

Maciej ZARZYCKI, Jerzy GRYCHOWSKI

NOWE KONSTRUKCJE POMP WIROWYCH
DLA CIECZY MECHANICZNIE ZANIECZYSZCZONYCH
ORAZ WYNIKI BADAŃ POMP TYPU PG-150

Streszczenie. W pracy przedstawiono nowe rozwiązanie konstrukcyjne pomp wirowych jednostopniowych dla cieczy mechanicznie zanieczyszczonych oraz dla hydraulicznego transportu ciał stałych w cieczach. W publikacji omówiono konstrukcję i technologię pomp typu PG-150 oraz podano wyniki badań laboratoryjnych i obserwacji ruchomych. Badania przeprowadzono w laboratorium Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej. W końcowej części pracy sprecyzowano wnioski i uwagi dotyczące pomp PG oraz ustalono wskazania zmierzające do dalszego doskonalenia tych pomp dla górnictwa.

1. Wstęp

W celu zabezpieczenia dostawy dla kopalń właściwych pomp o odpowiedniej trwałości i niezawodności działania oraz odznaczających się właściwymi parametrami pracy, opracowano w uzupełnieniu szeregu pomp wirowych typu PH (PŻ) kilka wielkości pomp wirowych typu PG.

Pompy typu PH (PŻ) i PG w miarę wprowadzenia do produkcji poszczególnych wielkości będą zastępować dotychczas produkowane pompy dla cieczy mechanicznie zanieczyszczonych oraz do hydraulicznego transportu ciał stałych typów: KA, PŁP, PC oraz OŁ [1, 2, 3].

Pompy typów KA, PŁP, PC i OŁ były opracowywane na przestrzeni szeregu lat i pokrywały przez dłuższy okres zapotrzebowanie kopalń oraz częściowo również i innych zakładów. Obecnie jednak biorąc pod uwagę współczesne kryteria oceny nowoczesności pomp oraz wymogi organizacji produkcji, pompy te powinny być zastąpione maszynami o wyższych wskaźnikach techniczno-ekonomicznych.

Dlatego Zakład Doświadczalny Maszyn Przepływowych Zabrzeńskiej Fabryki Maszyn Górniczych opracował dla cieczy mechanicznie zanieczyszczonych oraz dla hydraulicznego transportu ciał stałych w cieczach pompy typu PH (PŻ) a następnie również i pompy typu PG [4, 5]. Pompy typu PH są produkowane w 8 wielkościach a mianowicie: PH-50, PH-65, PH-80, PH-100, PH-125, PH-150, PH-200, PH-250, natomiast wersja PŻ składa się z 3 wielkości: PŻ-150,

PŻ-200 i PŻ-250. Pompy typu PH (PŻ) są pompami wirowymi odśrodkowymi jednostopniowymi w układzie poziomym i są wykonane z tworzyw konstrukcyjnych szczególnie odpornych na ścieranie. Pompy typu PH są przeznaczone do przetłaczania cieczy zanieczyszczonych ciałami stałymi takimi jak: piasek, ruda, muł węglowy, kruszywo itp. Maksymalna średnica ziarn ciała stałego w zależności od wielkości pompy może wynosić do $\delta_s = 40$ mm, gęstość pompowanego czynnika do $\rho = 1700$ kg/m³. Stosunek ciał stałych do cieczy nie może przekraczać 50%. Natomiast pompy wirowe w wersji PŻ są przeznaczone do hydraulicznego transportu węgla, żużla, popiołu, żwiru, kruszywa itd. o średnicy ziarn ciała stałego od $\delta_s = 40$ do 70 mm (w zależności od wielkości pompy).

Pompy typu PG są również pompami wirowymi odśrodkowymi jednostopniowymi. Przeznaczone są do transportu mieszaniny wody z drobnymi zanieczyszczeniami mechanicznymi takimi jak piasek, muł węglowy, mielona ruda, zaprawy cementowe itp. o średnicy ciał stałych w cieczach do $\delta_s = 0,5$ mm dla wirników zamkniętych i do $\delta_s = 0,5$ mm dla wirników otwartych.

2. Zagadnienia eksploatacyjno-konstrukcyjne

Warunki pracy pomp stosowanych do transportu cieczy mechanicznie zanieczyszczonych powodują, że ukształtowany został typ rozwiązania konstrukcyjnego charakteryzującego się pewnymi wspólnymi cechami. Rozwiązanie konstrukcyjne pompy może ponadto posiadać indywidualne cechy wprowadzone przez poszczególnych wytwórców w wyniku gromadzenia doświadczeń z eksploatacji pomp. Budową pomp przeznaczonych do transportu cieczy mechanicznie zanieczyszczonej specjalizuje się szereg wytwórców [6].

Budowane pompy obejmują szeroki zakres parametrów pracy: wysokość podnoszenia od $H = 10$ m do $H = 90$ m, wydajność od $Q = 1,5$ m³/h do 1000 m³/h. Ponadto przez zastosowanie różnego typu wirników w tych samych kadłubach uzyskano również możliwość stosowania pomp do transportu różnego rodzaju ciał stałych w cieczy.

Pompy budowane są głównie w układzie poziomym, można jednak zaobserwować tendencję do stosowania tego samego układu hydraulicznego w pompach o osi pionowej wału. Wnętrze kadłuba pompy chronione jest wymiennymi wkładkami wykonanymi z wysokoodpornych tworzyw metalowych lub z odpowiednich gatunków gumy. Wkłady ochronne jak również wirnik po pewnym czasie eksploatacji należy wymieniać, dlatego konstrukcja pompy powinna zapewnić szybką wymianę zużytych elementów pompy. Bardzo korzystnie jest gdy wymiana taka może być dokonana bez konieczności demontażu układu rurociągów. Wytwórcy mający kilkudziesięcioletnie doświadczenie w budowie tych pomp (np. Denwer, Wilfley) w ten właśnie sposób konstruują swoje pompy. W wyniku zużycia, wirnik po pewnym czasie staje się niewyważony dlatego wał pompy konstruuje się o dużej średnicy, dodatkowo pogrubiony pomiędzy łoż-

żyskami. Bardzo ważnym szczegółem konstrukcyjnym jest osadzenie wirnika na wale. Ponieważ w osi wirnika prędkości obrotowe są małe i obserwacje z eksploatacji pomp wskazują, że zużycie w osi wirnika nie jest intensywne, można stosować nakrętkę chronioną kołpakiem. W trudnych warunkach eksploatacyjnych można stosować połączenie gwintowe przez stosowanie w płacie wirnika i na wale gwintu o takim kierunku uzwojeń, aby w czasie pracy moment obrotowy powodował dokręcanie wirnika.

