ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1989
Seria: GÓRNICTWO z.181 Nr kol. 1047

INTERNATIONAL CONFERENCE: DYNAMICS OF MINING MACHINES
DYNAMACH '89

Marian DOLIPSKI, Tadeusz GIZA
Jan OSADNIK, Wojciech PUCHAŁA
Piotr SOBOTA

Instytut Mechanizacji Górnictwa
Politechnika Śląska, Gliwice

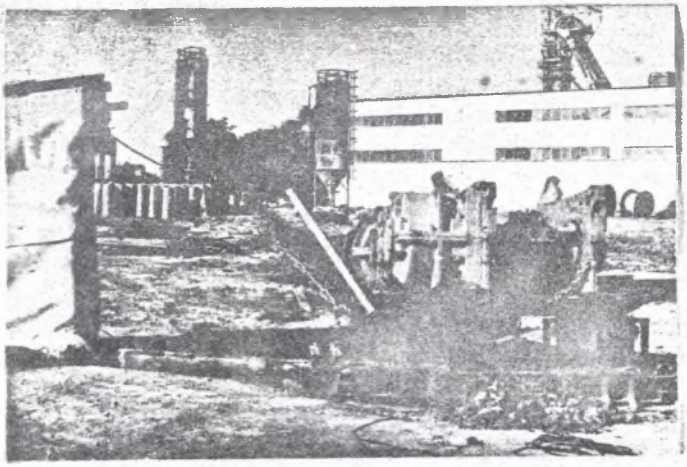
STANOWISKO DO BADANIA ZJAWISK DYNAMICZNYCH W GÓRNICZYCH PRZENOŚNIKACH ZGRZEBŁOWYCH

Streszczenie. W referacie przedstawiono stanowisko badawcze i pomiarowe przenośnika zgrzebłowego - obiektu rzeczywistego. Każdy z układów napędowych składa się z trójfazowego silnika asynchronicznego, dowolnego typu sprzęgła, reduktora i bębna łańcuchowego. Przedstawione stanowisko badawcze umożliwia pomiar i rejestrację 14 parametrów ruchowych górniczego przenośnika zgrzebłowego: moc elektryczną czynną pobieraną z sieci przez silniki asynchroniczne i napięcie zasilania silników, momenty obrotowe i obroty na wałach pomiędzy sprzęgłami a reduktorami oraz obciążenia łańcuchów w otoczeniu bębnów łańcuchowych. Ze względu na konieczność synchronizacji zapisów charakterystyk dynamicznych na trzech taśmach oscylograficznych zestaw rejestratorów wyposażono w znaczniki czasu uruchamiane jednym wyłącznikiem WZN. W celu ułatwienia odczytu mierzonych wielkości na taśmach oscylograficznych przyrządy pomiarowe skalowano z całym torem pomiarowym od przetworników do rejestratorów.

1. BUDOWA STANOWISKA BADAWCZEGO

Stanowisko badawcze zbudowano na powierzchni kopalni węgla kamiennego na bazie przenośnika zgrzebłowego typu Rybnik-80 długości 100 m z napędem głównym i pomocniczym (rys. 1). Każdy z układów napędowych składa się z:

- trójfazowego silnika asynchronicznego typu 2SGf 280M4 o mocy 90 kW (nominalna prędkość obrotowa wirnika 1475 obr./min zasilanego napięciem nominalnym 500 V poprzez wyłącznik typu OWD-1202 z Rozdzielni Potrzeb Własnych (RPW) poprzez rozdzielnię Zakładu Robót Górniczych (ZRG) jako jedyny odbiornik transformatora (rys. 2),
- sprzęgła hydrokinetycznego typu SH-100/75 o napełnieniu nominalnym 15,4 dm^3 i poślizgu nominalnym 3% lub sprzęgła podatnego typu SPP-100Z,
- przekładni zębatej kątowej o przełożeniu 38,35,
- bębna łańcuchowego o liczbie zębów równej 7 współdziałającej z łańcuchami 2 x 26 x 92.



