ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1999
Seria: GÓRNICTWO z. 242 Nr kol. 1428

Marek PROFASKA, Ewa NAHORNIAK

PROBLEMY IDENTYFIKACJI USZKODZEŃ ELEMENTÓW HYDRAULIKI SIŁOWEJ ZMECHANIZOWANYCH OBUDÓW ŚCIANOWYCH

Streszczenie. W artykule omówiono Komputerowy System Identyfikacji uszkodzeń zespołów zmechanizowanych kompleksów ścianowych. Omówiono metodykę systemu kodowania, bazę danych oraz wstępną analizę zniszczeń elementów hydrauliki siłowej z uwzględnieniem udoskonalenia i poszerzenia Komputerowego Systemu Identyfikacji (KSI) o uszkodzenia elementów roboczych siłowników hydraulicznych z kompozytowymi powierzchniami ochronnymi (gładziami). Prace badawcze są finansowane przez KBN.

IDENTIFICATION OF FAILURES INVOLVING THE ELEMENTS OF FORCE HYDRAULICS BEING A PART OF MECHANIZED LONGWALL LININGS

Summary. The paper presents a Computer Identification System for the detection of failures in mechanized units of longwall complexes. Also the methodology of coding system was discussed as well as data base and preliminary analysis of failures in force hydraulics, taking into consideration also the improvement and development potentials of the Computer Identification System (KSI) in view of failures of the working elements of hydraulic servo-motors with composite protective coating (sliding surfaces). The research project is financed by KBN.

1. Wstęp

Eksploatacja złóż węgla kamiennego i warunki intensywnej efektywnej produkcji węgla stawiają wysokie wymagania zmechanizowanym systemom ścianowym.

Prowadzone badania i analizy uszkodzeń zespołów zmechanizowanych kompleksów ścianowych wykazują znaczny udział podzespołów hydrauliki siłowej, mających wpływ na efek-

tywność kompleksu ścianowego, zwłaszcza w warunkach obciążeń dynamicznych, jak również eksploatacyjnych obudowy.

Stosowane w kompleksach ścianowych cylindry hydrauliczne (siłowniki) - jako podpory (stojaki) i przesuwniki - indywidualnych i zmechanizowanych obudów górniczych stanowią podstawowy podzespół decydujący o bezpieczeństwie pracy załóg górniczych i efektywności całego systemu eksploatacyjnego. Muszą zapewniać niezawodność i trwałość kompleksu ścianowego w okresie eksploatacji pokładu węglowego.

W tym aspekcie zagadnienia trwałości elementów hydrauliki siłowej winny być przedmiotem szczegółowej identyfikacji rodzajów uszkodzeń na etapie projektowania wysoko wydajnych systemów ścianowych, przy wykorzystaniu techniki komputerowej.

2. Komputerowy system identyfikacji uszkodzeń (KSI)

2.1. Metodyka systemu kodowania i identyfikacji zniszczeń

Dotychczas zebrane informacje o uszkodzeniach elementów obudów zmechanizowanych, będące wynikiem obciążeń dynamicznych (tąpnięć) na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, obejmują okres od 1979 do 1997 roku. Podstawowym sposobem zbierania informacji były ankiety przeprowadzone bezpośrednio w kopalniach. Posługiwano się również Głównym Rejestrem Tąpań prowadzonym przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach.

W celu skatalogowania zniszczeń obudów zmechanizowanych pracujących w ścianach, w których występowały obciążenia dynamiczne (tąpnięcia), a także usystematyzowania informacji o przyczynach uszkodzeń, opracowano specjalną Kartę Informacyjną. Dane zebrane w Karcie Informacyjnej usystematyzowano wyróżniając następujące działy:

* Obudowa i rodzaje zniszczenia
* Parametry ściany
* Warunki górniczo-geologiczne - Pokład
* Warunki górniczo-geologiczne - Strop i spąg
* Zagrożenia tąpaniami
* Dane o wstrząsie

