

Maciej ZARZYCKI

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych

KONCEPCJA KLASYFIKACJI SYSTEMÓW, MASZYN I URZĄDZEŃ DO TRANSPORTU HYDRAULICZNEGO CIAŁ STAŁYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono propozycję klasyfikacji systemów, maszyn i urządzeń do hydraulicznego transportu ciał stałych. Systematykę przeprowadzono wyodrębniając najważniejsze cechy instalacji do transportu hydraulicznego ciał stałych oraz ich wyposażenia. Ponadto zaproponowano symbole klasyfikacyjne, podstawowy i rozszerzony oraz podano przykłady tworzenia symboli. Opracowana klasyfikacja jest przeznaczona dla projektantów i konstruktorów, ale może również służyć dla użytkowników i producentów maszyn i urządzeń. Może być także stosowana do celów dydaktycznych.

1. Wprowadzenie

Stale rozszerzanie systemów oraz ulepszanie maszyn i urządzeń do transportu spowodowało również wzrost zastosowania transportu hydraulicznego ciał stałych w różnych dziedzinach gospodarki. W tym systemie transportu wykorzystuje się energię wody stanowiącą ciecz transportującą oraz utrzymującą rozdrobnione ciała stałe w czasie transportu w postaci mieszaniny [1, 2]. Cały proces przemieszczania odbywa się głównie w przewodach ruro-
wych bądź rzadziej w korytach otwartych.

Transport hydrauliczny odznacza się szeregiem zalet:

- może być dostosowany do różnych warunków i zastosowań,
- może być łączony z innymi rodzajami transportu,
- umożliwia uproszczenie instalacji transportujących,
- zmniejsza bądź eliminuje przeładunki w procesie transportu,
- zwiększa pewność ruchu przez zmniejszanie możliwości awarii,
- eliminuje zapylenia i zagrożenia wybuchu,
- zmniejsza koszty transportu,
- zmniejsza liczbę osób zatrudnionych przy transporcie,
- umożliwia pełną automatyzację,
- zwiększa bezpieczeństwo pracy obsługi.

Transport hydrauliczny posiada jednak i wady, do których przede wszystkim należą:

- duże zużycie wody,
- zwiększenie wilgotności zwłaszcza w transporcie w kopalniach podziemnych,

- trudność uzyskania suchego ciała stałego z mieszaniny transportowanej,
- kosztowne urządzenia do oczyszczenia wody transportującej zabezpieczające przed zanieczyszczeniem środowiska naturalnego,
- stosunkowo duże zużycie maszyn, urządzeń i przewodów rurowych na skutek erozji.

Podane zalety transportu hydraulicznego jednak przeważają i powodują, że w uzasadnionych przypadkach technicznych i ekonomicznych ten rodzaj transportu może być stosowany z dobrymi wynikami.

Transport hydrauliczny może być stosowany do przemieszczania surowców, produktów i odpadów w różnych instalacjach.

Między innymi może być stosowany na przykład w:

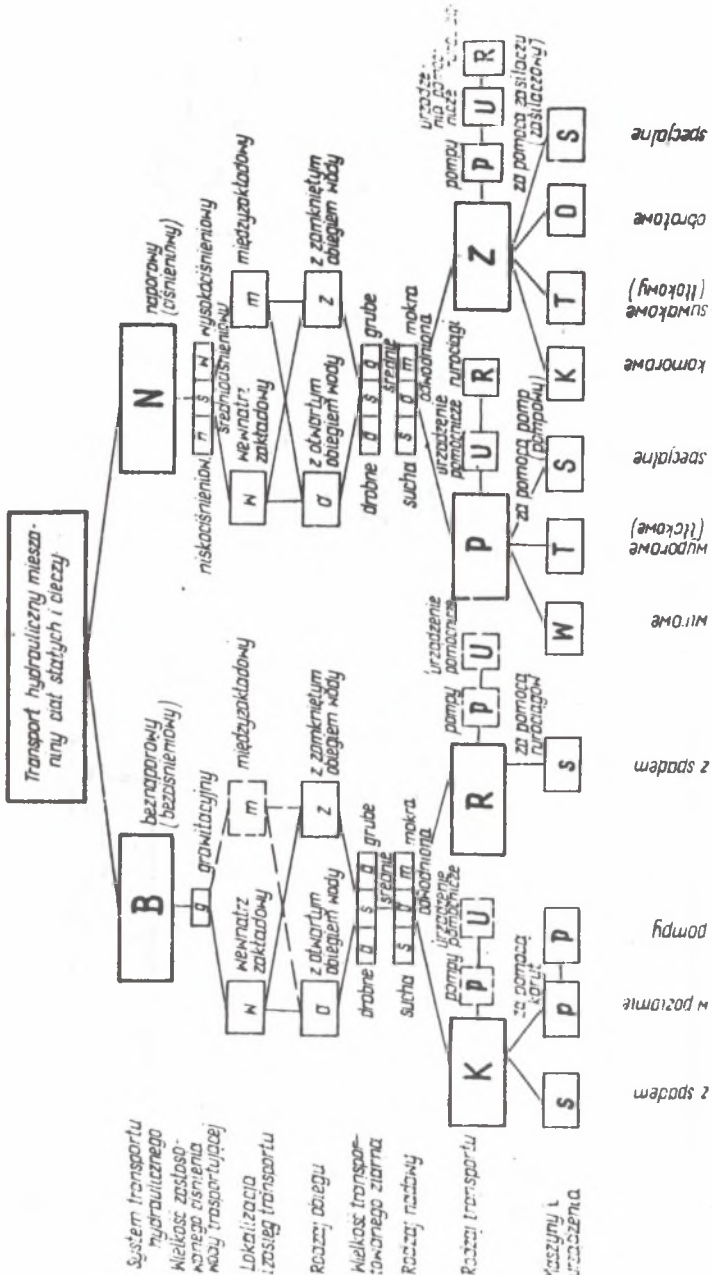
- górnictwie odkrywkowym, do transportu nadkładu i urobku (najczęściej w powiązaniu z mechanizacją kompleksową, a więc z urabianiem bądź odapajaniem hydraulicznym),
- górnictwie podziemnym, do odstawy i transportu urobku i skały płonnej, podsadzki hydraulicznej, wzbogacania kopalin,
- energetyce, do transportu popiołu i żużla,
- inżynierii jądrowej, przy budowie zapór, obwałowań,
- przemyśle budowlanym, do transportu w cementowniach o technologii "mokrej", zakładach prefabrykacji, ceramiki szlachetnej,
- przemyśle hutniczym, do transportu rudy, zgorzeliny,
- inżynierii sanitarnej, do transportu ścieków komunalnych i przemysłowych,
- przemyśle drzewnym, do transportu i przeróbki masy papierniczej,
- przemyśle spożywczym, do transportu buraków cukrowych, żywych ryb itp.