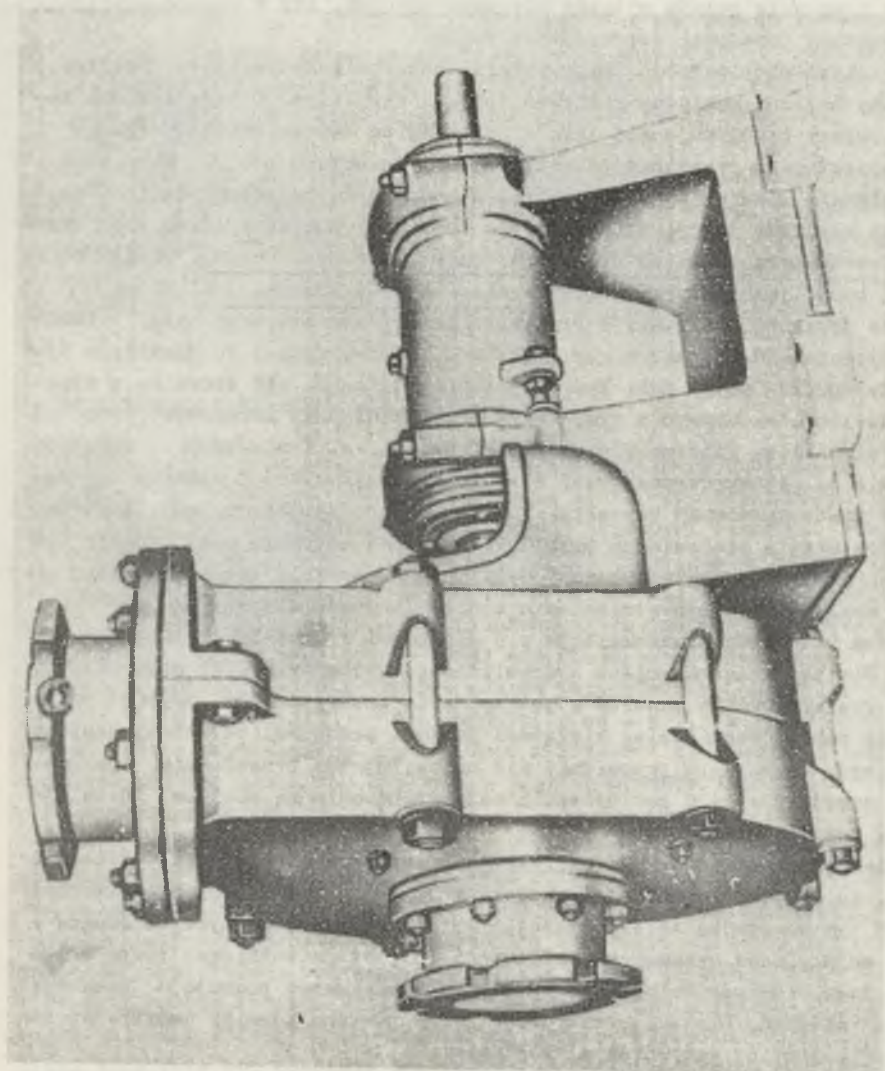
Prawidłowa eksploatacja pompy wymaga zachowania optymalnych wartości szczeliny osiowej pomiędzy kadłubem pompy a wirnikiem. Z tego względu zespół wirujący konstruuje się jako niezależny od wspornika łożyskowego i możliwe jest jego przesunięcie bez potrzeby demontażu pompy. Rozwiązanie takie ułatwia również wymianę elementów pompy. Dla lepszego dostosowania pompy do warunków pracy, stosuje się w tej samej pompie różnego typu dławnice. Podstawowym rodzajem dławnicy stosowanej w pompach to dławnice z miękkim szczeliwem sznurowym oraz zamkiem hydraulicznym.

Są to dławnice stosowane w przypadku cieczy zawierającej duże ilości zanieczyszczeń. W przypadku gdy ilość wody doprowadzonej do dławicy, a tym samym do wnętrza pompy musi być ograniczona, stosuje się dławnice z miękkim szczeliwem sznurowym z tym, że zamek hydrauliczny umieszcza się od strony wirnika za kilkoma pierścieniami szczeliwa. W niektórych układach gdzie nie należy wprowadzać wodę stosuje się smar stały i wówczas dławnica jest nieco zmienionego kształtu. W niektórych przypadkach stosuje się także uszczelnienie mechaniczne przepłukiwane wodą. Stosuje się również w układach zasilania dławnic zawory regulacyjne zapewniające stały pobór wody bez względu na wahania ciśnienia cieczy w kadłubie pompy.

