ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1990

Seria: GÓRNICTWO z. 186 Nr kol. 1073

Marian DOLIPSKI, Stanisław FOBER,
Tadeusz GIZA, Jan OSADNIK,
Piotr SOBOTA

Instytut Mechanizacji Górnictwa
Politechniki Śląskiej, Gliwice

STANOWISKO DO POMIARÓW DRGAŃ W PRZENOŚNIKU ZGRZEBŁOWYM W WARUNKACH DOŁOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono stanowisko do pomiarów drgań w przenośniku zgrzebłowym pracującym w wyrobisku ścianowym. Przenośnik zgrzebłowy może posiadać dwa, trzy lub cztery układy napędowe, które mogą być wyposażone w sprzęgła hydrokinetyczne lub podatne. W czasie eksploatacji przenośnika mierzono i rejestrowano siły w obu łańcuchach gałęzi ładownej przenośnika w pobliżu napędów oraz moc elektryczną czynną pobieraną przez wszystkie silniki elektryczne. W wyniku pomiarów można określić rzeczywiste obciążenia w łańcuchach przenośnika, ich amplitudę i częstość oraz rozdział mocy na poszczególne silniki w ruchu ustalonym i podczas rozruchu. Układ pomiarowy i zestaw aparatury zaprojektowano w taki sposób, aby nie wymagało to specjalnego przystosowania przenośnika ścianowego do pomiaru drgań. Zestawy do pomiaru mocy zabudowano w kopalnianych obudowach ognioszczelnych, a zestawy do pomiaru sił były chronione oprawkami metalowymi.

1. WSTĘP

Ścianowe przenośniki zgrzebłowe, będące jednym z podstawowych elementów kompleksów zmechanizowanych sprawiają użytkownikom wiele kłopotów związanych zarówno z trudnym rozruchem, jak i eksploatacją w ruchu ustalonym. Utrzymująca się od lat tendencja rozwiązywania tych problemów na drodze instalowania w przenośnikach coraz większych mocy nie przyniosła spodziewanych efektów. W ruchu ustalonym sumaryczna moc przenośnika zgrzebłowego jest wykorzystywana najczęściej w niewielkim stopniu, przy bardzo zróżnicowanym rozdziale mocy na poszczególne zespoły napędowe. Narastają również trudności podczas rozruchu załadowanego przenośnika. Użytkownicy przenośników zgrzebłowych próbują niejednokrotnie poprawić sytuację przez zmianę konstrukcji fabrycznej (instalowanie silników elektrycznych o większych mocach, zamiana sprzęgieł hydrokinetycznych na podatne), często nieświadomie pogarszając warunki obciążenia poszczególnych elementów i podzespołów.

Nieznajomość rzeczywistych wartości mocy rozwijanych przez napędy przenośnika, rozdziału sumarycznej mocy na poszczególne zespoły napędowe przenośnika, rzeczywistych obciążeń w łańcuchach przenośnika przy różnym jego załadowaniu uniemożliwia prowadzenie prac zmierzających do eliminacji niekorzystnych zjawisk występujących w przenośnikach zgrzebłowych. Z tego względu prowadzenie pomiarów wybranych parametrów przenośników w warunkach dołowych, umożliwiające rejestrację tych parametrów w warunkach obciążeń rzeczywistych jest niezbędne. Pomiary i rejestracja mocy rozwijanej przez silniki asynchroniczne poszczególnych zespołów napędowych oraz sił w różnych punktach konturu łańcuchowego dają podstawę do określenia wartości obciążeń występujących w warunkach naturalnych. Mogą one również być podstawą do dyskwalifikacji lub wstępnego potwierdzenia prawidłowości zmian wprowadzanych przez użytkowników, w szczególności w zakresie budowy nietypowych zespołów napędowych i całych napędów.