Zakres zastosowania transportu hydraulicznego stale zwiększa się wraz z rozwojem badań teoretycznych i doświadczalnych (podstawowych i stosowanych), konstrukcją nowych maszyn i urządzeń oraz wprowadzeniem nowych tworzyw konstrukcyjnych odpornych zwłaszcza na działanie erozyjne transportowanych mieszanin.

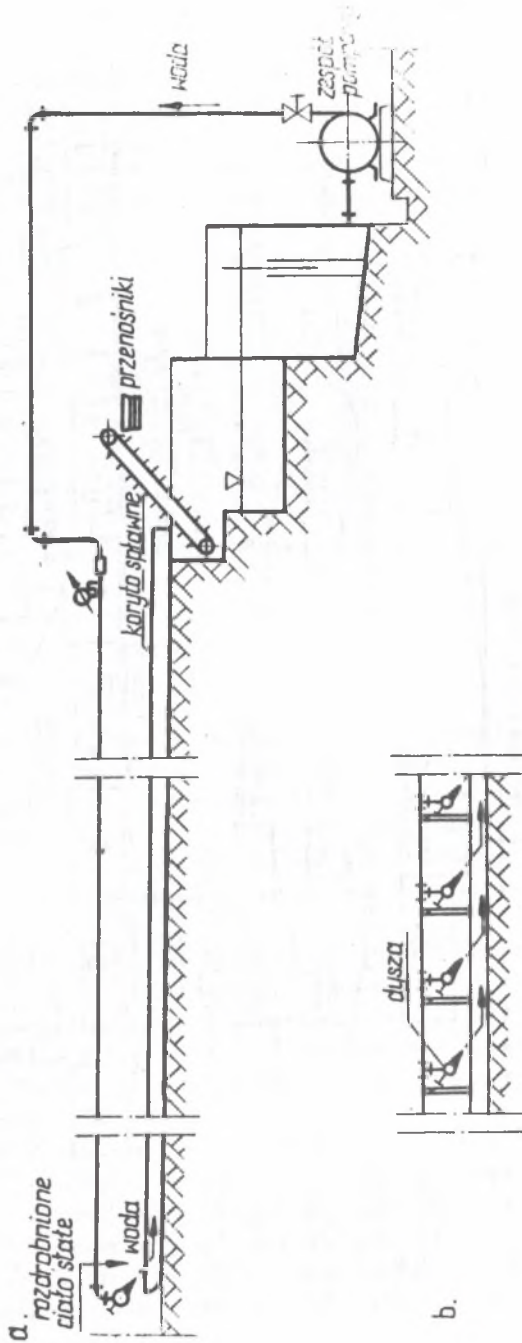
Aby ułatwić projektantom i konstruktorom zajmującym się problematyką transportu hydraulicznego ciał stałych, od szeregu lat w różnych ośrodkach naukowych uniwersyteckich i przemysłowych są prowadzone prace nad stworzeniem klasyfikacji tych systemów oraz maszyn i urządzeń [1 do 4].

Są prowadzone również prace dotyczące poszczególnych systemów bądź maszyn i urządzeń [5 do 21].

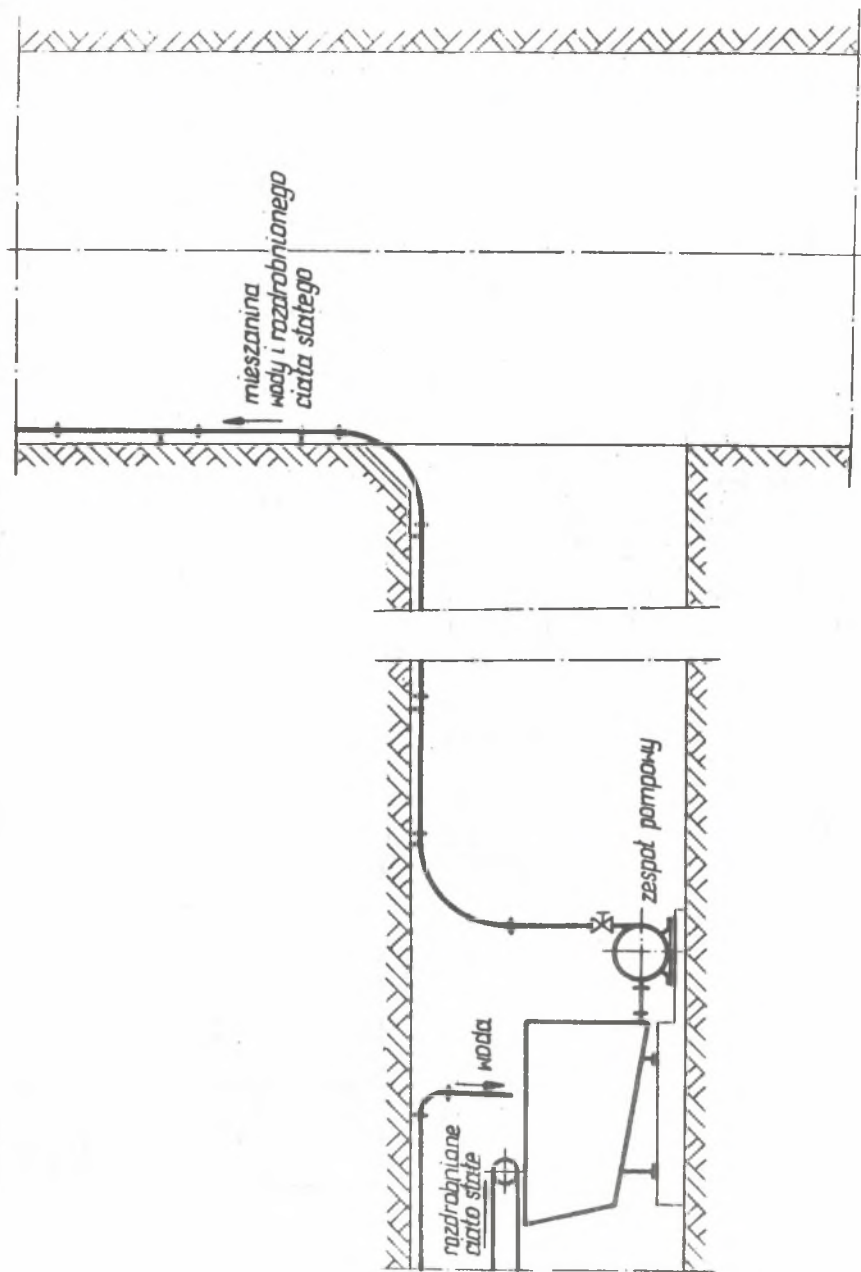
Dla dalszego uściślenia tej systematyki, na podstawie analizy współczesnych rozwiązań technicznych i kierunków rozwoju tego rodzaju transportu, przedstawiono propozycję klasyfikacji systemów maszyn i urządzeń do hydraulicznego transportu ciał stałych. Klasyfikacja ta wprawdzie jest przeznaczona dla celów przemysłowych i z konieczności jest uproszczona, to jednak umożliwi stosunkowo precyzyjnie i szczegółowo opisać poszczególne systemy, maszyny i urządzenia. Z klasyfikacji tej mogą korzystać projektanci, konstruktorzy oraz jak wykazało doświadczenie także użytkow-



