

MACIEJ ZARZYCKI, EUGENIUSZ KANIA

AUTOMATYZACJA GÓRNICZYCH POMP PRZODKOWYCH O NAPĘDZIE ELEKTRYCZNYM

Streszczenie. W pracy przedstawiono dotychczasowy rozwój konstrukcji automatycznie działających pomp przodkowych o napędzie elektrycznym. Podano wyniki badań oraz prób laboratoryjnych i kopalnianych zmierzające do stałego doskonalenia tych pomp pod względem konstrukcyjnym, technologicznym i eksploatacyjnym.

Ponadto w publikacji wskazano kierunki dalszego rozwoju górniczych pomp przodkowych zmierzające do podniesienia ich wskaźników techniczno-ekonomicznych.

1. Wstęp

Obserwacje ruchowe w kopalniach wykazywały, że załogi przodków górniczych, zajęte przede wszystkim czynnościami związanymi z eksploatacją, w większości przypadków nie zwracały dostatecznej uwagi na pracę pomp przodkowych. Ten stan powodował, że pompy do odwadniania przodków górniczych bardzo często po wypompowaniu wody nie były wyłączane. Powodowało to niepotrzebne straty energii elektrycznej oraz przyczyniało się do zbędnego zużycia pomp i elektrycznych silników napędowych.

Aby zapobiec tym stratom oraz zwiększyć trwałość pomp przodkowych, przystąpiono do opracowania pomp automatycznie działających^{x)}.

^{x)} Publikacja została opracowana w oparciu o materiały Katedry Pomp i Silników Wodnych Politechniki Śląskiej, Zjednoczenia Przemysłu Maszyn Górniczych i Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego.

Automatyzacja ta polega na samoczynnym włączaniu i wyłączaniu silnika napędowego w zależności od poziomu pompowanej wody.

2. Rozwój konstrukcji automatycznie działających pomp przodkowych

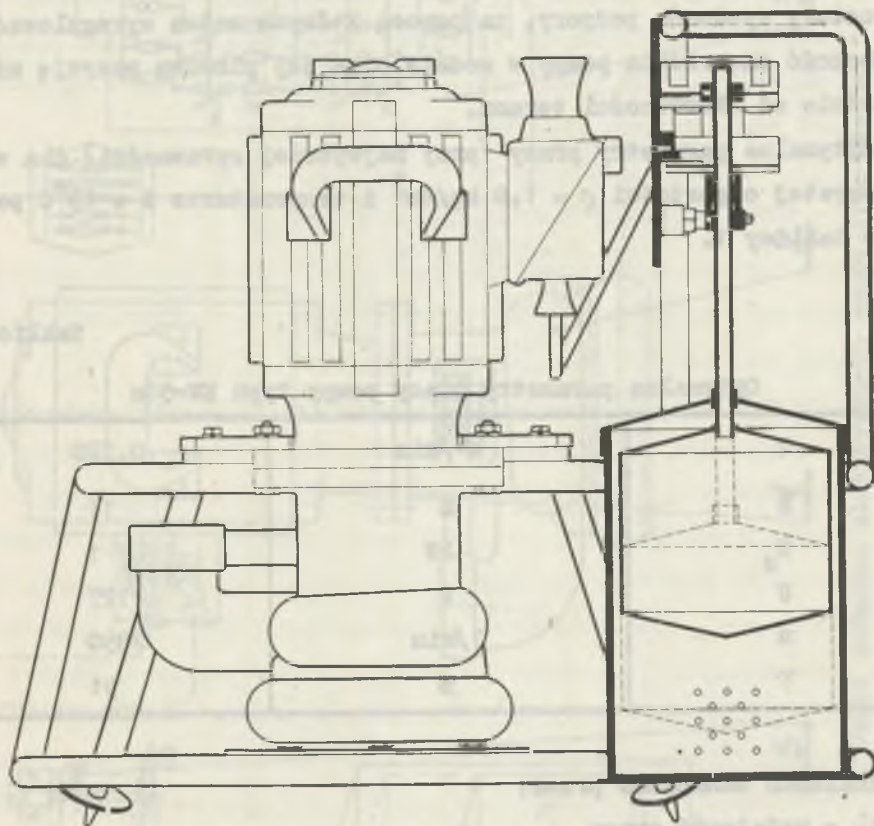
Pierwszym krajowym rozwiązaniem górniczej pompy przodkowej z silnikiem elektrycznym sterowanym samoczynnie w zależności od poziomu wody była pompa wirowa typu EW-50s. Następnymi ulepszonymi konstrukcjami były pompy wirowe typu EW-50 budowane w odmianach: EW-50Ls, EW-50Ks, EW-50Kso i EW-50B. Obecnie są produkowane pompy wirowe typów P-1 i SZ-50. Pompy te zostały opracowane w oparciu o przeprowadzone studia, badania laboratoryjne, obserwacje eksploatacyjne oraz w wyniku analizy pod względem konstrukcyjnym i technologicznym dotychczas produkowanych w kraju pomp przodkowych [1], [2], [3], [4]. Ponadto dzięki stałemu postępowi technicznemu w budowie silników i aparatury elektrycznej, prowadzone są prace projektowe, konstrukcyjne i badania prototypów dalszych jeszcze bardziej udoskonalonych pomp do odwadniania przodków. W najbliższych miesiącach niektóre z tych konstrukcji zostaną przekazane do produkcji i będą stosowane w kopalniach oraz innych przemysłach do odwadniania wykopów.

2.1. Automatycznie działająca pompa wirowa typu EW-50s

Opracowanie pomp przodkowych automatycznie sterowanych rozpoczęło się od zaprojektowania pompy wirowej typu EW-50s. Pompa ta umożliwiała przeprowadzenie badań i obserwacji ruchowych, które były podstawą do skonstruowania następnych doskonalszych pod względem techniczno-ekonomicznym i eksploatacyjnym pomp do odwadniania przodków węglowych.

2.1.1. Konstrukcja i działanie pompy

Pompa wirowa typu EW-50s jest przenośną pompą odśrodkową jedno-stopniową w układzie pionowym z wirnikiem jednostrumieniowym otwartym z kierownicą kanałową.



Rys. 1. Pompa wirowa typu EW-50s

Kadłub pompy umocowany jest bezpośrednio do kołnierzewego silnika elektrycznego typu SOJVa-32b chłodzonego otaczającym go powietrzem. Kosz ssawny stanowi natomiast dolną część kadłuba pompy (rys. 1). Wodoszczelność silnika napędowego uzyskano przez zastosowanie dwóch pierścieni uszczelniających Simmera w miejscu przejścia wału do

pompy. Uszczelnienie to wymagało stałego znajdowania się pierścieni uszczelniających pod poziomem wody. Utrzymanie odpowiedniego poziomu wody zapewniał układ samoczynnego sterowania.

Aby zapewnić właściwe ustawienie pompy wirowej typu EW-50s w miejscu pracy, przewidziano lekki stojak wykonany z rur. Stojak posiada cztery wysuwane podpory, za pomocą których można wyregulować głębokość zamurzenia pompy w wodzie oraz jej pionową pozycję niezależnie od nierówności terenu.

Optymalne parametry pracy (przy najwyższej sprawności) dla wody czystej o gęstości $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$ i temperaturze $t = 15^\circ\text{C}$ podano w tabelicy 1.

Tabela 1

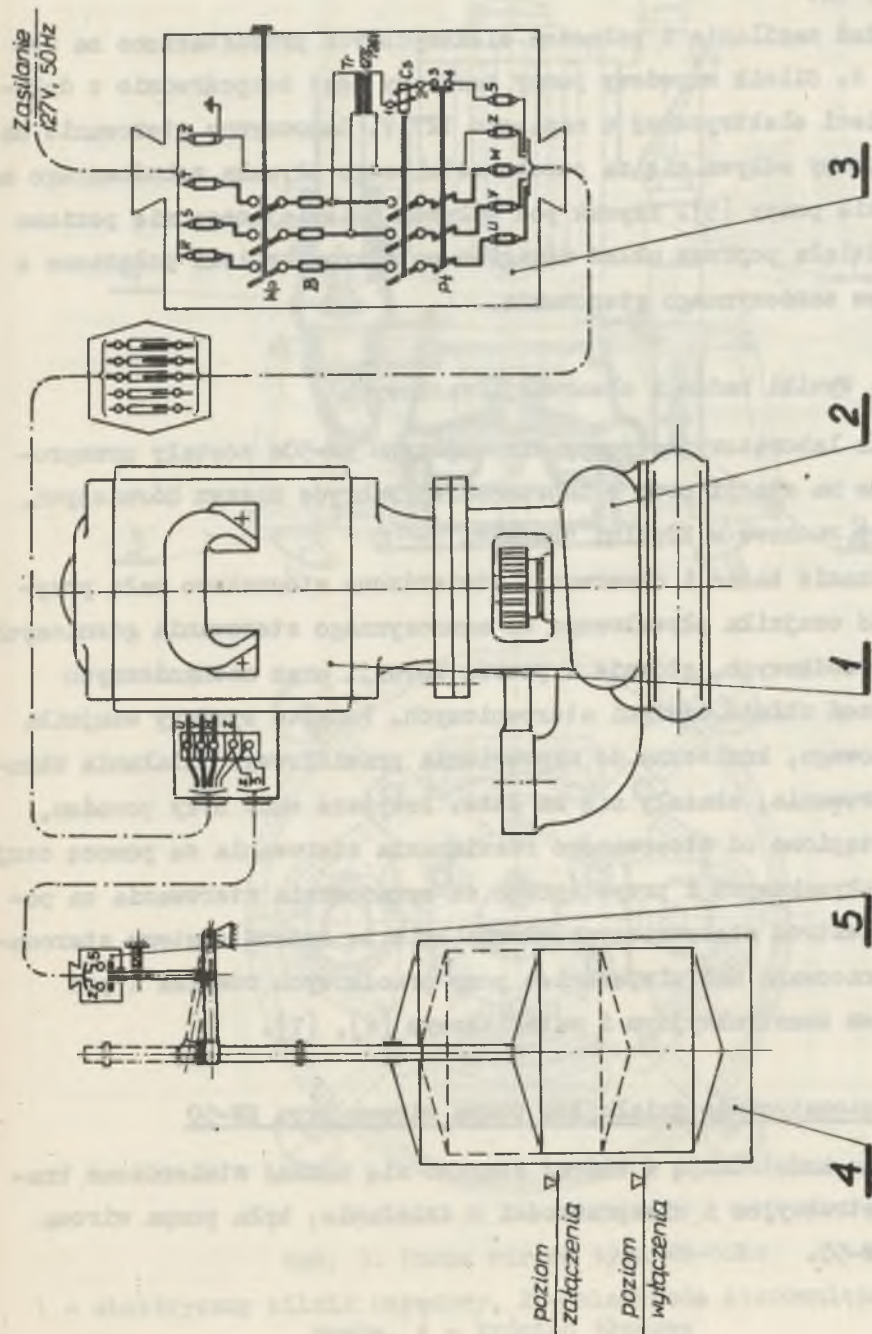
Optymalne parametry pracy pompy typu EW-50s

Q	m^3/min	0,220
H	m	11
N_s	kW	1
U	V	127
n	1/min	2850
η	%	51

W tablicach oznaczone przez:

- Q - wydajność pompy
- H - wysokość podnoszenia pompy
- N_s - moc silnika napędowego
- U - napięcie zasilania
- n - prędkość obrotowa wału pompy
- η - sprawność pompy.

