

ALEKSANDER LUTYŃSKI  
STANISŁAW ŚCIESZKA  
INSTYTUT MECHANIZACJI GÓRNICTWA  
POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
GLIWICE

PROBLEMATYKA DIAGNOSTYKI, TRIBOLOGII I NIE-  
ZAWODNOŚCI GÓRNICZYCH MASZYN WYCIĄGOWYCH

W referacie omówiono pewne problemy diagnostyki technicznej, tribologii oraz niezawodności górniczych maszyn wyciągowych.

1. Sformułowanie problemu diagnostyki technicznej G<sub>MW</sub>

Problematyka teorii eksploatacji, z punktu widzenia kierownika eksploatacji, to problematyka procesu podejmowania decyzji, które mają na celu optymalne sterowanie przebiegiem eksploatacji G<sub>MW</sub>.

Proces podejmowania decyzji dotyczy obiektu eksploatacji - G<sub>MW</sub> oraz systemu zabezpieczenia technicznego SZT. Jasne jest, że decyzje dotyczące obu systemów muszą być wzajemnie uwarunkowane, albowiem system zabezpieczenia technicznego realizuje potrzeby obiektu eksploatacji; dlatego stan, w jakim się znajduje, stanowić może ograniczenia dla, np. polityki obsługi G<sub>MW</sub> i ponadto w równaniu użyteczności eksploatacyjnej jako składowe tkwią użyteczności związane z systemem zabezpieczenia technicznego.

Jako pierwszy problem w procesie podejmowania decyzji rozwiązuje się zagadnienie optymalnej decyzji dla obiektu eksploatacji.

Aby sformułować istotę tego procesu w procesie eksploatacji i w tym kontekście istotę diagnostyki technicznej, weźmy pod uwagę stan G<sub>MW</sub> w dowolnej, ustalonej chwili czasu  $t$ .

Analiza podejmowania decyzji obejmuje rozważenie następujących elementów sytuacji:

- zbioru możliwych polityk  $D$ , z których należy wybrać pewną politykę  $d$ ,
- stanu obiektu eksploatacji, tzw. stan przyrody  $S$ ,
- zbioru następstw wynikających z podjęcia decyzji o zastosowaniu polityki  $d$ , przy danym stanie obiektu eksploatacji  $S$ .

Rola kierownika eksploatacji polega na wyborze takiej polityki  $d$ , by następstwa tej polityki okazały się jak najkorzystniejsze.

Rozważmy teraz ten problem dynamicznie.

1. Stan obiektu eksploatacji jest zmienny z czasem - a zatem  $S = S(t)$ .
2. W związku z dynamicznie zmieniającym się stanem  $S(t)$  polityka  $d$  musi być widziana również dynamicznie, tym bardziej, że podjęta przed chwilą decyzja  $d$  zmieniała stan  $S$  - a zatem  $d = d(t)$ .
3. Zbiór następstw jest zmienny z czasem;  $\mathcal{E} = \mathcal{E}(t)$ .

Kierownik eksploatacji musi więc rozwiązać równanie

$$\text{extr } h(t) = f [d(t)^{\text{opt}}, S(t)] \quad (1)$$

gdzie:

$$h(t) = g [n(t)]; \quad n(t) \in \mathcal{E}(t), \quad (2)$$

tzn. funkcja  $g$  /funkcja korzyści [1] bądź użyteczności [5] / przypisuje danemu następstwu  $n$  korzyść dodatnią lub ujemną /stratę/, jaką uzyskuje się lub ponosi z racji zastosowania wybranej polityki  $d$ . Zauważmy, że w ogólnym przypadku może być

$$h(t) = u(t) \quad (3)$$

Rozważmy bliżej składowe problemu (1).