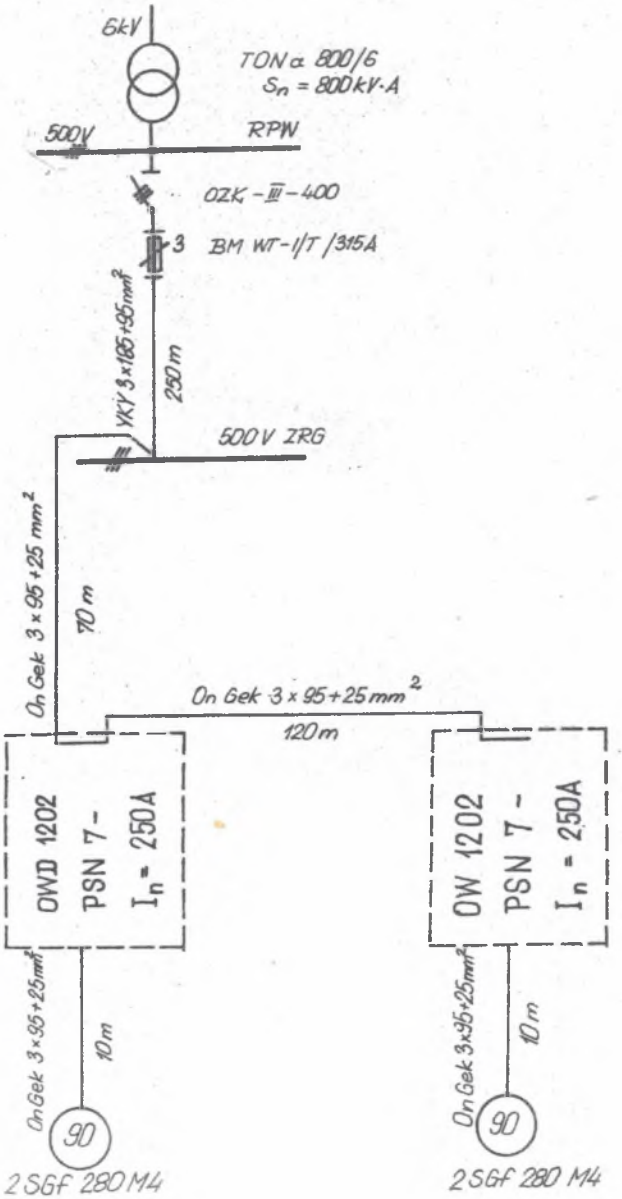
Rys. 1. Widok stanowiska badawczego i pomiarowego

Przenośnik zgrzebłowy obciążany był w sposób naturalny, to znaczy urobkiem węglowym. W czasie badań zmieniano natężenie obciążenia przenośnika zgrzebłowego urobkiem węglowym.