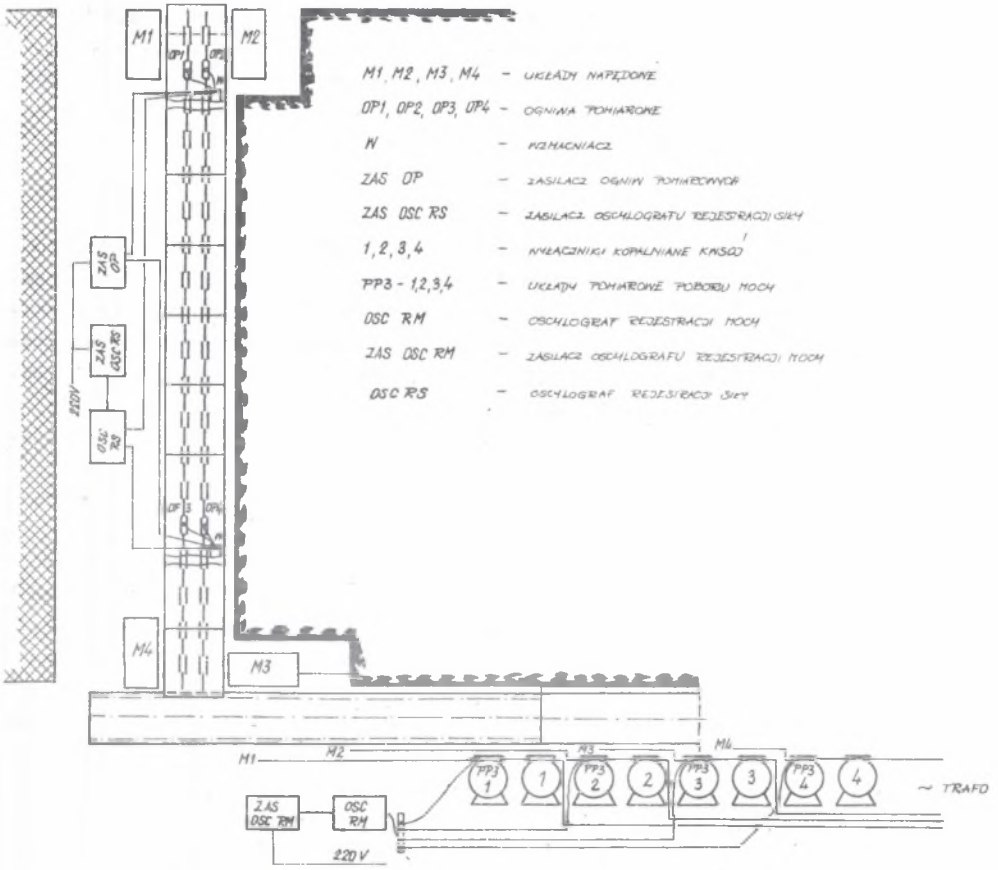
Prowadzenie pomiarów w warunkach dołowych mimo istnienia w wyrobisku ścianowym gotowego obiektu w postaci przenośnika zgrzebłowego, nie jest łatwe. Trudności aparaturowe - brak aparatury pomiarowej przystosowanej do pomiarów dołowych (zasilanej prądem o napięciu łatwo dostępnym w warunkach dołowych, iskrobezpiecznej, dostosowanej do pracy w warunkach dużego zapylenia i wilgotności) - zmuszają do umieszczania zestawów przyrządów pomiarowych w ognioszczelnych obudowach, co z kolei komplikuje transport tych zestawów do przodka ścianowego i ich rozmieszczenie w pobliżu obiektu pomiarów. Pomiar sił w łańcuchach przenośnika z kablowym przesyłaniem sygnału stwarza określone trudności techniczne z umieszczeniem aparatury rejestrującej w środku ściany i rozmieszczeniem kabli o długości kilkudziesięciu metrów, przemieszczających się wraz z łańcuchem zgrzebłowym. Prowadzenie pomiarów w ścianie wydobywczej sprawia w końcu szereg kłopotów organizacyjnych, związanych z brakiem obciążenia przenośnika urobkiem podczas zmian remontowych i jawnym zakłócaniem procesu produkcyjnego w trakcie prowadzenia pomiarów podczas zmian wydobywczych, związanym z koniecznością podporządkowania organizacji pracy w ścianie pomiarom. Przezwyciężenie tych trudności jest konieczne dla uzyskania informacji o rzeczywistym obciążeniu zespołów napędowych w warunkach naturalnych.

Zespół badawczy z Instytutu Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej zorganizował i przeprowadził pomiary sił w łańcuchach i mocy rozwijanej przez zespoły napędowe ścianowego przenośnika zgrzebłowego w warunkach dołowych kopalń węgla kamiennego.

