

Maciej ZARZYCKI, Eugeniusz KANIA  
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych

WYNIKI PRAC BADAWCZYCH I PROJEKTOWO-KONSTRUKCYJNYCH  
W ZAKRESIE AUTOMATYZACJI ODWADNIANIA KOPALNÍ

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono dotychczasowe wyniki wieloletnich badań teoretycznych i doświadczalnych oraz prac projektowo-konstrukcyjnych, które doprowadziły do zautomatyzowania w Polskim Przemysle Węglowym szeregu typów pomp przodkowych, pompowni oddziaływowych, głównych i szybowych. Badania pomp zrealizowano w laboratoriach Maszyn i Urządzeń Hydraulicznych Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej oraz Zabrzeńskiej Fabryki Maszyn Górniczych. Natomiast badania stosowane i obserwacje eksploatacyjne przeprowadzono w wielu kopalniach. Zautomatyzowane pompownie opracowano w byłych Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego w Gliwicach oraz w Biurach Projektów Górniczych w Katowicach i Gliwicach.

W publikacjach sprecyzowano ponadto ważniejsze kierunki prac naukowo-badawczych, które powinny być podjęte dla zapewnienia dalszego rozwoju automatyzacji odwadniania kopalni w kraju.

## 1. Wstęp

Automatyzacja odwadniania pierwszych kopalni w Polskim Przemysle Węglowym została poprzedzona kilkuletnimi badaniami teoretycznymi i doświadczalnymi oraz pracami projektowo-konstrukcyjnymi. Badania doświadczalne prowadzono w laboratoriach oraz w wybranych kopalniach (KWK Paweł, Bielszowice, Szombierki). W wyniku tych badań opracowano różne rozwiązania automatyzacji odwadniania, które zostały uzależnione od gospodarki wodnej w danej kopalni, wielkości zespołów pompowych i ich lokalizacji, rozwiązania technicznego pompowni, wymaganego zakresu automatyzacji, stopnia zagrożenia wodnego i metanowego, właściwości wód kopalnianych, warunków górniczych i energetycznych oraz względów ekonomicznych.

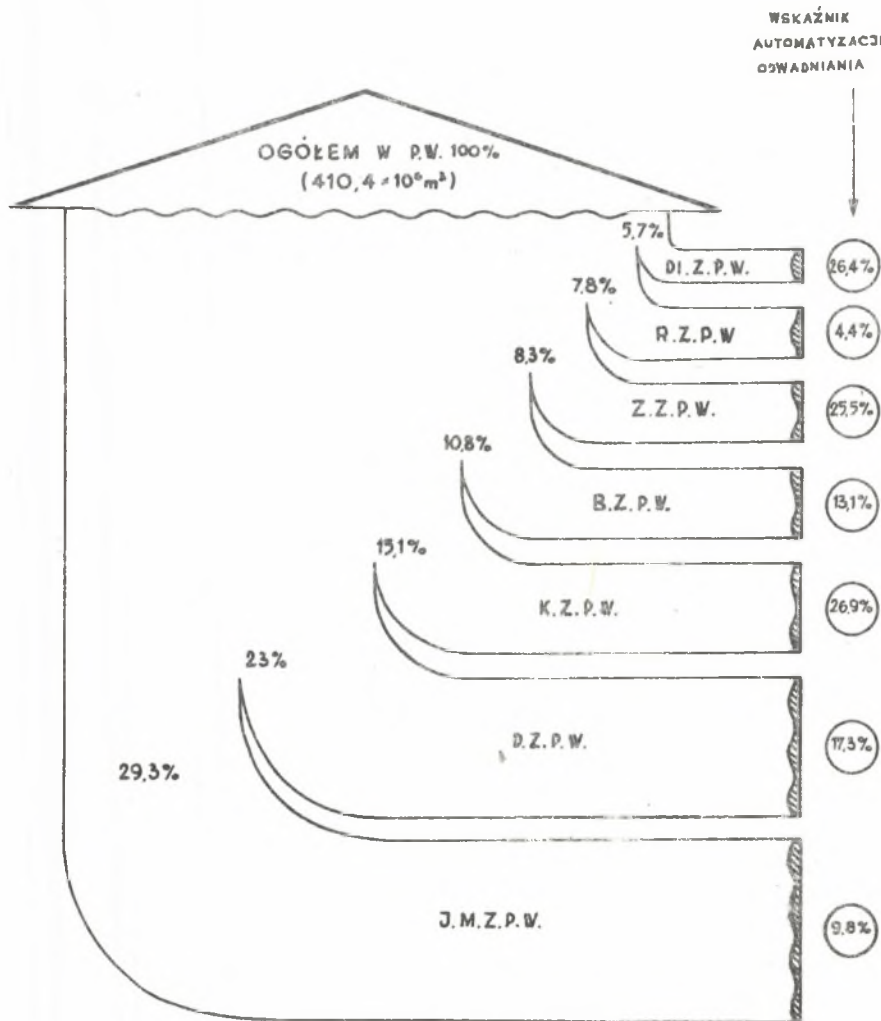
Przed przystąpieniem do prac nad automatyzacją zaprojektowano i wprowadzono do produkcji szereg typów pomp odwadniających [1, 2]. Obecnie natomiast prowadzi się stałą modernizację tych pomp zwiększając ich wskaźniki techniczno-ekonomiczne [3, 4, 5, 6, 7].

### 1.1. Gospodarka wodna w kopalniach

Potrzeba automatyzacji odwadniania wiąże się z faktem prowadzenia robót górniczych w coraz bardziej rozległych i niżej położonych wyrobiskach oraz zwiększających się zagrożeniach wodnych [8, 9].

W 1976 r. z podziemi kopalń węgla kamiennego wypompowano ogółem  $V = 410 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  wody. Tak olbrzymie ilości wody ozerpane dla zachowania bezpiecznych warunków pracy nasuwają potrzebę zautomatyzowania pompowni kopalnianych oraz odpowiedniego wykorzystania wypompowanej wody.

Wielkość i strukturę wypompowanej wody oraz wskaźniki automatyzacji odwadniania z uwzględnieniem wszystkich zjednoczeń przemysłu węglowego przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Struktura i wielkość wypompowanej wody z kopalń węgla kamiennego w 1976 r.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że w 1976 r. największy średni naturalny dopływ wody wynoszący  $V = 210 \text{ m}^3/\text{min}$  wystąpił w Jaworznicko-Mikołowskim Zjednoczeniu PW, natomiast najmniejszy dopływ  $V = 41,5 \text{ m}^3/\text{min}$  był w Rybnickim Zjednoczeniu PW. Natomiast w całym przemyśle węglowym średni dopływ ogólny (uwzględniający również wodę z podszadki płynnej) wynosił  $V = 780 \text{ m}^3/\text{min}$ , co odpowiada około  $V' = 1,9 \text{ m}^3$  wody/t urobku.