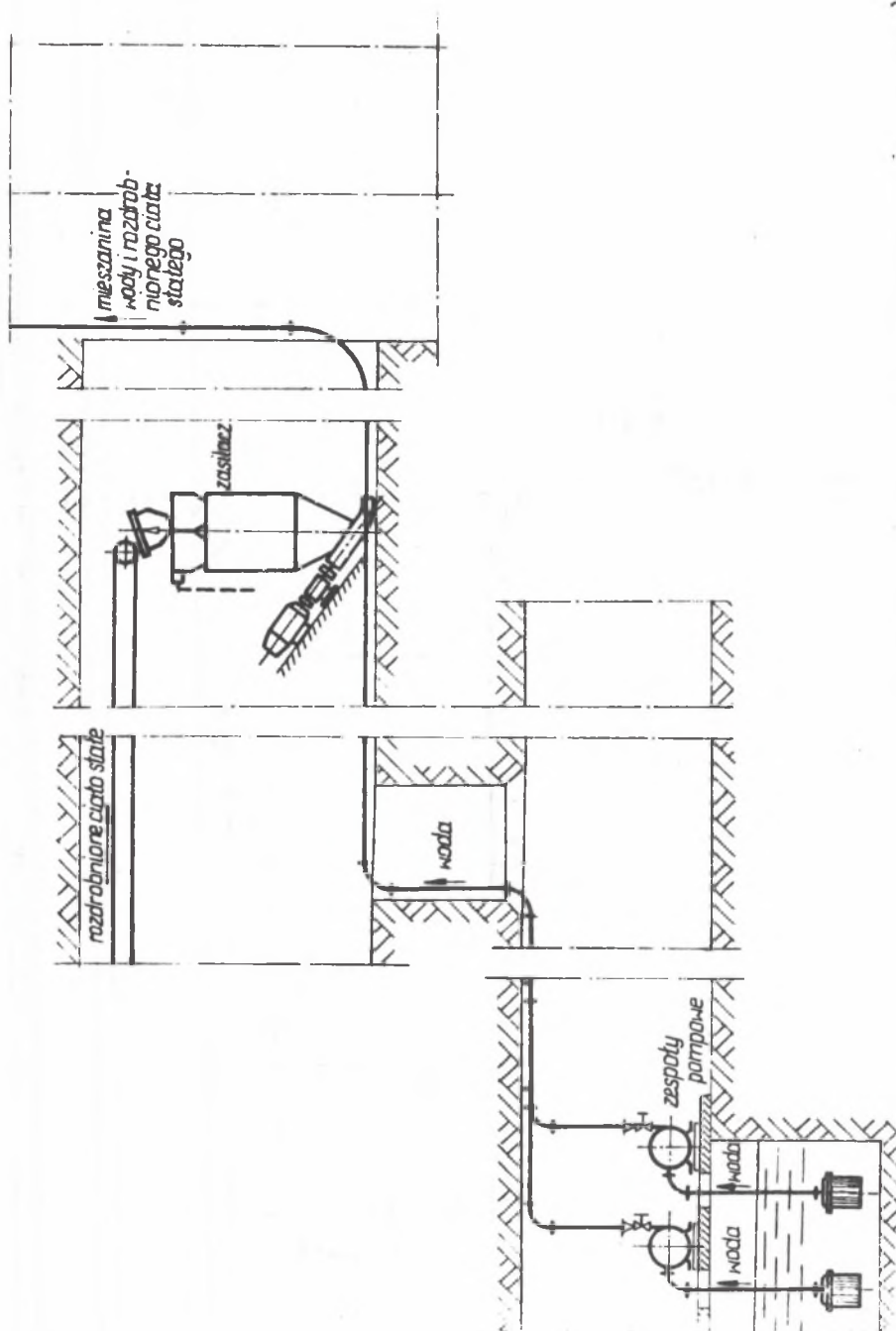
Rys. 1. Systematyka instalacji oraz maszyn i urządzeń do transportu hydraulicznego ciał stałych



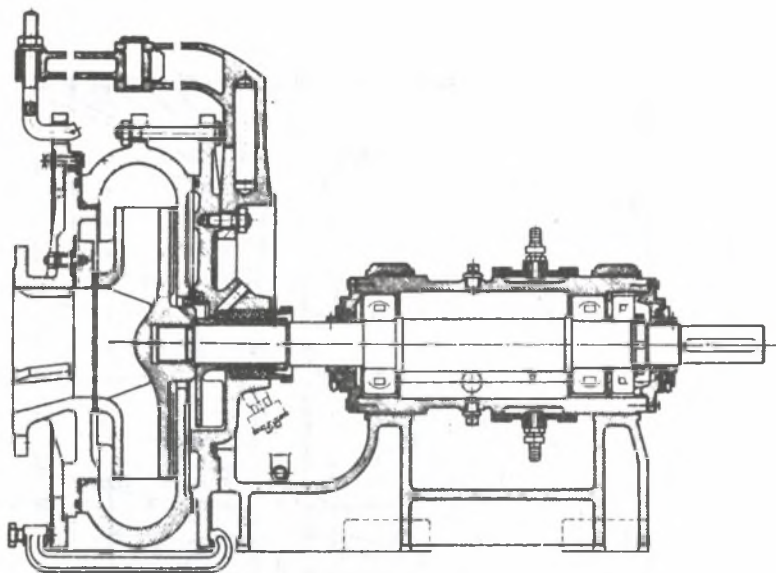
Rys. 2. Transport hydrauliczny ciał stałych beznaporowy (bezcienieniowy) za pomocą koryt spławnych
 a - z spadem, b - w poziomie



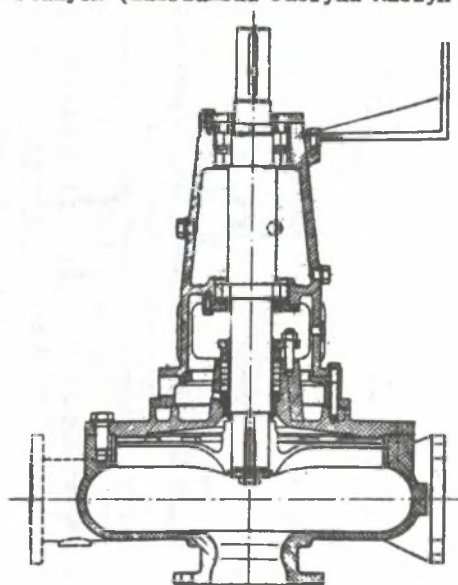
Rys. 3. Transport hydrauliczny ciał stałych naporowy (ociśnieniowy) za pomocą pomp.