2. STANOWISKO POMIAROWE W WYROBISKU ŚCIANOWYM

Obiektem pomiarów w wyrobisku ścianowym jest wchodzący w skład kompleksu zmechanizowanego przenośnik zgrzebłowy z napędem wysypowym i zwrotnym.

W każdym napędzie może być zainstalowany jeden lub dwa układy napędowe usytuowane równolegle, prostopadle lub w sposób mieszany. Silniki elektryczne połączone mogą być z reduktorami za pośrednictwem sprzęgieł hydrokinetycznych lub podatnych. Przedstawiane stanowisko umożliwia prowadzenie pomiarów poboru czynnej mocy elektrycznej wszystkich silników przenośnika niezależnie od ich nominalnej mocy i konfiguracji układów napędowych przenośnika. Pomiar mocy każdego z silników realizowany jest odrębnym zestawem aparatury pomiarowej z rejestracją wszystkich zapisów na wspólnej taśmie, co umożliwia wyznaczenie nie tylko sumarycznej mocy przenośnika, ale i rozdziału mocy na poszczególne układy pomiarowe. Zestawy do pomiaru mocy zainstalowane w chodniku, w bezpośrednim sąsiedztwie wyrobiska ścianowego w niczym nie zakłócają normalnej pracy przenośnika zgrzebłowego, który może być eksploatowany niezależnie od tego czy moc silników jest rejestrowana, czy też nie.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego w wyrobisku ścianowym i chodniku podścianowym

Fig. 1. Scheme of measuring position in the face working and conveyor road

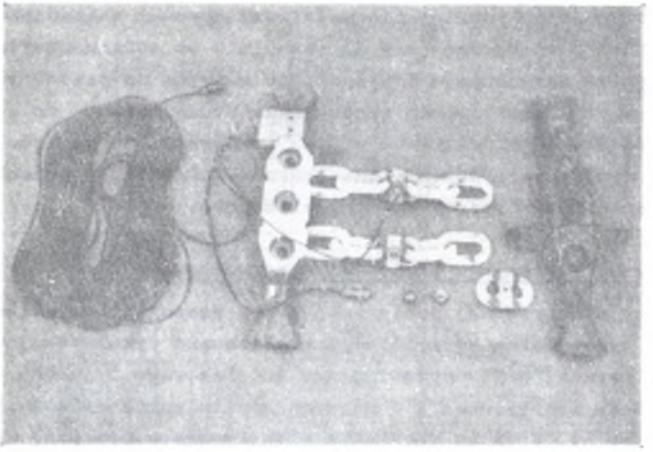
Bardziej kłopotliwy - ze względów organizacyjnych jest pomiar sił w łańcuchach gałęzi ładowanej przenośnika, wymagający kablowego przesyłania sygnałów do rejestratora. Konstrukcja oprawki zabezpieczającej ogniwo pomiarowe, umożliwia jednak normalną pracę przenośnika w przerwach między pomiarami.

Przykładowe stanowisko pomiarowe w wyrobisku ścianowym o długości 202 m i nachyleniu podłużnym 10-18°, w którym prowadzono pomiary drgań w przenośniku zgrzebłowym przedstawiono na rys. 1, uwidaczniając rozmieszczenie poszczególnych elementów stanowiska pomiarowego w ścianie i chodniku podścianowym. Podstawowym obiektem pomiarów w wyrobisku ścianowym był przenośnik zgrzebłowy typu Rybnik-80 ze zdwojonymi napędami wysypowym i zwrotnym, wyposażony w dwa łańcuchy środkowe. Zamiast sprzęgieł hydrokinetycznych w przenośniku zainstalowano sprzęgła podatne SPP-100 Z. Po stronie ścianowej zamontowane były silniki asynchroniczne o mocy 132 kW, a po stronie zawałowej przenośnik posiadał silnik o mocy 90 kW, usytuowany w napędzie zwrotnym równolegle, a w napędzie wysypowym w sposób mieszany prostopadło-równoległy. W czasie pracy przenośnika mierzono siły w łańcuchach zgrzebłowych, w czterech punktach konturu i pobór mocy przez poszczególne układy napędowe.