Ciężar pompy wraz z silnikiem wynosił $G = 51 \text{ kg}$. Natomiast ciężar wyłącznika typu WSWO-15, złącza przewodowego SG-25 i przewodu opo-



Rys. 2. Układ połączeń elektrycznych pompy typu EW-50s

1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - pompa, 3 - wyłącznik, 4 - pływak, 5 - mikroprzycisk

nowego typu OG 5 x 2,5 mm² Cu o długości 50 m wynosił około G = 85 kg.

Układ zasilania i połączeń elektrycznych przedstawiono na rysunku 2. Silnik napędowy pompy zasilany jest bezpośrednio z dołowej sieci elektrycznej o napięciu 127 V. Samoczynne sterowanie napędu pompy odbywa się za pomocą metalowego pływaka zabudowanego na kadłubie pompy [5]. Pływak pod wpływem zmieniającego się poziomu wody działa poprzez układ dźwignen na mikroprzyciski połączone z obwodem samoczynnego sterowania.

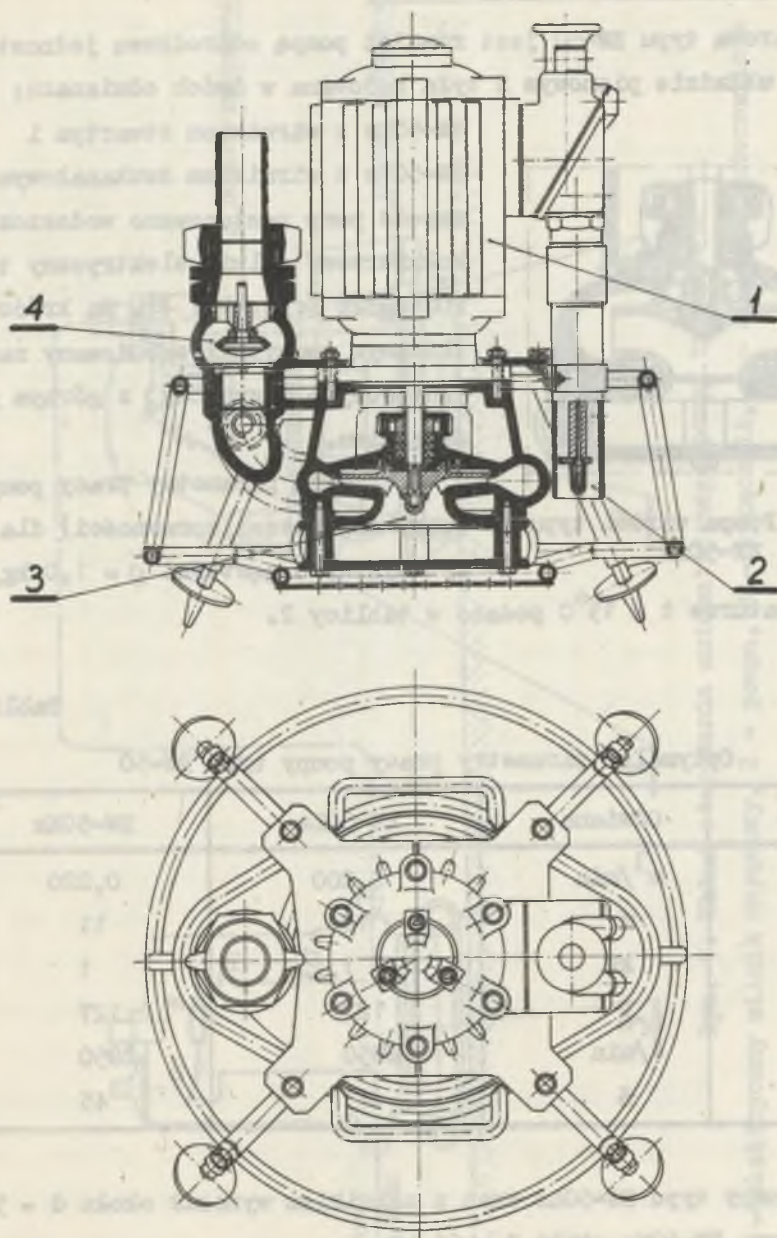
2.1.2. Wyniki badań i obserwacji ruchowych

Badania laboratoryjne pompy wirowej typu EW-50s zostały przeprowadzone na stacji prób w Zabrzeńskiej Fabryce Maszyn Górniczych, a próby ruchowe w Kopalni "Paweł".

W czasie badań i obserwacji stwierdzono stosunkowo małą przydatność czujnika pływakowego do samoczynnego sterowania górniczych pomp przodkowych, głównie z powodu korozji oraz mechanicznych uszkodzeń układu dźwigni sterowniczych. Ponadto wymiary czujnika pływakowego, konieczne do zapewnienia prawidłowego działania układu sterowania, okazały się za duże. Powyższe wady były powodem, że odstąpiono od stosowanego rozwiązania sterowania za pomocą czujników pływakowych i przystąpiono do opracowania sterowania za pomocą elektrod sterowniczych. Równoległe ze zmianą systemu sterowania, pracowano nad ulepszeniem pomp przodkowych również i pod względem konstrukcyjnym i materiałowym [6], [7].

2.2. Automatycznie działająca pompa wirowa typu EW-50

Następną konstrukcją w której starano się usunąć stwierdzone braki konstrukcyjne i niesprawności w działaniu, była pompa wirowa typu EW-50.

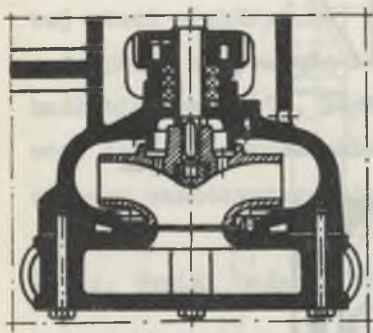


Rys. 3. Pompa wirkowa typu EW-50Ls

1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - elektroda sterownicza, 3 - pompa, 4 - króciec tłoczny

2.2.1. Konstrukcja i działanie pompy

Pompa wirowa typu EW-50 jest również pompą odśrodkową jednostopniową w układzie pionowym i była budowana w dwóch odmianach:



Rys. 4. Pompa wirowa typu EW-50Ks

EW-50Łs z wirnikiem otwartym i EW-50Ks z wirnikiem dwukanałowym. Do napędu pomp zastosowano wodoszczelny kołnierzowy silnik elektryczny typu SOJVa-32b (rys. 3 i 4). Na króćcu tłocznym pompy był zabudowany zawór wzniosowy - grzybkowy, z górnym prowadzeniem.

Optymalne parametry pracy pomp (przy najwyższej sprawności) dla wody czystej o gęstości $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$

i temperaturze $t = 15^\circ\text{C}$ podano w tabelicy 2.

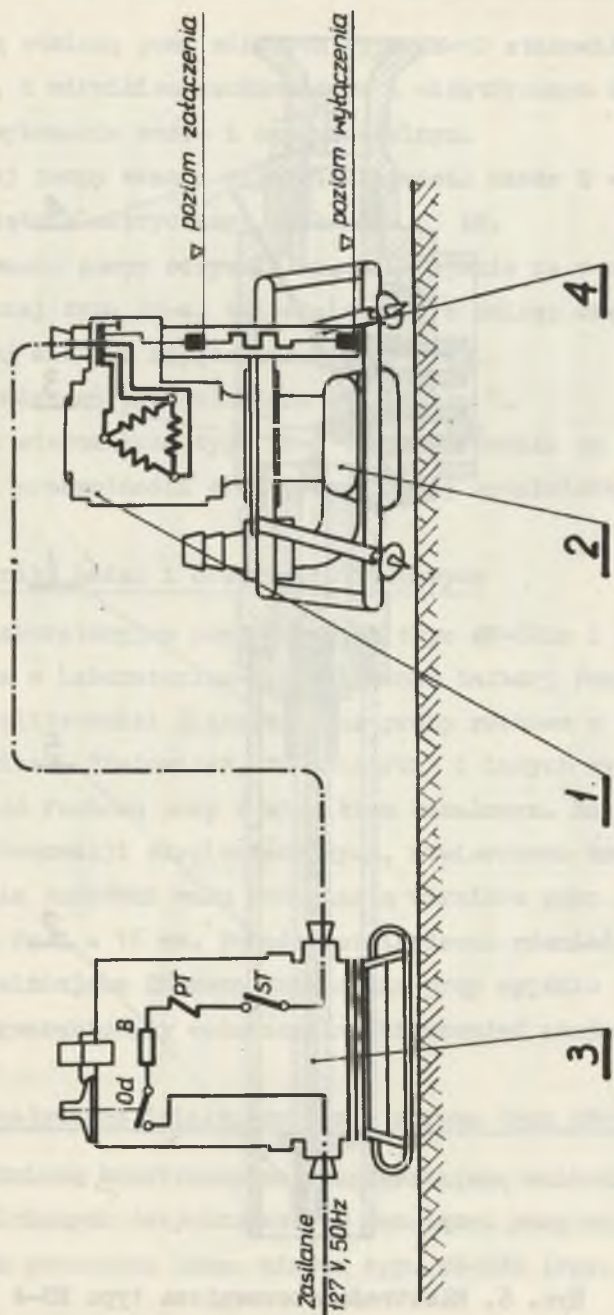
Tabelica 2

Optymalne parametry pracy pompy typu EW-50

Typ	Odmiana	EW-50Łs	EW-50Ks
Q	m^3/min	0,200	0,220
H	m	10	11
N_s	kW	1	1
U	V	127	127
n	1/min	2850	2850
η	%	43	45