### 1.2. Ogólne własności wód kopalnianych

Również własności wód kopalnianych muszą być uwzględniane przy projektowaniu automatyzacji odwadniania. Woda kopalniana jest bowiem zanieczyszczona składnikami mechanicznymi i chemicznymi, co powoduje zwiększenie gęstości właściwej wody do wartości  $\rho = 1015$  do  $1025 \text{ kg/m}^3$ .

Znaczną część zawieszin mechanicznych stanowi piasek, który w procesie odwadniania przyspiesza znacznie zużycie pomp odwadniających [10] i przewodów rurowych.

Skład i własności wód podziemnych są bardzo zmienne i zależą od usytuowania eksploatowanych pokładów, głębokości oraz pory roku. Szczególnie rozpuszczone w wodzie sole mają zasadniczy wpływ na własności elektryczne wody, które muszą być brane pod uwagę przy rozwiązaniach automatyzacji odwadniania, zwłaszcza w których zastosowano ozujniki wykorzystujące przewodność wody kopalnianej [11, 12].

Temperatura niegłębokich wód podziemnych, występujących w naszych kopalniach, waha się w granicach od  $t = 278$  do  $293^\circ\text{K}$ .

### 2. Analiza napędów pomp odwadniających

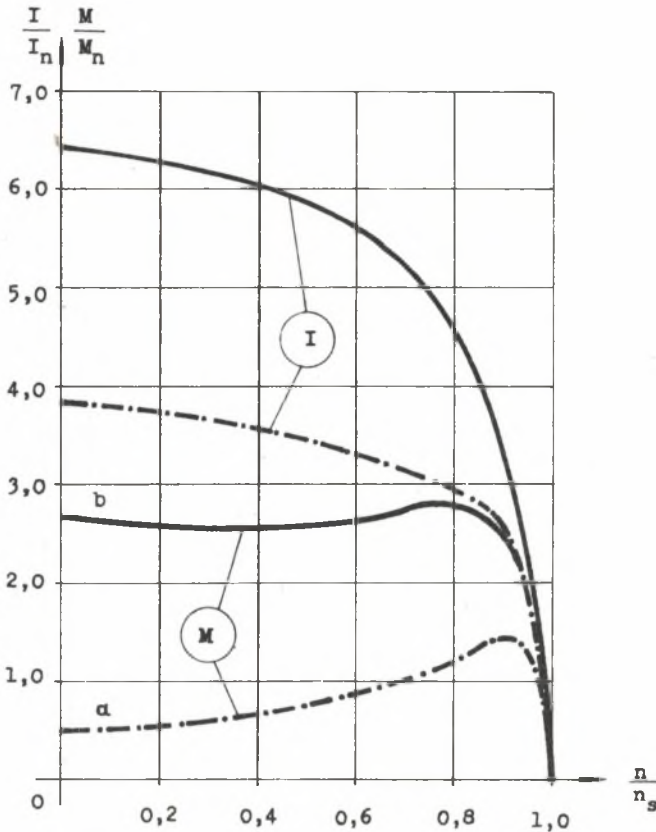
Zagadnienie napędu pomp odwadniających rzutuje na rozwiązania automatyzacji odwadniania. Zespoły pompowe w kopalniach krajowych są napędzane silnikami asynchronicznymi, najczęściej klatkowymi. W istniejących pompowniach pomocniczych i głównego odwadniania można spotkać jeszcze silniki asynchroniczne pierścieniowe, wymagające w czasie rozruchu użycia specjalnych rozruszników. Natomiast w kopalniach za granicą są również stosowane do napędu pomp głównego odwadniania silniki elektryczne synchroniczne [13]. W układach automatycznego sterowania pomp kopalnianych natomiast korzystniejsze są silniki klatkowe, które jednak stawiają większe wymagania elektrycznej sieci zasilającej.

W napędach pomp powinno się stosować silniki asynchroniczne klatkowe budowy specjalnej [13] o charakterystyce mechanicznej przedstawionej na rys. 2 (krzywa a) z momentem rozruchowym

$$M_r \cong 0,5 - 0,8 M_n \quad (1)$$

gdzie:

$M_n$  - moment nominalny.



Rys. 2. Charakterystyki mechaniczne (M) i prądowe (I) silników asynchronicznych stosowanych do napędu pomp odwadniających

a - silnik typu SWJSVe-12b stosowany do napędu pomp przodkowych typu P-1A,  
b - silnik budowy specjalnej (dla pomp)

Tymczasem w krajowych pompach odwadniania przodkowego typu P-1A stosowane są (z uwagi na brak silników specjalnych) silniki napędowe - asynchroniczne ogólnego zastosowania typu SWJSVe-12b o charakterystyce mechanicznej podanej na rysunku 2 (krzywa b), w których

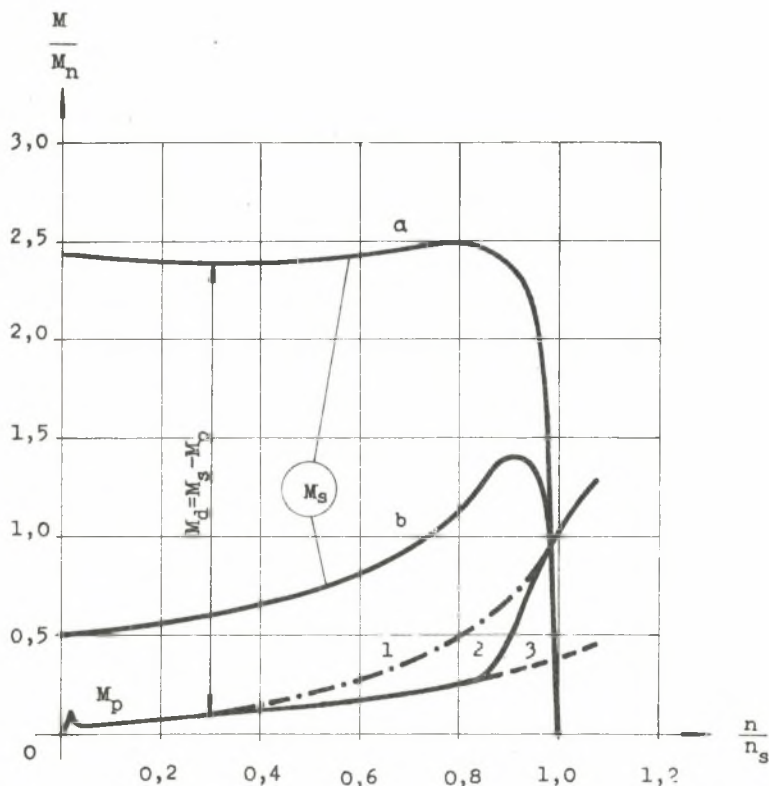
$$M_T = 2,7 M_n \quad (2)$$

W pompowniach odwadniania oddziałowego (pomocniczego), szczególnie w kopalniach gazowych stosowane są silniki asynchroniczne dwuklatkowe z momentem rozruchowym

$$M_T = 2,1 - 3,0 M_n \quad (3)$$

Przykładowo na rys. 3 przedstawiono charakterystykę mechaniczną  $M_S$  (krzywa a) silnika ognioszczelnego typu SZDSe-315S4 stosowanego w automatycznych pompowniach typu APOI-5 oraz charakterystyki obciążenia  $M_P$  (krzywe 1, 2, 3) pompy odwadniającej w zależności od zastosowanego systemu uruchamiania pompy:

- rozruch pompy przy otwartej zasuwie na króćcu tłocznym bez zaworu zwrotnego,
- rozruch pompy przy zastosowaniu zaworu zwrotnego,
- rozruch pompy przy zamkniętej zasuwie.



Rys. 3. Charakterystyki mechaniczne  $M_S$  silników napędowych i charakterystyki obciążenia  $M_P$  pompy odwadniającej przy różnych systemach rozruchu  
 1 - przy otwartej zasuwie na króćcu tłocznym (bez zaworu zwrotnego), 2 - przy zastosowaniu zaworu zwrotnego, 3 - przy zamkniętej zasuwie,  
 a - silnik typu SZDSe-315S4 stosowany w ognioszczelnej pompowni typu APOI-5  
 b - silnik budowy specjalnej (dla pomp)

Na rysunku tym przedstawiono również dla celów porównawczych charakterystykę mechaniczną (krzywą b) silnika budowy specjalnej, dostosowanego do napędu maszyn przepływowych.

Przedstawione na rysunkach 2 i 3 nadwyżki momentu dynamicznego

$$M_d = M_S - M_P \quad (4)$$

ograniczają trwałość zespołu pompowego, głównie z powodu znacznego skrócenia czasu rozruchu  $t_r$ , który można określić z równania:

$$t_r = \frac{GD^2}{375} \int_0^{n_n} \frac{1}{M_S - M_P} dn \quad (5)$$

gdzie:

$n_n$  - nominalna prędkość obrotowa wału pompy.

Podobne problemy związane z napędami występują również w pompowniach odwadniania głównego i szybowego.

Przez zastosowanie odpowiednio dobranego silnika napędowego oraz właściwie zaprogramowanej automatyzacji zespołu pompowego można w dużym stopniu ograniczyć skutki działania nadwyżki momentu dynamicznego jak również usprawnić samą pracę zespołów pompowych.

### 3. Stan i prace rozwojowe dotyczące automatyzacji odwadniania kopalń

W zależności od miejsca instalowania pomp w podziemiach kopalń można wyróżnić następujące systemy odwadniania:

- przodkowe,
- oddziałowe (pomocnicze),
- główne,
- szybowe.

W każdym z wymienionych systemów odwadniania stosuje się odmienne konstrukcje pomp odwadniających [14,15,16] oraz różne rozwiązania automatyzacji odwadniania.

#### 3.1. Automatyzacja odwadniania przodkowego

Prowadzone w podziemiach kopalń obserwacje wykazały, że załogi przodków górniczych, zajęte przede wszystkim eksploatacją węgla w większości przypadków nie zwracały dostatecznej uwagi na pracę pomp przodkowych. Powodowało to dość częste uszkodzenia pomp przodkowych, głównie z powodu pracy pomp "na sucho". W celu zwiększenia komfortu pracy górników oraz ograniczenia strat energetycznych i zwiększenia trwałości pomp przodkowych, przystąpiono w latach 50 do prac nad automatyzacją pomp górniczych. Na podstawie studiów oraz badań opracowano i przekazano w 1954 r. do prób rucho-

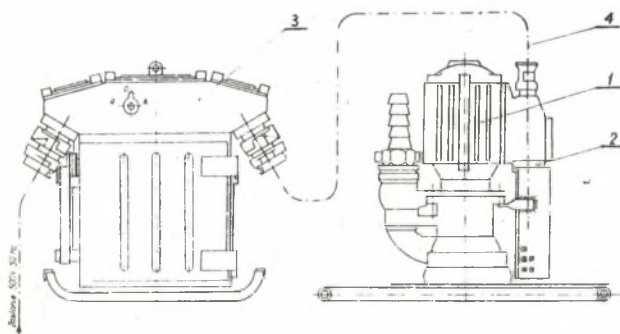
wych pierwsze krajowe pompy przodkowe typu EW-50s z silnikami elektrycznymi budowy wodoszczelnej o mocy około  $N_S = 1$  kW sterowanymi automatycznie. Automatykacja ta polegała na samoczynnym załączaniu i wyłączaniu silnika napędowego w zależności od stanu wody w miejscu ustawienia pompy.

Elementem sterującym samoczynnie silnik napędowy był pływak metalowy zabudowany bezpośrednio na kadłubie pompy. Stosunkowo duże wymiary pływaka wynikały z konieczności uzyskania na łączniku sterowniczym siły ponad 10 N. Szczegółowy opis budowy i działania układu sterowania podano w pracach [10,14,16].

Badania ruchowe wykazały stosunkowo małą przydatność czujnika pływakowego do samoczynnego sterowania górniczych pomp przenośnych, głównie z powodu korozyj oraz mechanicznych uszkodzeń dźwignien sterowniczych.

W następnych konstrukcjach przenośnych pomp przodkowych zastosowano w układzie automatycznego sterowania czujniki elektrodowe, pracujące na zasadzie wykorzystania konduktywności elektrycznej wód kopalnianych. W tym celu przeprowadzono szczegółową analizę konduktywności wody kopalnianej [11, 12].

Elektrodowe czujniki sterownicze zastosowano począwszy od 1955 r. w następujących konstrukcjach górniczych pomp przodkowych: EW-50Ła, EW-50Ks, EW-50Kso, EW-50B i P-1 (rys. 4) [11,12,14], zasilanych napięciem  $3 \times 127$  V z ognioszczelnego zespołu sterowniczego ZPO-1,5 (rys. 13) oraz w pompie SZ-50A zasilanej napięciem  $3 \times 500$  V, w której czujniki elektrodowe zabudowano w przenośnym koszu ssawnym.