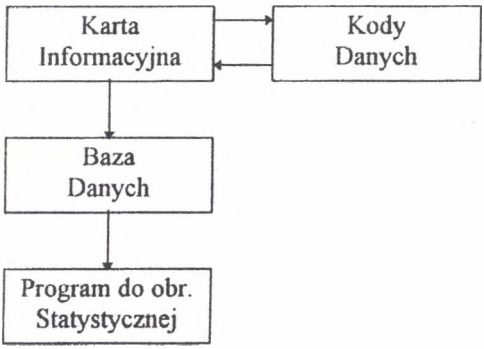
Ponieważ nie wszystkie informacje mają postać liczbową, danym tekstowym przyporządkowano kody liczbowe. Kodowanie informacji w bazie danych polegało na szyfrowaniu in-

formacji tekstowych o uszkodzeniach obudowy zmechanizowanej i warunkach, w jakich one wystąpiły. Przyjęty system identyfikacji ma budowę otwartą, to znaczy, że oprócz zapisanych kodów najczęściej spotykanych odpowiedzi istnieje możliwość tworzenia nowych kodów odpowiedzi [3]. Zakodowanie danych pozwoliło między innymi na wykorzystanie stworzonej bazy danych do statystycznego ujęcia przyczyn uszkodzeń elementów obudowy zmechanizowanej, zwłaszcza elementów siłowników hydraulicznych [1]. Każdy rekord bazy danych obejmuje wszystkie informacje zawarte w karcie informacyjnej, zgodnie z przedstawionym podziałem.

2.2. Baza danych Komputerowego Systemu Identyfikacji

Komputerowy system identyfikacji pozwala na stworzenie bazy danych w aplikacji Access for Windows [7]. Platforma systemu Windows umożliwia wykorzystanie w pełnej formie możliwości przetwarzania danych i ich przedstawianie graficzne. Aplikacja Access jest relacyjną bazą danych, ma szerokie możliwości generowania i analizowania uzyskanych danych. Rysunek 1 ilustruje uogólniony algorytm przetwarzania informacji.

W aplikacji tej zapisuje się uzyskane wyniki w celu dalszego przetworzenia w programie statystycznym.



Rys. 1. Algorytm przetwarzania informacji
Fig.1. Algorithm of data processing

W bazie danych tablica z informacjami została usystematyzowana podobnie jak w ankiecie informacyjnej. Dane są wpisywane do bazy w formie dialogowej. Każdemu pytaniu odpowiada jedno pole dialogowe, gdzie wpisywany jest kod. Dodatkowo w bazie zaprojektowano miejsca na informacje tekstowe zapisywane jako notatki oraz miejsca na ewentualne rysunki lub zdjęcia zniszczeń.

Na rysunku 2 przedstawiono podstawowe tablice w bazie danych, które zaprojektowano w aplikacji Access for Windows. Rysunek 3 pokazuje część pola dialogowego, gdzie zapisuje się informacje dotyczące określenia typu oraz zniszczeń obudowy zmechanizowanej.

2.2. Analiza zniszczeń elementów hydrauliki siłowej

Z badań przeprowadzonych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym wynika wprost, że najczęściej niszczonymi elementami ścianowej obudowy zmechanizowanej są elementy hydrauliki siłowej. Zestawienie wyników badań przedstawia rysunek 4.

Zniszczenia podpór hydraulicznych zmechanizowanych obudów ścianowych pracujących w 21 kopalniach GZW, w których wystąpiło krytyczne obciążenie dynamiczne, przedstawia rysunek 5. W 63 przypadkach (kartach informacyjnych) zarejestrowano ich ogólną liczbę bez informacji szczegółowej o zniszczeniach elementów roboczych - powłok ochronnych i uszczelnień. Do dalszej analizy wybrano karty informacyjne, gdzie wystąpiło najwięcej zniszczonych podpór hydraulicznych, a liczba ich zniszczeń przekraczała 60. Wytypowano karty o numerach 1, 21, 22, 54 oraz 62.