Stan obiektu eksploatacji, zgodnie z tym co zostało dotychczas powiedziane, charakteryzuje funkcja  $w_t$ . A zatem można przyjąć, iż

$$S(t) = w_t \quad (4)$$

Byłoby więc korzystnie zidentyfikować tę funkcję. I tu powstaje problem będący naczelnym zadaniem teorii diagnostyki technicznej: "Określić stan obiektu eksploatacji celem podjęcia decyzji odnośnie dalszego z nim postępowania<sup>4)</sup>. Może to być decyzja o jego użytkowaniu, podjęciu przedsięwzięć profilaktycznych, terapeutycznych - dalej - wprowadzeniu zmian w polityce obsługiwanego bądź użytkowania, czy też wprowadzeniu zmian w konstrukcji bądź technologii." (Rys. [1]). Zauważmy, iż mając określone rodzaje decyzji można sformułować rodzaje następstw. A zatem następstwem podjętej decyzji może być: przybliżenie, przecięcie lub oddalenie się trajektorii  $w_t$  od płaszczyzn ograniczających  $\langle w_{j\text{min}}, w_{j\text{max}} \rangle$ ;  $j = 1, 2, \dots, k$  i w konsekwencji zmiana wartości potencjału użytkowego, usługowego lub zmiana wartości prawdopodobieństwa przecięcia trajektorii  $w_t$  płaszczyzn ograniczających.

Ponieważ w praktyce postać funkcji  $S(t)$  jest nam nieznana, więc problem (1) przekształca się w problem postaci:

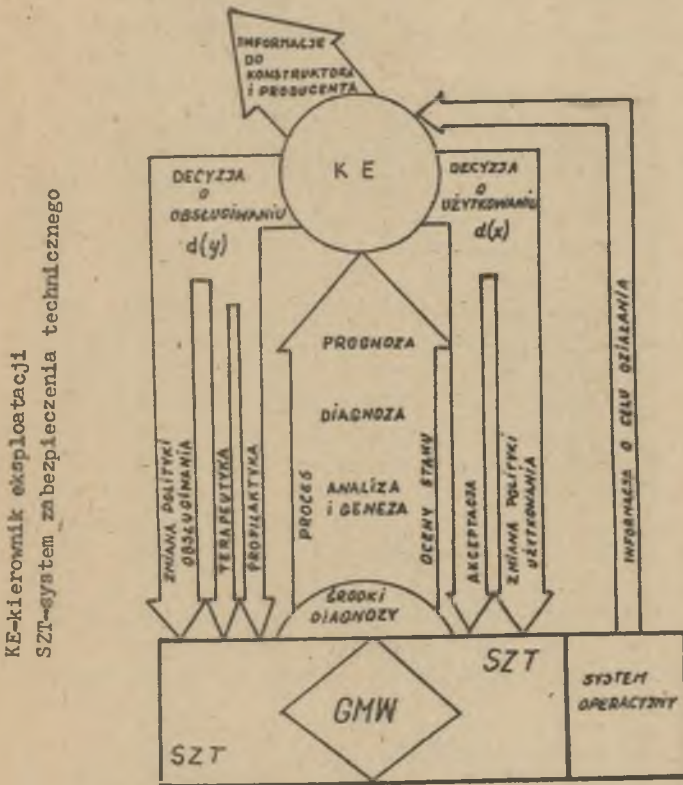
$$\text{extr } h(t) = f [d(t)^{\text{opt}}, \mathcal{F}\{S(t)\}], \quad (5)$$

gdzie:  $\mathcal{F}\{S(t)\}$  jest pewną informacją o  $S(t)$ .

Powiedzmy więcej. Zidentyfikowanie i śledzenie wszystkich składowych wektorów  $w_t$  jest nie możliwe technicznie, a ponadto byłoby niecelowe z wielu

<sup>4)</sup> Problematyka dwóch ostatnich decyzji wykracza poza zakres zainteresowań teorii eksploatacji.

względów, że wymienione zostaną tutaj koszty identyfikacji czy olbrzymia rozbudowa środków diagnozy.



Rys. 1]. System sterowania i diagnozy GMW

Powstaje więc problem:

"Znaleźć taki zbiór  $W$  wielkości fizycznych  $w$ , który spełnia następujące warunki:

- a/ istnieje możliwość stosunkowo łatwej identyfikacji i śledzenia wielkości  $w$ ,
- b/ zbiór  $W$  daje na tyle dużo informacji o funkcji  $w_t$ , że istnieje możliwość przewidzenia, że stosunkowo wysokim stopniem trafności, zbliżanie się trajektorii  $w_t$  do płaszczyzn  $\langle w_{jmin}, w_{jmax} \rangle ; j = 1, 2, \dots, k$  oraz wzrostu prawdopodobieństwa przecięcia trajektorią  $w_t$  tych płaszczyzn".