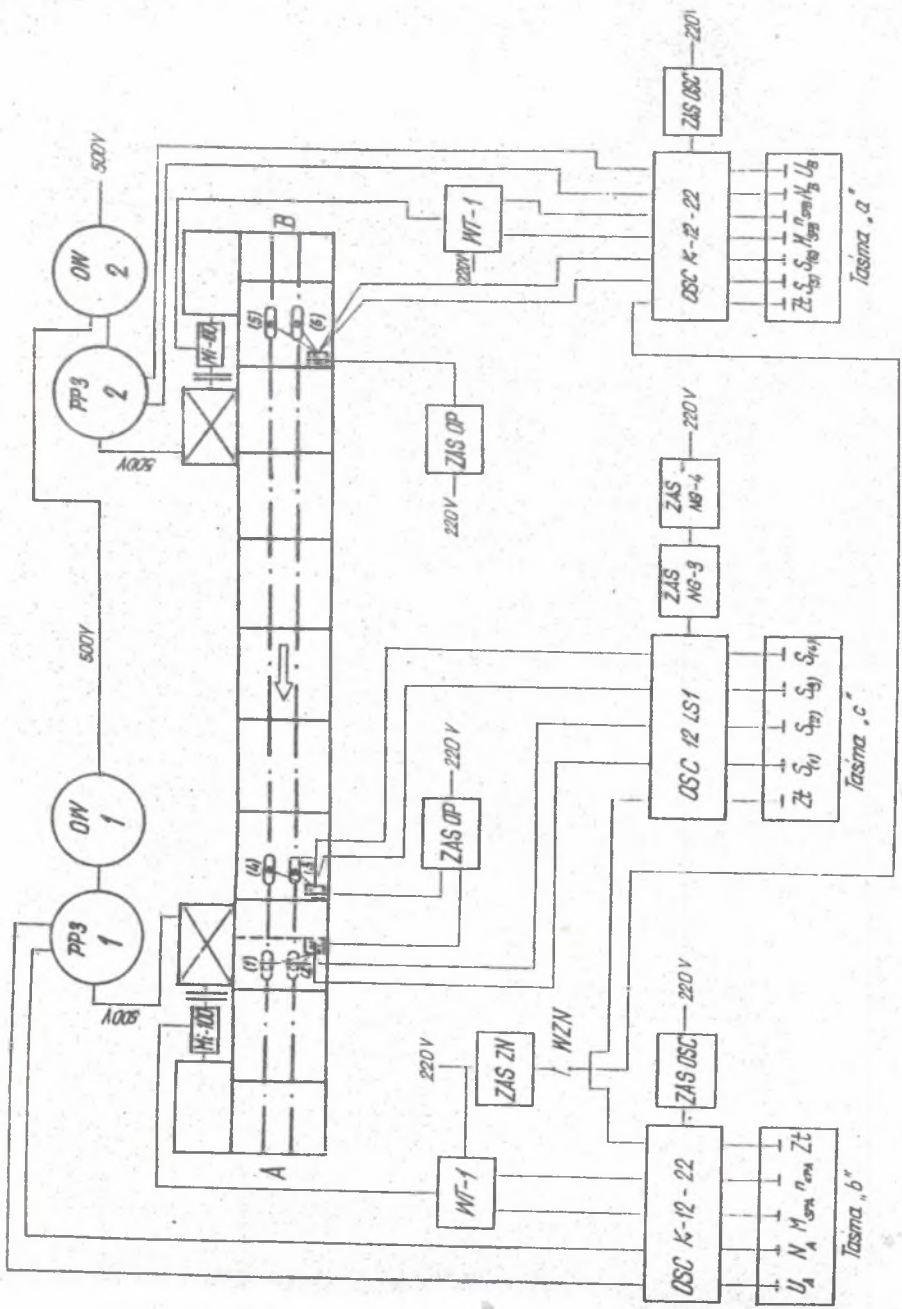
Schemat układu pomiarowego rejestrującego 14 parametrów działania przenośnika zgrzebłowego przedstawiono na rys. 3, wprowadzając następujące oznaczenia:

A - napęd główny przenośnika zgrzebłowego
B - napęd pomocniczy przenośnika zgrzebłowego
OW1,OW2 - wyłączniki typu OW napędu głównego i pomocniczego
PPJ 1, PPJ 2 - zestawy do pomiaru mocy i napięcia
OSC K-12-22 - oscylograf typu K-12-22
OSC 12 LS1 - oscylograf typu 12 LS1
ZAS OSC - zasilacz oscylografu K-12-22
ZAS NG-3,4 - zasilacz oscylografu 12 LS1
(1),(2),(3),(4),(5),(6) - ogniwa pomiarowe
W - wzmacniacze ogniw pomiarowych
ZAS OP - zasilacz ogniw pomiarowych
ZAS ZN - zasilacz znacznika czasu
WZN - wyłącznik znacznika czasu
Mi 100 - momentomierz indukcyjny typu Mi 100
WT-1 - wskaźnik momentomierza typu WT-1.