2.1. Pomiar sił w łańcuchach przenośnika zgrzebłowego

Pomiaru sił dokonywano w obu nitkach łańcuchowych w okolicach napędu głównego (wysypowego) i pomocniczego (zwrotnego) równocześnie. Realizowano je poprzez przygotowane wcześniej 5 ogniwowe odcinki łańcucha pomiarowego (rys. 2) wpięte w kontur łańcucha przenośnika. W ciągu łańcucha przenośnikowego wpiętych było w czasie każdego pomiaru po cztery odcinki łańcucha pomiarowego. Ogniwo środkowe odcinka łańcucha pomiarowego dzięki specjalnemu przygotowaniu i naklejeniu na nim tensometrów stanowiło czujnik pomiaru siły. Tensometry na ogniwach zabezpieczono przed wpływem atmosfery kopalnianej oraz uszkodzeniami mechanicznymi. Zabezpieczenie przed uszkodzeniami mechanicznymi stanowiła odpowiednio wyprofilowana oprawka metalowa, do której przymocowane zostało łącze wielostykowe obudowy wzmocnionej. Czujniki te wraz ze wzmacniaczami zostały wycechowane przed zamontowaniem na badanym przenośniku. Sygnał z tensometrów ogniwa pomiarowego poprzez łącze i kabel ekranowany przekazywany był do wzmacniacza.

Wzmacniacz przymocowany do zgrzebła przenośnika odbierał sygnały z obu nitek łańcucha (rys. 2). Czujniki pomiaru siły (ogniwa pomiarowe) zasilane były z jednego zasilacza stabilizowanego. Do drugiego podłączono oscylograf dwunastopętlicowy typu K12-22 z kasetą, w której znajdował się papier światłoczuły. Sygnały z ogniw pomiarowych po wzmocnieniu we wzmacniaczach przesyłane były drogą kablową do oscylografu i rejestrowane na papierze światłoczułym. Oba zasilacze i oscylograf w czasie pomiarów znajdowały się w wyrobisku ścianowym (rys. 1).



Rys. 2. Elementy układu pomiarowego do pomiaru sił w łańcuchach przenośnika zgrzebłowego

Fig. 2. Elements of measuring set for measurements of conveyor chains forces

Rys. 3. Ogniwo pomiarowe z oprawką zabezpieczającą

Fig. 3. Measuring chain link with protective clamping ring

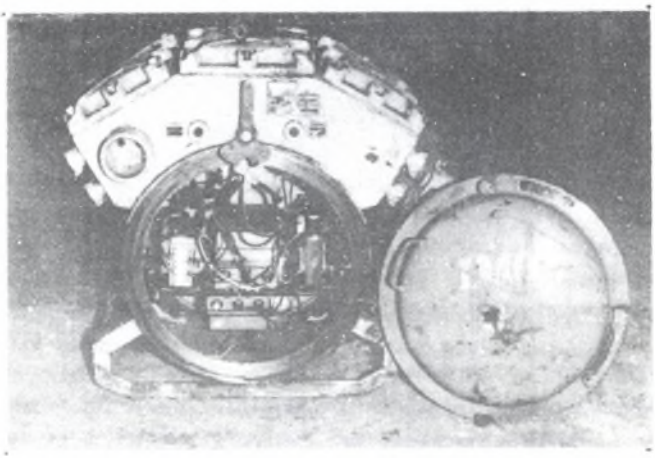
Ze względu na przesyłanie sygnałów z ogniw pomiarowych do wzmacniaczy i oscylografu drogą kablową, możliwy był pomiar sił tylko w gałęzi ładownej (górnej) przenośnika zgrzebłowego. Jednakże konieczność rozpinania łańcuchów zgrzebłowych w celu zamontowania 5 ogniwowych odcinków łańcucha pomiarowego, a tym samym konieczność ich wcześniejszego montażu, wymuszała taką konstrukcję ogniw pomiarowych by mogły one po przejściu przez

bęben łańcuchowy przemieszczać się również w gałęzi powrotnej (dolnej) przenośnika. Oryginalne rozwiązanie metalowej oprawki zabezpieczającej tensometry ogniwa pomiarowego (rys.3) pozwalało po odłączeniu łącza wielostykowego z kablem ekranowanym i osłonięciu gniazda za pomocą gwintowanej przykrywki oraz po zdemontowaniu wzmacniacza ze zgrzebła - na eksploatację przenośnika ścianowego w przerwach między pomiarami. Ze względu na trudne warunki pracy ogniw pomiarowych w szczególności w trakcie przechodzenia przez bęben łańcuchowy przerwy te minimalizowano.

