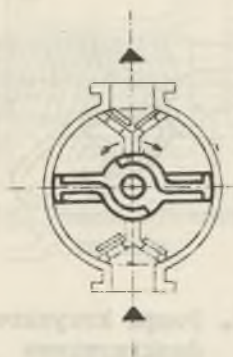
Rys. 6. Pompa nurnikowa, różnicowa



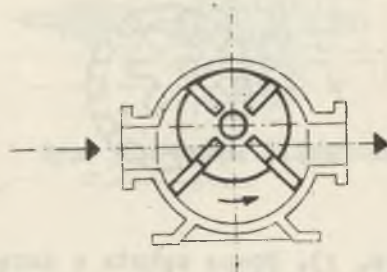
Rys. 7. Pompa przeponowa



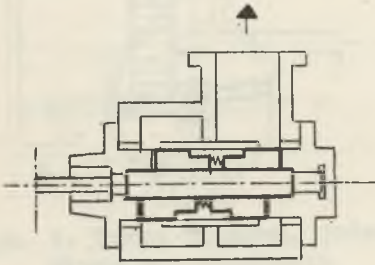
Rys. 8. Pompa skrzydełkowa, po-
dwójnego działania



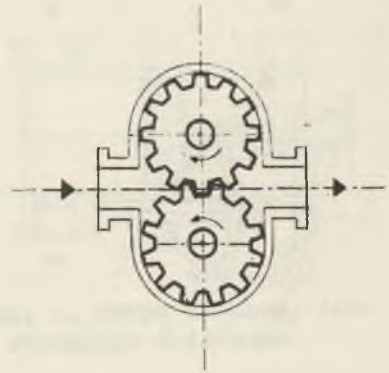
Rys. 9. Pompa skrzydełkowa, po-
czwórnego działania



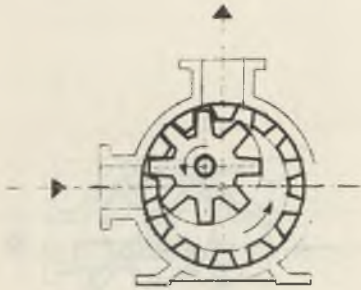
Rys. 10. Pompa łopatkowa, pro-
mieniowa



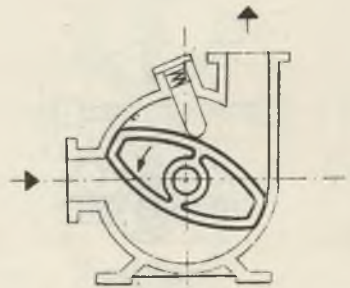
Rys. 11. Pompa łopatkowa, osiowa



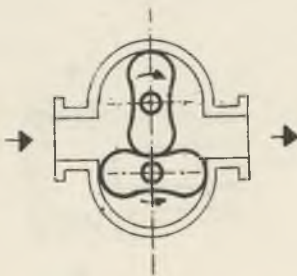
Rys. 12. Pompa zębata z ząbieniem zewnętrznym



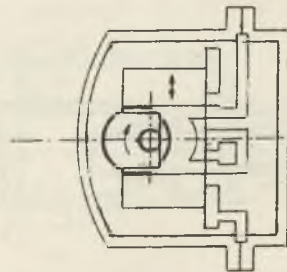
Rys. 13. Pompa zębata z ząbieniem wewnętrznym



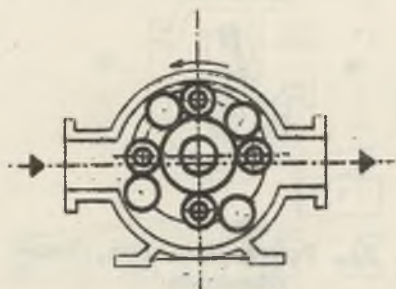
Rys. 14. Pompa krzywkowa, jednodokrzywkowa