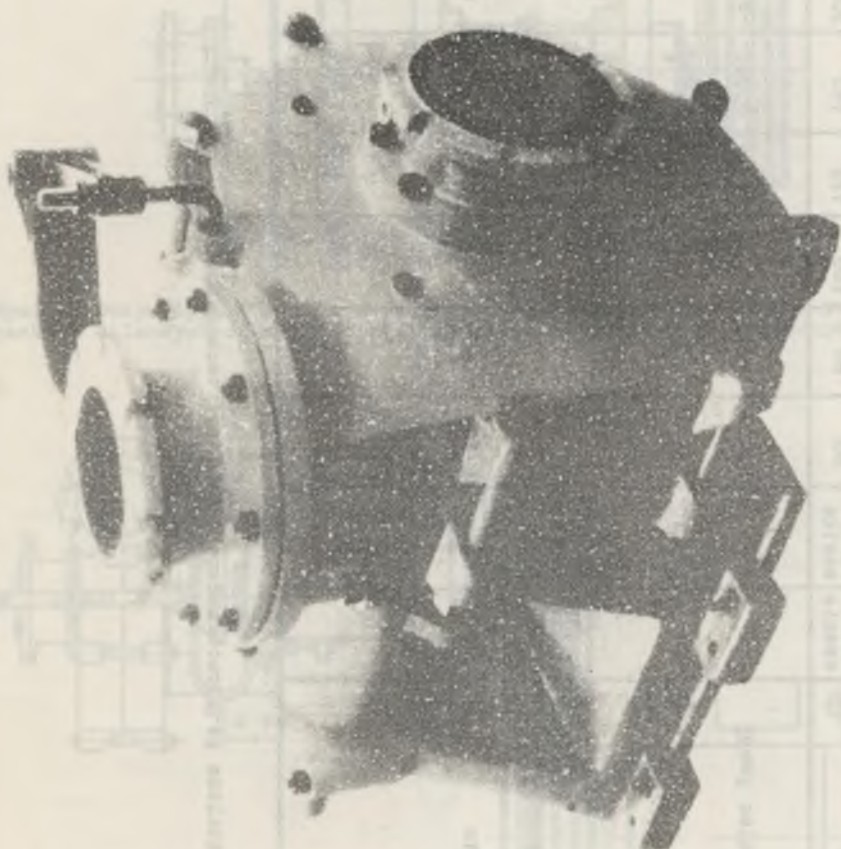
Bardzo intensywnie zużywającym się elementem w instalacji pompowej jest zawór. Dlatego w instalacjach hydraulicznego transportu ciał stałych dąży się do wyeliminowania zaworów a potrzebne parametry należy uzyskać przez staranny dobór odpowiedniej wielkości pompy i prędkości obrotowej zespołu wirującego. W tym celu przewiduje się napęd poprzez przekładnię pasową. Silnik napędowy w celu zmniejszenia zapotrzebowania na miejsce instaluje się nad konsolą łożyskową.

W niektórych układach hydraulicznego transportu ciał stałych może się okazać, że wysokość podnoszenia uzyskana z jednej pompy jest niewystarczająca. W tym przypadku należy stosować układy pomp połączonych szeregowo. Jeżeli ze względów ekonomicznych korzystnie jest zainstalować pompy w jednym miejscu, wówczas kolejne pompy układu szeregowego pracują w zakresie wyższych ciśnień. Dlatego konstrukcja pompy powinna również umożliwiać zastosowanie pomp ze wzmocnionymi kadłubami.

Ważnym szczegółem konstrukcyjnym jest również to, aby możliwa była zmiana położenia króćców: tłocznego bądź tłocznego i ssawnego. Możliwość taka ułatwia projektowanie układu pompowego.



Rys. 1. Pompa typu PG-150



Rys. 2. Pompe typu PG-150

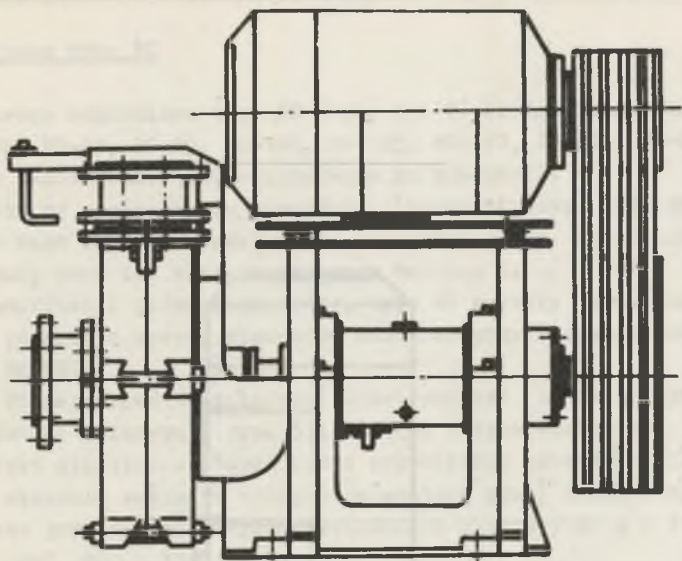
12

Tablica 1

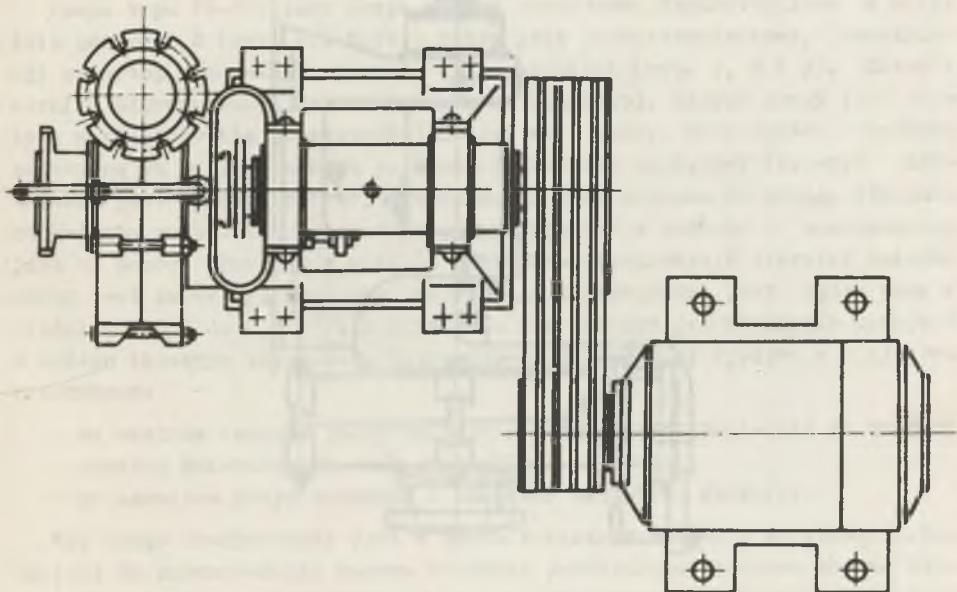
Optymalne parametry pracy 1 ciężary pomp typu PC