Problem powyższy jest podstawowym problemem diagnostyki technicznej. Zauważmy, że w jego sformułowaniu mówi się o pewnym zbiorze wielkości fizycznych nie określając relacji między nim a zbiorem  $W$ . Każdy obiekt

techniczny bowiem, ma tę istotną cechę - korzystną z punktu widzenia diagnostyki, że podczas jego eksploatacji realizowane są różnorodne procesy fizyko-chemiczne, które ogólnie można podzielić na:

- robocze, wynikające bezpośrednio z realizacji eksploatacji,
- towarzyszące, powstające jako wtórny efekt zasadniczych procesów roboczych /szumy, drgania itp./.

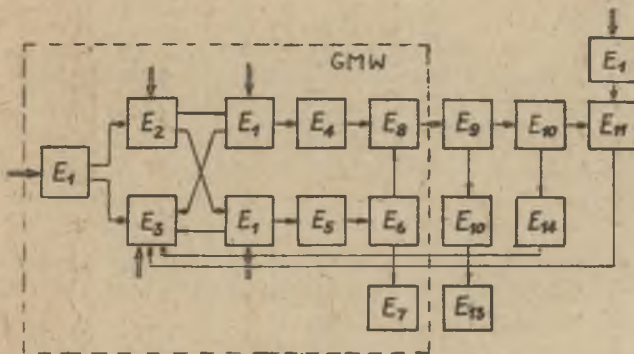
Wielkości fizyczne, których wartości ulegają zmianie bezpośrednio w procesach roboczych, wchodzi w skład wektora wielkości fizycznych. Wielkości fizyczne, których wartości ulegają zmianie w procesach towarzyszących nie wchodzi w skład wektora  $W$ , jednakże zmiany jednych i drugich uzależnione są od stanu technicznego GMW. A zatem zbiór  $W$  konstruuje się z wielkości roboczych i towarzyszących tak, aby spełniał założone warunki /a/ i /b/.

Zauważmy, że bardzo istotne, w przypadku GMW, są ograniczenia samego problemu ekstremalizacyjnego (5). Pierwszym i najważniejszym warunkiem jest zapewnienie odpowiedniego bezpieczeństwa użytku i obsługi GMW. Warunek ten wpływa istotnie zarówno na rozwiązanie problemu (5), jak i na problem wyboru podzbioru  $W$ , albowiem stawia dość poważne wymagania względem zasobu informacji, jakie powinien on zawierać. Konsekwencją tego jest powstanie całego systemu diagnostycznego: kontrolno-pomiarowego wewnątrz struktury GMW pozwalającego na bieżąco śledzić przebiegi niektórych funkcji  $w_{it}$  oraz odbierać informacje o zbliżaniu się lub przecięciu trajektorii  $w_{it}$  płaszczyzny  $\langle w_{jmin}, w_{jmax} \rangle$ .

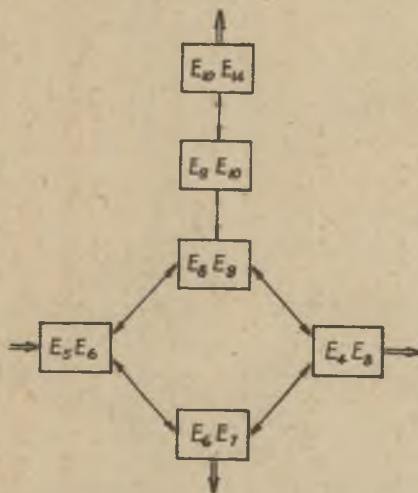
Duży podzbiór wielkości  $w_j$ ; ma na tyle regularne przebiegi, że nie konieczne jest bieżące śledzenie ich realizacji, a jedynie okresowa ich kontrola. Stąd też ustalony harmonogram obsługi wchodzący w konstrukcję zegara eksploatacyjnego.