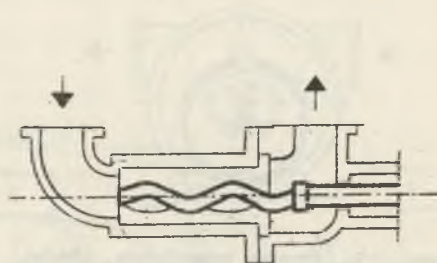
Rys. 15. Pompa krzywkowa, dwukrzywkowa



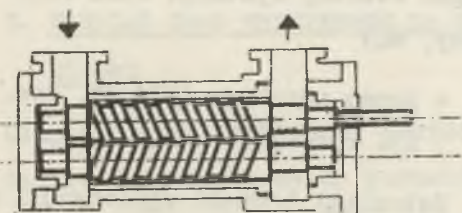
Rys. 16. Pompa krzywkowa, suwakowa



Rys. 17. Pompa wałeczkowa



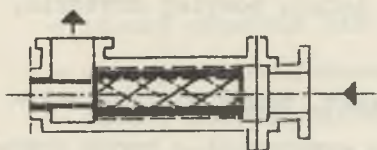
Rys. 18. Pompa śrubowa, jednowirnikowa



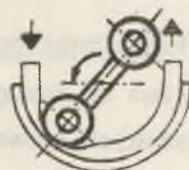
Rys. 19. Pompa śrubowa, dwuwirnikowa



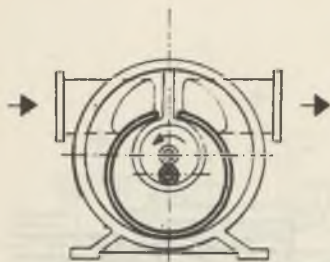
Rys. 20. Pompa ślimakowa



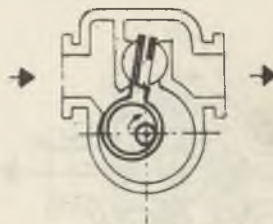
Rys. 21. Pompa labiryntowa



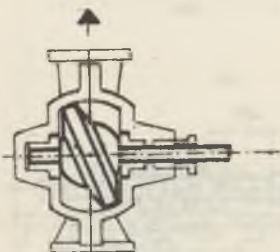
Rys. 22. Pompa przewodowa



Rys. 23. Pompa puszkowa, jednopuszkowa



Rys. 24. Pompa puszkowa, dwupuszkowa



Rys. 25. Pompa tarczowa

Pompami wyporowymi, w których organ roboczy wykonuje ruch obrotowy, są:

- pompy puszkowe (PT4-01, rys. 23, rys. 24).

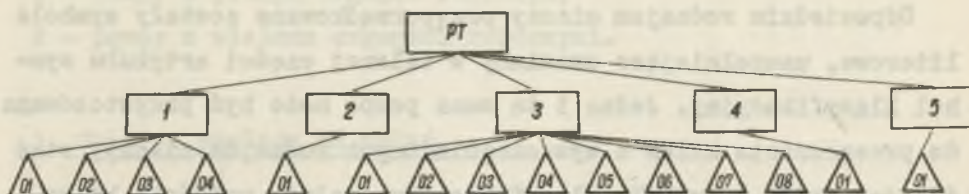
Natomiast pompami wyporowymi, w których organ roboczy wykonuje ruch oscylująco-obrotowy, są:

- pompy tarczowe (PT-01, rys. 25).

Schemat ogólnego podziału opartego o podane powyżej kryteria, przedstawiono na rysunku 26.

W spotykanych opracowaniach na ten temat, pompy wielotłoczkowe zaliczane są niekiedy do rodzaju pomp wyporowych o ruchu obrotowym organu roboczego. W przedstawionej koncepcji podziału pomp wyporowych, postanowiono pompy wielotłoczkowe zaliczyć do pomp w których organ roboczy wykonuje ruch posuwisto-zwrotny, biorąc za podstawę kinematykę organu roboczego względem cylindrów. Do pomp tych zaliczono również pompy w których zespół tłoczków poruszany jest przez ukośnie osadzoną na wale tarczę. Podobnie w

pracy [5] pompy wielotłoczkowe zaliczane zostały do pomp o ruchu posuwisto-zwrotnym organu roboczego.