Ip.	Wielkość	Ozna- czenie	Jed- nostka	65	80	100	125	150	200	250 ^{x)}	300 ^{x)}
1	Wydażność nominalna pompy	Q	m ³ /s m ³ /min m ³ /h	0,012 0,7 42	0,014 0,84 50,4	0,03 1,8 108	0,045 2,7 162	0,067 4 240	0,15 9 540		
2	Wysokość podnieszenia	H	m	25	31	30	34	40	58		
3	Prędkość obrotowa	n	1/min	1800	1600	1450	1200	1300	960		
4	Sprawność	η	%	58	58	60	66	70	76		
5	Ciężar pompy	G	kg	160	210	325	455	505	995		

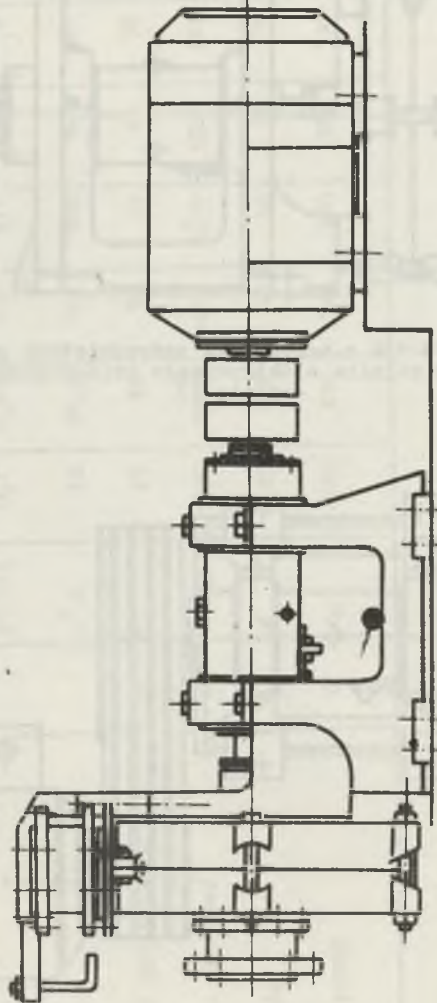
x) Parametry zostaną ustalone po opracowaniu dokumentacji technicznej.



Rys. 3. Pompa typu PG-150 z napędem za pośrednictwem przekładni pasowej o paskach klinowych od silnika elektrycznego umieszczonego nad pompą (wykonanie A)



Rys. 4. Pompa typu PG-150 z napędem za pośrednictwem przekładni pasowej o paskach klinowych od silnika elektrycznego umieszczonego z boku pompy (wykonanie B)



Rys. 5. Pompa typu PG-150 z napędem bezpośrednim od silnika elektrycznego poprzez sprzęgło podatne

3. Pompy wirowe typu PG

Pompy wirowe odśrodkowe typu PG (rys. 1 i 2) zostaną opracowane w 8 wielkościach: PG-65, PG-80, PG-100, PG-125, PG-150, PG-200, PG-250 i PG-300, które sukcesywnie będą wprowadzane do produkcji.

Ze względu na zastosowanie przekładni (paski klinowe) bądź napędu bezpośredniego będą mogły posiadać różne parametry pracy. Optymalne parametry pracy pomp oraz ich ciężary podano w tablicy 1.

W celu unifikacji podzespołów pompy typu PG zostały opracowane w ten sposób, że posiadają szereg elementów konstrukcyjnych takich samych jak pompy typu PH (PZ).

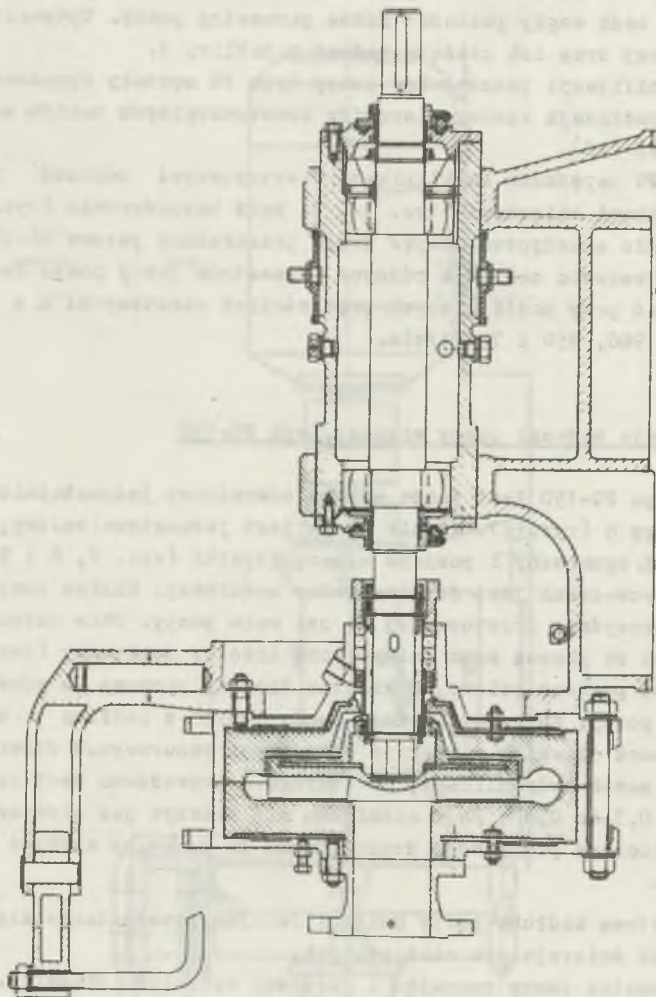
Pompy typu PG napędzane są silnikami elektrycznymi poprzez przekładnię pasową z paskami klinowymi (rys. 3 i 4) bądź bezpośrednio (rys. 5) poprzez sprzęgło elastyczne. Napęd przez przekładnię pasową umożliwia uzyskiwanie w szerokim zakresie różnych parametrów pracy pomp. Pompy typu PG mogą pracować przy następujących prędkościach obrotowych: $n = 1450, 1300, 1200, 1150, 960, 850$ i 720 1/min.