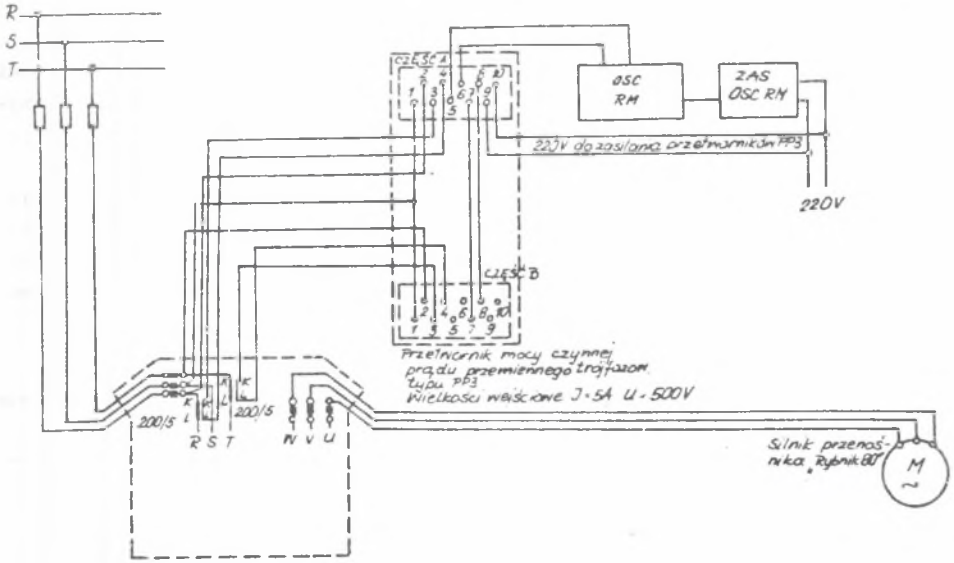
2.2. Pomiar mocy silników przenośnika zgrzebłowego

Pomiary mocy elektrycznej pobieranej przez poszczególne układy napędowe ścianowego przenośnika zgrzebłowego realizowano wykorzystując przetworniki mocy czynnej prądu przemiennego trójfazowego typu PP3. Aparatura pomiarowa została zamontowana w obudowach kopalnianych wyłączników ognioszczelnych (rys. 4). W układ zasilania elektrycznego pomiędzy każdy silnik napędowy przenośnika zgrzebłowego a KWSOI wpięto układ pomiarowy mocy. Schemat ideowy połączeń układu pomiarowego z przetwornikiem PP3 pokazano na rys. 5. Sygnały z przetwornika mocy za pomocą przewodu ekranowanego przekazywane były do oscylografu i rejestrowane na papierze światłoczułym. Do zasilania oscylografu wykorzystywano zasilacz stabilizowany. Aparatura pomiarowo-rejestrująca umieszczona była w chodniku podścianowym (rys. 1).

W czasie pracy przenośnika rejestrowano równocześnie pobór mocy przez wszystkie układy napędowe badanego przenośnika ścianowego.



Rys. 4. Zestaw aparatury do pomiaru mocy w obudowie ognioszczelnej
Fig. 4. Flame-proof huusing with measuring set for measurements of electric power



Rys. 5. Schemat ideowy połączeń układu pomiarowego z przetwornikiem mocy PP3

Fig. 5. Schematic diagram of connections of the measuring system with the power convertor PP3

3. SKALOWANIE PRZYRZĄDÓW POMIAROWYCH

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

3.1. Skalowanie zestawów do pomiaru mocy

Po zmontowaniu zestawów do pomiaru mocy składających się z przetworników mocy czynnej typu PP3, przekładników prądowych i przekładników napięciowych umieszczonych w obudowie ognioszczelnej wyłączników kopalnianych, układy wyskalowano w Laboratorium Środowiskowym Instytutu Mechanizacji Górnictwa. W tym celu dokonywano równocześnie pomiaru mocy i napięcia skalowanym zestawem i włączoną szeregowo laboratoryjną walizką pomiarową. 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 agregat hydrauliczny obudowy zmechanizowanej o nominalnej mocy 45 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.