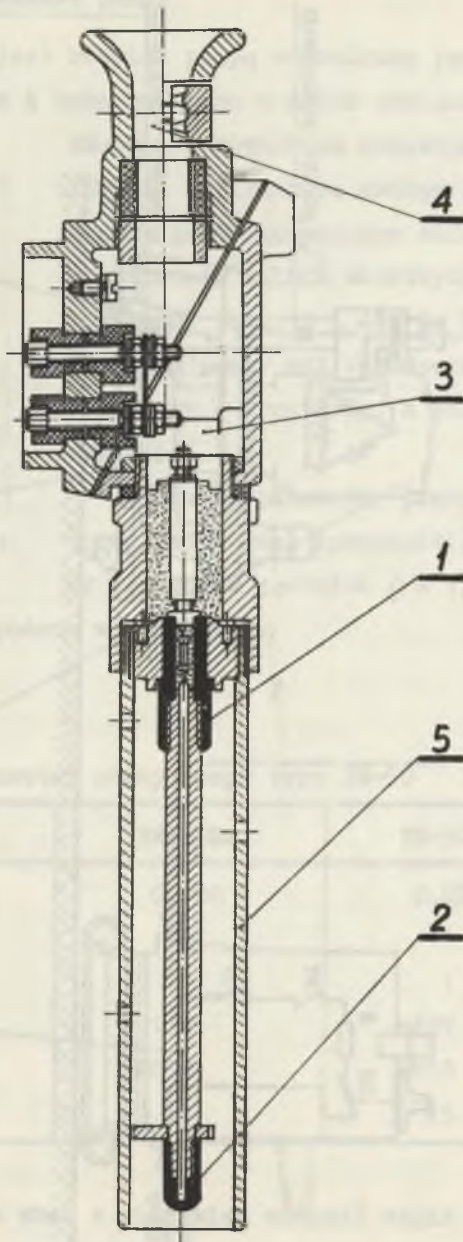
Ciężar pompy typu EW-50Łs wraz z silnikiem wynosił około $G = 52 \text{ kg}$, a pomp typu EW-50Ks około $G = 51 \text{ kg}$.

Ciężar pozostałego osprzętu elektrycznego wynosił około $G = 55 \text{ kg}$.



Rys. 5. Układ sterowania automatycznego pompy typu EW-50

1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - wyłącznik, 3 - pompa, 4 - elektroda sterownicza



Rys. 6. Elektroda sterownicza typu ES-4

1 - styk załączający, 2 - styk wyłączający, 3 - skrzynka zaciskowa silnika, 4 - wpust dla przewodu zasilającego, 5 - osłona elektrody

Dalszą odmianę pomp wirowych typu EW-50 stanowiła pompa typu EW-50Kso, z wirnikiem dwukanałowym i elektrycznym silnikiem napędowym w wykonaniu wodo- i ognioszczelnym.

Ciężar tej pompy wraz z silnikiem wynosił około $G = 45$ kg, a ciężar osprzętu elektrycznego około $G = 55$ kg.

Sterowanie pompy odbywało się samoczynnie za pomocą elektrody sterowniczej typu ES-4, zainstalowanej w dolnej części skrzynki zaciskowej silnika napędowego [8].

Schemat połączeń przedstawiono na rysunku 5.

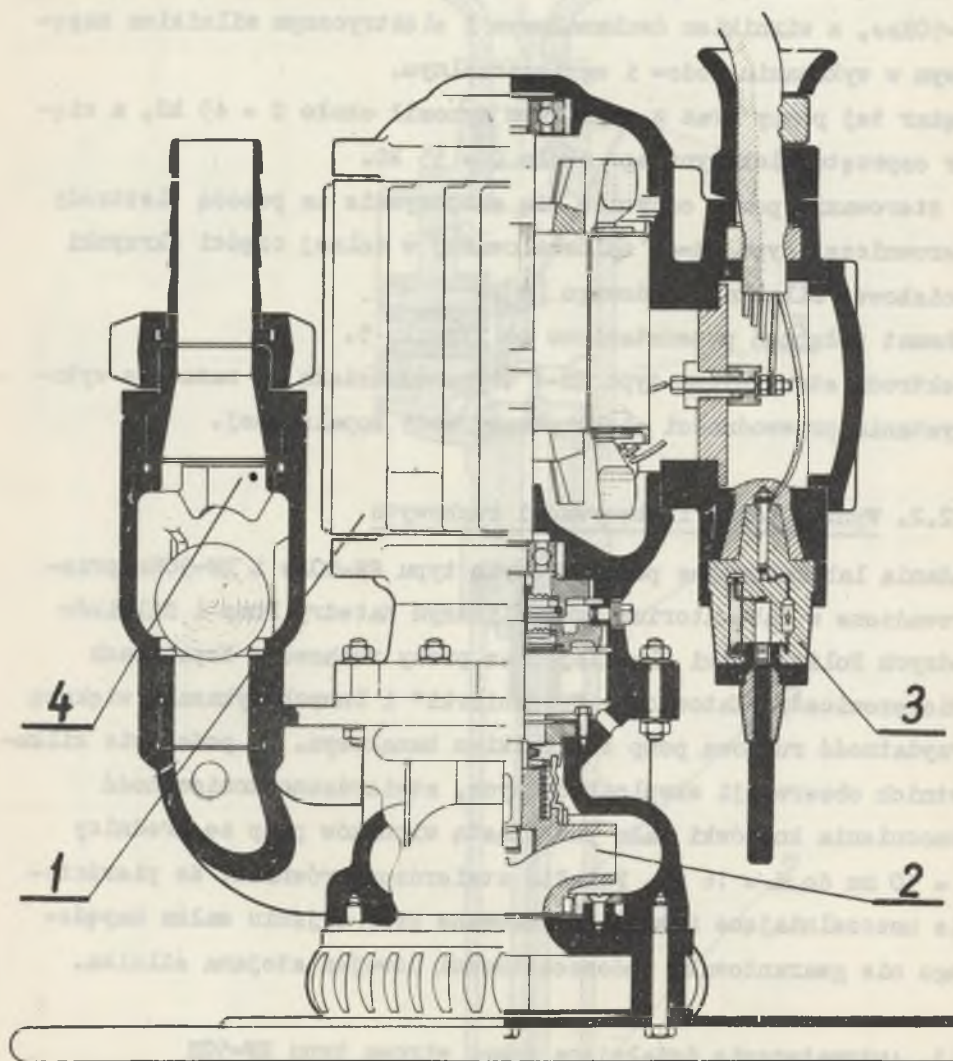
Elektroda sterownicza typu ES-4 (rys. 6) działa na zasadzie wykorystania przewodności elektrycznej wody kopalnianej.

2.2.2. Wyniki badań i obserwacji ruchowych

Badania laboratoryjne pomp wirowych typu EW-50Ls i EW-50Ks przeprowadzone w Laboratorium Hydraulicznym Katedry Pomp i Silników Wodnych Politechniki Śląskiej oraz próby ruchowe w Kopalniach "Bielszowice", "Katowice", "Szombierki" i innych wykazały większą przydatność ruchową pomp z wirnikiem kanałowym. Na podstawie kilkuletnich obserwacji eksploatacyjnych, stwierdzono konieczność wzmocnienia końcówki wału pod piastą wirników pomp ze średnicy $d = 10$ mm do $d = 16$ mm. Ponadto stwierdzono również, że pierścienie uszczelniające Simmera zabudowane przy wyjściu wałka napędowego nie gwarantowały wodoszczelności uzwojeń stojana silnika.

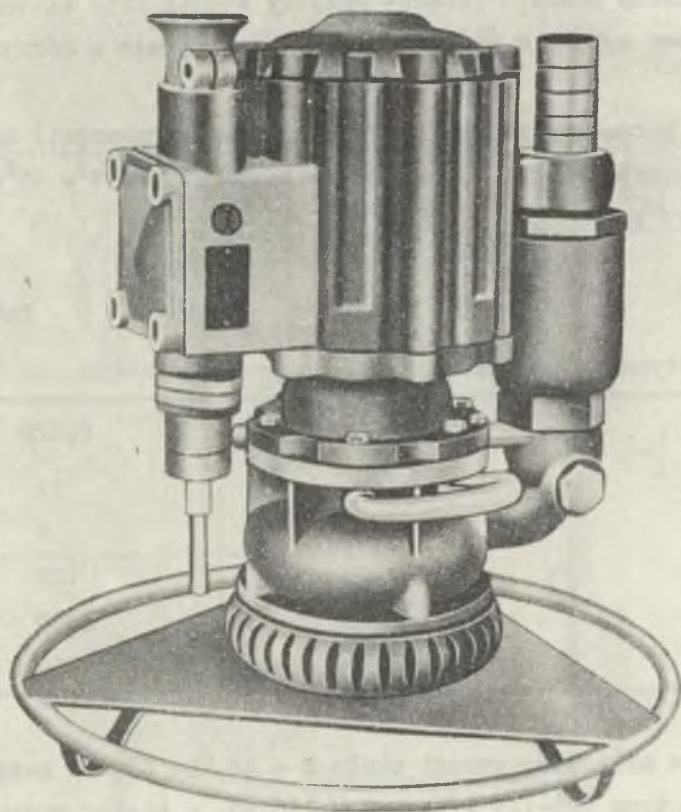
2.3. Automatycznie działająca pompa wirowa typu EW-50B

Kolejną odmianą konstrukcyjną uwzględniającą wnioski z badań i prób kopalnianych dotychczasowych rozwiązań pomp wirowych typu EW-50 była przenośna pompa wirowa typu EW-50B (rys. 7 i 8).



Rys. 7. Przekrój pompy wirowej typu EW-50B

1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - pompa, 3 - elektroda sterownicza, 4 - króciec tłoczny



Rys. 8. Pompa wirowa typu EW-50B

2.3.1. Konstrukcja i działanie pompy

Pompa wirowa typu EW-50B, podobnie jak pompa typu EW-50Ks, posiada wirnik dwukanałowy. Od poprzednio opracowanych pomp wirowych typu EW-50 różni się przede wszystkim innym rozwiązaniem konstrukcyjnym dławnicy, uszczelnienia silnika, stojaka oraz zaworu umieszczonego na króćcu tłocznym pompy.

W pompie zastosowano bowiem, po raz pierwszy w krajowych pompach górniczych, dławnicę ślizgową, a w silniku uszczelnienie przepornami. Wprowadzono ponadto jeszcze lżejszy stojak oraz zastosowano zawór wzniosowy kulowy w miejsce zaworu grzybkowego z górnym prowadzeniem.

Optymalne parametry pracy (przy najwyższej sprawności) dla wody czystej o gęstości $\rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3$ i temperaturze $t = 15^\circ\text{C}$ podano w tablicy 3.