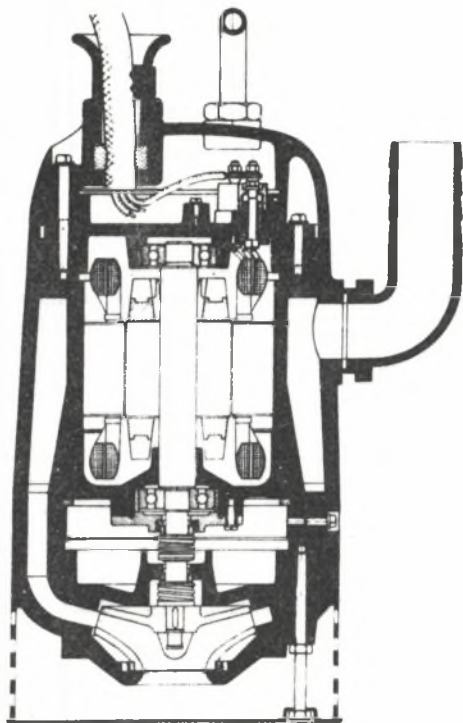
Rys. 4. Układ zasilania pompy przodkowej typu EW-50B

1 - silnik napędowy, 2 - sygnalizator elektrodowy, 3 - ognioszczelny zespół sterowniczy typu ZPO-1,5; 4 - elektryczny przewód oponowy OnG 5x2,5

Począwszy od 1967 r. wprowadzane są sukcesywnie do kopalń [11,16,17,25] przenośne pompy przodkowe z silnikami elektrycznymi w wykonaniu wodno- i ognioszczelnym, chłodzonymi pompowaną wodą:

- typu P-1A z silnikiem o mocy  $N_S = 1,45$  kW (rys. 5),

- typu P-2A z silnikiem o mocy  $N_S = 2,9$  kW,
- typu P-3A z silnikiem o mocy  $N_S = 4,5$  kW.



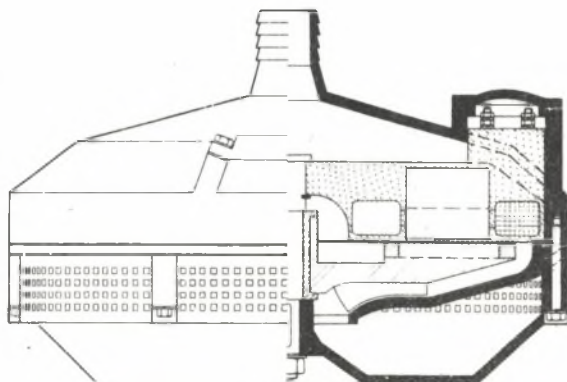
Rys. 5. Górnicza pompa przenośna typu P-1A

Od 1978 r. ma być uruchomiona produkcja pomp przenośnych:

- typu P-4A z silnikiem o mocy  $N_S = 14$  kW,
- typu PK-80 z silnikiem o mocy  $N_S = 4$  kW.

Wszystkie pompy przenośne typu P-A przystosowane są do automatycznego sterowania przy zastosowaniu łącznika stycznikowego typu LSOI-40/25 (rys. 14) i specjalnego czujnika pływakowego, wyposażonego w dwuelektrodowy styk rtęciowy [16].

Obecnie prowadzone są w Instytucie Maszyn i Urządzeń Energetycznych Politechniki Śląskiej, Centrum Naukowo-Produkcyjnym EMAG i Zjednoczeniu Budowy Maszyn Górniczych POLMAG dalsze prace, zmierzające do zmniejszenia gabarytów i ciężaru oraz zwiększenia trwałości i niezawodności automatycznie sterowanych górniczych pomp przodkowych. Na rys. 6 przedstawiono przykład zastosowania nowe-



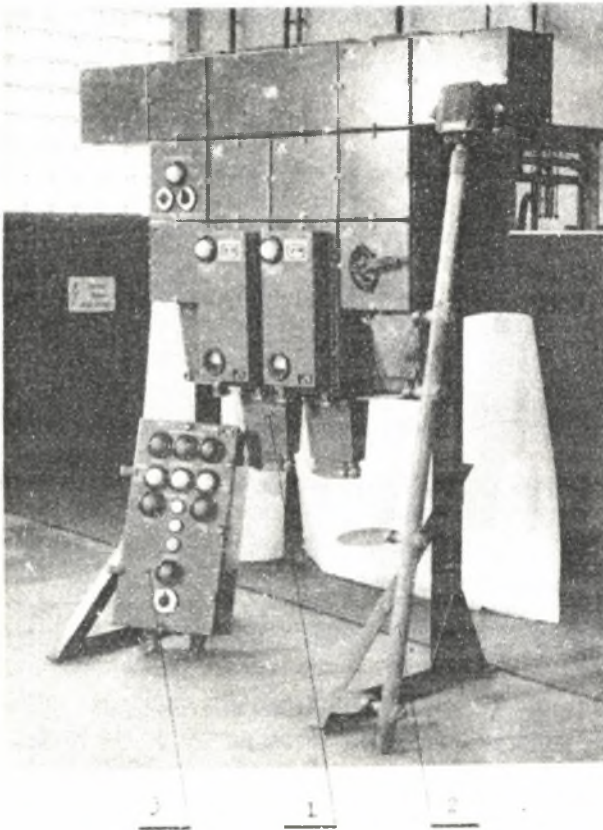
Rys. 6. Doświadczalna pompa przodkowa z elektrycznym silnikiem liniowo-tarczowym



go systemu napędu zautomatyzowanych górniczych pomp przodkowych z zastosowaniem silnika liniowo-tarczowego, w którym wirnik silnika spełnia jednocześnie funkcję wirnika pompy [18]. Czujnik sterujący załączania i wyłączania pompy w zależności od zanurzenia kosza ssawnego w wodzie zlokalizowano w zdalnie sterowanym łączniku stycznikowym.