Rys. 26. Schemat ogólnego podziału pomp waporowych

3. Podział pomp waporowych ze względu na rodzaj przenoszonej cieczy

Uwzględniając praktyczną przydatność proponowanej koncepcji podziału pomp waporowych, postanowiono uzupełnić ogólny opis pompy jej zastosowaniem. Zastosowanie pompy jest określone głównie rodzajem i temperaturą przenoszonej cieczy.

Ze względu na rodzaj przenoszonej cieczy, pompy waporowe można podzielić na pompy przeznaczone do:

- cieczy czystych lub nieznacznie zanieczyszczonych C,
- cieczy zanieczyszczonych nieścierająco N,
- cieczy zanieczyszczonych ścierająco S,
- cieczy lepkich (gęstych) L,
- cieczy agresywnych (żrących) K,
- cieczy łatwo parujących (lotnych) P,

- | | |
|--------------------------------------|----------------|
| - cieczy radioaktywnych | R, |
| - cieczy o temperaturze do 80°C | bez oznaczenia |
| - cieczy o temperaturze powyżej 80°C | G, |

Odpowiednim rodzajom cieczy przyporządkowane zostały symbole literowe, uzupełniające omawiany w dalszej części artykułu symbol klasyfikacyjny. Jedna i ta sama pompa może być przystosowana do przenoszenia kilku z wyszczególnionych rodzajów cieczy, stąd dla jej opisu w symbolu klasyfikacyjnym należy umieścić kilka oznaczeń literowych.

4. Bliższy podział pomp waporowych

Z uwagi na ogromne zróżnicowanie poszczególnych typów pomp waporowych, podanie zwięzłych definicji określających dostatecznie odpowiednie rodzaje pomp waporowych jest niezmiernie trudne. Wynika stąd potrzeba rozszerzenia podziału pomp waporowych, uwzględniającego dodatkowe cechy maszyny, w celu bardziej szczegółowego opisu danej konstrukcji.

W celu dalszego scharakteryzowania pomp waporowych, wyróżniono szereg dodatkowych cech opisu maszyny.

1. Opis ze względu na działanie

Ze względu na działanie, pompy waporowe można podzielić na:

- 1 - pompy pojedynczo działające,
- 2 - pompy podwójnie działające,
- 3 - pompy różnicowe.

2. Opis uwzględniający liczbę organów roboczych

Uwzględniając liczbę organów roboczych, pompy wyporowe można podzielić na:

- 1 - pompy z jednym organem roboczym,
- 2 - pompy z wieloma organami roboczymi.

3. Opis ze względu na układ

Biorąc pod uwagę układ, pompy wyporowe można podzielić na:

- 1 - pompy w układzie poziomym,
- 2 - pompy w układzie pionowym.

Układ pompy charakteryzuje oś organu roboczego.

4. Opis ze względu na konstrukcję zaworów

Rozpatrując konstrukcję zaworów, pompy wyporowe można podzielić na:

- 1 - pompy z zaworami wzniosowymi,
- 2 - pompy z zaworami uchylnymi,
- 3 - pompy z zaworami specjalnymi.

5. Opis uwzględniający konstrukcję dławnic

Ze względu na konstrukcję dławnic, pompy wyporowe można podzielić na:

- 1 - pompy z dławnicami ze szczeliwem plastycznym,
- 2 - pompy z dławnicami specjalnymi (głównie ślizgowymi).

6. Opis ze względu na powietrzenie

W zależności od tego czy pompa posiada powietrzenie, pompy wyporowe, można podzielić na:

- 1 - pompy z powietrzną po stronie dopływowej (ssawnej),
- 2 - pompy z powietrzną po stronie odpływowej (tłocznej),
- 3 - pompy z powietrzeniami po stronie dopływowej i odpływowej.