Na rysunku 6 przedstawiono całkowitą liczbę zniszczeń dla wcześniej wybranych kart. Według karty nr 1 zostało zniszczonych około 140 podpór hydraulicznych (bez rozróżnienia na podporę przednią i tylną) w obudowie Fazos 19/37 Oz. Karta 21 przedstawia zniszczenia obudowy Fazos 19/30 Oz, gdzie wystąpiło 9 zniszczeń podpór przednich, 63 podpór tylnych oraz 22 zniszczenia podpór stropnicy. Karta 22 przedstawia zniszczenia obudowy Fazos 19/30 Oz, gdzie zniszczeniu uległo 20 podpór przednich, 40 podpór tylnych oraz 17 podpór stropnicy. Karta 54 przedstawia zniszczenia w obudowie Fazos 19/37 Oz (pracującej w innej kopalni niż obudowa z karty 1, a dane nie zawierają rozróżnienia na podporę przednią i tylną), gdzie wystąpiły 102 zniszczenia podpór oraz 3 zniszczenia stropnicy. Karta 62 przedstawia zniszczenia w obudowie Glinik 24/47 Oz, gdzie wystąpiły następujące zniszczenia: 21 zniszczeń podpór przednich, 41 zniszczeń podpór tylnych, 17 zniszczeń podpór stropnicy, 37 zniszczeń układu hydraulicznego. Z omówionego powyżej zestawienia wynika, że w każ-

dym z przypadków generalnie zniszczeniu ulegają elementy hydrauliki siłowej, a marginalne są zniszczenia stropnicy, co widać na przykładzie karty informacyjnej o numerze 54.

Dla wszystkich 63 przypadków (kart informacyjnych zebranych w 21 kopalniach GZW) ogólną liczbę uszkodzeń z procentowym wyszczególnieniem elementów hydrauliki siłowej przedstawia rysunek 4. Zestawienie uwidacznia, że z ogólnej liczby uszkodzeń zmechanizowanych obudów ścianowych ponad 70% spowodowanych jest zniszczeniami siłowników hydraulicznych.

3. Uszkodzenia elementów roboczych siłowników hydraulicznych

Przedstawiona liczba zniszczeń zespołów kompleksów ścianowych (rys.4) uwidoczniła konieczność uwzględnienia w Komputerowym Systemie Identyfikacji uszkodzeń podzespołów hydrauliki siłowej, z dokładnym rozeznaniem ich przyczyn w zakresie uszkodzeń powłok ochronnych, uszkodzeń uszczelnień itp.

Utrata funkcjonalności podzespołów obudowy górniczej - podpór i przesuwników hydraulicznych - jest przyczyną istotnego obniżenia efektywności kompleksu ścianowego - przerwy w pracy, wysokie koszty transportu i napraw (recycling) zespołów hydrauliki siłowej itp.

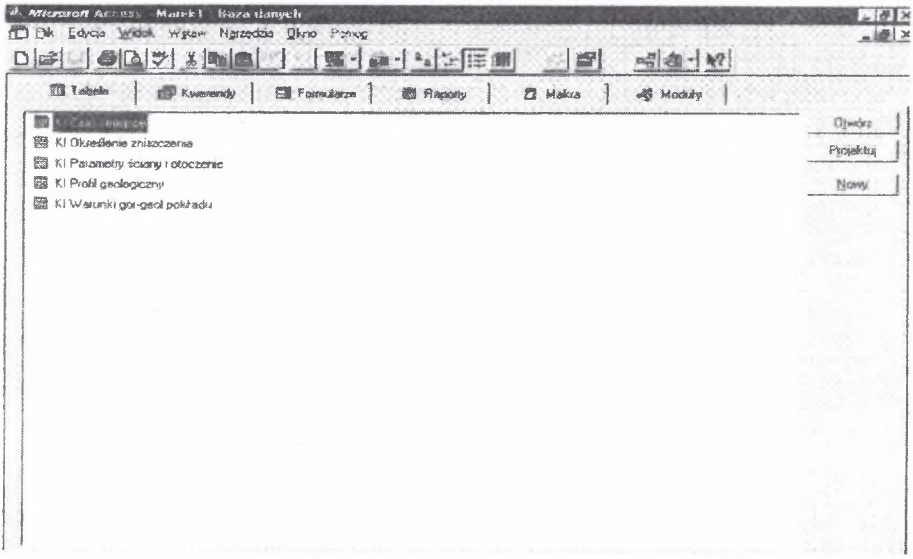
Podpory hydrauliczne - pracują cyklicznie wykonując w okresie wybiegu ściany 5 do 10 kilocykli pracy (podwójnych suwów) przy drodze tarcia około 300 mm/cykl i małym obciążeniu quasi-statycznym w czasie rozpierania i opuszczania („rabowania") stropnicy obudowy.