### 3.2. Automatyzacja odwadniania oddziałowego (pomocniczego)

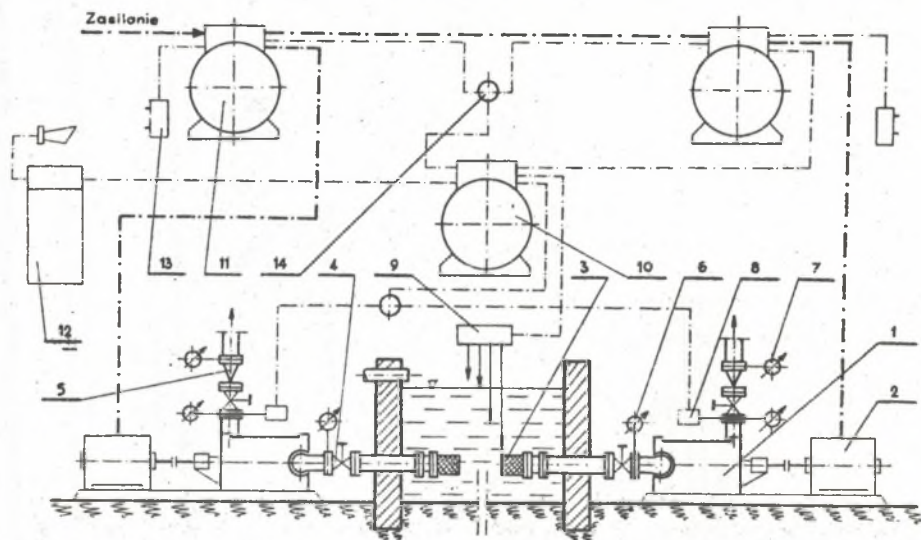
Na podstawie studiów specjalistycznej literatury technicznej [19] oraz własnych badań laboratoryjnych i ruchowych opracowano w 1956 r. pierwszą doświadczalną zautomatyzowaną pompownię oddziałową typu APO-0 [15,20]. Pompownię wyposażono w dwie pompy odwadniające typu OS-100/3. Pompownię uruchomiono w 1958 r. w KWK Bielszowice (poziom 390 m, pokład 408). Kilkuletnie obserwacje ruchowe doświadczalnej pompowni oddziałowej w KWK Bielszowice potwierdziły celowość automatyzacji tego typu pompowni.



Rys. 7. Wyposażenie aparaturowe automatycznej pompowni typu APO-1,  
1 - zestaw rozdzielczy, 2 - sygnalizator elektrodowy typu ES-1, 3 - tablica sterowniczo-sygnalizacyjna

W latach 60 w oparciu o przeprowadzone studia zagadnienia i badania opracowano w byłych Zakładach Konstrukcyjno-Mechanizacyjnych Przemysłu Węglowego dokumentację do produkcji seryjnej aparatury do automatycznego sterowania kopalnianymi pompowniami oddziałowymi typu APO-1 (później APO-2), (rys. 7) oraz typu NAO-2 [20, 21].

Dla potrzeb kopalń gazowych opracowano zautomatyzowaną pompownię typu APO-4 (później APOI-5), w której wyposażenie maszynowe i elektryczne w wykonaniu ognioszczelnym i iskro-bezpiecznym przedstawiono na rysunkach 8 i 9. W pompowni tej stosowane są do sygnalizacji poziomu wody czujniki wieloelektrodowe typu ES bądź iskrobezpieczne czujniki pojemnościowe typu PP - 15.

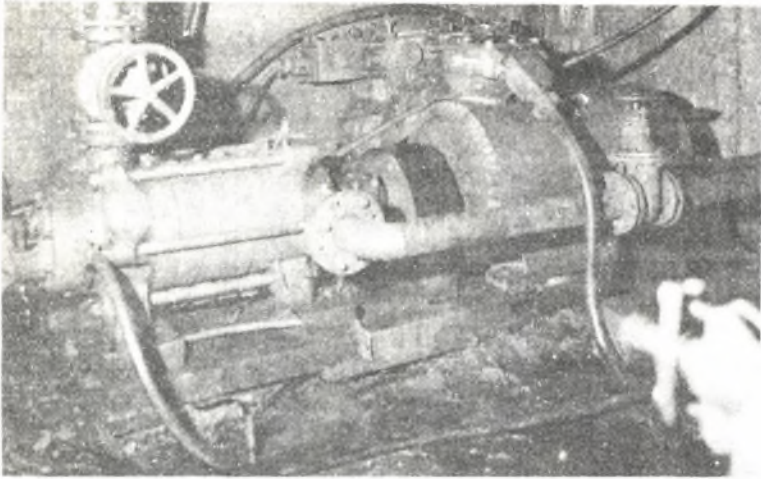


Rys. 8. Automatyka pompownia oddziałowa typu APOI-5 z wyposażeniem ognioszczelnym i iskrobezpiecznym

1 - silnik napędowy pompy, 2 - pompa odwadniająca, 3 - kosz ssawny, 4 - zasuwa z napędem ręcznym, 5 - zawór zwrotny, 6 - manometr, 7 - manometr, 8 - czujnik ciśnienia wraz z zaworem odpowietrzającym, 9 - elektrodowy sygnalizator poziomu typu ES, 10 - zespół sterowniczy typu ZSOI, 11 - łącznik stycznikowy typu KWSOI-160-22, 12 - tablica sygnalizacyjna TSO, 13 - przyrządy sterownicze typu PO-2, 14 - skrzynka rozgałęźna typu SOR-25.

Produkcję seryjną aparatury dla pompowni typu APO-1 i typu APO-2 podjęły Zakłady BELMA w Bydgoszczy, natomiast APOI-5 Centrum Naukowo-Produkcyjne EMAG w Katowicach.

Obecnie prowadzi się dalsze prace nad modernizacją układów i osprzętu automatycznych pompowni odwadniania oddziałowego (pomocniczego). Prace zmierzają w kierunku zwiększenia niezawodności układów sterowania, między innymi przez zastosowanie elektronicznych układów scalonych.



Rys. 9. Automatyczna pompownia oddziałowa dla kopalń gazowych typu APOI-5

### 3.3. Automatyzacja głównego odwadniania

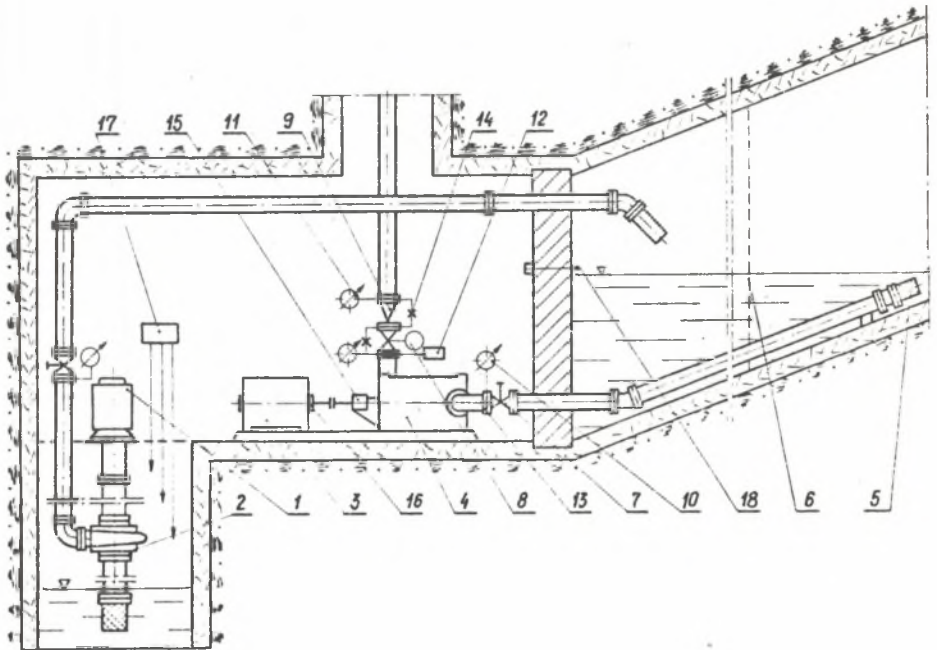
Pierwsze prace nad automatyzacją pompowni głównego odwadniania zapoczątkowano w naszym przemyśle węglowym w latach sześćdziesiątych. Przewodzone prace w tym zakresie podzielono na dwa etapy. Etap pierwszy zapoczątkowany już w 1959 r. obejmował rozwiązania umożliwiające szybkie wprowadzenie automatyzacji w istniejących pompowniach odwadniania głównego. W drugim etapie prowadzono prace nad rozwiązaniami, wymagającymi uruchomienia produkcji nowych elementów armatury elektrohydraulicznej i aparatury automatyzacyjnej. Wynikiem tych prac było opracowanie typowych projektów automatycznych pompowni głównego odwadniania typów: APG-1, APG-2, WAO-2 i WAO-3 [20,21].