## 2. Istota problemów tribologicznych w GMW

Górnicza maszyna wyciągowa należy do systemów działaniowych celowościowych, w których odbywający się proces, realizowany z określonym celem, ma charakter dynamiczny [4]. Celem GMW jest wykonanie określonego zadania /transportowego/, czyli w sensie energetycznym transformacja energii elektrycznej /zasilającej/ na energię mechaniczną /energię potencjalną, pracę tarcia itd./. Strukturę działaniową GMW i jej miejsce w nadsystemie urządzenia wyciągowego przedstawia rys. [2, 4]. W dalszej części ograniczymy się do rozważań odnoszących się tylko do podsystemu procesowego GMW, przyjmując za kryterium podziału na elementy przynależność do otoczenia poszczególnych węzłów kinematycznych w maszynie wyciągowej /rys. 3/. Taki podział pozwala na spojrzenie na maszynę jako na system złożony z konstrukcyjnych węzłów tarcia, co ujawnia wagę problemów tribologicznych w układach mechanicznych. W maszynach wyciągowych jedne z najistotniejszych problemów wynikają z istnienia charakterystycznych sprzężeń ciernych między liną a wykładziną na nośniku liny i między okładziną hamulca a tego bieżnią. Takie spojrzenie na GMW pokazuje wyraźniej istotę



Rys. 2. Struktura działania urządzenia wyciągowego  
 E<sub>1</sub> - napęd, E<sub>2</sub> - układ sterujący, E<sub>3</sub> - układ kontrolny,  
 E<sub>4</sub> - hamulec, E<sub>5</sub> - sprzęgło, E<sub>6</sub> - wał główny, E<sub>7</sub> - kołysz-  
 kowanie, E<sub>8</sub> - nóżnik liny, E<sub>9</sub> - lina, E<sub>10</sub> - naczynia wy-  
 dobywcze, E<sub>11</sub> - urządzenia nadszybia i pódszybia, E<sub>12</sub> - ko-  
 ło linowe, E<sub>13</sub> - wieża wyciągowa, E<sub>14</sub> - przewodniki szybwe  
 działanie, zasilanie



Rys. 3. Schemat systemu urządzenia wyciągowego o ele-  
 mentach złożonych z węzłów kinematycznych /oznaczenie  
 jak na rys. 2/. E<sub>9</sub> - lina

problemów, np.: poślizgu niekontrolowanego liny, fadingu eksploatacyjnego hamulca, drgań elementów konstrukcyjnych maszyny wyciągowej w czasie hamowania oraz pokazuje istnienie relacji między poszczególnymi węzłami kinematycznymi i ich wzajemne oddziaływanie. W maszynach wyciągowych, podobnie jak w innych systemach maszynowych, elementami decydującymi o sprawności energetycznej systemu i jego trwałości są węzły kinematyczne a w szczególności podsystemy tribologiczne. Mimo stałego postępu w badaniach tarcia

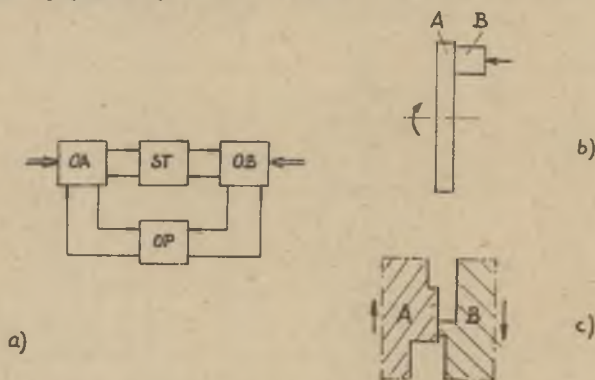
i zużycia najwięcej trudności w ilościowym opisie sprawności i trwałości węzłów kinematycznych stwarzają właśnie te podsystemy.

Większość problemów na etapach od konstruowania do eksploatacji GMW związanych jest z podnoszeniem trwałości czyli minimalizacją strat materiałowych /minimalizacją zużycia/, np. w łożyskach lub optymalizacją strat energetycznych /powtarzalność i stabilność np. w hamulcach/ w czasie działania węzłów kinematycznych, w coraz to szerszym zakresie zmian parametrów operacyjnych.