Cały zestaw aparatury zasilającej i rejestrującej umieszczono dla ochrony przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi w dwóch wiatach zbudowanych przy napędzie głównym i pomocniczym.



Rys. 2. Schemat sieci elektrycznej zasilającej stanowisko badawcze



Rys. 3. Schemat układu pomiarowego na stanowisku badawczym

2. METODYKA POMIARÓW

W czasie działania przenośnika zgrzebłowego mierzono i rejestrowano:

- moc elektryczną czynną pobieraną z sieci przez silniki asynchroniczne i napięcie zasilania silników. Zestawy do pomiaru mocy i napięcia włączono w obwód zasilania pomiędzy wyłączniki OW a silniki elektryczne. Pomiar mocy elektrycznej realizowano wykorzystując przetworniki mocy czynnej prądu przemiennego trójfazowego typu PP3. Napięcie zasilania mierzono przez zastosowanie przekładników napięciowych. Aparatura do pomiaru mocy i napięcia została zamontowana w obudowach kopalnianych wyłączników ognioszczelnych. Sygnały z przetwornika mocy i przekładnika napięciowego przekazywano do rejestratorów za pomocą przewodów ekranowych,
- momenty obrotowe i obroty na wałach pomiędzy sprzęgłami a reduktorami. Pomiarów tych dokonywano za pomocą momentomierzy indukcyjnych Mi 100 o momencie nominalnym 1000 Nm wykonanych w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu. Znacznik obrotów wykonywał jeden impuls na obrót. Momentomierz zamontowano w układach napędowych za pomocą tulei w piaście sprzęgła i tulei dystansowej na wale wejściowym reduktora. Silniki elektryczne zamocowano do reduktorów za pośrednictwem dodatkowej obudowy sprzęgła i tarczy dystansowej pozwalającej na połączenie dwóch obudów sprzęgła. Momentomierze połączono ze wskaźnikiem momentów obrotowych typu WT-1 za pomocą kabli typu Kp-5. Sygnały momentów obrotowych i impulsy obrotów ze wskaźników WT-1 przekazywano do rejestratorów,
- obciążenia w łańcuchach gałęzi górnej (cztery ogniwa pomiarowe) i gałęzi dolnej (dwa ogniwa pomiarowe). Położenie startowe ogniw pomiarowych (3) i (4) było 15 m przed bębnem napędu głównego, ogniw (5) i (6) - 2 m za bębnem napędu pomocniczego, a ogniw (1) i (2) - 4 m za bębnem napędu głównego. W kontur łańcuchowy wpinano przygotowane odcinki pomiarowe za pomocą ogniw złącznych. Ogniwo środkowe odcinka pomiarowego dzięki specjalnemu przygotowaniu i naklejeniu na nim tensometrów stanowiło czujnik pomiaru siły. Tensometry na ogniwach pomiarowych zabezpieczono przed wpływami atmosferycznymi i uszkodzeniami mechanicznymi za pomocą odpowiednio wyprofilowanej oprawki metalowej, do której przymocowano łącze wielostykowe budowy wzmocnionej. Sygnał z ogniwa pomiarowego poprzez łącze i kabel ekranowy przekazywany był do wzmacniacza. Dwa wzmacniacze odbierające sygnały z obydwóch łańcuchów umieszczono w jednej obudowie metalowej mocowanej do zgrzebła. Po wzmocnieniu sygnały były przesyłane drogą kablową do oscylografu.

3. REJESTRACJA WYNIKÓW POMIARÓW

Parametry działania przenośnika badawczego rejestrowano za pomocą oscylografów pętlicowych. Ponieważ rejestrowano jednocześnie 14 różnych parametrów, do rejestracji wykorzystano trzy oscylografy pętlicowe:

- dwa oscylografy typu KK-12-22 produkcji radzieckiej,
- jeden oscylograf typu 12LS1 produkcji niemieckiej.