Tablica 3

Optymalne parametry pracy pompy typu EW-50B

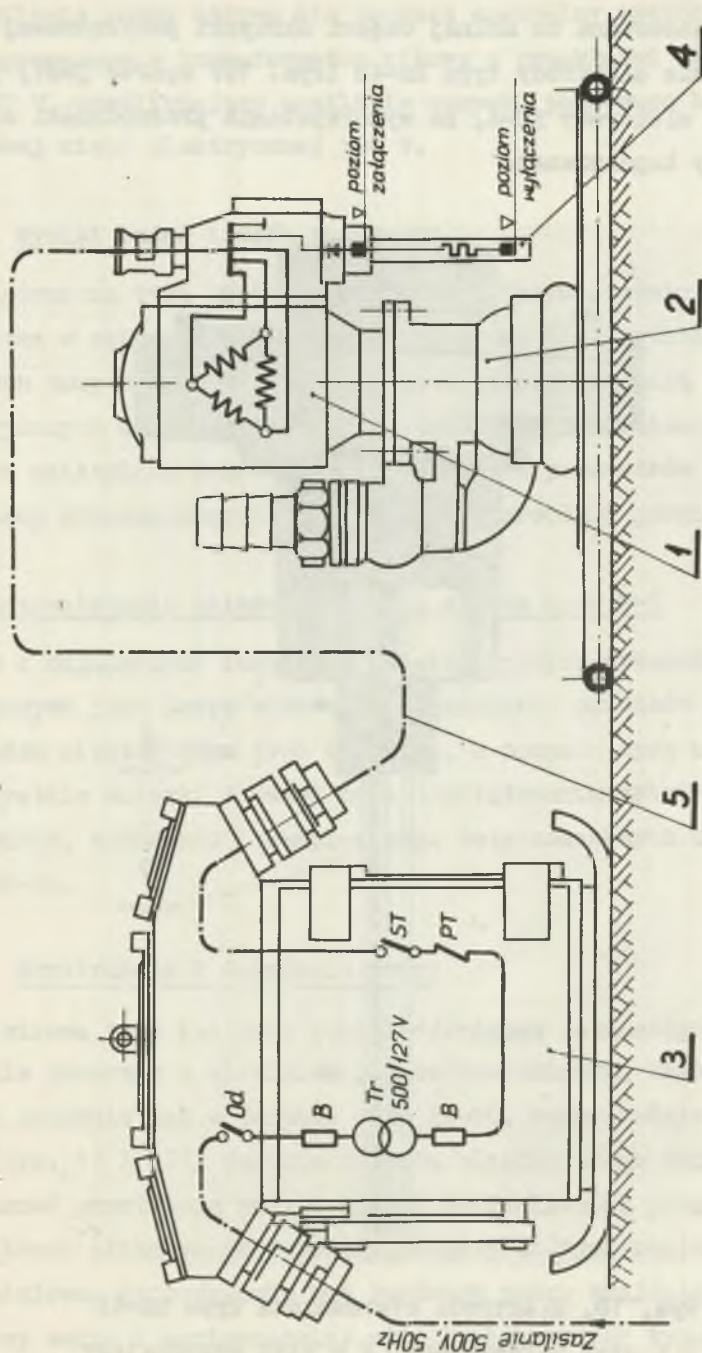
Q	m^3/min	0,220
H	m	11
N_s	kW	1
U	V	127
n	1/min	2860
η	%	50

Ciężar pompy z silnikiem wynosi około $G = 44 \text{ kg}$. Ciężar zespołu sterowniczego typu ZPO-1,5 wynosi $G = 140 \text{ kg}$, a ciężar przewodu oponowego typu OG $5 \times 4 \text{ mm}^2$ Cu o długości 50 m wynosi około $G = 36 \text{ kg}$.

Pompa wirowa typu EW-50B napędzana jest ognioszczelnym silnikiem elektrycznym typu SWJSVd-32b chłodzonym powietrzem.

Szczelność pomiędzy silnikiem i częścią hydrauliczną zapewniają uszczelki przepornowe zabudowane w dolnej części silnika. Sterowanie pompy odbywa się automatycznie lub ręcznie w układzie iskrobezpiecznym zgodnie ze schematem podanym na rysunku 9 [9].

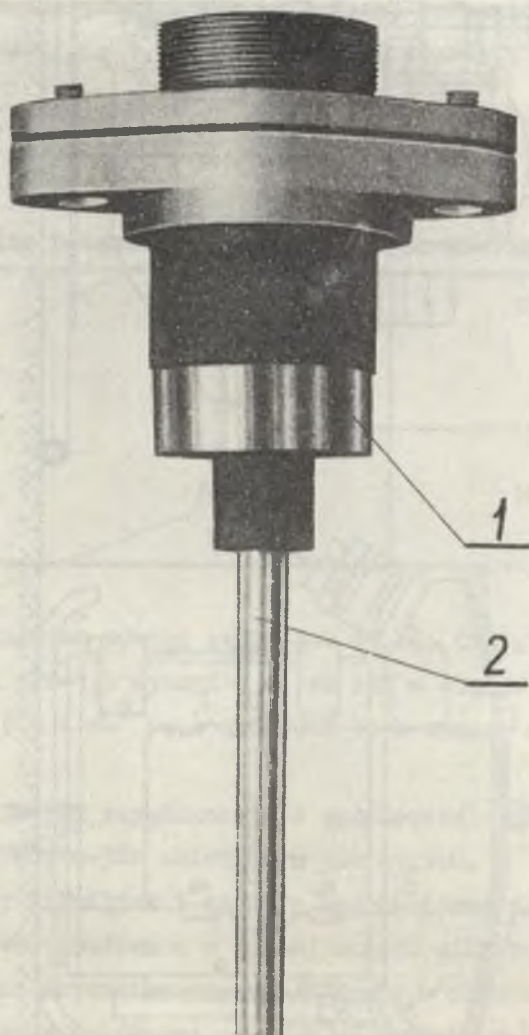
Bezpośrednim elementem sterującym silnik napędowy pompy, w zależności od poziomu pompowanej wody, jest elektroda sterownicza



Rys. 9. Układ sterowania automatycznego pompy typu EW-50B

- 1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - pompa, 3 - zespół sterowniczy, 4 - elektroda sterownicza, 5 - górniczy przewód oponowy

typu ES-4B, umocowana do dolnej części skrzynki przyłączonej silnika. Działanie elektrody typu ES-4B (rys. 10) oparte jest, podobnie jak i elektrody ES-4, na wykorzystaniu przewodności elektrycznej wody kopalnianej.



Rys. 10. Elektroda sterownicza typu ES-4B
1 - styk załączający, 2 - styk wyłączający

Zasilanie pompy odbywa się poprzez specjalny zespół sterowniczy, wyposażony w transformator siłowy o przekładni napięciowej 500/127 V, umożliwiający zasilanie zespołu pompowego bezpośrednio z dołkowej sieci elektrycznej 500 V.

2.3.2. Wyniki badań i prób ruchowych

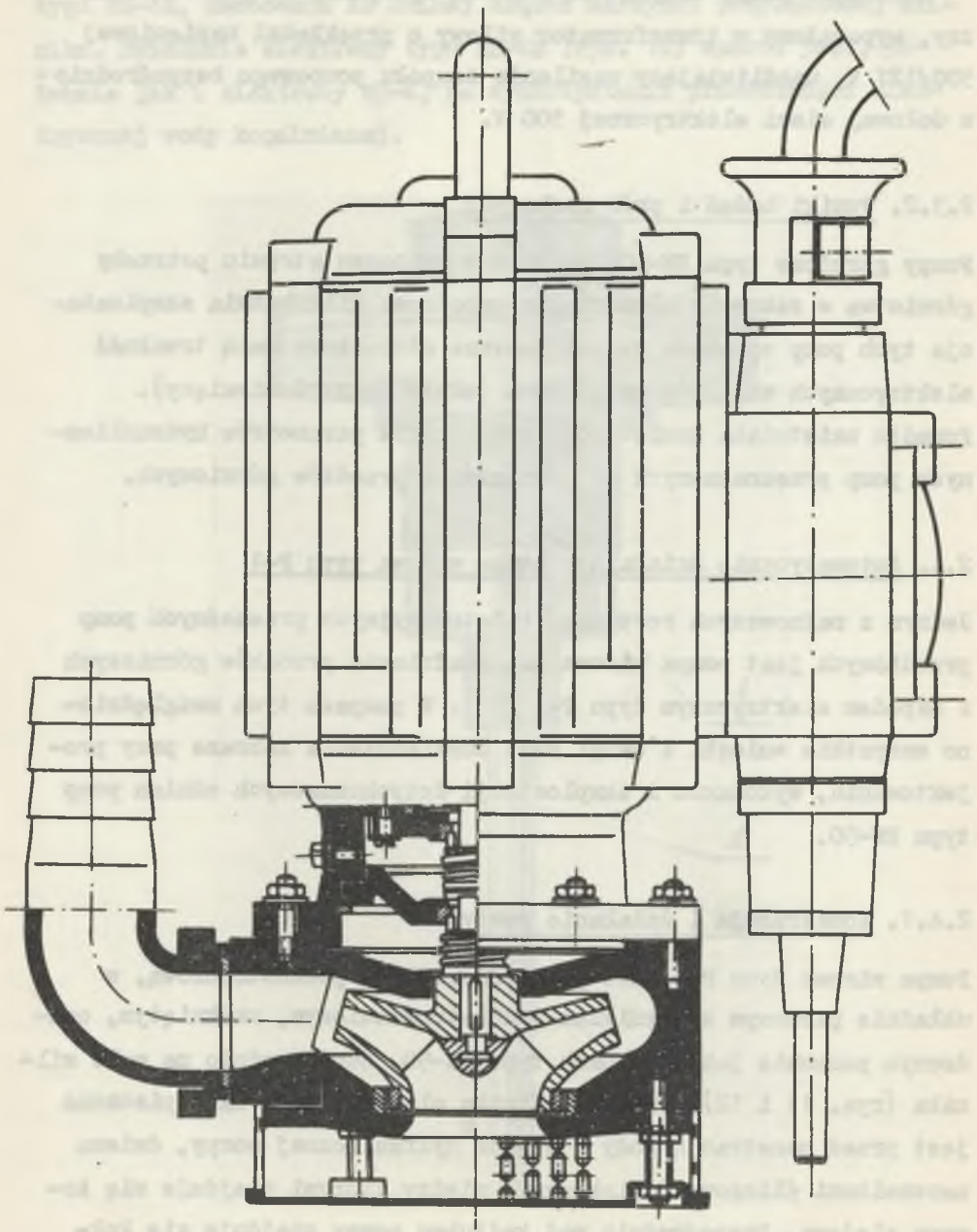
Pompy górnicze typu EW-50B pokryły w znacznym stopniu potrzeby górnictwa w zakresie odwadniania przodków. Kilkuletnia eksploatacja tych pomp wykazała jednak jeszcze stosunkowo małą trwałość elektrycznych silników napędowych (około 3 do 10 miesięcy). Ponadto zaistniała konieczność zwiększenia parametrów hydraulicznych pomp przeznaczonych do odwadniania przodków górniczych.