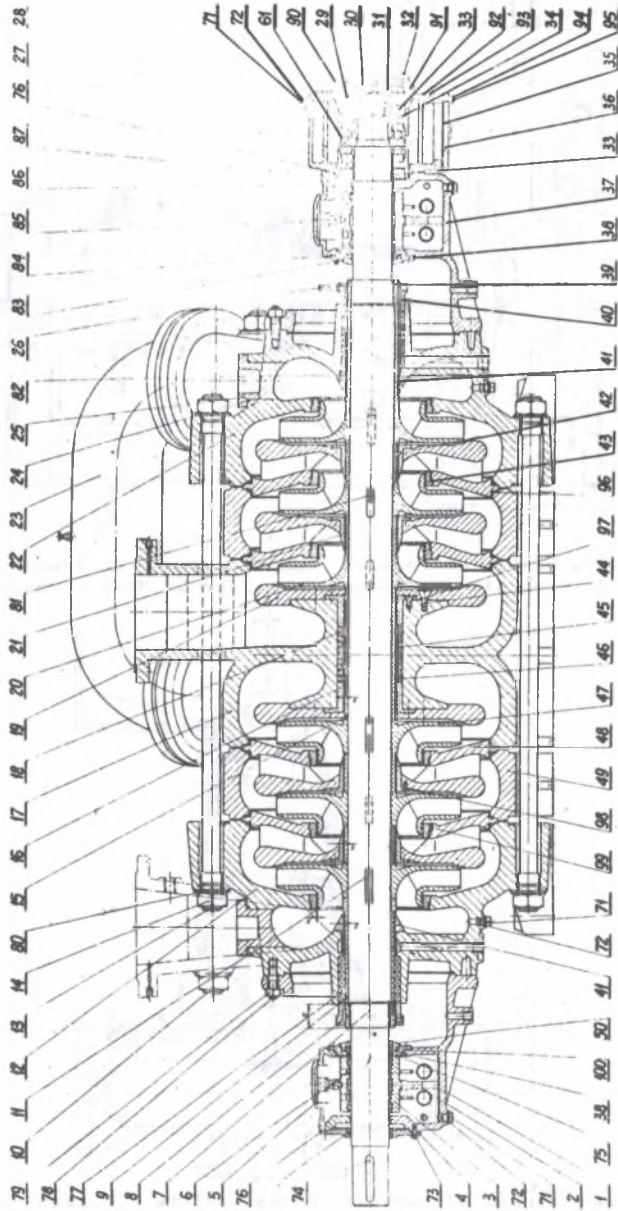
Krys. 4. Transport hydrauliczny ciał stałych naporowy (ciężeniowy) za pomocą pomp i zasilaczy (dawkowników)



Rys. 5. Pompa wirowa odśrodkowa jednostopniowa do transportu hydraulicznego ciał stałych (Zabrzeńska Fabryka Maszyn Górniczych)



Rys. 6. Pompa wirowa odśrodkowa jednostopniowa (o swobodnym przepływie) do transportu hydraulicznego ciał stałych (Politechnika Śląska)



Rys. 7. Pompa wirowa odśrodkowa wielostopniowa do transportu hydraulicznego ciał stałych (Zakłady Konstruktoryjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego KOMAG (Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG))

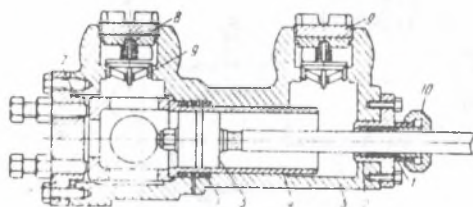
nicy i produkceni maszyn. Klasyfikacja może również być stosowana do celów dydaktycznych.

2. Podstawy klasyfikacji

Na wstępie klasyfikacji należy sprecyzować dla jakich ciał stałych ma być stosowany transport hydrauliczny, np. do piasku, węgla, popiołu itp. Następnie dla dokonania systematyki systemów, maszyn i urządzeń do transportu hydraulicznego ciał stałych, wprowadzono następujące kryteria:

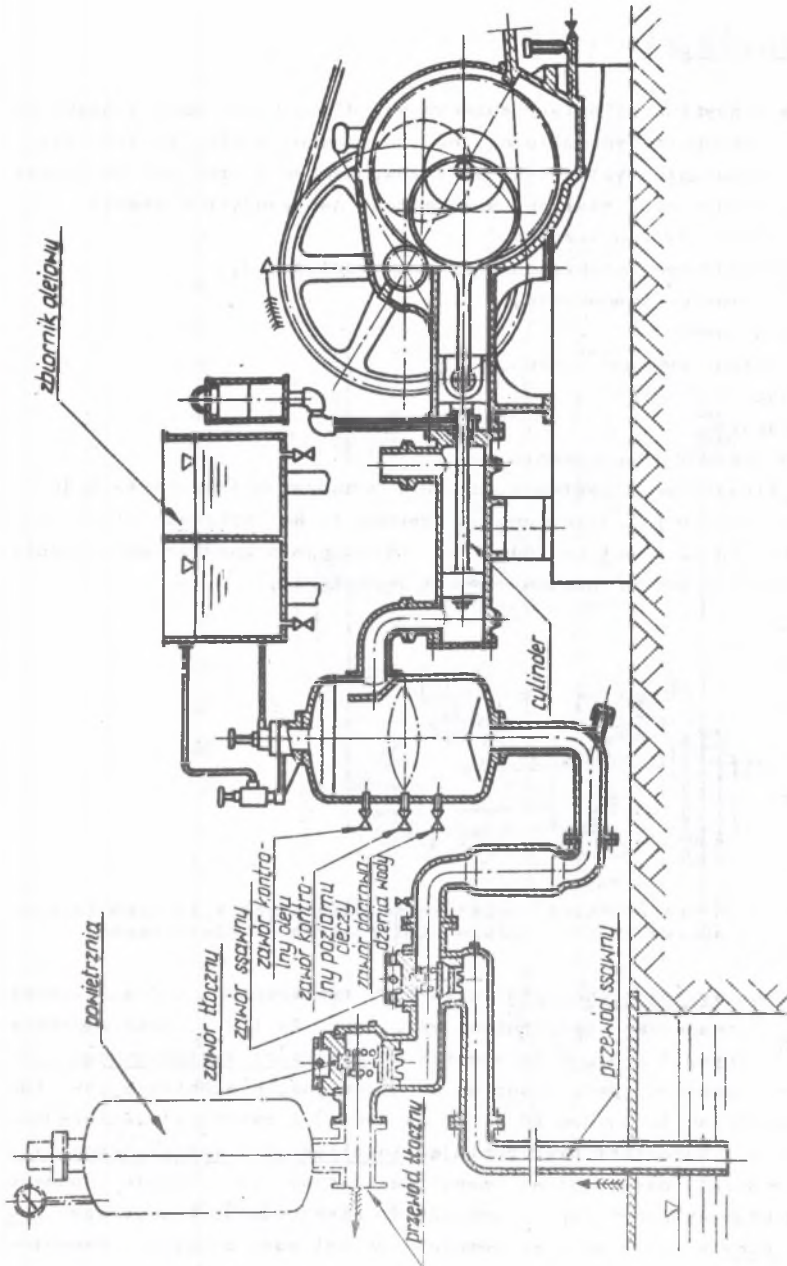
- system transportu hydraulicznego,
- wielkość zastosowanego ciśnienia wody transportującej,
- lokalizację i zasięg transportu,
- rodzaj obiegu wody,
- wielkość transportowanego ziarna,
- rodzaj nadawy,
- rodzaj transportu,
- zastosowane maszyny i urządzenia.