Przesuwniki hydrauliczne – kroczenia sekcji – pracują przy znacznie większym obciążeniu i przesuwach (skoku) około 600mm/cykl. Mniejsze, ale znaczące drogi pokonują także siłowniki korekcyjne i podstropnicowe.

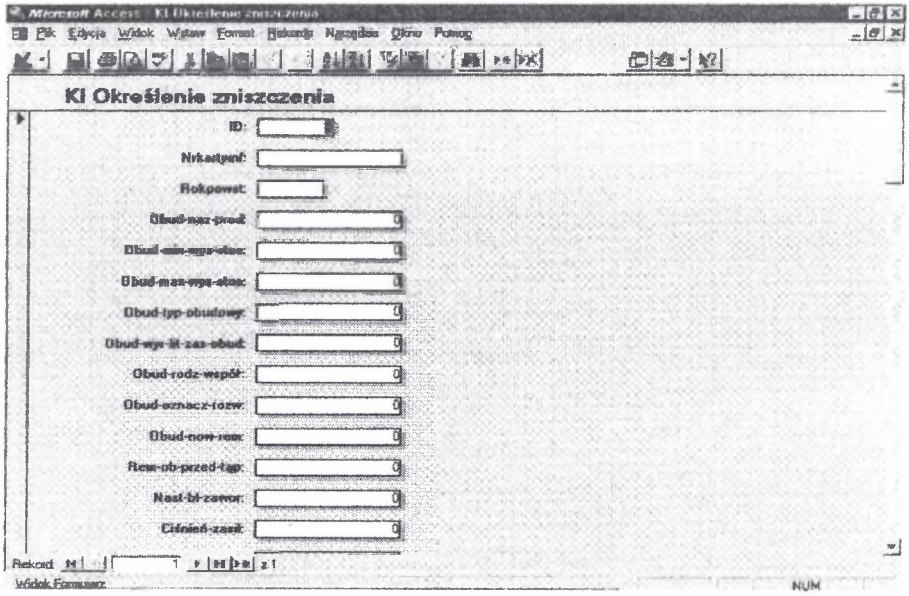
Niezawodność i trwałość podpór i przesuwników hydraulicznych są zdeterminowane przez elementy:

- węzłów uszczelniających tłoka,
- węzłów uszczelniających - dławnicy,
- warstwy wierzchnie tłoczysk (rdzenników).