2.4. Automatycznie działająca pompa wirowa typu P-1

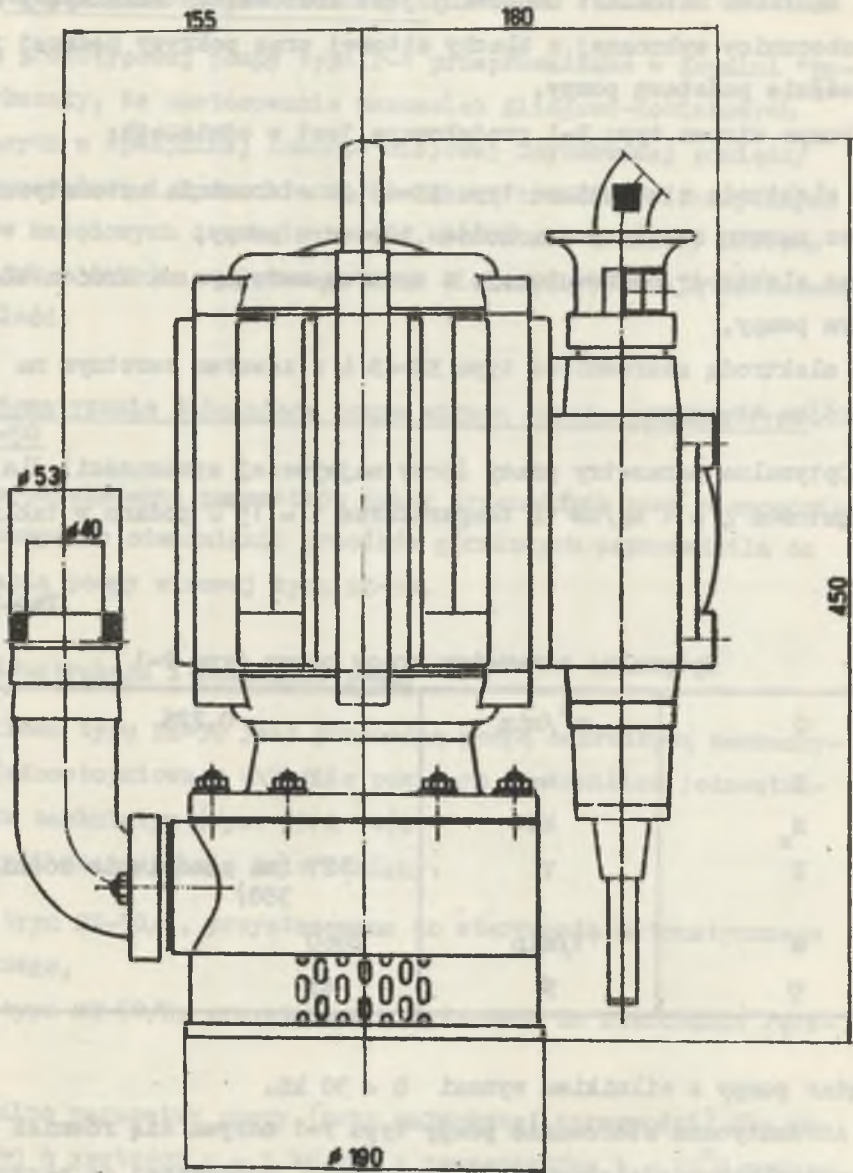
Jednym z najnowszych rozwiązań konstrukcyjnych przenośnych pomp przodkowych jest pompa wirowa do odwadniania przodków górniczych z napędem elektrycznym typu P-1 [10]. W pompach tych uwzględniono wszystkie wnioski i uwagi oraz doświadczenia zebrane przy projektowaniu, wykonaniu i eksploatacji dotychczasowych odmian pomp typu EW-50.

2.4.1. Konstrukcja i działanie pompy

Pompa wirowa typu P-1 jest pompą odśrodkową jednostopniową, w układzie pionowym z wirnikiem jednostrumieniowym, zamkniętym, osadzonym podobnie jak w pompach typu EW-50, bezpośrednio na wale silnika (rys. 11 i 12). Wnętrze silnika elektrycznego zabezpieczone jest przed penetracją wody z części hydraulicznej pompy, dwiema uszczelkami ślizgowo dociskowymi, między którymi znajduje się komora olejowa. Bezpośrednio nad kadłubem pompy znajduje się kołnierzowy wodo- i ognioszczelny silnik elektryczny typu SWJSVd-32b.



Rys. 11. Przekrój pompy wirowej typu P-1



Rys. 12. Pompa wirowa typu P-1

Pod kadłubem natomiast umocowany jest kosz ssawny składający się z pobocznicy wykonanej z blachy sitowej oraz pokrywy będącej jednocześnie podstawą pompy.

Pompa wirowa typu P-1 produkowana jest w odmianach:

- z elektrodą sterowniczą typu ES-4B do sterowania automatycznego, bez zaworu zwrotnego na króćcu tłocznym pompy,
- bez elektrody sterowniczej, z zaworem zwrotnym na króćcu tłocznym pompy,
- z elektrodą sterowniczą typu ES-4B i z zaworem zwrotnym na króćcu tłocznym.

Optymalne parametry pracy (przy najwyższej sprawności) dla wody o gęstości $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$ i temperaturze $t = 15^\circ\text{C}$ podano w tablicy 4.

Tablica 4

Optymalne parametry pracy pompy typu P-1

Q	m^3/min	0,225
H	m	12
N_s	kW	1
U	V	127 (na zamówienie również 380)
n	1/min	2860
η	%	43

Ciężar pompy z silnikiem wynosi $G = 30 \text{ kg}$.

Automatyczne sterowanie pompy typu P-1 odbywa się również za pomocą elektrody sterowniczej typu ES-4B, umocowanej do skrzynki zaciskowej silnika, w układzie sterowania podobnym do pompy typu EW-50B. Do wyposażenia elektrycznego pompy typu P-1 należy wyłącznik typu ZPO-1,5 o ciężarze $G = 140 \text{ kg}$ i przewód oponowy typu ONG $5 \times 4 \text{ mm}^2$ Cu i długości 50 m o ciężarze $G = 36 \text{ kg}$.

2.4.2. Wyniki badań i prób ruchowych

Badania prototypowej pompy typu P-1 przeprowadzone w Kopalni "Bytom" wykazały, że zastosowanie uszczelnień ślizgowo-dociiskowych pracujących w specjalnej komorze olejowej usytuowanej pomiędzy częścią napędową i hydrauliczną, zwiększa trwałość elektrycznych silników napędowych do około 1 roku. Pozostałe elementy zarówno pompy, jak i silnika napędowego oraz elektroda wykazują dostateczną trwałość.

2.5. Automatycznie działająca pompa wirowa samozasysająca typu SZ-50

Potrzeba zwiększenia parametrów pracy przenośnych pomp o napędzie elektrycznym do odwadniania przodków górniczych doprowadziła do opracowania pompy wirowej typu SZ-50.

2.5.1. Konstrukcja i działanie pompy

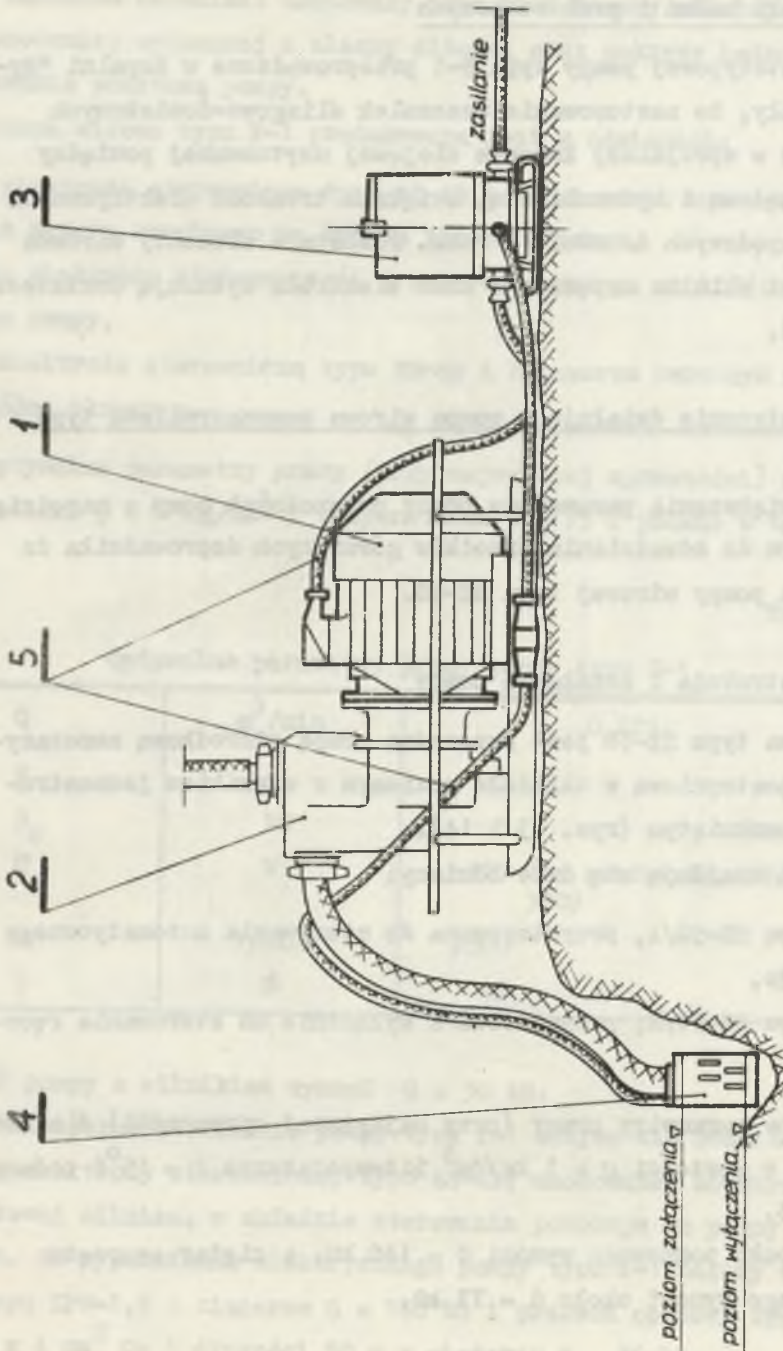
Pompa wirowa typu SZ-50 jest przenośną pompą odśrodkową samozasysającą jednostopniową w układzie poziomym z wirnikiem jednostrumieniowym zamkniętym (rys. 13 i 14).