4. Konstrukcja badanej pompy wirowej typu PG-150

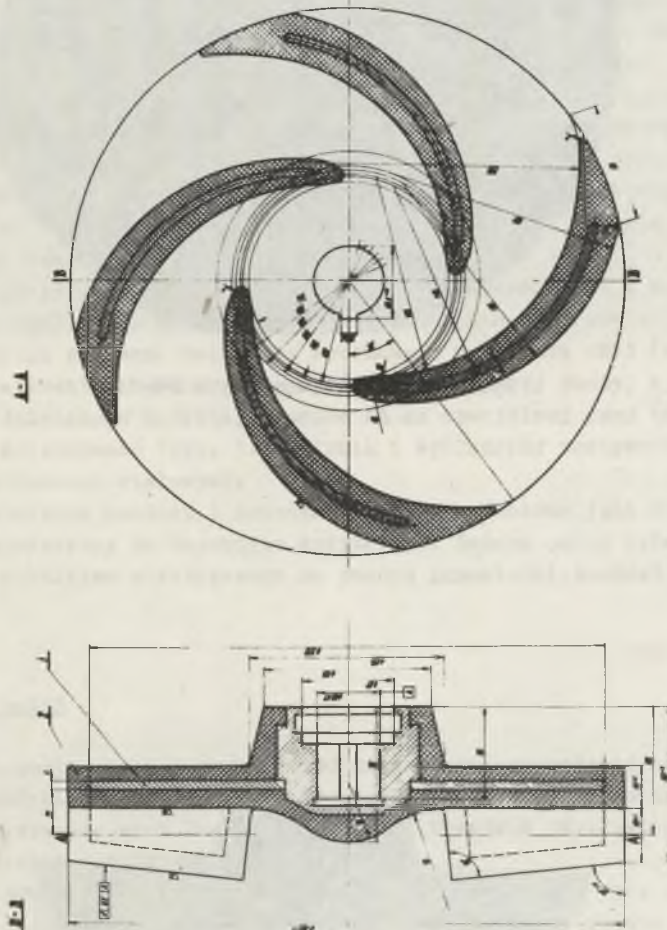
Pompa typu PG-150 jest pompą wirową odśrodkową jednostopniową w układzie poziomym 6 (rys. 6). Wirnik pompy jest jednostrumieniowy, konstrukcji otwartej, ogumowany i posiada cztery łopatki (rys. 7, 8 i 9). Ciecz z wirnika odprowadzana jest do kierownicy kanałowej. Kadłub pompy jest dzielony w płaszczyźnie prostopadłej do osi wału pompy. Obie części kadłuba połączone są za pomocą śrub ściągowych. Króciec dopływowy (ssawny) usytuowany jest poziomo-osiowo, a króciec tłoczny pionowo ku górze, stycznie do kadłuba pompy. Wał pompy w miejscu "wyjścia" z kadłuba uszczelniony jest za pomocą dźwawnicy z miękkim szczeliwem sznurowym. W dźwawnicy umieszczony jest zamek hydrauliczny, do którego doprowadzona jest czysta woda w ilości $q = 0,3$ do $0,8$ m³/h i ciśnieniu nie niższym jak ciśnienie panujące w króciec tłoczny pompy. Woda doprowadzona do dźwawnicy wypływa z niej w dwa kierunkach:

- do wnętrza kadłuba pompy uniemożliwiając przedostanie się do dźwawnicy cząstek ścierających ciał stałych,
- na zewnątrz pompy smarując i chłodząc szczeliwo dźwawnicy.

Wał pompy łożyskowany jest w dwóch łożyskach tocznych baryłkowych. Natomiast do zrównoważenia naporu osiowego przewidziano łożysko toczne kulkowe skośne. Łożyska smarowane są olejem maszynowym 16/PN-67/C-96070 bądź olejem maszynowym niskokrzepnącym 16z/PN-67/C-96071. Dla specjalnych warunków ruchowych przewidziano chłodzenie oleju za pomocą wody doprowadzonej z zewnątrz i przepływającej przez komorę chłodzącą.



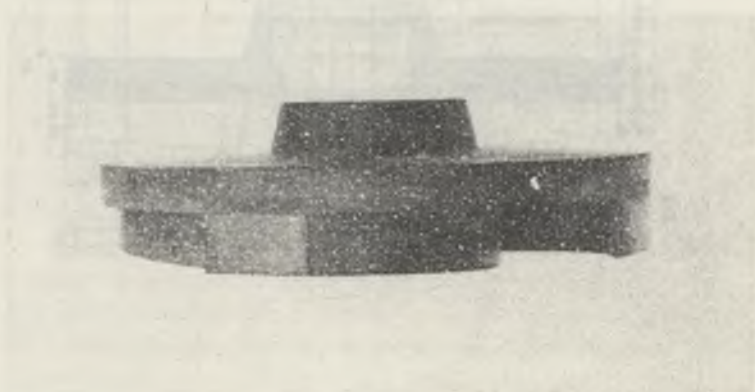
Rys. 6. Pompa typu PG-150



Rys. 7. Wirnik pompy typu PG-150



Rys. 8. Wirnik pompy typu PG-150



Rys. 9. Wirnik pompy typu PG-150

Zespół wirujący wraz z tuleją łożyskową i łożyskami można przesuwać osiowo (wzdłużnie).

W ten sposób mimo zużywania się części wewnętrznych pompy, można kontrolować wartość szczeliny pomiędzy kadłubem a łopatkami wirnika, a więc i prawie stałe parametry, wydajność Q i wysokość podnoszenia H .

W pompach zastosowano umocowanie wirnika podobnie jak w pompach typu PH (PZ). Moment obrotowy z wału na wirnik przenoszony jest za pomocą połączenia wpustowego. Natomiast wzdłużnie wirnik ustalony jest na wale za pomocą specjalnie skonstruowanego zamka. Zamek składa się z dwu dzielonych pierścieni. Jeden z nich umieszczony jest w odpowiednim wytoczeniu na wale, a drugi obejmuje wał "wchodząc" do odpowiedniego wycięcia w płaszczyźnie wirnika. Obydwa pierścienie dociskane są do wału za pomocą sprężyn znajdujących się na obwodzie pierścieni i w odpowiednich rowkach. Wzdłużne ustalenie wirnika na wale jest dokonywane za pomocą osiowego przesunięcia tulei ochronnej wału pompy. Umocowanie wirnika na wale pompy oraz sposób jego zdejmowania, pokazano na rysunkach 10 i 11.