Parametry działania napędu pomocniczego rejestrowano na taśmie "a" oscylografu KK-12-22:

- moc elektryczną N_B,
- napięcie zasilania V_B,
- moment obrotowy M_{SHB} lub M_{SPB},
- znacznik obrotów n_{SHB} lub n_{SPB},
- siłę w prawym paśmie łańcucha zgrzebłowego $S_{(5)}$,
- siłę w lewym paśmie łańcucha zgrzebłowego $S_{(6)}$.

Parametry działania napędu głównego rejestrowano na taśmie "b" drugiego oscylografu KK-12-22:

- moc elektryczną N_A,
- napięcie zasilania U_A,
- moment obrotowy M_{SHA} lub M_{SPA},
- znacznik obrotowy M_{SHA} lub N_{SPA}.

Taśmy "a" i "b" wywoływano i utrwalano metodą fotograficzną. Na taśmie "c" oscylografu 12 LS1 rejestrowano siły w czterech punktach konturu łańcuchowego:

- siłę w prawym paśmie ciągu dolnego $S_{(1)}$,
- siłę w lewym paśmie ciągu dolnego $S_{(2)}$,
- siłę w lewym paśmie ciągu górnego $S_{(3)}$,
- siłę w prawym paśmie ciągu górnego $S_{(4)}$.

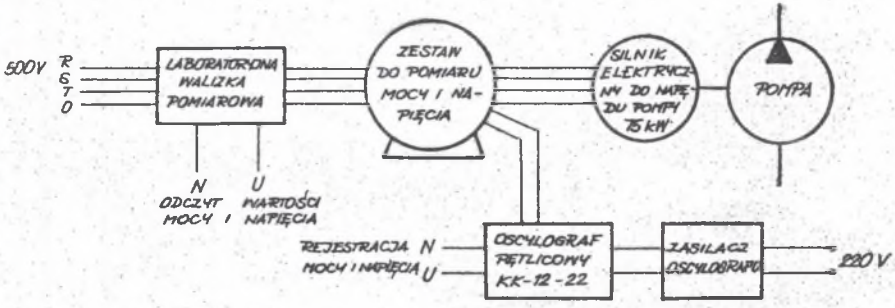
Światłoczułą taśmę "c" wywoływano przez poddanie działaniu światła dziennego. Nominalna prędkość rejestracji wynosiła 16 mm/s. Ze względu na konieczność synchronizacji zapisów na wszystkich trzech taśmach "a", "b" i "c" zestaw rejestratorów wyposażono w znaczniki czasu Zt uruchamiane ręcznie jednym wyłącznikiem WZN. Zastosowanie znaczników umożliwiło precyzyjną synchronizację wszystkich trzech taśm, pomimo pewnych różnic prędkości rzeczywistych wynikających głównie ze stosowania wymiennych kaset zawierających rolki taśmy światłoczułej wraz z przekładnią i wałkami napędzającymi.

4. SKALOWANIE PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH

W celu ułatwienia odczytu mierzonej wielkości na taśmach rejestratorów przyrządy pomiarowe skalowano z całym torem pomiarowym od przetwornika do rejestratora.

4.1. Skalowanie zestawów do pomiaru mocy i napięcia

Po zmontowaniu zestawów do pomiaru mocy i napięcia, składających się z przetworników mocy czynnej typu PP3, przekładników prądowych i przekładników napięciowych umieszczonych w obudowie ognioszczelnej wyłączników kopalnianych, układy wyskalowano w Zakładzie Przeróbczym KWK "Knurów". W tym celu dokonywano równocześnie pomiaru mocy i napięcia skalowanym zestawem i włączoną szeregowo laboratoryjną walizką pomiarową (rys. 4). Sygnały proporcjonalne do mocy i napięcia ze skalowanego zestawu rejestrowano bezpośrednio na oscylografie pętlicowym KK-12-22. Moc czynną i napięcie mierzono w układzie zasilającym napęd pompy wodnej o nominalnej mocy 75 kW na napięcie 500 V charakteryzującej się ustabilizowaną wartością poboru mocy. Skale mocy i napięcia ustalono przez porównanie odczytu z laboratoryjnej walizki pomiarowej i wartości zarejestrowanych na taśmie oscylografu.