7. Opis uwzględniający napęd

Uwzględniając rodzaj zastosowanego napędu, pompy wyporowe można podzielić na:

- 1,- pompy o napędzie mechanicznym bezpośrednim,
- 2 - pompy o napędzie mechanicznym pośrednim,
- 3 - pompy o napędzie ręcznym.

5. Budowa symbolu klasyfikacyjnego

W celu scharakteryzowania danej pompy, proponuje się zbudowanie symbolu klasyfikacyjnego opartego w zasadzie o ogólny podział pomp wyporowych i dodatkowo uzupełnionego podaniem rodzaju przenoszonej cieczy oraz wielkościami charakterystycznymi pompy. Pod pojęciem wielkości charakterystycznych pompy rozumie się jej podstawowe parametry pracy:

- | | | |
|---|---------------|----------------------|
| - wydajność | Q | m^3/h , |
| - wysokość podnoszenia | H | m, |
| - prędkość obrotowa, bądź liczba podwójnych ruchów organu roboczego | n | (lub s) min^{-1} , |
| - średnice króćców dopływowego (ssawnego) i odpływowego (tłoczego) | d_s , d_t | mm. |

Symbol klasyfikacyjny wynika ze schematu ogólnego podziału pomp wyporowych przedstawionego na rysunku 26. Średnicę króćców odpływowego oraz dopływowego umieszczono w postaci ułamka przed symbolem. Natomiast określenie rodzaju cieczy i wielkości charakterystyczne za symbolem. W ten sposób zbudowany symbol jest symbolem klasyfikacyjnym podstawowym.

Bliższy opis pompy można również zrealizować za pomocą oznaczeń liczbowych umieszczonych za wielkościami charakterystycznymi pompy. Sposób przyporządkowania oznaczeń liczbowych odpowiednim cechom konstrukcyjnym można dokonać, podobnie jak w rozdziale drugim opracowania, korzystając z wyszczególnionych bliższych cech pompy.

Poniżej podano przykłady objaśniające budowę symbolu klasyfikacyjnego podstawowego oraz rozszerzonego.

Przykład 1

Pompa wyporowa tłokowa, podwójnie działająca, z jednym organem roboczym, w układzie poziomym, z zaworami wzniosowymi i powietrzną po stronie odpływowej oraz dławnicą z uszczelnieniem plastycznym, o napędzie mechanicznym pośrednim. Pompa przeznaczona do przenoszenia cieczy czystych. Parametry pracy:

$$Q = 10 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$H = 140 \text{ m},$$

$$s = 40 \text{ min}^{-1}.$$

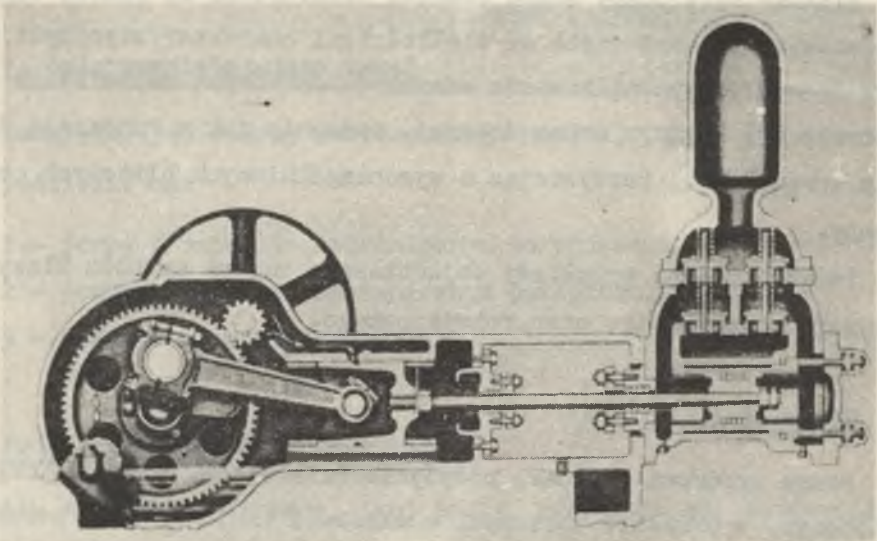
Pompa posiada króćce odpływowy i dopływowy o średnicach odpowiednio: $d_t = 50 \text{ mm}$ i $d_s = 65 \text{ mm}$.