W produkcji znajdują się dwie odmiany:

- pompa typu SZ-50/A, przystosowana do sterowania automatycznego i ręcznego,
- pompa typu SZ-50/R, przystosowana wyłącznie do sterowania ręcznego.

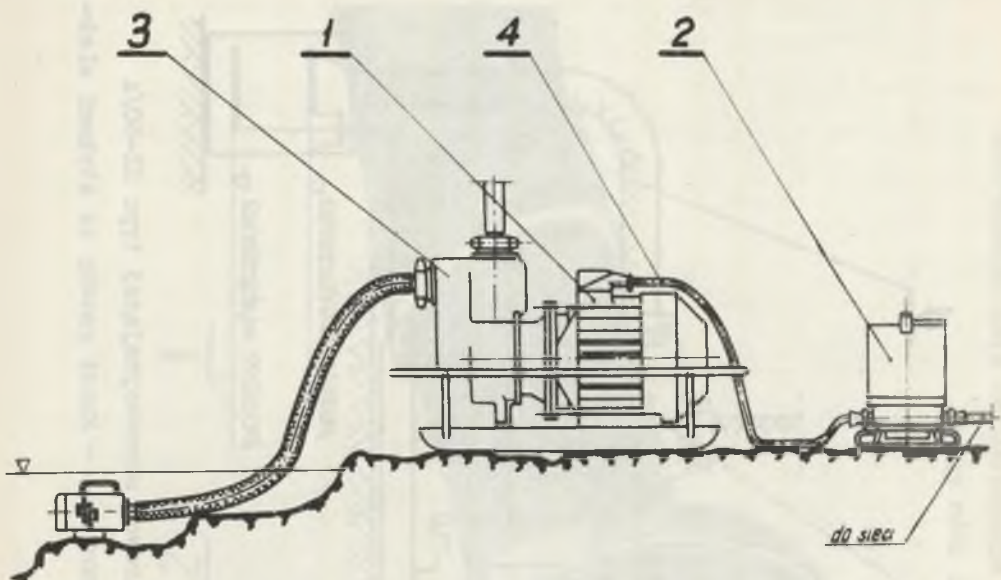
Optymalne parametry pracy (przy najwyższej sprawności) dla wody czystej o gęstości $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$ i temperaturze $t = 15^\circ\text{C}$ podane w tablicy 5.

Ciężar zespołu pompowego wynosi $G = 140 \text{ kg}$, a ciężar osprzętu elektrycznego wynosi około $G = 73 \text{ kg}$.



Rys. 13. Pompa wirowa samozasysająca typu SZ-50/A

1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - pompa, 3 - wyłącznik, 4 - kosz ssawny ze stykami elektrodowymi, 5 - górniczy przewód oponowy



Rys. 14. Pompa wirowa samozasysająca typu SZ-50/R

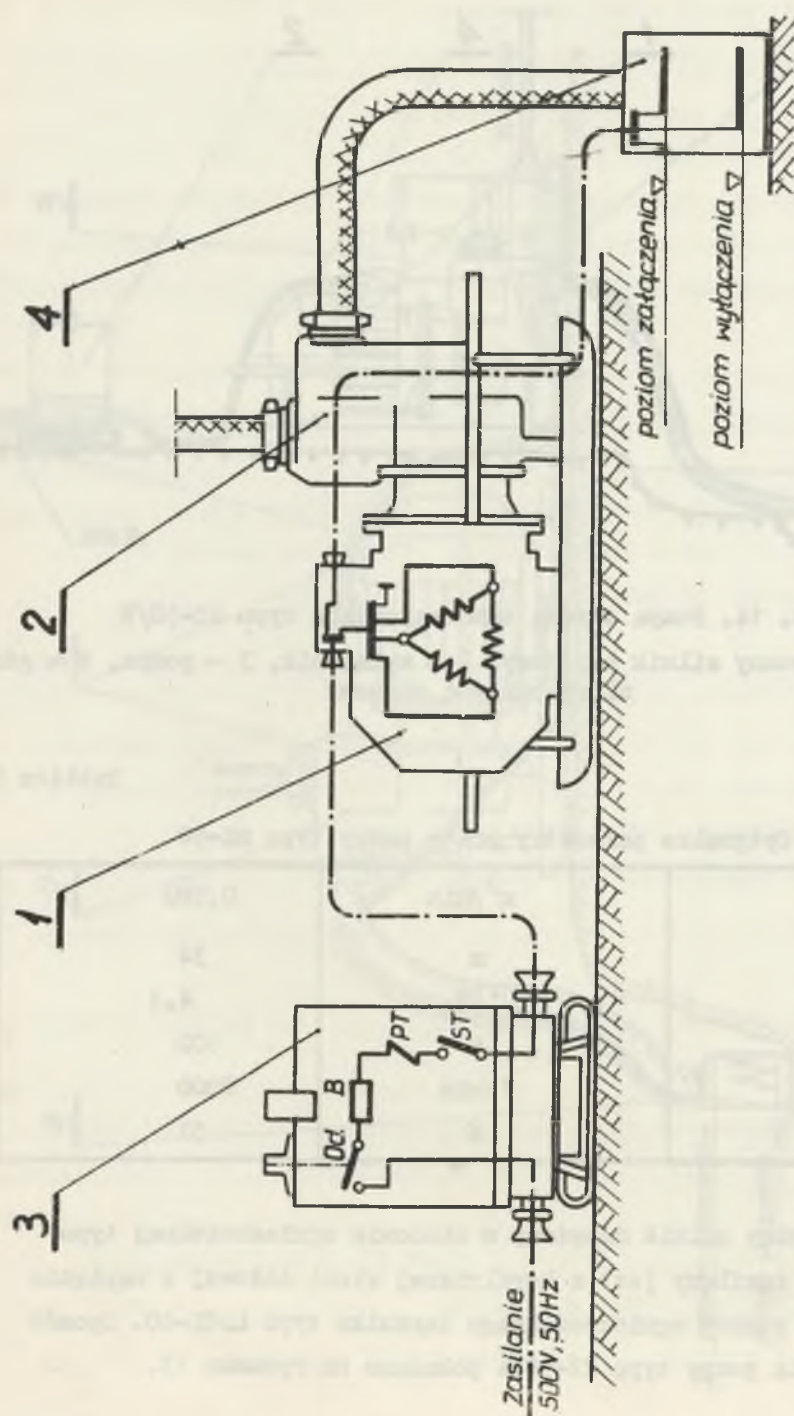
1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - wyłącznik, 3 - pompa, 4 - górniczy przewód oponowy

Tablica 5

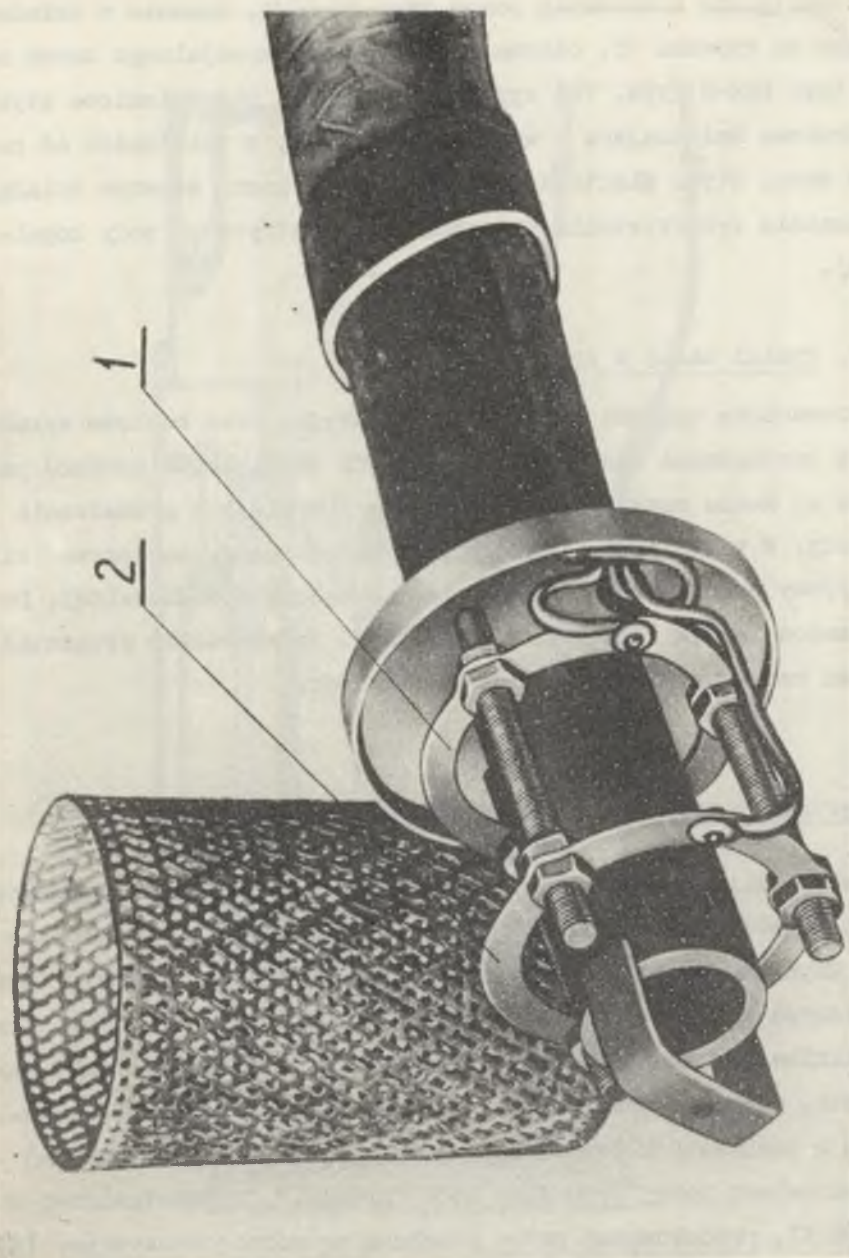
Optymalne parametry pracy pompy typu SZ-50

Q	m^3/min	0,300
H	m	34
N_s	kW	4,3
U	V	500
n	1/min	2900
?	%	51

Elektryczny silnik napędowy w obudowie ognioszczelnej typu SZJSLd-52a zasilany jest z kopalnianej sieci dołkowej o napięciu 500 V przy pomocy ognioszczelnego łącznika typu ŁSOL-40. Sposób instalowania pompy typu SZ-50/A pokazano na rysunku 13.



Rys. 15. Układ automatycznego sterowania pompy wirowej samozasysającej typu SZ-50/A
 1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - pompa, 3 - wyłącznik, 4 - koszt ssawny ze stykami elektrycznymi.