Rys. 4. Schemat układu pomiarowego podczas skalowania zestawów do pomiaru mocy i napięcia

4.2. Skalowanie zestawów do pomiaru momentu

Zestawy do pomiaru momentu składające się z momentomierza Mi-100 i wskaźnika WT-1 przed skalowaniem należy wyzerować oraz przeprowadzić kalibrację. Zerowanie momentomierzy przeprowadzono przy ich odbiorze w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu w obecności przedstawicieli Instytutu Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Kalibrację wskaźnika, polegającą na ustawieniu przełącznika w pozycję "KAL" i sprowadzeniu wskaźników miernika dokładnie do położenia 1,00 za pomocą

potencjometru, przeprowadzono przed skalowaniem i powtarzano przed każdą serią pomiarów. Zestaw do pomiaru momentu wyskalowano w laboratorium Instytutu Mechanizacji Górnictwa, a następnie skalowanie powtórzono na stanowisku badawczym po zamontowaniu momentomierzy w zespołach napędowych przenośnika zgrzebłowego. Skalowanie przeprowadzono przy użyciu skalatora typu SP-1 podłączonego do zestawu w miejsce kabla pomiarowego. Skalator SP-1 umożliwia w zależności od położenia przełącznika wykonanie na taśmie oscylografu zapisu o wartości 10,20,30,40,50,60,70,80,100 i 150 procent nominalnego zakresu momentomierza.

4.3. Skalowanie zestawów do pomiaru sił

W skład zestawu do pomiaru sił w łańcuchu zgrzebłowym wchodziły: ogniwa pomiarowe (środkowe ogniwo w odcinku pomiarowym pięcioogniowym przystosowanym do naklejenia tensometrów), wzmacniacze tensometryczne w obudowie (2 wzmacniacze w jednym zestawie) mocowanej do zgrzebła, kabel ekranowany oraz oscylograf pętlicowy do rejestracji wartości sił. Skalowanie zestawów przeprowadzono za pomocą maszyny wytrzymałościowej w laboratorium Instytutu Mechanizacji Górnictwa. Sprawdzanie prawidłowości wykonania poszczególnych elementów zestawu i ich doboru w zestaw sprawdzano wielokrotnie, wyznaczając m.in.:

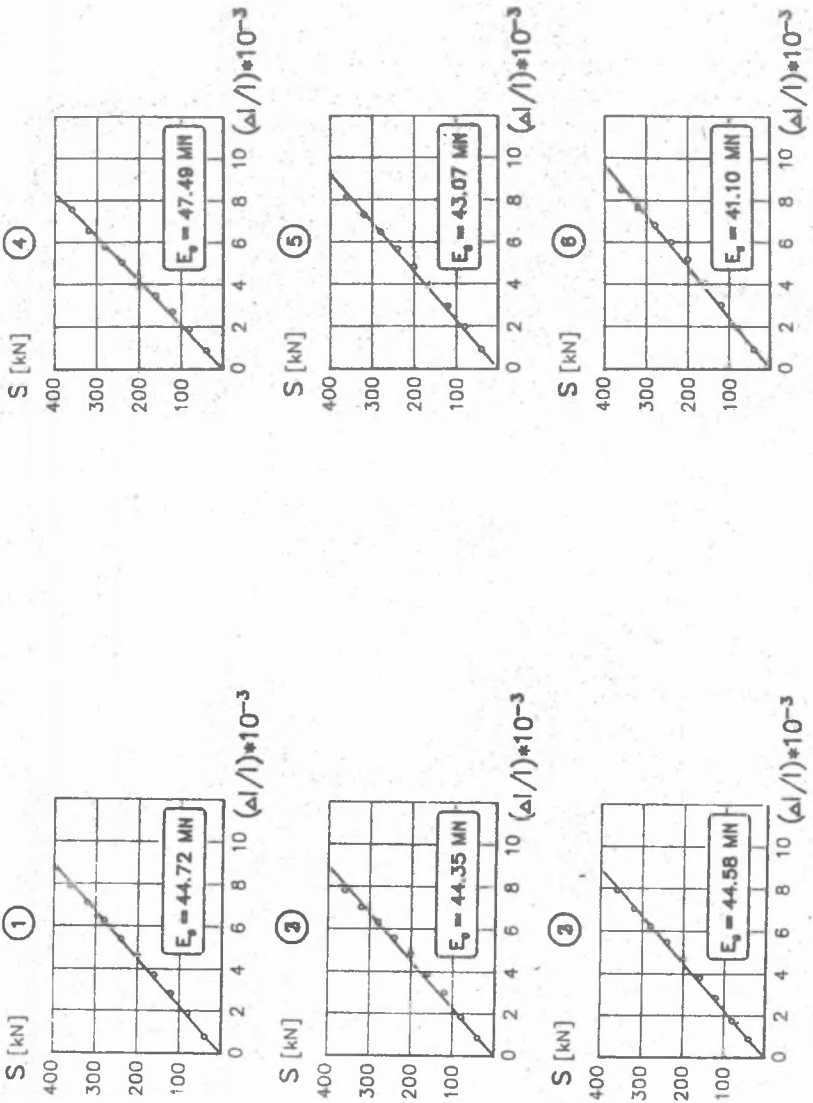
- charakterystyki ogniw pomiarowych,
- charakterystyki ogniw pomiarowych z przyporządkowanymi im wzmacniaczami tensometrycznymi,
- charakterystyki całego zestawu pomiarowego: ogniwo pomiarowe - wzmacniacz tensometryczny - kabel ekranowany - oscylograf pętlicowy.

Podstawą wyznaczenia skal sił była rejestracja sygnału zestawu na taśmie oscylografu pętlicowego przy rozciąganiu odcinka pomiarowego za pomocą maszyny wytrzymałościowej siłą o wartości od 0 do 360 kN.

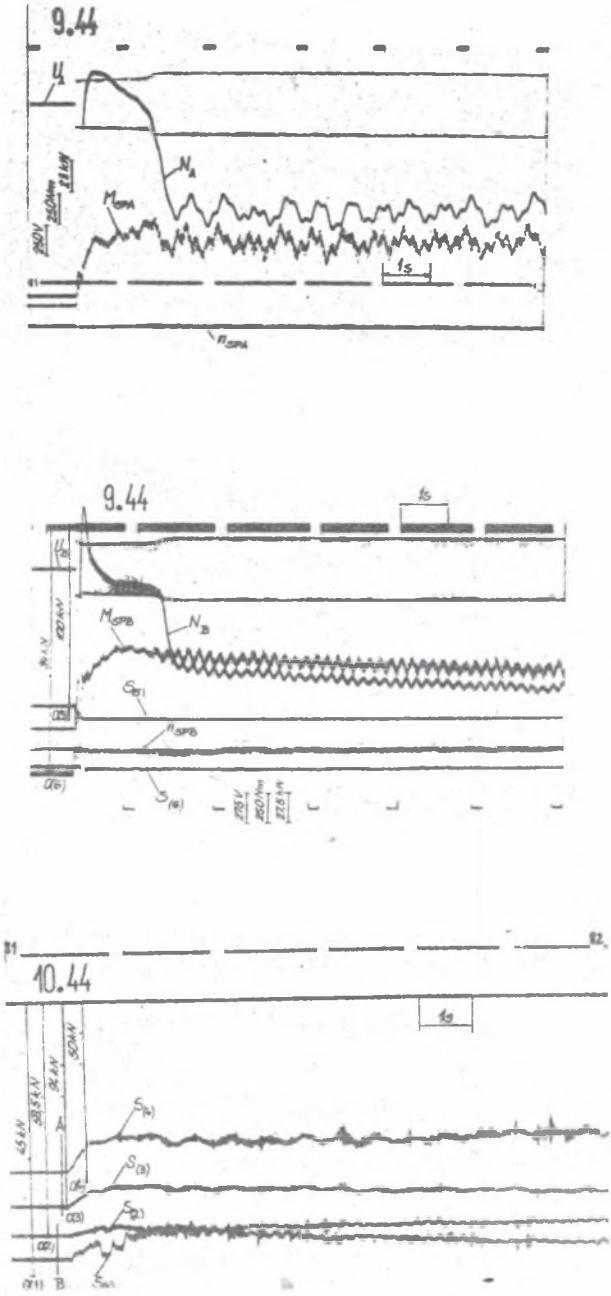
Dla odcinków łańcucha ogniowego z sąsiedztwa ogniw pomiarowych (1)-(6) wyznaczono doświadczalnie ich sztywności E_o (rys. 5).