Kadłub pompy i wspornik z tuleją łożyskową wykonane są z żeliwa szarego. Wał ze stali St6, a w specjalnych wykonaniach ze stali 2H13 bądź 1H18N9. Tuleja ochronna wału jest wykonana z materiału 4H13 (hartowana). Natomiast elementy konstrukcyjne części przepływowej pompy, a więc wirnik i wnętrze dzielonego kadłuba, wykonane są ze specjalnej gumy ($65^{+50}Sh$) odpornej na ścieralność (rys. 12). Wirnik i wykładziny usztywnione są odpowiednimi wkładkami stalowymi.

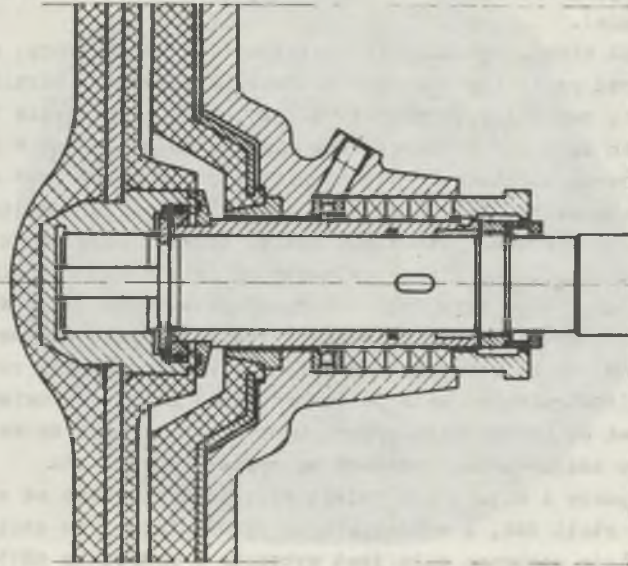
Dla ułatwienia montażu i demontażu pompa wyposażona jest w odpowiedni żurawik umieszczony na wsporniku łożyskowym. Badana pompa była napędzana pośrednio silnikiem elektrycznym za pomocą przekładni pasowej (paski klinowe).

5. Wyniki badań

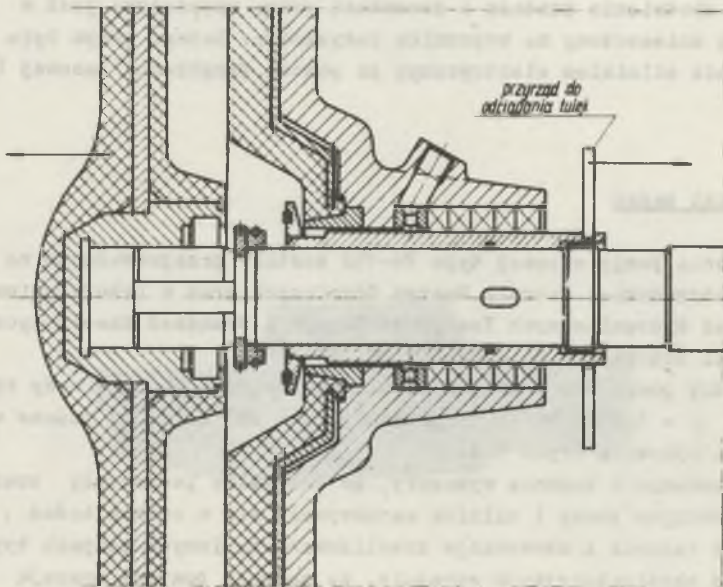
Badania pompy wirowej typu PG-150 zostały przeprowadzone na stacji prób pomp Zabrzeńskiej Fabryki Maszyn Górniczych oraz w Laboratorium Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach (rys. 13).

Parametry pracy pompy (przy niestoczonych wirnikach) dla wody czystej o gęstości $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$ i temperaturze $t = 289^{\circ}\text{K}$ (16°C) podano w tablicy 2 oraz na wykresie (rys. 14).

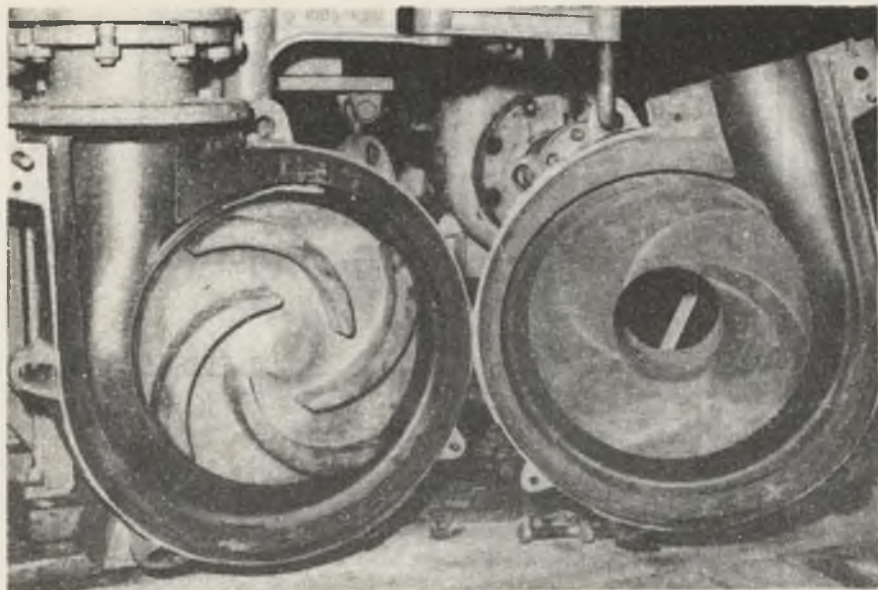
Obserwacje i badania wykazały, że wszystkie podzespoły oraz elementy konstrukcyjne pompy i silnika zachowywały się w czasie badań poprawnie. Również badania i obserwacje zrealizowane na innych pompach typu PG w warunkach eksploatacyjnych wykazały, że zespoły pompowe pracują poprawnie, a trwałość pomp PG jest kilkakrotnie większa od trwałości pomp typów PC i OŁ.