W 1962 r. uruchomiono w KWK Bielszowice pierwszą zautomatyzowaną pompownię głównego odwadniania typu WAO-2 wyposażoną w dwie pompy typu OS-150 [21,23]. W 1963 r. uruchomiono dalsze dwie pompownie (stanowiące odmianę pompowni typu APG-1) w KWK Milowice (7 pomp typu OW-300/4) i KWK Boże Darzy (6 pomp typu OW-300/3) [22,24]. W następnych latach uruchomiono pompownie głównego odwadniania z systemem automatycznego sterowania w KWK Jastrzębie, 1 Maja, Anna, Marcel, Chwałowice, Zawadzki, Miechowice i innych.

Ponieważ wśród użytkowników tych pompowni są obecnie zdania podzielone co do celowości dalszej automatyzacji wszystkich pompowni głównego odwadniania, zagadnienie to powinno być poddane szczegółowej analizie techniczno-ekonomicznej.

Na rysunku 10 przedstawiono podstawowe wyposażenie maszynowe i aparaturowe jednego zespołu pompowego, zautomatyzowanej pompowni głównego odwadniania. Dalsze prace nad automatyzacją pompowni głównego odwadniania powinny obejmować: miniaturyzację i zwiększenie niezawodności aparatury ste-

rowniczo-sygnalizacyjnej, modernizację układów napędowych i systemów napełniania pomp wodą.



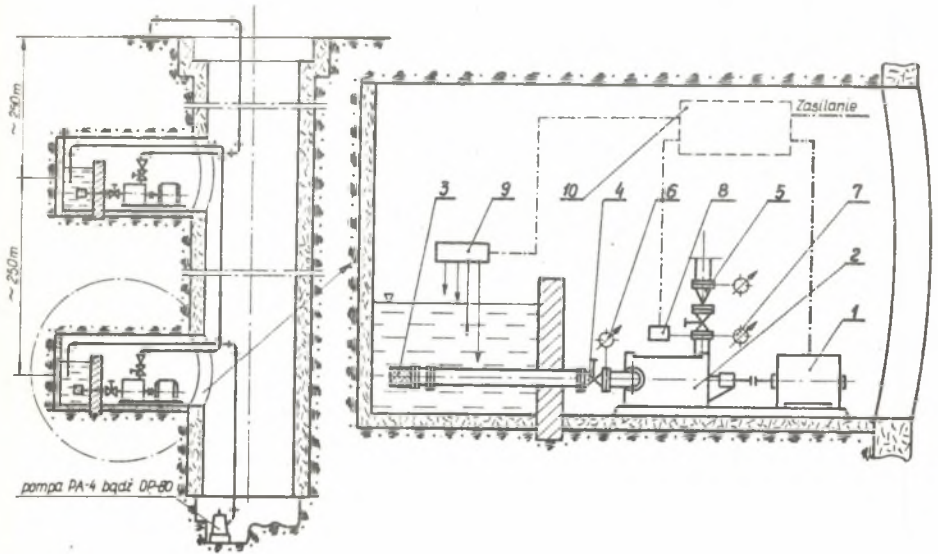
Rys. 10. Automatyczna pompownia głównego odwadniania z systemem napełniania pomp za pomocą pomocniczej pompy wałowej (podstawowe wyposażenie jednego zespołu pompowego)

1 - silnik napędowy pomocniczej pompy wałowej, 2 - pomocnicza pompa wałowa, 3 - silnik napędowy pompy głównej, 4 - główna pompa odwadniająca, 5 - kosz ssawny, 6 - filtr, 7 - zasuwa z napędem ręcznym, 8 - zasuwa z napędem silnikiem, 9 - zawór zwrotny, 10 - manometr, 11 - manometr, 12 - czujnik ciśnienia wraz z zaworem odpowietrzającym, 13 - wskaźnik przepływu wody, 14 - zawór ręczny, 15 - czujnik kontroli szczelności dławic, 16 - czujnik temperatury, 17 i 18 - sygnalizator poziomu wody

### 3.4. Automatyzacja odwadniania szybowego

Prace nad tym zagadnieniem rozpoczęto w latach siedemdziesiątych. W 1975 roku uruchomiono w KWK XXX-lecia PRL zautomatyzowaną pompownię szybową z kilkoma przepompowniami międzypoziomowymi, której wyposażenie maszynowe i aparaturowe przedstawiono na rysunku 11. Dwuletnie obserwacje ruchowe potwierdzają celowość prowadzenia dalszych prac w tym zakresie. Przemawiają za tym względy organizacyjne, techniczne, ekonomiczne i psychospołeczne [16].

Obecnie należy rozszerzyć badania nad automatyzacją odwadniania szybów również na pompy szybowe opuszczane na linach wraz z opadającym poziomem wody w żąpiu szybowym.