Koncepcję klasyfikacji systemów maszyn i urządzeń do transportu hydraulicznego ciał stałych przedstawiono na rysunku 1. Na wykresie klasyfikacyjnym podano ponadto niektóre dodatkowe informacje o zastosowaniu dodatkowych pomp, bądź urządzeń pomocniczych i rurociągów.



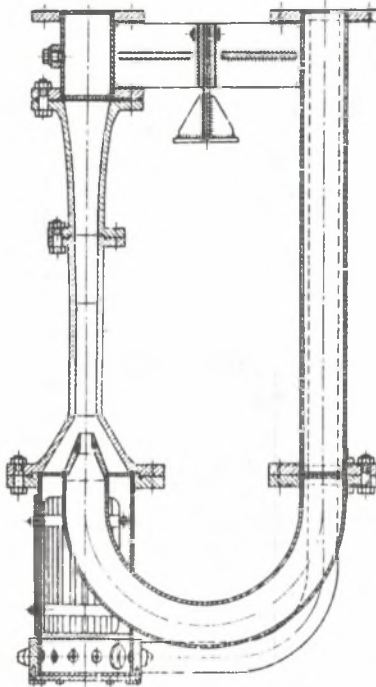
Rys. 8. Pompa wyporowa (tłokowa) obustronnie działająca z tłokiem tarczowym do transportu hydraulicznego ciał stałych (Uralmaszawod)

Ze względu na system transportu instalacje transportu hydraulicznego podzielono na beznaporowe (bezciśnieniowe), (rys. 2a i 2b) oraz naporowe (ciśnieniowe), (rys. 3 i 4). W zależności od wielkości zastosowanego ciśnienia układy transportu podzielono na grawitacyjne, niskociśnieniowe (do $H = 150$ m), średnociśnieniowe ($H = 150$ do 300 m) i wysokociśnieniowe (powyżej $H = 300$ m). Natomiast uwzględniając lokalizację i zasięg transportu wprowadzono podział instalacji na wewnątrzzakładowy (w obrębie jednego zakładu) i międzszakładowy (np. z kopalni do elektrowni). W przypadku rodzaju obiegu wody w instalacji rozróżniono obiegi wody otwarte i zamknięte (woda transportująca jest oczyszczana i krąży w obiegu).



Rys. 9. Pompa wyperowa (tłokowa) jednostronnie działająca z tłokiem przeponowym do transportu hydraulicznego ciał stałych (Mitsubishi)

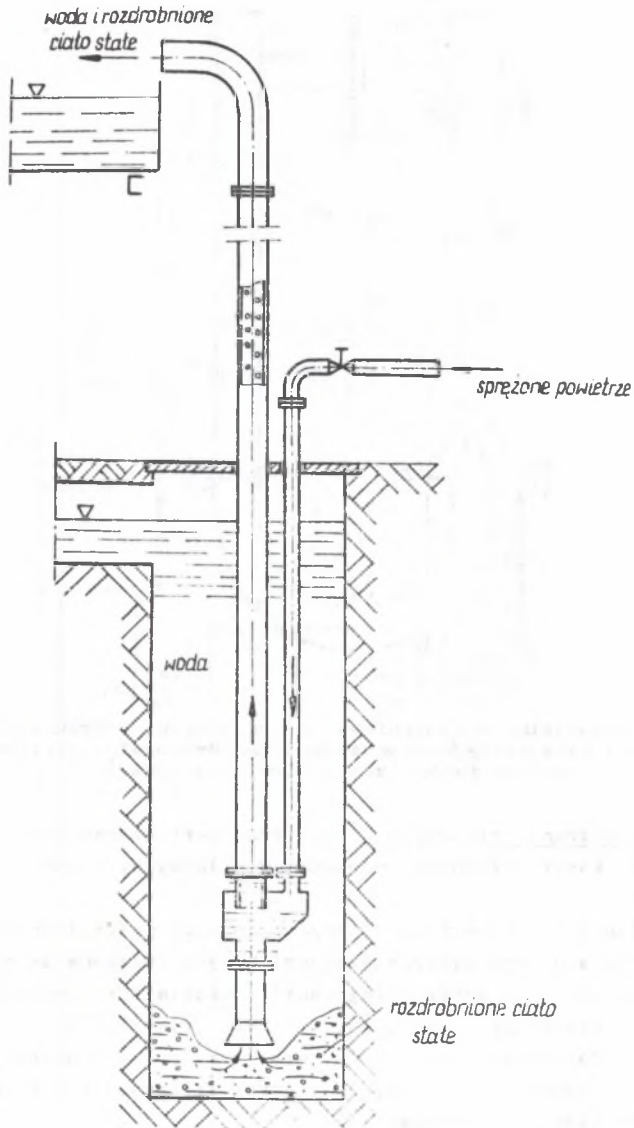
W zakresie wielkości transportowanego ziarna w klasyfikacji rozróżniono mieszaniny wody i rozdrobnionych ciał stałych o ziarnie drobnym (do $\delta_s = 0 \pm 5$ mm), średnim ($\delta_s = 0 \pm 80$ mm) i grubym (powyżej $\delta_s = 0 \pm 250$ mm).