3.2. Skalowanie zestawów do pomiaru sił

W skład zestawu do pomiaru sił w łańcuchu zgrzebłowym wchodziły: ogniwa pomiarowe (środkowe ogniwo w odcinku pomiarowym pięcioogniwowym 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.:

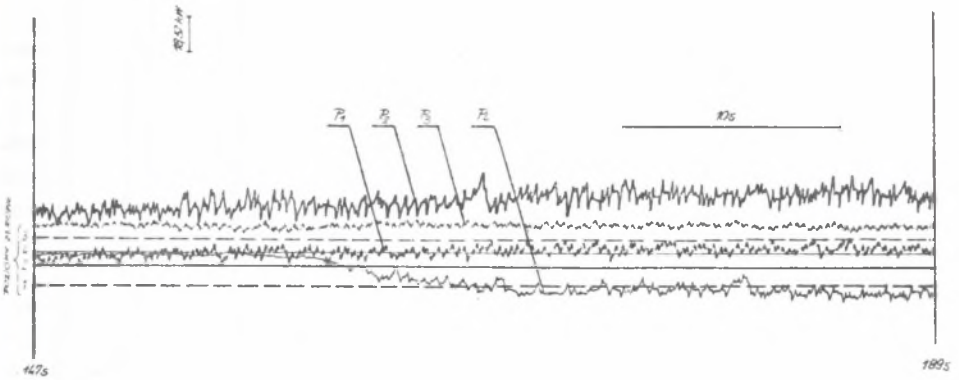
- charakterystyki ogniw pomiarowych,
- charakterystyki ogniw pomiarowych z przyporządkowanymi im wzmacniaczami tensometrycznymi,
- charakterystyki całego zestawu pomiarowego: ogniwo pomiarowe - wzmacniacz tensometryczny - kabel ekranowany - oscylograf pętlicowy.

Podstawą wyznaczania skali 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.

4. ZAKOŃCZENIE

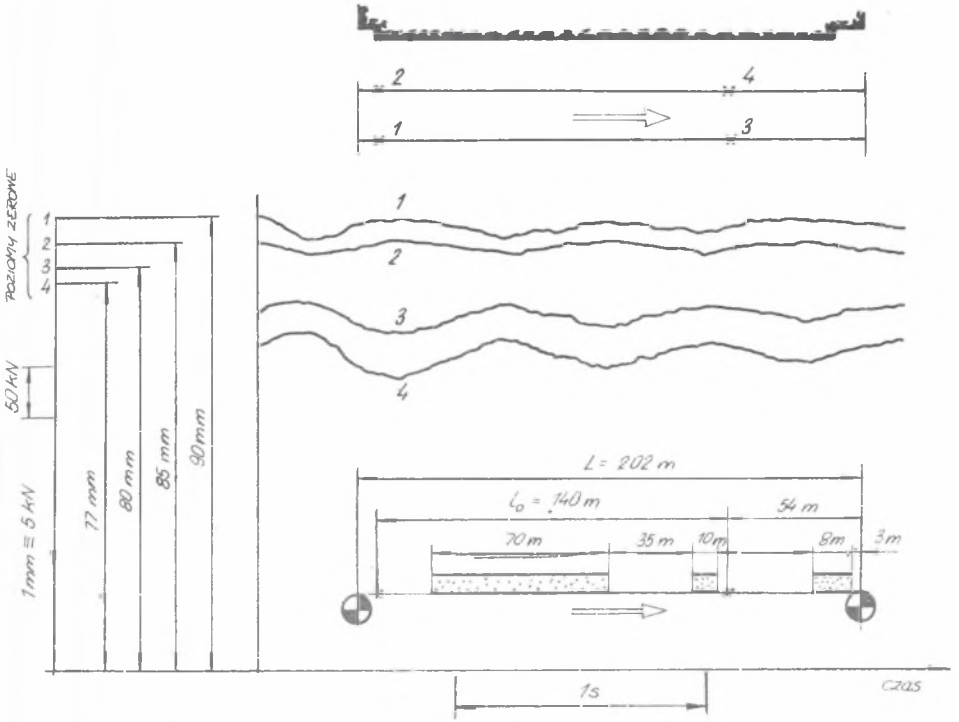
Przedstawione stanowisko umożliwia pomiary i rejestrację mocy pobieranej przez silniki elektryczne poszczególnych zespołów napędowych oraz sił w łańcuchach gałęzi ładownej przenośnika zgrzebłowego w warunkach przemysłowych. Wyniki pomiarów stanowiły podstawę do określania stopnia obciążenia zespołów przenośnika, rozdziału mocy na poszczególne zespoły napędowe, zróżnicowania obciążeń łańcucha prawego i lewego. Można było także zweryfikować efekty zamierzone i rzeczywiste wprowadzanych innowacji do konstrukcji już istniejących przenośników zgrzebłowych.