Rys. 11. System automatycznego odwadniania szybowego z przepompowniami między poziomymi

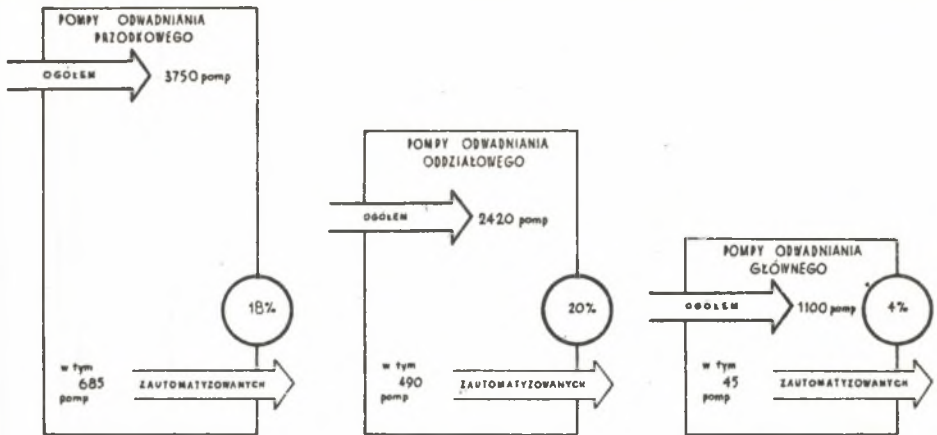
1 - silnik napędowy pompy, 2 - pompa odwadniająca, 3 - kosz ssawny, 4 - zasuwa z napędem ręcznym, 5 - zawór zwrotny, 6 - manometr, 7 - manometr, 8 - czujnik ciśnienia wraz z zaworem odpowietrzającym, 9 - sygnalizator poziomu wody, 10 - zespół sterowniczo-zasilający

#### 4. Porównanie stanu krajowych opracowań z zakresem automatyzacji odwadniania kopalń z osiągnięciami światowymi

Analizując dotychczas osiągnięty stan opracowań z zakresu automatyzacji odwadniania kopalń należy stwierdzić, że w wyniku badań zaprojektowano i uruchomiono produkcję seryjną wielu nowoczesnych i pełnowartościowych maszyn i urządzeń, które w dużym stopniu pokrywają bieżące potrzeby kopalń na maszyny i urządzenia odwadniające.

Uwzględniając jednak w związku z szybkim rozwojem przemysłu węglowego, stale zwiększające się zapotrzebowanie na pompy odwadniające, powstaje konieczność modernizacji bądź rekonstrukcji już produkowanych automatycznie sterowanych pomp przodkowych oraz potrzeba projektowania nowych pomp i pompowni uwzględniających najnowsze osiągnięcia techniki w tym zakresie [23,24,25,26].

Z przedstawionych na rysunku 12 wskaźników automatyzacji poszczególnych systemów odwadniania w krajowym przemyśle węglowym wynika, że mimo niezaprzeczalnych osiągnięć nasze wskaźniki w tym zakresie różnią się jeszcze od średnich wskaźników europejskich.

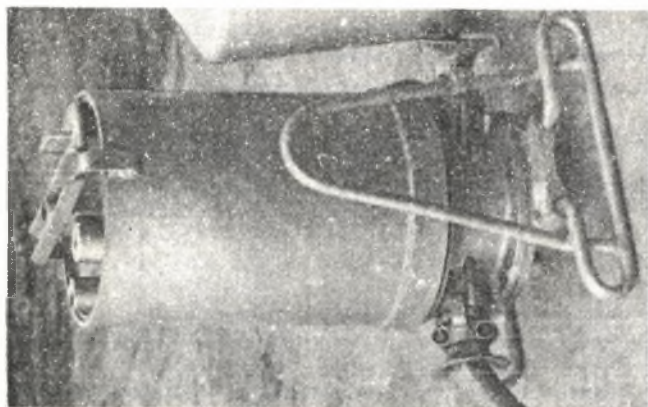


Rys. 12. Stan automatyzacji odwadniania w kopalniach PW

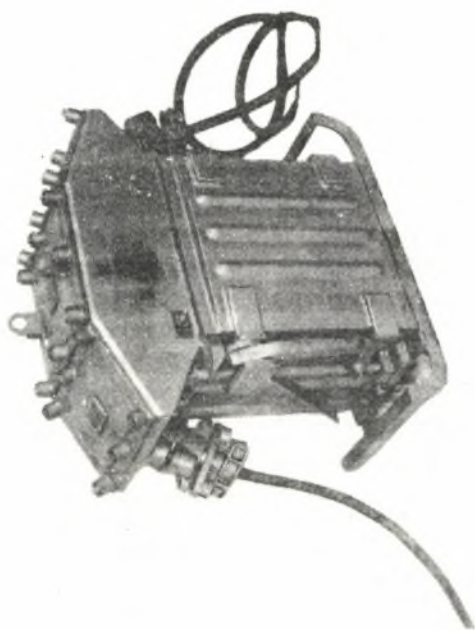
## 5. Wnioski końcowe

Opierając się na dotychczasowych wynikach badań teoretycznych i doświadczalnych nad automatyzacją odwadniania przodkowego, oddziałowego (pomocniczego), głównego i szybowego, należy stwierdzić co następuje:

- 5.1. W celu zwiększenia zakresu stosowania automatyzacji odwadniania kopalń istnieje pilna potrzeba dalszego rozszerzenia w kraju prac naukowo-badawczych i rozwojowo-wdrożeniowych, zmierzających do stałego doskonalenia układów i osprzętu automatycznego sterowania pompowni kopalnianych, pod względem konstrukcyjnym, technologicznym i eksploatacyjnym - wykorzystując najnowsze osiągnięcia techniki światowej w tym zakresie.
- 5.2. W celu zwiększenia efektywności energetycznej i niezawodności układów napędowych zautomatyzowanych pompowni kopalnianych, powinno się przeprowadzić badania laboratoryjne aktualnie produkowanych zespołów pompowych, z uwzględnieniem wpływu nadwyżki momentu dynamicznego na trwałość tych zespołów pompowych.
- 5.3. Opracować szczegółowe założenia techniczne dla uruchomienia w kraju produkcji silników elektrycznych specjalnie przystosowanych do napędu pomp. Dotyczy to wszystkich wielkości pomp. Należy nadmienić, że sprawa doboru właściwego napędu pomp przodkowych (z silnikiem chłodzonym wodą) była dotychczas traktowana przez konstruktorów marginesowo, głównie z powodu małej mocy silnika napędowego (około  $N_S = 1\text{kW}$ ). Nie uwzględniono jednak faktu, że w naszych kopalniach pracuje prawie 4000 tego typu pomp, co w przypadku zastosowania właściwego silnika napędowego i automatycznego systemu sterowania, może dać naszej gospodarce poważne oszczędności energetyczne.



Rys. 14. Ognioszczelny łącznik sterowniczy typu KS01-40/25



Rys. 13. Ognioszczelny zespół sterowniczy typu ZP0 - 1,5

- 5.4. W pracach naukowo-badawczych należy uwzględnić przeprowadzenie analizy techniczno-ekonomicznej:
- automatycznej regulacji parametrów hydraulicznych pomp, w celu uzyskania maksymalnej sprawności układu pompowego,
  - automatycznego równoważenia naporów osiowych w pompach za pomocą urządzeń elektromagnetycznych,
  - wpływu unipolarnych napięć i prądów elektrycznych, występujących w wałach i obudowach pomp odwadniających, na trwałość łożych tych pomp.