Każdy węzeł kinematyczny WK maszyny (urządzenia) składa się z węzła tribologicznego ST /który przy zastosowaniu innych kryteriów podziału będziemy traktować jako system tribologiczny/ i jego otoczenia. Otoczeniem ST są:

a/ części elementów konstrukcyjnych OA i OB przylegających do warstwy wierzchniej tych elementów i połączonych z tymi warstwami siłami kohezijnymi /same warstwy wierzchnie ciała A i B należą do systemu tribologicznego ST/,

b/ otoczenie OP nie związane z węzłem tribologicznym siłami kohezji, czyli otoczenie płynne /rys. 8/.

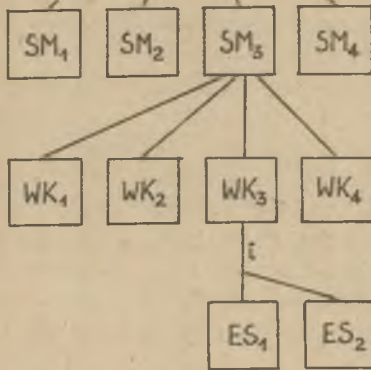


Rys. 4. Schemat systemu węzła kinematycznego /WK/  
 a/ schemat podstawowego systemu WK,  
 b/ model pary ciernej na poziomie WK,  
 c/ model pary ciernej na poziomie elementarnych styków nierówności powierzchni

Tak rozumiany system WK wykazuje, oprócz własności tribologicznych, także własności sprężysto-bezwładnościowe oraz tłumiące. Jak wynika z rys. 4 schemat systemu jest stosowny do rozpatrywania rzeczywistości na poziomie WK i ES /rys. 5/.

Wiadomo, że własności tribologiczne trących się elementów nie są ich cechami wewnętrznymi ale cechami systemu tribologicznego [9], analogicznie niektóre własności działaniowe WK ujawniają się przy jego współpracy z pozostałymi WK, które są elementami jednej maszyny, urządzenia /rys. 5/. Takie widzenie wielopoziomowe, rzeczywistości pozwala dostrzec nawet pośrednie i odległe relacje, tak jak między działaniem GMW i zjawiskami tri-

bologicznymi w strefie pojedynczego styku.



Rys. 5. Schemat wielopoziomego ujęcia struktury systemu na przykładzie maszyny wyciągowej  
 SM - poziom układów maszynowych: SM<sub>1</sub> - zmechanizowany kompleks ścianowy, SM<sub>2</sub> - urządzenie transportu poziomego, SM<sub>3</sub> - urządzenie wyciągowe, SM<sub>4</sub> - zakład przeróbczy, WK - poziom wężów kinematycznych, WK<sub>1</sub> - sprzężo, WK<sub>2</sub> - łożysko, WK<sub>3</sub> - hamulec, WK<sub>4</sub> - napęd cierno-cięgnowy /lino- nośnik/, ES - poziom elementarnych styków: ES<sub>1</sub> - strefa pojedynczego styku, ES<sub>2</sub> - otoczenie strefy pojedynczego styku, i = 1, ..., n, gdzie: n - chwilowa liczba elementarnych pojedynczych styków w analizowanym WK

3. Zagadnienia niezawodności GMW

Każda maszyna, w tym także i GMW mimo stale doskonalonej konstrukcji, technologii wytwarzania, sposobu diagnozowania itp. podlega procesowi awarii /odnowy/.

Istotne jest więc poznanie prawidłowości, jakie rządzą tym procesem, jak również przyczyn, które awarie powodują. Z tego też względu konieczne wydaje się systematyczne i planowe prowadzenie badań niezawodnościowych GMW.