Rys. 16. Kosz ssawny typu ESK-2

1 - pierścieniowy styk wyłączający, 2 - pierścieniowy styk wyłączający

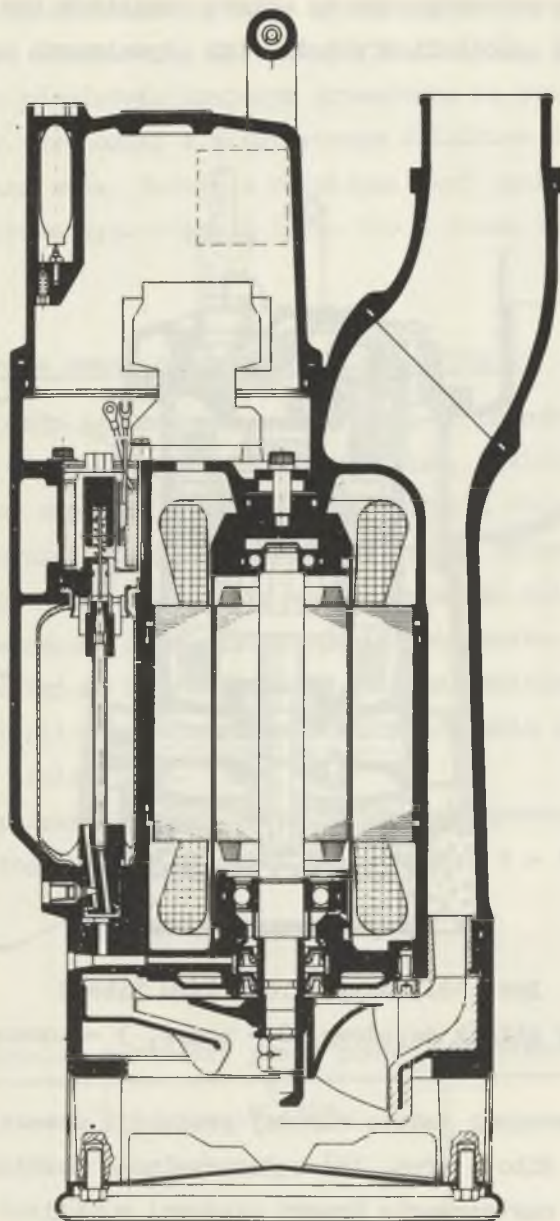
Automatyczne sterowanie pompy typu SZ-50/A, zgodnie z układem podanym na rysunku 15, odbywa się za pomocą specjalnego kosza ssawnego typu ESK-2 (rys. 16) wyposażonego w dwa pierścieniowe styki elektrodowe załączające i wyłączające pompę, w zależności od poziomu wody. Styki elektrodowe zabudowane w koszu ssawnym działają na zasadzie wykorzystania przewodności elektrycznej wody kopalnianej.

2.5.2. Wyniki badań i prób ruchowych

Przeprowadzone badania i próby laboratoryjne oraz ruchowe wykazały, że zastosowana konstrukcja umożliwia oddzielenie zespołu pompowego od kosza ssawnego zainstalowanego w miejscu gromadzenia się wody. W takim przypadku można do napędu pompy zastosować silnik typowy bez konieczności stosowania osłony wodoszczelnej. Dotychczasowe wyniki pracy pomp typu SZ-50 potwierdziły słuszność założeń konstrukcyjnych i technologicznych.

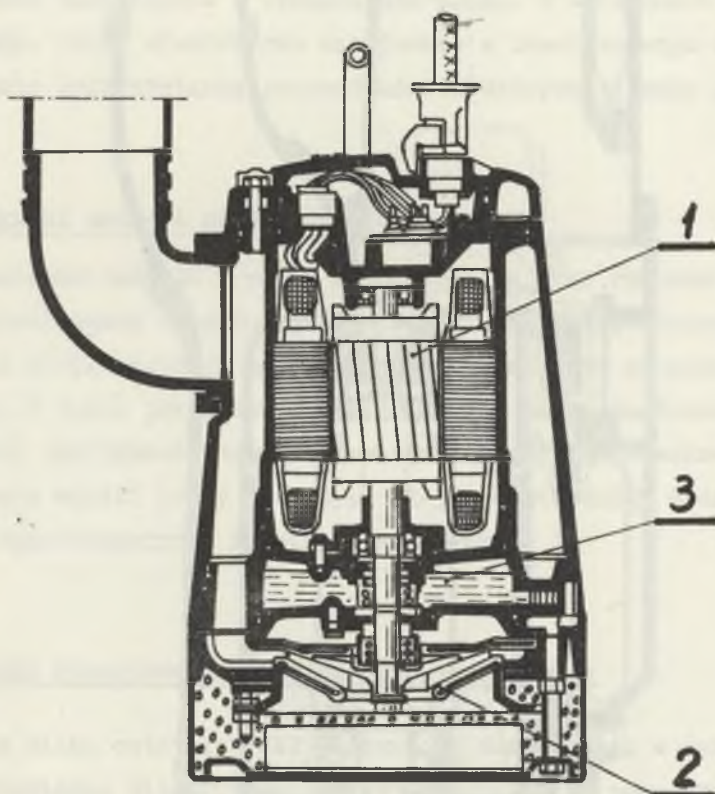
3. Kierunki rozwojowe górniczych pomp przenośnych

W okresie kilku ostatnich lat poczyniono duży postęp w dziedzinie nowych rozwiązań elektrycznych napędów górniczych pomp przodkowych. Uzyskano zmniejszenie wymiarów gabarytowych i ciężaru (przy określonych parametrach pompy) przez wprowadzenie chłodzenia uzwojeń silnika pompowaną wodą oraz zwiększono trwałość silników napędowych, stosując nowe rodzaje uszczelnień silnika napędowego. Jednym z ciekawszych rozwiązań zagranicznych jest konstrukcja ognioszczelnej pompy typu WEDA L400 "special", przedstawionej na rysunku 17, produkowanej przez szwedzką wytwórnię Wedaverken [11]. Komora uzwojeniowa silnika napędowego pompy wypełniona jest dwutlenkiem węgla pod ciśnieniem około $p = 1$ bar. Próby ruchowe tej pompy przeprowadzono w Kopalni "Staszic". Sterowanie pomp typu



Rys. 17. Pompa wirowa typu WEDA-L400 "special"

WEDA odbywa się automatycznie za pomocą czujników bimetalowych za-
instalowanych w uzwojeniach silnika lub pływakowych zabudowanych w
kadłubie pompy.



Rys. 18. Pompy wirowa typu Bibo 3

1 - elektryczny silnik napędowy, 2 - pompa, 3 - komora olejowa

W innej przenośnej pompie wirowej produkcji szwedzkiej, wytwórni FLYGT, typu Bibo 3 (rys. 18) wodoszczelność uzwojeń stojana uzyskano przez zastosowanie komory olejowej w miejscu przejścia wału silnika do pompy [11].

Próby atestacyjne pompy typu Bibo prowadzone były w Kopalni Doświadczalnej "Barbara" w Mikołowie.

Podobne pompy produkowane są także przez wytwórnie w: ZSRR - typu NDW, NRD - typu SOFFEL oraz NRF - typu KS 20 [12], [13].

Również i w górnictwie krajowym prowadzone są prace nad konstrukcją pompy przenośnej z elektrycznym silnikiem napędowym chłodzonym pompowaną wodą. Jednym z rozwiązań jest ognioszczelna przenośna pompa wirowa typu FOKA-50 (rys. 19) i pompa typu P-1A (rys. 20).

3.1. Automatyczna pompa ognioszczelna typu FOKA-50

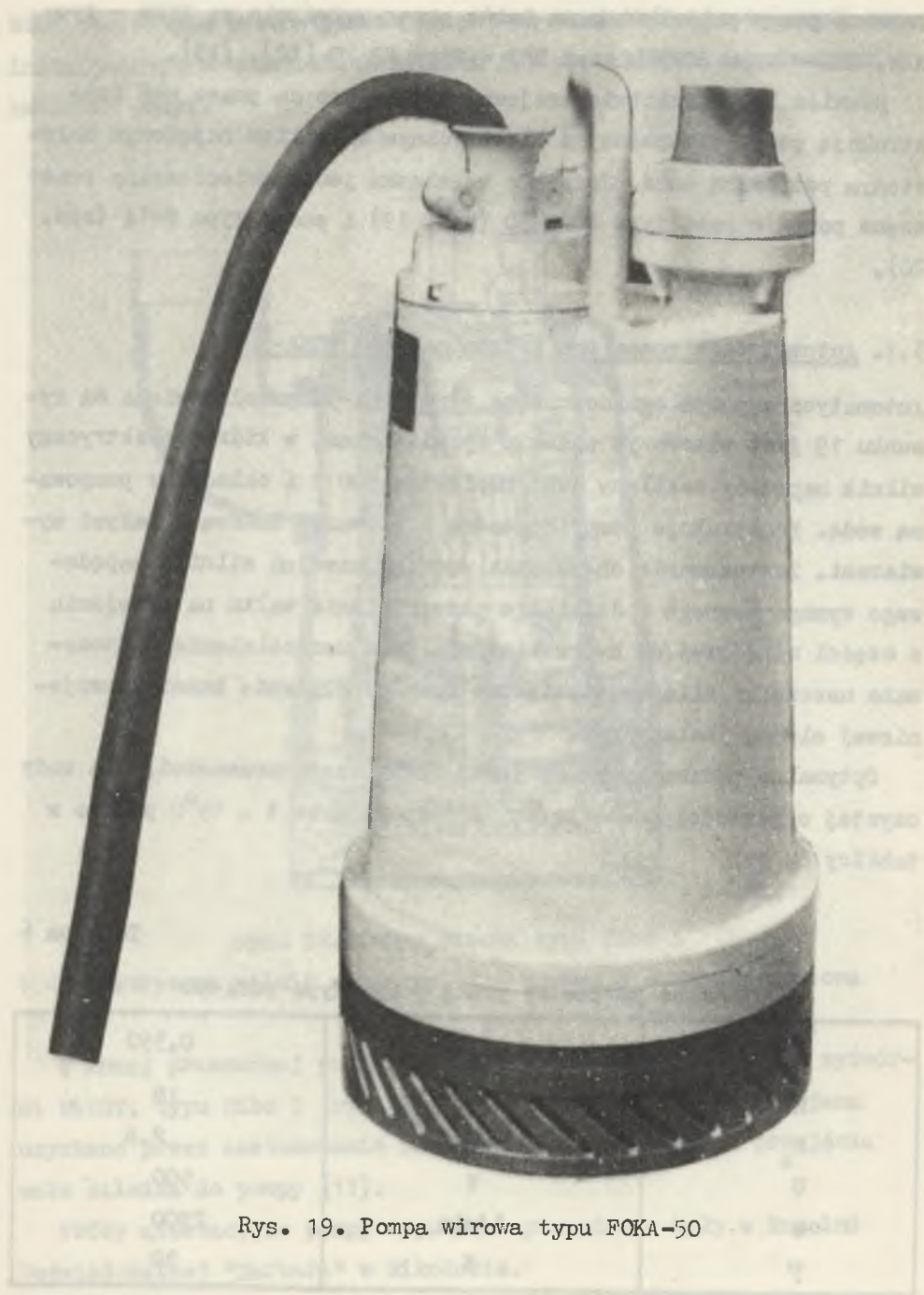
Automatyczna pompa ognioszczelna typu FOKA-50 przedstawiona na rysunku 19 jest pierwszym polskim rozwiązaniem, w którym elektryczny silnik napędowy zasilany jest napięciem 500 V i chłodzony pompowaną wodą. Konstrukcja pompy odznacza się zwartą budową i małymi wymiarami. Zastosowanie chłodzenia wodnego uzwojeń silnika napędowego wymaga pewnego w działaniu uszczelnienia wałka na przejściu z części napędowej do hydraulicznej. Jako uszczelnienie zastosowano uszczelki ślizgowo-dociskowe oraz napełnianie komory uzwojeniowej olejem izolacyjnym.