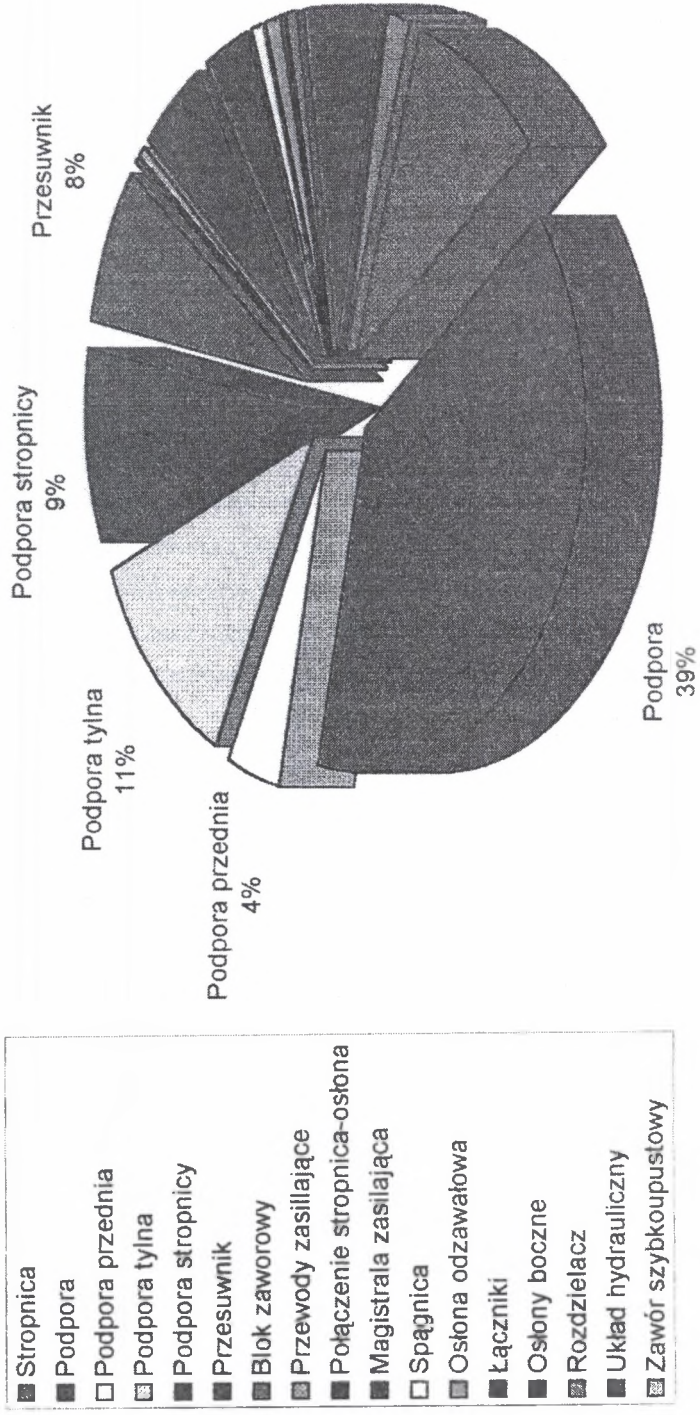
Węzły uszczelniające tłoka i dławnicy współpracują z galwaniczną powłoką ochronną (gładzią) tulei cylindrowej tłoczyska (rdzennika) tworząc pary cierne (kontaktowe) narażone na silne oddziaływania ścierne i korozyjno-erozyjne środowiska kopalnianego: o pH 3,5 do



Rys.2. Podstawowe tablice w bazie danych
Fig.2. Basic tables with data base



Rys.3. Część pola dialogowego – określenie zniszczenia
Fig.3. Part of dialog area – determination of failure



Rys.4. Ogólna liczba zniszczonych elementów w ścianach, w których wystąpiło tąpnięcie w latach 1979-1997
Fig. 4. General number of support elements failured in longwalls in consequence of rock bursts (in the space from 1979 to 1997)

7,0 i względnej wilgotności ponad 80%, ciśnieniu roboczym 30 do 50 MPa generującym wysokie naciski jednostkowe przy niskiej smarności emulsji olejowo-wodnej.

Dominującą współcześnie metodą zabezpieczania powierzchni roboczych tłoczysk (rdzenników) w górnictwie są techniczne powłoki galwaniczne (Cr, CuSn, CuZn), które charakteryzują się wspólnymi cechami, takimi jak:

- wysokie koszty inwestycyjne budowy i eksploatacji galwanizerni,
- wysokie koszty zakupu składników z importu (Cr, Ni, Sn),
- wysoka energochłonność i pracochłonność procesu technologicznego nakładania i obróbki powłok galwanicznych,
- zagrożenie środowiska naturalnego i pracy (BHP) wyziewami galwanizerni i odpadami toksycznymi,
- mała przydatność elementów ze zużytymi powłokami do regeneracji (recycling) oraz koniecznością stosowania specjalnych typoszeregów uszczelnień naprawczych.