## LITERATURA

- [1] Zarzycki M.: Zagadnienie pomp w krajowym przemyśle węglowym. ZN Pol. Śl. Energetyka 27, Gliwice 1967/68.
- [2] Zarzycki M.: Osiągnięcia krajowe w konstrukcji i budowie pomp odwadniających kopalnie węgla. ZN Pol. Śl. Energetyka 27, Gliwice 1967/68.
- [3] Zarzycki M.: Ścieralność erozyjna wirników pomp wirowych w zależności od stosowanego materiału. ZN Pol. Śl. Energetyka 7, Gliwice 1961.
- [4] Zarzycki M., Siwicki J.: Erozyjna odporność wybranych tworzyw konstrukcyjnych stosowanych w budowie pomp dla górnictwa. ZN Pol. Śl. Energetyka 52, Gliwice 1974.
- [5] Zarzycki M., Niemas L.: Wyniki badań odporności próbek z wybranych tworzyw konstrukcyjnych na niszczenie erozyjne w uniwersalnym urządzeniu badawczym. ZN Pol. Śl. Energetyka 62, Gliwice 1978.
- [6] Rokita J.: Badania nad odpornością korozyjną tworzyw metalowych stosowanych w budowie pomp górniczych. Ochrona przed korozją, nr 9, 1974.
- [7] Grychowski J.: Kawitacyjna odporność wybranych tworzyw konstrukcyjnych stosowanych w budowie pomp górniczych. Ochrona przed korozją, nr 9, 1972.
- [8] Trembecki A.: Zagrożenia wodne w górnictwie. Wyd. Śląsk, Katowice 1974.
- [9] Zarzycki M., Grychowski J., Korczak A.: Problem pomp dla głównego odwadniania głębokich wyrobisk w kopalniach. Przegląd Górniczy, nr 11, 1974.
- [10] Kania E., Szeloch A., Pilny M.: Analiza porównawcza elektrycznych napędów górniczych pomp przenośnych. Prace Naukowo-Badawcze ZKMPW nr 75 Gliwice 1971.
- [11] Zarzycki M., Kania E.: Stan i perspektywy rozwoju automatyzacji odwadniania kopalń w krajowym przemyśle węglowym. ZN Pol. Śl. Energetyka 61, Gliwice 1978.
- [12] Kania E., Szeloch A.: Analiza przewodności elektrycznej wody kopalnianej. Prace Naukowo-Badawcze ZKMPW nr 51, Gliwice 1966.
- [13] Bihl Ch.: Télécontrôle automatisé et programmation de l'exhaure. Dunod, Paryż 1967.
- [14] Zarzycki M., Kania E.: Automatyzacja górniczych pomp przodkowych. ZN Pol. Śl. Górnictwo 36, Gliwice 1969.
- [15] Zarzycki M., Kania E.: Automatyzacja odwadniania oddziałowego w krajowym przemyśle węglowym. ZN Pol. Śl. Górnictwo 36, Gliwice 1969.
- [16] Kania E.: Stan i perspektywy rozwojowe prac naukowo-badawczych i projektowo-konstrukcyjnych nad automatyzacją odwadniania kopalń w krajowym przemyśle węglowym. Prace Naukowo-Badawcze OBR EMAG, Katowice 1978.



- [17] Zarzycki M., Korczak A., Morzyński St.: Pompy zanurzeniowe z zata-  
pialnym silnikiem elektrycznym, Przegląd Mechaniczny nr 9, 1977.
- [18] Kania E., Szeloch A., Gładysz M.: Silniki elektryczne tarczowe i li-  
niowe. Mechanizacja Górnictwa nr 4 (27), Gliwice 1969.
- [19] Popow W.M.: Awtomatizacija rudnicznogo wodoodliwa. Gosgortechizdat.  
Moskwa 1960.
- [20] Michałek F.: Automatyizacja odwadniania kopalń. Mechanizator, wyd. ZKMPW  
Gliwice 1962.
- [21] Winnicki W., Zbyradowski T.: Efekty ekonomiczne kompleksowej automa-  
tyzacji odwadniania w kopalni Bielszowice, Mechanizacja Górnictwa nr 4,  
Gliwice 1969.
- [22] Sołtys L.: Automatyizacja pompowań kopalnianych. Proj. Prob. Biur. Proj.  
PW nr 2, Katowice 1964.
- [23] Poradniki i Biuletyny Techniczno-Informacyjne ZKMPW - Gliwice (w za-  
kresie odwadniania kopalń).
- [24] Biuletyny Techniczno-Informacyjne BPG-PW Katowice, 1975 do 1977 (w za-  
kresie odwadniania kopalń).
- [25] Katalogi i Poradniki ZFMG-POWFN, Zabrze 1975 do 1977.
- [26] Zagraniczne katalogi pomp ZSRR, CSRS, NRD, Francji, Szwecji, Anglii,  
USA, RFN, 1975 do 1977.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКЦИОННЫХ РАБОТ  
В ОБЛАСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ШАХТНОГО ВОДОУЛИВА

Р е з ю м е

В работе представлены полученные до сих пор результаты многолетних теоретических и экспериментальных исследований, а также проектно-конструкционных работ, которые привели к автоматизации в польской угольной промышленности ряда типов забойных насосов, участков, основных и стволовых насосных станций. Исследования насосов были осуществлены в лабораториях гидравлических машин и установок Института энергетических машин и устройств Силезского политехнического института и Завода горных машин в г. Забже. Зато прикладные исследования и наблюдения, касающиеся эксплуатации, были проведены во многих шахтах. Автоматизированные насосные станции были разработаны на бывшем Конструктивно-механизационном предприятии угольной промышленности в Гливицах и проектных бюро угольной промышленности в Катовицах и в Гливицах.

В публикации определены, кроме того, главные направления научно-исследовательских работ, которые должны быть предприняты для обеспечения дальнейшего развития автоматизации шахтного водоотлива в польской угольной промышленности.

RESEARCH, DESIGN AND CONSTRUCTION WORK RESULTS  
FOR MINE DRAINAGE AUTOMATION

S u m m a r y

The paper presents many years' theoretical and empirical work results as well as designing and constructional solutions which led to automation of numerous face, shaft, and sump pumps in the Polish mining industry. Pumps were being tested in the laboratories of the Hydraulic Machines and Installations division of the Power Engineering Machines Institute at the Silesian Technical University and the Mining Machinery Works in Zabrze. Applied investigations and exploitation observations were carried out in a number of collieries.

Automated pump houses were elaborated in the former Mechanisation and Construction Works in Gliwice and the Mining Design Offices in Gliwice and Katowice.

The paper also specifies some significant research aims that have to be taken to ensure a further mine drainage automation development in the Polish mining industry.