Jednym z podstawowych sposobów badań niezawodnościowych są badania w eksploatacji, a istniejąca liczba maszyn pozwala, mimo różnorodności rozwiązań konstrukcyjnych niektórych zespołów lub podzespołów i różnych warunków eksploatacji, na prowadzenie badań warstwowych. Badania te charakteryzują się krótszym czasem trwania w stosunku do badań ciągłych, co jest istotne, zważywszy czas życia badanych obiektów. Pamiętać jednak należy, że ten sposób badań wymaga spełnienia następujących założeń:

- badane obiekty powinny być jednorodne ze względu na badaną cechę,
- badane obiekty powinny posiadać jednakowy potencjał eksploatacyjny w danej warstwie w chwili rozpoczęcia badania,
- próbka powinna dobrze reprezentować populację generalną.

Podstawowymi planami badań są:

$$[N, W, T] \quad \text{i} \quad [N, W, r] \quad 1$$

Gdzie:  $N$  - jest liczbą badanych GMW,

$W$  - oznacza wymianę uszkodzonego elementu /usunięcie awarii/  
w trakcie trwania badania,

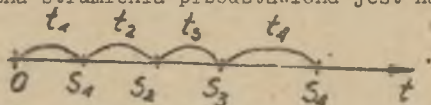
$T, r$  - jest kryterium ukończenia badania odpowiednio: czas  $T$  bądź  
liczba uszkodzeń  $r$ .

Niezawodność GMW rozpatrywać można w dwu kategoriach; niezawodności bezpieczeństwa, kiedy to utrata własności obiektu do spełniania wymagań powoduje zagrożenie dla życia ludzkiego i niezawodności operacyjnej /funkcjonalnej/ rozumianej wg klasycznej definicji niezawodności.

Należy zauważyć, że badania niezawodności bezpieczeństwa prowadzone być muszą z pobraniem próby o dużej liczności i w stosunkowo długim czasie, ponieważ awarie stanowiące zagrożenie dla życia ludzkiego występują bardzo rzadko.

Procesy odnowy, jakim podlegają maszyny wyciągowe w eksploatacji, można opisać przy pomocy różnych modeli matematycznych. Najprostszym wydaje się model strumienia uszkodzeń, w którym czas trwania awarii jest pomijalnie mały w stosunku do czasu trwania stanu pracy. Najważniejszą charakterystyką niezawodnościową w tym modelu jest rozkład czasów międzyawaryjnej pracy  $F(t)$ . Na podstawie jego znajomości konstruuje się dalsze miary omawianej własności GMW.

Ilustracja graficzna strumienia przedstawiona jest na rys. 6



Rys. 6]. Proces odnowy jako strumień uszkodzeń

Taki model pozwala producentowi i eksploatatorowi zorientować się o zachowaniu się wyrobu w eksploatacji, dając możliwość oszacowania między innymi: prawdopodobieństwa wystąpienia awarii, liczby awarii w określonym czasie itp. Przy odpowiednim poziomie wnikliwości badań pozwala poznać przyczyny powstawania uszkodzeń.

Na ogół proces odnowy GMW opisuje się jako proces odnowy o skończonym czasie odnowy [3], uznając, że z niezawodnościowego punktu widzenia GMW może znajdować się w dwóch stanach:

- użytku: zdolności do wykonywania pracy,
- obsługi i niezdatności do wykonywania pracy.

Proces eksploatacji GMW wtedy składa się z dwóch stanów:

- 1) stanu pracy jako składowej stanu zdolności,
- 2) stanu awarii.

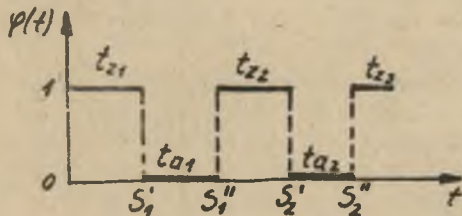
Ilustracją tego procesu jest rys. 7.

Czasy  $t_{z1}, t_{z2}, \dots$ , oraz  $t_{a1}, t_{a2}, \dots$ , są zmiennymi losowymi, są niezależne i mają swoje rozkłady:  $F(t_z) = F(t)$ ;  $G(t_a) = G(t)$

Taki model pozwala między innymi na oszacowanie bardzo ważnych dla eksploatatora charakterystyk niezawodnościowych, takich jak: sumaryczny czas zdatości bądź awarii GMW w danym czasie, prawdopodobieństwo zdarze-



nia, że w dowolnej chwili  $t$  GMW jest w stanie zdatności itp. Daje to możliwość projektowania urządzeń towarzyszących GMW, /np. zbiorników przyszybowych/, które zapewniają ciągłą pracę przodków wydobywczych, jak również pozwala ocenić faktyczną zdolność wydobywczą GMW.