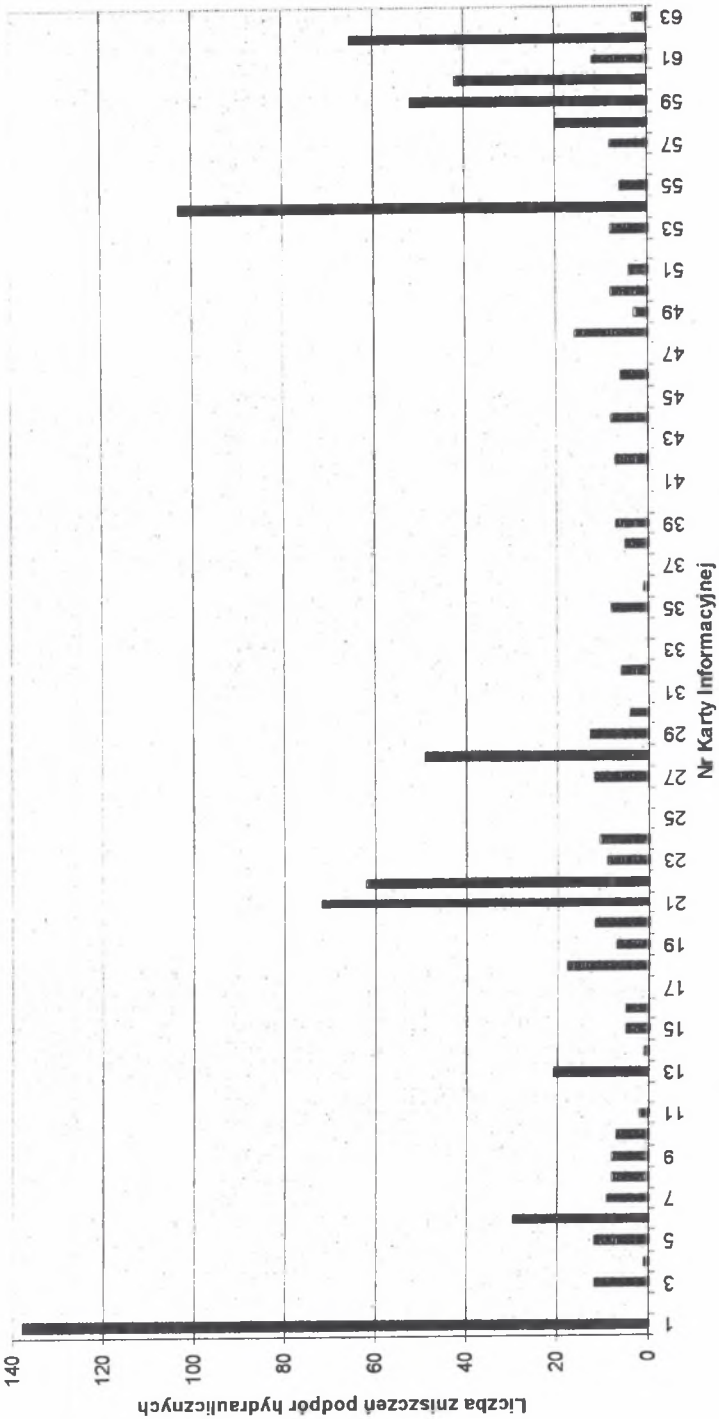
Realizowane prace badawcze, związane z badaniem powłok ochronnych elementów roboczych siłowników hydraulicznych stosowanych w kopalniach węgla kamiennego, wykazały, że najczęstszym rodzajem uszkodzeń siłowników przeznaczonych do remontu są uszkodzenia powierzchni roboczych powodujące utratę szczelności (tabl.1).