Symbol klasyfikacyjny podstawowy:

$\frac{50}{65}$ FT1 - 01C $\frac{10 - 140}{40}$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$\frac{50}{65}$ FT1 - 01C $\frac{10 - 140}{40}$ 2111122



Rys. 27. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego pompy tłokowej

Przykład 2

Pompa wyporowa śrubowa, z jednym organem roboczym, pracująca w układzie poziomym, posiadająca dławnicę z uszczelnieniem plastycznym, o napędzie mechanicznym bezpośrednim. Pompa przeznaczona do przenoszenia cieczy lepkich. Parametry pracy:

$$Q = 9 \text{ m}^3/\text{h}$$

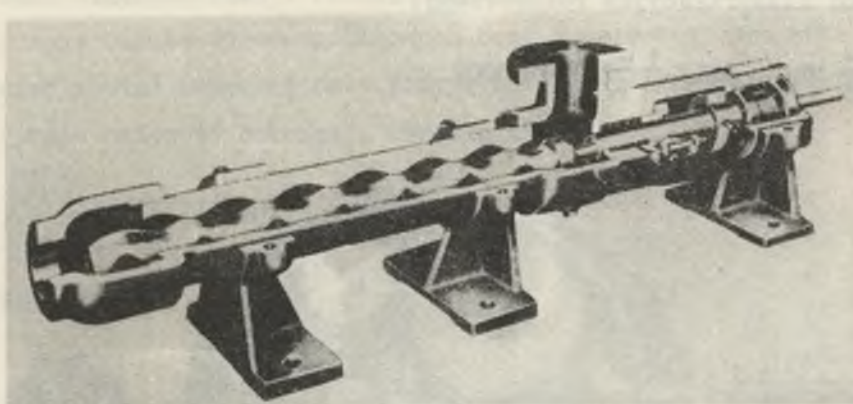
$$H = 45 \text{ m}$$

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

Pompa posiada króćce odpływowy i dopływowy o średnicach odpowiednio: $d_t = 50$ mm, $d_g = 65$ mm.

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$$\frac{50}{65} \text{PT3} - 05\text{L} \frac{9 - 45}{1450} 0110101$$



Rys. 28. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego pompy śrubowej

Przykład 3

Pompa wyporowa przewodowa, z jednym organem roboczym, pracująca w układzie pionowym o napędzie mechanicznym bezpośrednim. Pompa przeznaczona jest do przenoszenia cieczy lepkich i agresywnych.

Parametry pracy pompy:

$$Q = 1 \text{ m}^3/\text{h},$$

$$H = 14 \text{ m},$$

$$n = 720 \text{ min}^{-1}.$$

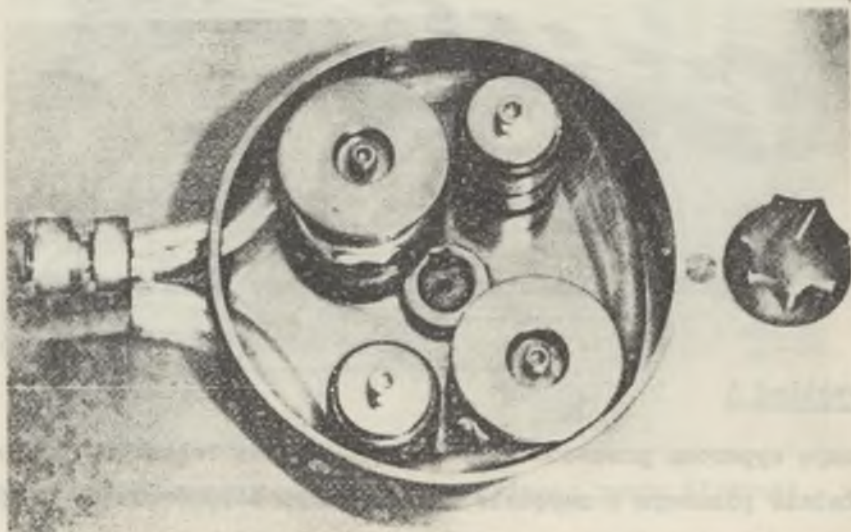
Średnica króćca dopływowego oraz odpływowego $d_{t,s} = 25 \text{ mm}$.

Symbol klasyfikacyjny podstawowy:

$\frac{25}{25}$ PT3 - 08LK $\frac{1-14}{720}$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$\frac{25}{25}$ PT3 - 08LK $\frac{1-14}{720}$ 0120002



Rys. 29. Przykład rozwiązania konstrukcyjnego pompy przewodowej

Jak wynika z powyższych przykładów, opis pompy za pomocą bliższych cech konstrukcyjnych nie jest zbiorem informacji ściśle dopasowanym do wszystkich odmian konstrukcyjnych. Dana pompa może w ogóle nie posiadać określonych cech konstrukcyjnych, w tym przypadku w odpowiednim miejscu rozszerzonego symbolu klasyfikacyjnego należy umieścić zero (przykład 2 oraz 3).

W dalszych pracach nad tym zagadnieniem można najczęściej spotykane zestawienia cech konstrukcyjnych zgrupować w jednym

symbolu liczbowym i w ten sposób skrócić oznaczenie bliższych cech konstrukcyjnych.

Ponadto może zaistnieć potrzeba uzupełnienia podanego opisu pompy dodatkowymi informacjami na przykład dotyczącymi materiałów z których wykonane są poszczególne główne elementy pompy bądź wiadomościami o rodzaju silnika zastosowanego do napędu pompy. Liczba wyszczególnionych cech konstrukcyjnych może również zostać uzupełniona w przypadku jeżeli praktyka przemysłowa wykaże celowość dokonania uzupełnień.

LITERATURA

- [1] Polska Norma: "Przenośniki cieczy. Podział i symbole klasyfikacyjne". PN/M-44000.
- [2] Normy zagraniczne: DIN Entwurt 24260 i 24262, TGL 6267 Blatt 1, ČSN 110010.
- [3] TROSKOJAŃSKI A.T.: "Pompy i urządzenia do podnoszenia cieczy. Projekt klasyfikacji pojęć i normalizacji słownictwa". Wiadomości PKN rok 1952, zeszyt 11.
- [4] Projekt Polskiej Normy: "Przenośniki cieczy. Podział i symbole klasyfikacyjne" opracowany w Katedrze Pomp i Silników Wodnych Politechniki Śląskiej w roku 1966 (Praca nie publikowana).
- [5] HICKS T.G.: "Pump selection and application", McGraw-Hill, 1957.
- [6] ZARZYCKI M., GRYCHOWSKI J., ROKITA J.: "Konceptja klasyfikacji pomp wirowych dla celów przemysłowych" Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka 30.

КОНЦЕПЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕМНЫХ НАСОСОВ
ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

Резюме

В статье дано предложение классификации объемных насосов для промышленных целей. Распределение насосов проведено, указывая их главные конструкционные особенности.

Кроме того, предлагается классификация символики, учитывающая конструкционные особенности, применение и характерные технические данные объемного насоса. В заключение даны примеры образования символов.

A PROPOSITION OF CLASSIFYING DISPLACEMENT PUMPS
FOR THE USE OF INDUSTRY

Summary

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