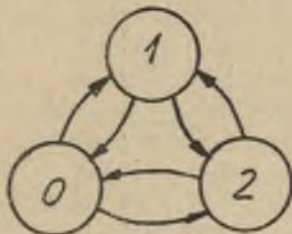


Rys. 7. Proces odnowy o skończonym czasie odnowy

Trzecim modelem w badaniach niezawodnościowych, którym przybliżyć można proces zmiany stanów GMW, może być proces identyfikowany jako trójstanowy proces Markowa [2], gdzie stanami są:

- praca, 1
- awaria, 0
- postój, 2

Ilustrację graficzną trójstanowego procesu Markowa przedstawia rys. 8].



Rys. 8]. Trójstanowy proces Markowa

Podstawowymi charakterystykami niezawodności obiektu technicznego, którego proces eksploatacji jest procesem Markowa, są: prawdopodobieństwa przejścia ze stanu  $i$  do stanu  $j$  w czasie  $t$ , prawdopodobieństwo wystąpienia danego stanu procesu w chwili  $t$ , graniczne prawdopodobieństwa stanów.

Należy zauważyć, że prezentowane modele są jedynie znacznymi uproszczeniami istniejącej rzeczywistości eksploatacyjnej. Pojęcie pracy, np. w urządzeniu skipowym, jest inne niż w urządzeniu klatkowym. To ostatnie pracuje przecież jakby w dwu różnych reżimach, przy ciągnięciu ludzi i urobku.

Ponadto zdarzyć się może, że GMW pracować będzie w stanie częściowej zdatności z okresowo inną prędkością jazdy. Tak więc, nawet trzy wyróżnione stany nie przybliżają w pełni rzeczywistego procesu eksploatacji. Jednakże mimo istotnych uproszczeń modele przybliżone dostarczają istot-

nych, cennych informacji zarówno dla eksploatatora, producenta, jak i projektanta.

Zauważmy bowiem, że np. w trójstanowym modelu procesu eksploatacji interesujący dla eksploatatora jest stan postoju z przyczyn niewłaściwych G<sub>MW</sub>. Jest on pewnym odzwierciedleniem organizacji pracy podziemia i powierzchni kopalni, może być też podstawą oceny rezerw G<sub>MW</sub>, czy inaczej stopnia jej wykorzystania.

Wiadome jest, że prowadząc badania niezawodnościowe obiektów technicznych w różnym stopniu wnikamy w ich strukturę wewnętrzną. I tak, w przypadku G<sub>MW</sub>, badanie niezawodnościowe prowadzić można dla maszyny jako pojedynczego obiektu eksploatowanego w całym systemie maszynowym kopalni. Wtedy na ogół zastosowanie w badaniach mają dwa pierwsze z prezentowanych modeli, a ocena dotyczy, np.: niezawodności bezpieczeństwa, zachowania się wyrobu w eksploatacji itp. Można również uznać G<sub>MW</sub> jako system złożony z zespołów, podzespołów czy elementów. Przy takim podejściu rozpoczynając badanie konstruuje się na ogół strukturę niezawodnościową systemu, która odzwierciedla wzajemne powiązania pomiędzy jego elementami. Zauważyć należy, iż strukturą niezawodnościową powinna odzwierciedlać również sposób eksploatacji G<sub>MW</sub>, wynikający z określonych przepisów ruchu.