Tablica 1

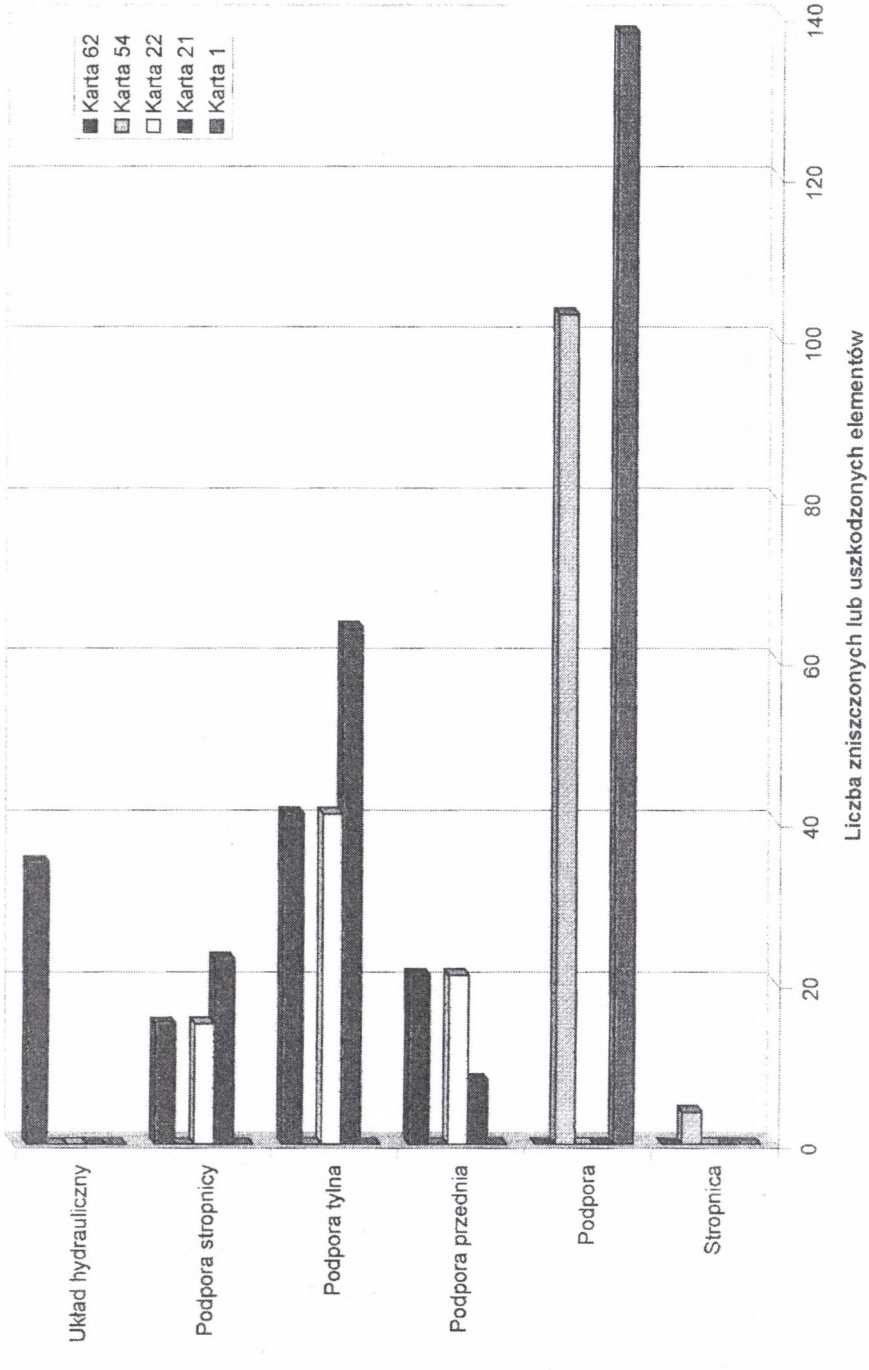
Uszkodzenia powierzchni roboczych siłowników

Lp.	Nazwa	Typ uszkodzenia	Parametry uszkodzenia	
			Głębokość [mm]	Uszkodzenie powierzchni [%]
1	Siłowniki kombajnowe	Na powierzchni tłoczyska (rdzennika) - wżery	0,1 ÷ 0,5	20 ÷ 40
2	Siłowniki hydrauliczne obudów górniczych	Na powierzchni tłoczyska (rdzennika) - wżery	0,05 ÷ 0,5	20 ÷ 40

Przedstawione problemy wykonania i eksploatacji powłok ochronnych są powodem podjęcia prac badawczych [2] nad opracowaniem nowej generacji elementów tłoczysk (rdzenników) konstrukcji warstwowej: złożonej z rdzenia elementu i warstwy wierzchniej, cienkościennej rury lub folii (blachy) ze stali wysokostopowej (CrNiMo, CrNiMoTi), na podłożu klejowym (lepko-sprężystym).