5. ZAKOŃCZENIE

Przedstawione stanowisko badawcze umożliwia doświadczalne badania zjawisk dynamicznych występujących w układzie łańcuchowym i w układach napędowych górniczych przenośników zgrzebłowych. Na rys. 6 przedstawiono przykładowo charakterystyki dynamiczne górniczego przenośnika zgrzebłowego uzyskane w pomiarze 44 zarejestrowanym na taśmach 9 i 10. Badania doświadczalne zjawisk dynamicznych w górniczych przenośnikach zgrzebłowych są konieczne, lecz niewystarczające w celu ich wyjaśnienia wobec możliwej dowolnej interpretacji zarejestrowanych przebiegów dynamicznych. W związku z tym wnioskowanie z badań doświadczalnych powinno być wspomagane komputerową symulacją ruchu przenośników zgrzebłowych.



Rys. 5. Charakterystyki sprężyste odcinków łańcuchów 26 x 92 z sąsiedztwa ogniw pomiarowych



Rys. 6. Charakterystyki dynamiczne górniczego przenośnika zgrzebłowego Rybnik-80

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ
ЯВЛЕНИЙ В ГОРНЫХ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРАХ

Р е з ю м е

В статье рассматривается испытательно-измерительный стенд скребкового конвейера действительного объекта. Каждая из приводных систем включает трехфазный асинхронный электродвигатель, произвольный тип муфты, редуктор и цепной барабан. Рассматриваемый испытательный стенд обеспечивает измерение и регистрацию 14-и эксплуатационных параметров горного скребкового конвейера : электрическую активную мощность, потребляемую от сети посредством асинхронных двигателей, и напряжение питания электродвигателей, вращательные моменты и частоту вращения валов между муфтами и редукторами, а также нагрузки на цепи при взаимодействии с цепными барабанами.

Учитывая необходимость синхронизации записи динамических характеристик на трех осциллографических лентах, комплект регистраторов оснащается метками времени, приводимыми в работу одним выключателем WZN. Для упрощения считывания измеренных величин на осциллографических лентах измерительная аппаратура была градуирована по всей цепи измерения от преобразователей до регистраторов.

A STAND FOR TESTING DYNAMIC PHENOMENA
IN MINING SCRAPER CHAIN CONVEYORS

S u m m a r y

Test stand and measuring position of a scraper chain conveyor - real object are presented in the paper. Each of power transmission systems consists of a three-phase asynchronous motor, a clutch of any type, a reducer and a chain barrel. The test stand shown permits measurement and recording 14 motion parameters of mining scraper chain conveyor: electric active power drawn from mains by the asynchronous motors and motor supply voltage, turning moments and revolutions of shafts between clutches and reducers, and chain loads in the vicinity of chain barrels. Due to the necessity of synchronization of dynamic characteristic records on three

oscillographic tapes, the set of recorders was provided with time markers actuated by one WZN breaker switch. To facilitate a reading of the measured quantities from these oscillographic tapes, measuring instruments were graduated together with the whole slotted line from converters to recorders.