Charakterystyczny przykład przebiegu poboru mocy elektrycznej przez silniki nieobciążonego przenośnika ścianowego (przedstawionego na rys. 1) zaprezentowano na rys. 6. Widoczna jest praca generatorowa jednego z silników napędu głównego, będąca efektem napędzania wirnika tego silnika do prędkości nadsynchronicznej. Na rys. 7 przedstawiono oscylogram rejestratora obciążeń w łańcuchach w ruchu ustalonym tego przenośnika zgrzebłowego. Zaznaczono miejsce położenia urobku kamienno-węglowego na przenośniku. Zwiększenie obciążeń w ogniwach 3 i 4 towarzyszy zmniejszenie obciążeń w ogniwach 1 i 2, co jest charakterystyczne dla węzła drgań obciążeń w stanie nieluzowania łańcuchów (napięcia wstępne łańcuchów kompensują statyczne i dynamiczne wydłużenia sprężyste).



Rys. 6. Przebiegi poboru mocy przez silniki przenośnika nieobciążonego urobkiem

Fig. 6. Power consumption by the motors of unloaded face conveyor



Rys. 7. Przebiegi sił w łańcuchach przenośnika zgrzebłowego

Fig. 7. Variation of loads in chains of the face conveyor

Pomiary przenośników zgrzebłowych w warunkach dołowych są konieczne lecz niewystarczające. Badania właściwe powinny być prowadzone na stanowiskach badawczych, które umożliwiają zdeterminowanie warunków obciążenia oraz pomiar zdecydowanie większej liczby parametrów działania przenośnika. Wnioskowanie z badań doświadczalnych powinno być wspomagane badaniami teoretycznymi prowadzonymi za pomocą modelu matematycznego. Dopiero zgodność informacji uzyskanych z trzech źródeł (pomiary dołowe, badania stanowiskowe i badania modelowe) pozwala na prawidłowe (jednoznaczne) wyjaśnienie zjawisk dynamicznych występujących w górniczych przenośnikach zgrzebłowych.

Recenzent: Prof. dr inż. Zbigniew Korecki

Wpłynęło do Redakcji w styczniu 1990

СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ КОЛЕБАНИЙ
В СКРЕБКОВОМ КОНВЕЙЕРЕ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

Р е з ю м е

В реферате представлен стенд для измерений колебаний в скребковом конвейере работающим в очистном забое. Скребковый конвейер может обладать двумья, тремья четырьемья приводными системами, которые можна оборудовать гидравлическими или подвижными муфтами. Во время эксплуатации конвейера делались измерения и регистрации уцилий в обеих погрузочной цепи конвейера вблизи приводов а также регистрировалась активная мощность потребляемая от сети через все электродвигатели. В результате измерений можно определить реальные нагрузки в цепях конвейера, их амплитуды и частоты а также разпределение мощности на все электродвигатели в установившемся движении и во время запуска. Измерительная система и набор аппаратуры запроектировано таким образом чтобы очистной конвейер не требовал специальной подготовки. Набор аппаратуры для измерений мощности помещено в искроуловительных коробках, а измерительные элементы усилий в предохранительных оправках.

STAND FOR MEASUREMENTS OF SCRAPER
CONVEYORS VIBRATIONS IN THE FACE WORKING

S u m m a r y

Measuring position of a scraper chain conveyor in the face working is presented in the paper. The face scraper conveyor has two, three or four drive systems provided with hydraulic or flexible couplings. The shown measuring position permits measurements and recordings of electric active power drawn from mains by asynchronous motors and chains loads during the exploatation of scraper conveyor. Results of the carried out measurements enable designation of vibration frequency and amplitude of forces and power distribution in asynchronous motors. Measuring set doesn't require special adaptation of face scraper conveyor for measurements.