Rys.5. Zniszczenia podpór hydraulicznych w ścianach, w których wystąpiło tąpnięcie w latach 1979-1997
Fig.5. Failures of hydraulic propes noticed in longwalls in consequence of rock bursts (in the space from 1979 to 1997)



Rys.6. Liczba zniszczeń dla Kart Informacyjnych o numerach 1,21,22,54,62, gdzie odnotowano największą liczbę zniszczeń lub uszkodzeń elementów hydrauliki siłowej
Fig.6. Number of failures for the information cards Nr. 1, 21,22, 54, 62 where a major number of failures or damages to elements of a yield load hydraulic system have been noticed

Głównymi zaletami takiego rozwiązania są:

- trwałość i odporność na uderzenia mechaniczne i zużycie ścierne,
- trwałość eksploatacyjna i odporność na działanie korozyjno-erozyjne wynikające ze znacznej grubości warstwy wierzchniej,
- możliwości wyboru metody wykonania elementów konstrukcji warstwowej przy stosowaniu ekologicznych procesów technologicznych, technologii bezubytkowych i klejenia,
- możliwości regeneracji (recycling) uszkodzonych elementów w wyniku zmiany warstwy wierzchniej, w zintegrowanym układzie wymiarowym. Warstwy wierzchnie ze stali wysokostopowej mogą być wykonane z folii (blachy) lub nasuwane jako rury cienkościenne na rdzeń elementu.

4. Podsumowanie

Prowadzone prace w zakresie identyfikacji uszkodzeń zespołów obudów górniczych przy wykorzystaniu Systemu Komputerowej Identyfikacji uzasadnione są małą niezawodnością (około 70%) podzespołów elementów hydrauliki siłowej w warunkach obciążeń dynamicznych. W artykule:

1. omówiono problemy identyfikacji uszkodzeń zwracając uwagę na ważność uwzględnienia w pracach badawczych analizy trwałości elementów i zespołów hydrauliki siłowej,
2. zwrócono uwagę na przydatność techniki komputerowej dającej możliwości szybkiej oceny rozwiązań technicznych w oparciu o KSI,
3. uzasadniono celowość ujęcia uszkodzeń elementów hydrauliki siłowej, w tym węzłów uszczelniająco-prowadzących i powłok ochronnych (gładzi) elementów roboczych w komputerowej ocenie ich niezawodności i trwałości.

LITERATURA

1. Reich K., Orlacz J., Wencel H.: Ekologiczne technologie wykonania gładzi elementów roboczych cylindrów hydraulicznych. Wyd. CMG KOMAG, Maszyny Górnicze, z. 53, Gliwice 1995.

2. Nahorniak E.: Projekt badawczy (grant promotorski): „Modelowanie i projektowanie rdzenników (tłoczysk) cylindrów hydraulicznych konstrukcji warstwowej dla zmechanizowanych obudów górniczych", nr rej. KBN 9 T12A 04612, Gliwice (praca w toku).
3. Profaska M.: System kodowania uszkodzeń elementów obudów zmechanizowanych obciążeniami dynamicznymi. Praca Politechniki Śląskiej nr BW-62/RG-2/9615 (niepublikowana), Gliwice 1996.
4. Profaska M.: Projekt badawczy (grant promotorski): „Badania skuteczności zabezpieczenia obudów zmechanizowanych przed obciążeniami dynamicznymi wywołanymi tąpaniami stropowymi", nr rej. KBN 9 T12A 00711, Gliwice (praca w toku).
5. Kidybiński A.: Podstawy geotechniki kopalnianej. Politechnika Śląska 1982.
6. Sikorski W.: Bazy danych. ZMI Mikom, Warszawa 1991.
7. Zydorowicz T.: MS-ACCESS. PLJ, Warszawa 1995.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Karol Reich

Abstract

The paper presents a Computer Identification System for the detection of failures in mechanized units of longwall complexes. The methodology of coding system and the structure of data base in the Access application for Windows were discussed, which makes it possible to identify particular types of failures in a systematic way. A special Information Card was worked out which contains among others information on mining-geological conditions, longwall parameters and type of lining applied in a given coal mine. The analysis of failure of the force hydraulics elements was discussed due to their high failure frequency (about 70% of total number of failures). In view of the above, the paper recommends that the components of force hydraulics units should be taken into account while working out the Computer Identification System, including also sealing joints and protective coating (sliding surfaces) of working elements, with detailed identification of reasons for such failures, effected both by dynamic loads (crumps) and service loads. The improvement of the Computer Identification System will afford the possibility to program in detail the reliability index of the said elements at the designing stage and to analyze and assess the introduced technological solutions in a quick and efficient way.