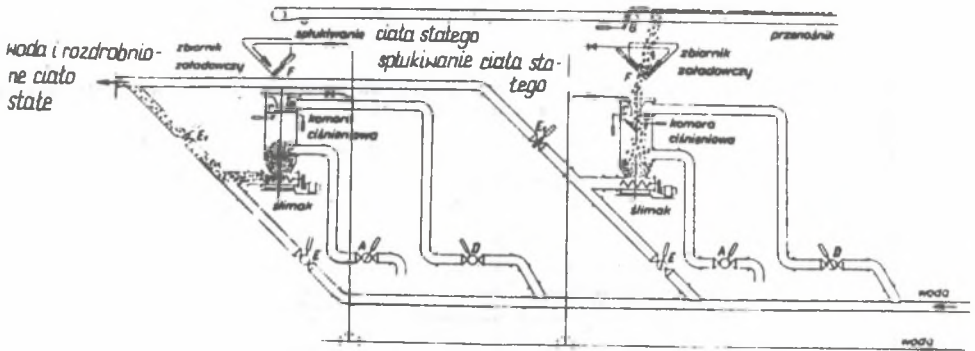
Rys. 10. Pompa specjalna strumieniowa do transportu hydraulicznego ciał stałych (Zakłady Konstrukcyjno-Mechanizacyjne Przemysłu Węglowego KOMAG (Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG))

Odnosnie rodzaju transportu wyodrębniono transport hydrauliczny ciał stałych za pomocą: koryt spławnych, rurociągów spławnych, pomp i zasilaczy (dawkowników).

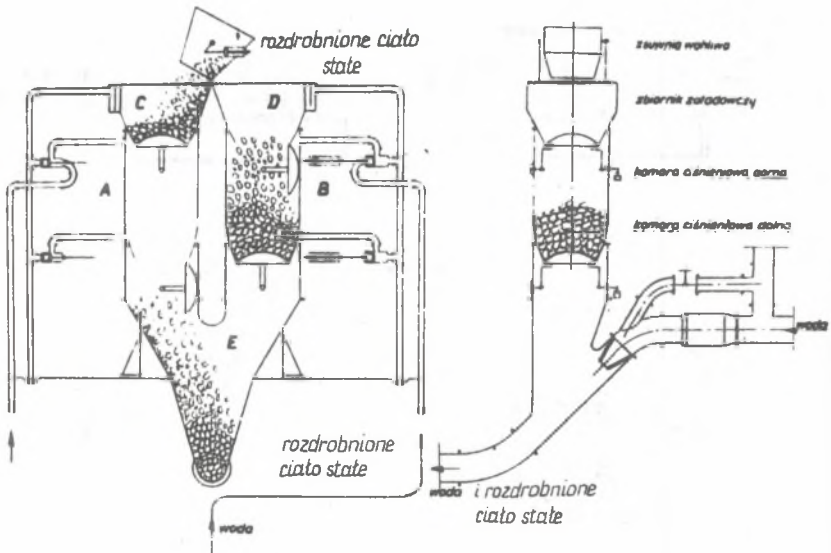
Natomiast dokładniej w klasyfikacji przedstawiono podział dotyczący maszyn i urządzeń, w którym wyszczególniono: koryta ułożone ze spadem i w poziomie (wyjątkowo na niecałej odległości); rurociągi spławne (raczej rzadziej); pompy: wirowe (rys. 5, 6, 7), wyporowe (rys. 8, 9) i specjalne (rys. 10, 11), (do celów pomocniczych) oraz zasilacze: komorowe (rys. 12, 13), suwakowe (tłokowe), (rys. 14, 15), obrotowe (rys. 16), specjalne np. zasilacz rurowy (rys. 17) i inne.



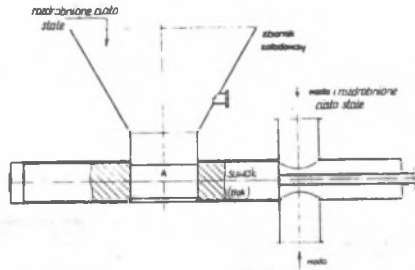
Rys. 11. Pompa specjalna podnośnikowa do transportu hydraulicznego ciał stałych



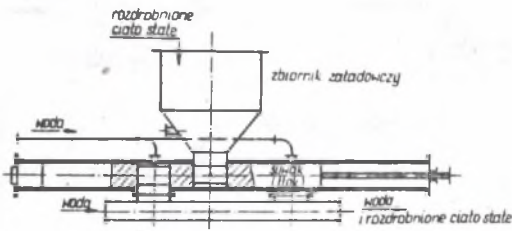
Rys. 12. Zasilacz komorowy (jednokomorowy w układzie podwójnym), (Główny Instytut Górnictwa)



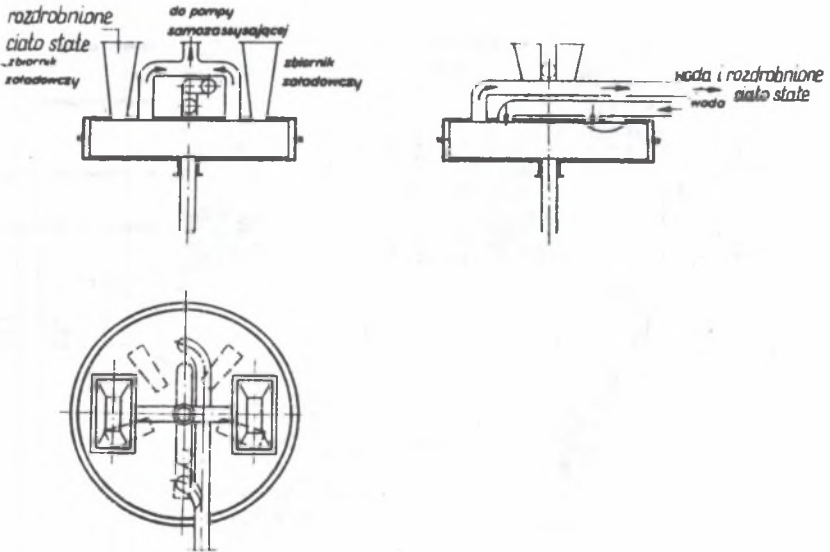
Rys. 13. Zasilacz komorowy (dwukomorowy), (Gidrougłemasz)