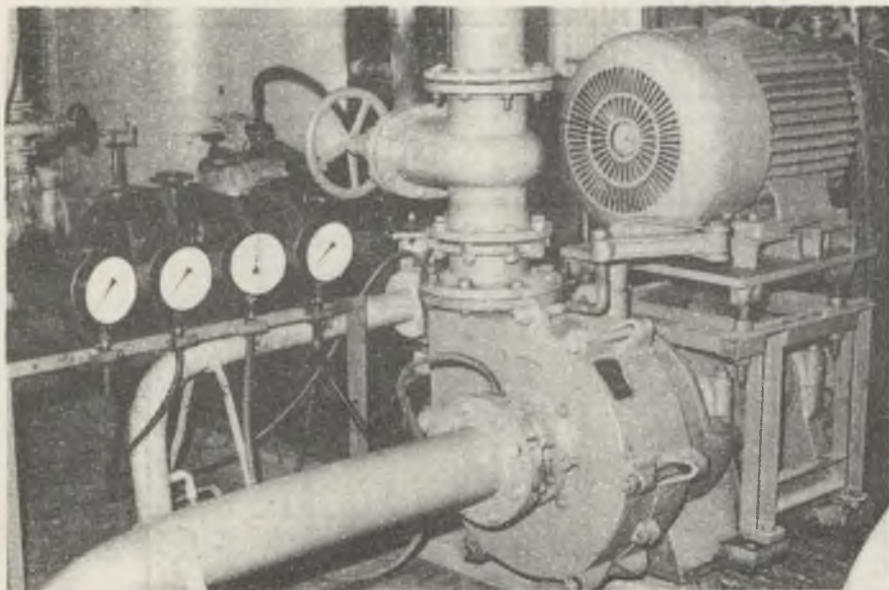
Rys. 10. Rozwiązanie konstrukcyjne umocowania wirnika na wale pompy



Rys. 11. Rozwiązanie konstrukcyjne zdejmowania wirnika z wału pompy



Rys. 12. Wnętrze kadłuba pompy typu PG-150 z wirnikiem i wykładziną gumową

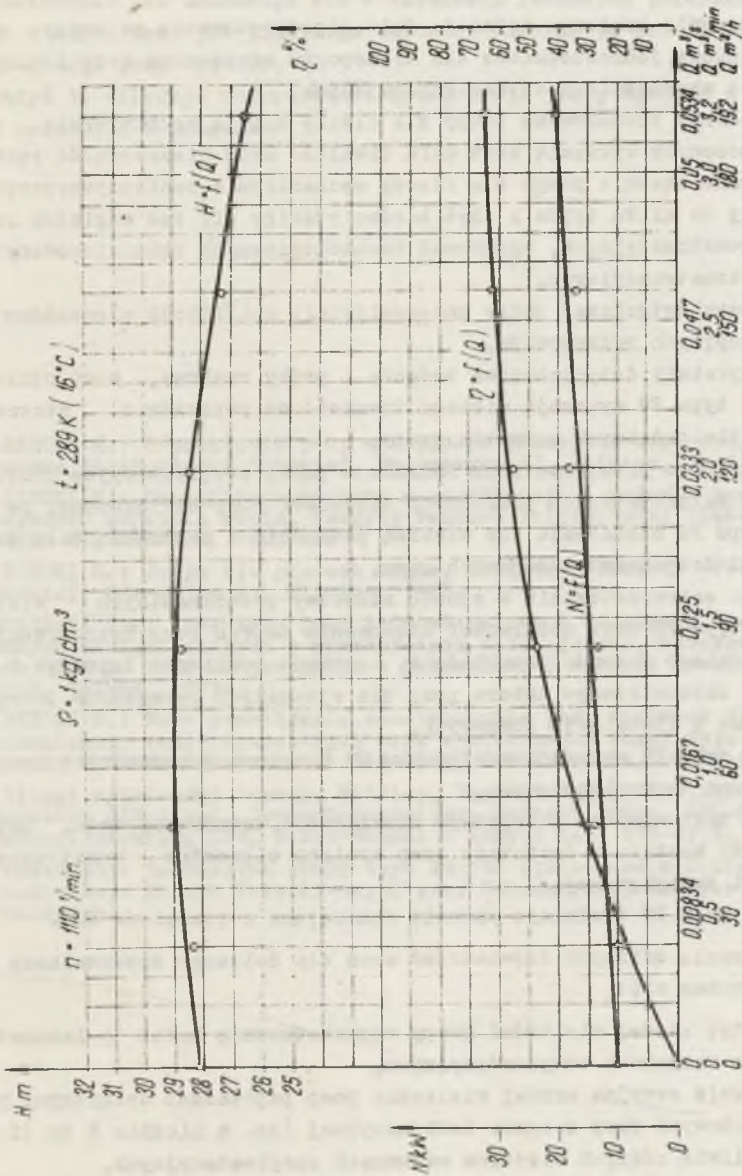


Rys. 13. Pompa typu PG-150 na stanowisku doświadczalnym w laboratorium Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach

Tablica 2

Parametry pracy pompy wirowej typu PG-150

Lp.	Wielkość	Ozna- czenie	Jed- nostka	Parametry pracy						
				0	0,00667	0,01335	0,02335	0,03333	0,04335	0,0534
1	Wydatność pompy	Q	m ³ /s	0	0,4	0,8	1,4	2,0	2,6	3,2
			m ³ /min	0	24	48	84	120	156	192
			m ³ /h	0	28,3	29,1	28,75	28,4	27,25	26,6
2	Wysokość podnoszenia	H	m	28,15						
3	Moc pobierana przez pompę	N	kW	0	10	14	13	18	16,5	21
4	Prędkość obrotowa silnika	n	1/min				1450			
5	Sprawność pompy	η	%	0	18	28,5	48	55	63	65



rys. 14. Charakterystyka pompy typu PG-150, $H = f(Q)$, $N = f(Q)$, $\eta = f(Q)$

6. Wnioski i uwagi

W oparciu o przeprowadzone studium zagadnienia, badania laboratoryjne pompy typu PG-150 oraz próby eksploatacyjne innych wielkości pompy typu PG, można sformułować następujące wnioski i uwagi:

- w przemyśle krajowym istnieje duże zapotrzebowanie na pompy wirowe odśrodkowe jednostopniowe dla transportu mieszaniny wody i ciał stałych o własnościach silnie ścierających,
- dotychczas produkowane pompy dla cieczy silnie mechanicznie zanieczyszczonych wykazują zbyt małą trwałość oraz niezawodność ruchu,
- budowane obecnie pompy dla cieczy mechanicznie zanieczyszczonych należały do kilku typów i zbyt bardzo różniły się pod względem rozwiązań konstrukcyjnych, opracowań technologicznych oraz stosowanych tworzyw konstrukcyjnych,
- budowane dotychczas pompy uniemożliwiały unifikację elementów konstrukcyjnych podzespołów,
- jak wykazały dotychczasowe badania i próby ruchowe, nowo opracowane pompy typu PG wykazują większą trwałość od poprzednio stosowanych pomp dla podobnych warunków pracy,
- w oparciu o przeprowadzone badania i próby eksploatacyjne przeprowadzone na prototypach pierwszych wielkości pomp stwierdzono, że pompy typu PG odznaczają się większą pewnością i niezawodnością działania od dotychczas budowanych pomp,
- dzięki zaprojektowaniu w sposób właściwy poszczególnych wielkości pomp typu PG oraz możliwości stosowania napędu pomp bezpośredniego i pośredniego poprzez przekładnię, uzyskano możliwość lepszego i bardziej ekonomicznego doboru pomp dla wymaganych parametrów pracy oraz układów i instalacji pompowych,
- pompy typu PG wykazują w stosunku do dotychczas budowanych pomp podwyższoną technologiczność,
- przez zastosowanie przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego, uzyskano łatwość montażu i demontażu oraz wymiany elementów konstrukcyjnych części przepływowej,
- pompy typu PG spełniają warunki wynikające z przepisów BHP.

Dla zebrania dalszych doświadczeń oraz dla dalszego doskonalenia pomp typu PG powinno się:

- prototyp każdej wielkości pompy wszechstronnie badać w laboratorium oraz w warunkach eksploatacyjnych,
- produkcję seryjną każdej wielkości pomp poprzedzać dokładnymi próbami ruchowymi pomp z serii informacyjnej (np. w liczbie 8 do 12 sztuk) w możliwie różnych ciężkich warunkach eksploatacyjnych,
- starać się o dalsze podwyższenie trwałości pomp poprzez prowadzenie kompleksowych badań tworzyw konstrukcyjnych (erozja, korozja, kawitacja) i wprowadzanie wybranych materiałów do produkcji,

- dążyć także do dalszego podnoszenia sprawności pomp poprzez prowadzenie badań podstawowych elementów konstrukcyjnych części przepływowej,
- ulepszać technologię wykonania gumowania wirnika i wnętrza kadłuba pomp,
- obserwować jak zachowuje się w warunkach ruchowych połączenie wirnika z wałem oraz jak przebiega demontaż wirnika po pewnym okresie eksploatacji pomp typu PG,
- dążyć do dalszego usprawnienia konstrukcji pompy zgodnie z zawartymi w rozdziale 2 uwagami.

LITERATURA

- [1] ZARZYCKI M.: Zagadnienia pomp w krajowym przemyśle węglowym, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka 27, Gliwice, 1967/69.
- [2] ZARZYCKI M.: Osiągnięcia krajowe w konstrukcji i budowie pomp odwadniających kopalnie węgla, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka 27, Gliwice, 1967/68.
- [3] ZARZYCKI M.: Pompy dla płuczek węgla, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo 21, Gliwice, 1967.
- [4] MORZYŃSKI St.: Nowe typy pomp jednostopniowych do cieczy zanieczyszczonych ciałami stałymi o własnościach ściierających, wdrożone w latach 1972 do 1974 do produkcji w Zabrzeńskiej Fabryce Maszyn Górniczych, Zabrze, 1973.
- [5] ZARZYCKI M.: Nowe rozwiązania konstrukcyjne pomp wirowych dla cieczy mechanicznie zanieczyszczonych oraz wyniki badań pompy typu PH-100, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo 64, Gliwice, 1974.
- [6] Katalogi wytwórców: Denver, Wilfley, Humbolt Wedag, Ateliers de Construction d'Ensival, Jeumont-Schneider, Vacseal Pumps, GEC-Elliott Mechanical Handling Ltd, Weise-Monski i inne z lat 1970-1976.
- [7] Dokumentacja techniczna pompy typu PG-150 opracowana w Zakładzie Doświadczalnym Maszyn Przepływowych przy Zabrzeńskiej Fabryce Maszyn Górniczych.

НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ
ДЛЯ ЖИДКОСТЕЙ МЕХАНИЧЕСКИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ
А ТАКЖЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НАСОСОВ ТИПА PG-150

Р е з ю м е

В работе представлены конструкционные решения одноступенчатых центробежных насосов для жидкостей механически загрязненных а также для гидротранспорта твердых тел в жидкостях.

В статье описана конструкция и технология насосов типа PG-150 а также даны результаты лабораторных опытов и наблюдений за движением. Опыты произведены в лаборатории гидромашин Института машин и энергетического оборудования Силезского политехнического института.

В заключительной части работы даны конкретные предложения и замечания касающиеся насосов типа PG а также установлены указания стремящиеся к дальнейшему усовершенствованию этих насосов для горной промышленности.

NEW DESIGNS OF ROTODYNAMIC PUMPS FOR MECHANICALLY CONTAMINATED LIQUIDS
AND THE RESULTS OF RESEARCHES CONCERNING PUMPS OF THE TYPE PG-150

S u m m a r y

The paper describes a new solution of designing singlestage rotodynamic pumps for mechanically contaminated liquids and for the hydraulic transport of solid bodies in liquids.

Both the design and the technology of PG-150 pumps have been discussed and results have been presented concerning laboratory investigations as well as observations in situ. These investigations have been carried out in the Laboratory of Hydraulic Machines at the Institute of Power Engines and Power Plants, Silesian Technical University.

The final part of the paper contains precise conclusions and remarks concerning PG pumps, and there have also been put forward recommendations aiming at the further improvement of such pumps for the use of the mining industry.