Optymalne parametry pracy (przy najwyższej sprawności) dla wody czystej o gęstości $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$ i temperaturze $t = 15^\circ\text{C}$ podano w tablicy 6.

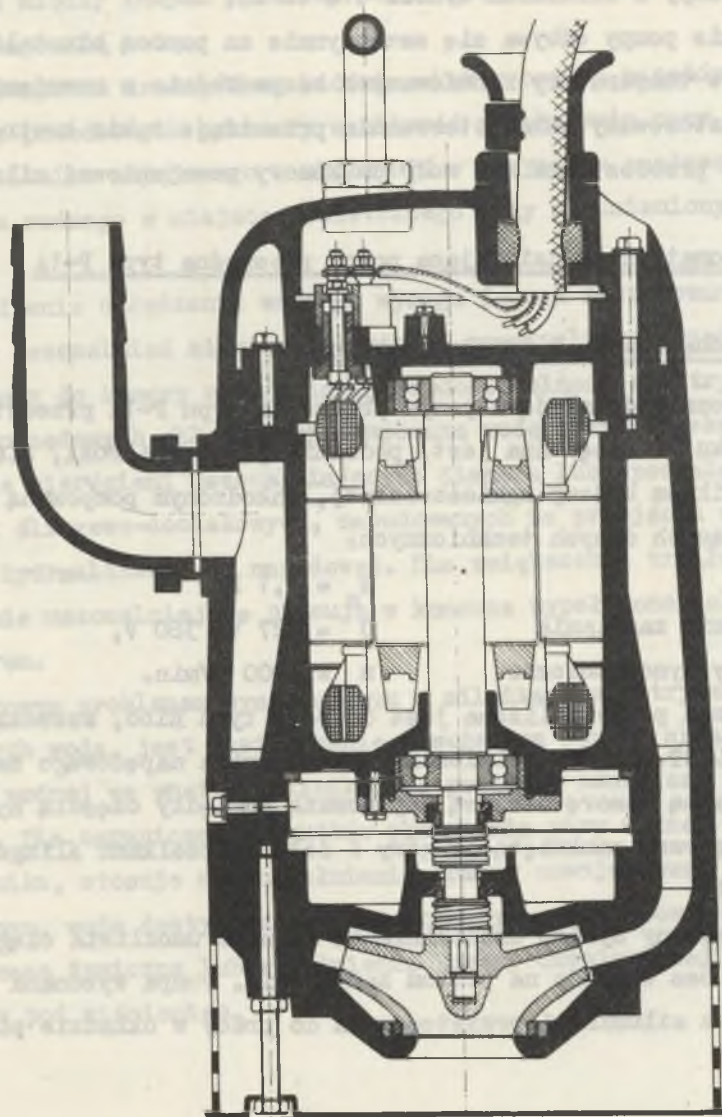
Tablica 6

Optymalne parametry pracy pompy typu FOKA-50

Q	m^3/min	0,350
H	m	18
N_s	kW	2,8
U	V	500
n	1/min	2900
η	%	38



Rys. 19. Pompa wirowa typu FOKA-50



Rys. 20. Pompa wirowa typu P-1A

Ciężar pompy z silnikiem wynosi $G = 48$ kg.

Sterowanie pompy odbywa się samoczynnie za pomocą bimetalicznych czujników temperatury zabudowanych bezpośrednio w uzwojeniach silnika. Zastosowany układ sterowania przewiduje także kontrolę ewentualnego przedostania się wody do komory uzwojeniowej silnika.

3.2. Automatycznie działająca pompa przenośna typu P-1A

3.2.1. Konstrukcja i działanie pompy

Automatycznie działająca pompa przenośna typu P-1A przedstawiona na rysunku 20 napędzana jest, podobnie jak pompa FOKA, elektrycznym silnikiem budowy ognioszczelnej, chłodzoną pompowaną wodą o następujących danych technicznych:

moc	$N_s = 1,1$ kW
napięcie zasilania	$U = 127$ V, 380 V,
obroty synchroniczne	$n = 3000$ 1/min.

Konstrukcja pompy zbliżona jest do pomp typu Bibo, szwedzkiej wytwórni FLYGT. Do uszczelnienia wałka silnika napędowego zastosowano specjalną komorę olejową usytuowaną pomiędzy częścią hydrauliczną i napędową, zamkniętą od góry i dołu uszczelkami ślizgowo-dociiskowymi.

Zastosowany system uszczelnienia silnika umożliwia ciągłą pracę pompy bez względu na poziom zamurzenia. Pompa wykonana jest w obudowie z siluminu i przystosowana do pracy w układzie pionowym.

4. Wnioski i uwagi

Dalszy rozwój konstrukcji górniczych pomp przodkowych o napędzie elektrycznym zmierza w kierunku zmniejszenia wymiarów gabarytowych i ciężaru przy zachowaniu określonych parametrów pompy. Można

to uzyskać między innymi przez wprowadzenie chłodzenia uzwojeń silnika pompowaną wodą.

Przeprowadzone szczegółowe badania elektrycznych napędów górniczych pomp przodkowych wykazały możliwość zwiększenia mocy elektrycznej silnika napędowego o około 80% w przypadku zastosowania chłodzenia wodnego w miejsce powietrznego przy niezmiennych gabarytach.

Wprowadzenie chłodzenia wodnego wymaga jednak zastosowania niezawodnych uszczelnień silnika i kontroli ewentualnego przedostania się wody do komory uzwojeniowej. Wodoszczelność elektrycznych silników napędowych chłodzonych pompowaną wodą można uzyskać przez stosowanie pierścieni uszczelniających Simmera lub specjalnych uszczelek ślizgowo-dociskowych, zabudowanych na przejściu wałka z części hydraulicznej do napędowej. Dla zwiększenia trwałości, pierścienie uszczelniające pracują w komorze wypełnionej olejem bądź smarem.

Dodatkowym problemem występującym w silnikach elektrycznych chłodzonych wodą, jest zawilgocenie uzwojeń na skutek skraplania się pary wodnej we wnętrzu silnika, co poważnie zmniejsza ich trwałość. Dla ograniczenia skutków skraplania pary wodnej we wnętrzu silnika, stosuje się napełnianie komory uzwojeniowej olejem izolacyjnym, wodą destylowaną z jednoczesnym wulkanizowaniem uzwojeń, masą żywiczną lub wypełnienie komory uzwojeniowej niepalnym gazem pod ciśnieniem.

LITERATURA

- [1] ZARZYCKI M. - Obecny stan oraz kierunki w badaniach, konstrukcji i budowie pomp dla górnictwa. Warszawa 1963. Przegląd Mechaniczny nr 17.
- [2] ZARZYCKI M. - Podstawy typizacji pomp dla górnictwa węglowego. Gliwice 1964. Mechanizacja Górnictwa nr 4.
- [3] ZARZYCKI M. - Zagadnienia pomp w krajowym przemyśle węglowym. Gliwice 1967. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka nr 27.
- [4] ZARZYCKI M. - Osiągnięcia krajowe w konstrukcji i budowie pomp odwadniających kopalnie węgla. Gliwice 1967. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka nr 27.
- [5] GLUZIŃSKI W.: - Automatyzacja podziemi kopalń (praca zbiorowa) Katowice 1961. Wydawnictwa Górniczo-Hutnicze.
- [6] ZARZYCKI M. - Ścieralność erozyjna wirników pomp wirowych. Gliwice 1961. Politechnika Śląska.
- [7] ZARZYCKI M. - Ścieralność erozyjna wirników pomp wirowych w zależności od stosowanego materiału. Gliwice 1961. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Energetyka nr 7.
- [8] KANIA E., SZELOCH A. - Analiza przewodności elektrycznej wody kopalnianej. Gliwice 1966. Prace Naukowo-Badawcze Zakładów Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego, Zeszyt nr 51.
- [9] KANIA E. - Nowy układ zasilania górniczych pomp przodkowych. Gliwice 1965. Nowości ZKMPW nr 8.
- [10] Poradnik Zabrzeńskiej Fabryki Maszyn Górniczych: Przenośna pompa wirowa P-1, Zabrze 1967.
- [11] Katalogi i prospekty pomp produkowanych przez wytwórnię FLYGT i Wedaverken. Szwecja 1967.
- [12] KANIA E., SZELOCH A. - Automatyczne pompy przenośne produkcji NRD Gliwice 1965, Nowości ZKMPW nr 9.
- [13] Katalogi i prospekty pomp produkowanych w ZSRR typu NDW oraz NRF typu KS 20, 1967.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТАЮЩИХ В ЗАБОЕ ГОРНЫХ НАСОСОВ
С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Р е з ю м е

В статье представлено развитие до настоящего времени работающих в забое автоматически действующих насосов с электроприводом. Приведены результаты исследований, лабораторных и шахтных испытаний, стремящихся к постоянному усовершенствованию этих насосов в отношении конструкции, технологии и эксплуатации.

Кроме того, в публикации указаны направления дальнейшего развития работающих в забое горных насосов, стремящиеся к повышению их технико-экономических показателей.

AUTOMATION OF MINING WORKING FACE PUMPS
WITH AN ELECTRIC DRIVE

S u m m a r y

In the paper the construction development of automatic working face pumps with an electric drive has been presented. Both the results of research work and of laboratory tests as well as of mining ones, which aimed at the constant improvement of these pumps in the construction, technological and exploitation meaning, have been given.

Moreover the paper gives some trends in further development of mining working face pumps, which aim at the increase of their technical and economic factors.