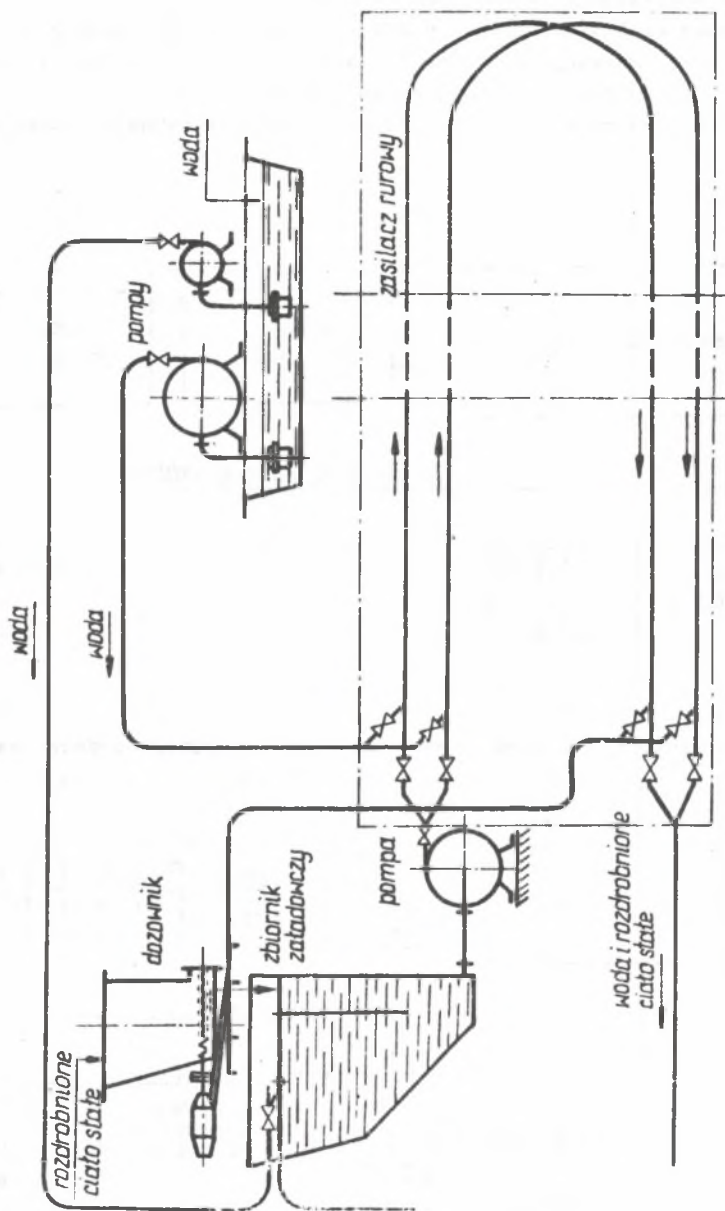
Rys. 14. Zasilacz suwakowy (tłokowy), jednekomorowy (British Hydromechanics Research Association)



Rys. 15. Zasilacz suwakowy (tłokowy) dwukomorowy (Politechnika Śląska)



Rys. 16. Zasilacz obrotowy (British Hydromechanics Research Association)

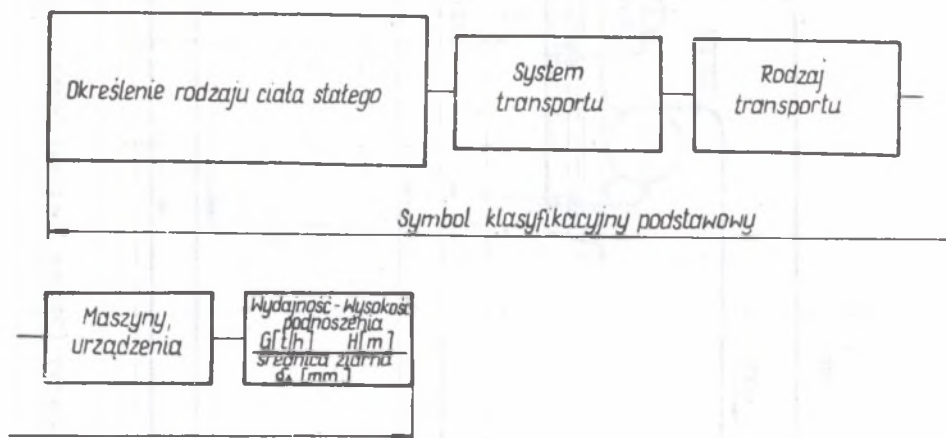


Rys. 17. Zasilacz specjalny rurowy (Główny Instytut Górnictwa)

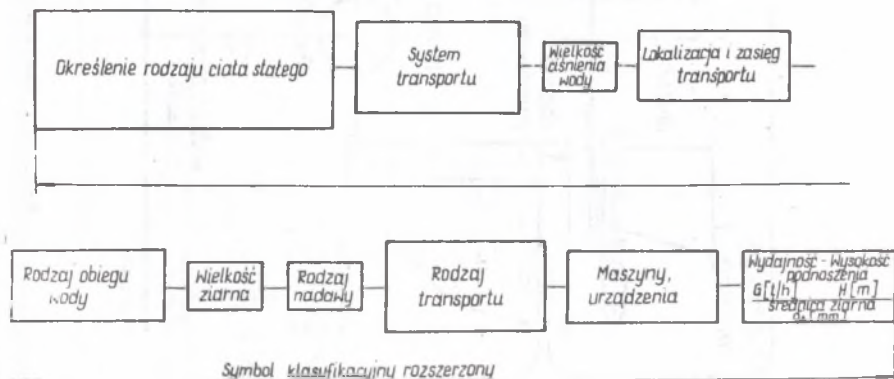
3. Symbol Klasyfikacyjny

W celu zwięzłego przedstawienia informacji o systemie transportu hydraulicznego ciał stałych i ważniejszych jego cechach oraz o maszynach i urządzeniach, proponuje się symbol klasyfikacyjny podstawowy i rozszerzony według zasady przedstawionej schematycznie na rysunkach 18 i 19.

Symbol klasyfikacyjny wynika ze schematu klasyfikacyjnego podanego na rysunku 1.



Rys. 18. Schemat budowy symbolu klasyfikacyjnego podstawowego



Rys. 19. Schemat budowy symbolu klasyfikacyjnego rozszerzonego

Przed symbolem umieszcza się rodzaj transportowanego ciała stałego np. piasek, węgiel, kruszywo, popiół itd. Natomiast za symbolem podaje się w postaci ułamka, w liczniku wydajność G w t/h i wysokość podnoszenia H w m oraz w mianowniku średnicę ziarna ciała stałego d_s w mm.

4. Przykłady

Przykład 1

Instalacja transportu hydraulicznego piasku o wydajności $G = 200$ t/h, naporowa niskociśnieniowa ($H = 80$ m), międzyzakładowa (z pogłębiarki do miejsca budowy obwałowania ujęcia wodnego), z otwartym obiegiem wodnym, średnica ziarna drobna ($d_s = 0-5$ mm), nadawa mokra, za pomocą pomp wirowych.