Konstruowanie struktury niezawodnościowej na podstawie samej tylko dokumentacji technicznej może doprowadzić do popełnienia pewnych błędów. Dla zobrazowania powyższych stwierdzeń niech posłużą hamulce tarczowe, w których poszczególne sekcje z punktu widzenia niezawodności mają strukturę równoległą. Uszkodzenie, np. jednej sekcji, w wyniku przewidzianego konstrukcją nadmiarem, nie wpływa na ogół w sposób istotny na skuteczność hamowania. Uszkodzenie więc jednej sekcji nie kwalifikuje G<sub>MW</sub> do zatrzymania, po to, by usunąć zaistniałą awarię. Przepisy jednak zabraniają eksploatować maszynę w takim przypadku, uznając ją za niesprawną. Z tego względu uszkodzenie jednej sekcji jest uszkodzeniem G<sub>MW</sub>, a równoległość struktury poszczególnych sekcji nie podnosi poziomu niezawodności funkcjonalnej maszyny. Dlatego więc opisany przykładowo wielosekcyjny hamulec maszynowy w konstruowanej strukturze niezawodnościowej dla celów badań niezawodności eksploatacyjnej uważać należy jako pojedynczy element.

Istotne dla analizy wyników badań niezawodnościowych jest kreślenie zależności pomiędzy uzyskanymi wskaźnikami niezawodności a parametrami techniczno-eksploatacyjnymi maszyn, jednorodności uzyskanych wyników, porównanie z G<sub>MW</sub> produkowanych w różnych okresach, o różnym stopniu złożoności konstrukcji itp. Dostarcza on istotnych informacji, które wykorzystane być mogą przy konstruowaniu, produkowaniu i eksploatacji nowych maszyn.

Osobnym zagadnieniem w badaniach niezawodnościowych G<sub>MW</sub> jest określenie przyczyn awarii, którym ulegają te maszyny. Wnikliwa analiza wyników badań prowadzi do określenia słabych ogniw, a tym samym kieruje uwagę konstruktorów na określone zespoły, podzespoły bądź elementy i zmusza do

jakościowo lub strukturalnie innych rozwiązań, których celem jest doskonalenie konstrukcji GMW. Analiza wyników badań niesie ze sobą informacje dla producenta i eksploatatora. Pierwszy z wymienionych, jest w stanie przewidzieć, w oparciu o uzyskane wyniki, które elementy bądź podzespoły i w jakiej liczbie musi wyprodukować, by zapewnić normalną pracę zakładu produkcyjnego, jakim jest kopalnia.

Eksploatator natomiast wyniki badań może przyjąć jako podstawę do zaopatrzenia swoich magazynów w części zamienne. Wyniki badań posłużą mogą również do planowania obsługi poszczególnych zespołów lub podzespołów. Opracowanie dla nich harmonogramów przeglądów, konserwacji bądź remontów. Wyniki te mogą być pomocne do budowy nowych lub doskonalenia istniejących systemów kontrolno-diagnostycznych GMW.

#### LITERATURA

- [1] Benjamin J.R., Cornell C.A.: Rachunek prawdopodobieństwa, statystyka matematyczna i teoria decyzji dla inżynierów, WNT, W-wa 1977.
- [2] Czaplicki J.M.: Pewien model procesu eksploatacji maszyn wyciągowych. ZN Pol. Śląskiej, Górnictwo z. 80, Gliwice 1977.
- [3] Czaplicki J.M.: Model procesu odnowy o skończonym czasie odnowy górniczych maszyn wyciągowych. Mat. niniejszej konferencji.
- [4] Czaplicki J.M., Ziemia S.: Próba zbudowania modelu systemowo ujętej problematyki naukowo technicznej górniczych maszyn wyciągowych. ZN Politechniki Śląskiej, Górnictwo z. 80, Gliwice 1977.
- [5] Lindgren B.W.: Elements of Decision Theory. Macmillan Co, New York 1971.
- [6] Ścieszka S.: Studium ważniejszych zjawisk tribologicznych w parze ciernej tworzywo hamulce - stal. ZN Pol.Śl. Górnictwo z. 75, Gliwice 1976.

#### ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗУБЧАТКИ И НАДЕЖНОСТИ ГОРНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН.

##### Резюме

В статье затронуты, некоторые проблемы технической диагностики зубчатки, а также надёжности горных подъёмных машин.

#### THE PROBLEMS OF DIAGNOSTICS, TRIBOLOGY AND RELIABILITY OF HOISTS

##### Summary

Some problems of a hoist technical diagnostics, tribology and reliability have been given in this paper.