Symbol klasyfikacyjny podstawowy:

$$\text{piasek,} \quad N - PW \frac{200 - 80}{0 \frac{+}{-} 5}$$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$$\text{piasek;} \quad N - (n)_m o(d)(\frac{+}{-}) PW \frac{200 - 80}{0 \frac{+}{-} 5}$$

Przykład 2

Instalacja transportu hydraulicznego węgla o wydajności $G = 150$ t/h, naporowa, średniociśnieniowa ($H = 250$ m), wewnątrzzakładowa (w kopalni spod ziemi na powierzchnię), z zamkniętym obiegiem wody, średnica ziarna średnia ($d_s = 0 \frac{+}{-} 80$ mm), nadawa sucha, za pomocą zasilaczy komorowych.

Symbol klasyfikacyjny podstawowy:

$$\text{węgiel,} \quad N - ZK \frac{150 - 250}{0 \frac{+}{-} 80}$$

Symbol klasyfikacyjny rozszerzony:

$$\text{węgiel,} \quad N - (\acute{s})w z(\acute{s})(s) ZK \frac{150 - 250}{0 \frac{+}{-} 80}$$

Symbole podane w przykładzie 1 i 2 zawierają wyczerpujący zbiór informacji o danej instalacji transportu hydraulicznego pompowego i pompowo-zasilaczowego (dawkownikowego). Powyższy sposób umożliwia kodowanie i uporządkowane gromadzenie informacji o instalacjach do transportu hydraulicznego ciał stałych w ośrodkach maszyn cyfrowych.

LITERATURA

- [1] Smoldyrev: Gidro i pnevmo-transport, Meta'urgia, Moskwa 1975.
- [2] Dumikowski A., Kęska J., Klich J., Ocierpka T.: Hydrotransport kopaln stałych w rurociągach, AGH, Kraków 1976.
- [3] Škundin B.M.: Zemlesosnyje snarjady, Moskwa 1968.
- [4] Rudi R.: Hydromechanizacja robót ziemnych, Wydawnictwa Komunikacyjne, Warszawa 1954.
- [5] Radowicki T., Kobylecki J., Bąk E.: Hydrauliczny transport węgla pod ziemią i na powierzchni, Przegląd Górniczy 12, 1966.
- [6] Zarzycki M.: Przepływ mieszaniny wody i węgla w poziomych przewodach rurowych, Zagadnienia Maszyn Przepływowych, PWN, Warszawa 1968.
- [7] Zarzycki M.: Transport hydrauliczny węgla za pomocą pomp oraz zasilaczy tłokowych i obrotowych, Pol.Śl. Gliwice 1958.
- [8] Zarzycki M.: Badanie zasilaczy tłokowych i obrotowych dla hydraulicznego transportu węgla, ZN Pol.Śl., Energetyka 37, Gliwice 1961.
- [9] Zarzycki M., Żukowski E.: Prace konstrukcyjno-badawcze nad zasilaczami suwakowymi i obrotowymi dla hydraulicznego transportu węgla, Prace naukowe Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej, nr 34, Wrocław 1977.
- [10] Zarzycki M., Żukowski E.: Prace konstrukcyjno-badawcze nad pompami wirowymi dla hydraulicznego transportu węgla, ZN Pol.Śl. Energetyka 66, Gliwice 1978.
- [11] Zarzycki M.: Nowe kierunki w konstrukcji i budowie pomp dla hydraulicznego transportu węgla, ZN Pol.Śl. Energetyka 21, Gliwice 1960.
- [12] Zarzycki M.: Erfahrungen beim Einsatz von Pumpen bei der Hydraulischen Kohlenförderung, Leipzig 1961.
- [13] Zarzycki M.: Neue Konstruktion im Pumpenbau für der hydraulischen Kohlentransport, Budapest 1966.
- [14] Zarzycki M.: Wyniki prac naukowo-badawczych i konstrukcyjnych oraz tendencje rozwojowe pompowego hydraulicznego transportu węgla, ZN Pol.Śl. Energetyka 25, Gliwice 1967.
- [15] Bąk E., Remisz J., Goździk A.: Rozwój konstrukcji pomp hydrotransportu pompowego, Przegląd Górniczy nr 7-8, 1967.
- [16] Zarzycki M., Rokita J., Morzyński S.: Badania pompy o swobodnym przepływie produkowanej seryjnie, ZN Pol.Śl. Górnictwo 64, Gliwice 1974.
- [17] Rokita J.: Możliwości wykorzystania pomp o swobodnym przepływie w przemyśle kruszyw i surowców mineralnych, Górnictwo Odkrywkowe, rocznik 17, nr 6, Wrocław 1975.
- [18] Borecki M., Radowicki T.: Wysokociśnieniowy hydrauliczny transport węgla, WGH, Katowice 1958.
- [19] Zarzycki M.: Zagadnienie pomp w krajowym przemyśle węglowym, ZN Pol. Śl. Energetyka 27, Gliwice 1967/68.
- [20] Zarzycki M., Grychowski J., Rokita J.: Nowe rozwiązania konstrukcyjne oraz wyniki badań pompy wirowej TK-300 dla transportu hydraulicznego kruszywa, ZN Pol.Śl. Energetyka 36, Gliwice 1970.
- [21] Zarzycki M., Grychowski J., Rokita J.: Problemy klasyfikacji przenośników cieczy ze szczególnym uwzględnieniem pomp wirowych, ZN Pol. Śl. Energetyka 61, Gliwice 1978.

КОНЦЕПЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ СИСТЕМ, МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ГИДРОТРАНСПОРТА ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Резюме

В работе представлено предложение классификации систем, машин и оборудования для гидротранспорта твердых тел. Классификация проведена извлекая важнейшие свойства установок и оснастки гидрооборудования. Предложено классификационные символы: основной и расширенный и подано примеры создания символов.

Разработанная классификация предназначенная прежде всего для проектировщиков может быть использованной потребителями и производителями машин и оборудования. Может тоже найти применение в учебе.

A CONCEPTION OF SYSTEMS, MACHINES AND EQUIPMENT
FOR HYDRAULIC TRANSPORT OF SOLID BODIES CLASSIFICATION

Summary

Systems, machines and equipment classification for hydraulic transport of solid bodies is proposed. It has been made taking into account the most important properties of hydraulic transport of solid bodies installation. Moreover classification symbols basic and extended has been proposed and some examples of their creation are given. The classification is useful for designers as well as for users of machines and equipment and producers. Educational purpose may be also educated.