18

ŚCIANOWE PRZENOŚNIKI ZGRZEBŁOWE Z INTELIGENTNYMI SYSTEMAMI REGULACJI PARAMETRÓW PRACY NAPĘDÓW PRZENOŚNIKA

18.1 WSTĘP

Zapotrzebowanie na inteligentny wysokowydajny, niezawodny ścianowy przenośnik zgrzebłowy, wynika z faktu, że jest on podstawowym urządzeniem wchodzącym w skład kompleksu ścianowego i w związku z tym współdecyduje o zdolności wydobywczej eksploatowanej ściany węglowej.

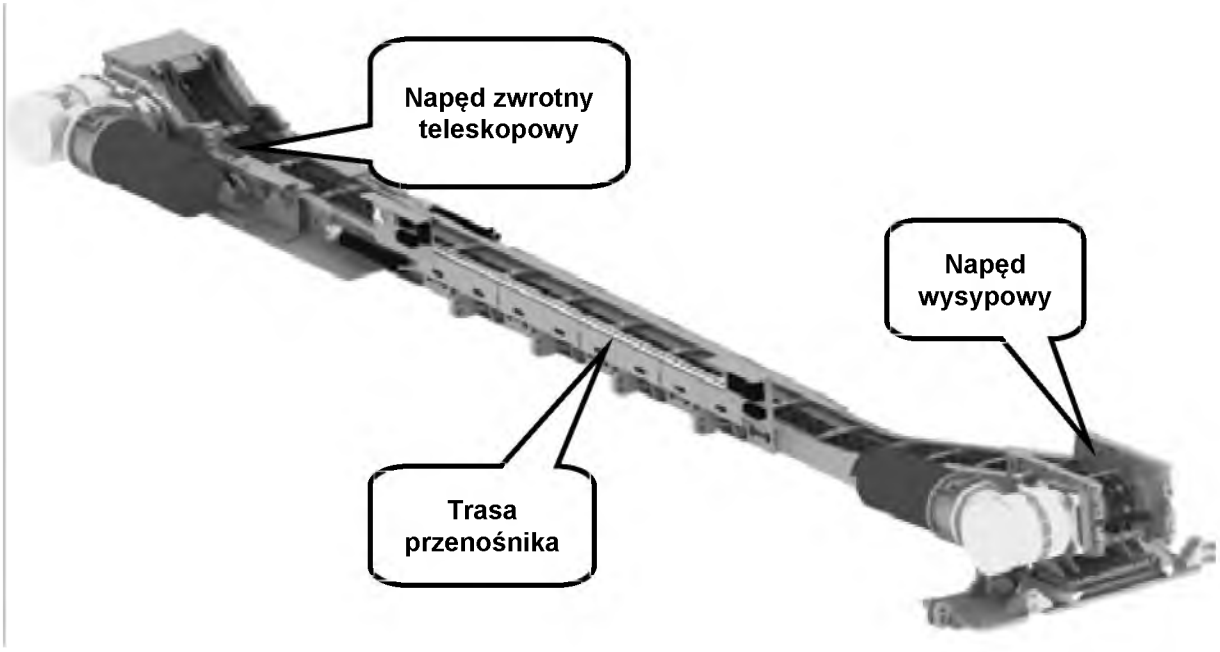
W sytuacji, gdy w kopalni eksploatowane są 1-3 kompleksy ścianowe niedyspozycyjność jednego z nich generuje olbrzymie straty produkcyjne.

W zakresie rozwoju konstrukcji kombajnów ścianowych osiągnięto w ostatnim okresie bardzo duży postęp. Ścianowy przenośnik zgrzebłowy spełniający podstawową funkcję transportową spełnia dodatkowo funkcję integrującą maszynę urabiającą oraz obudowę zmechanizowaną.

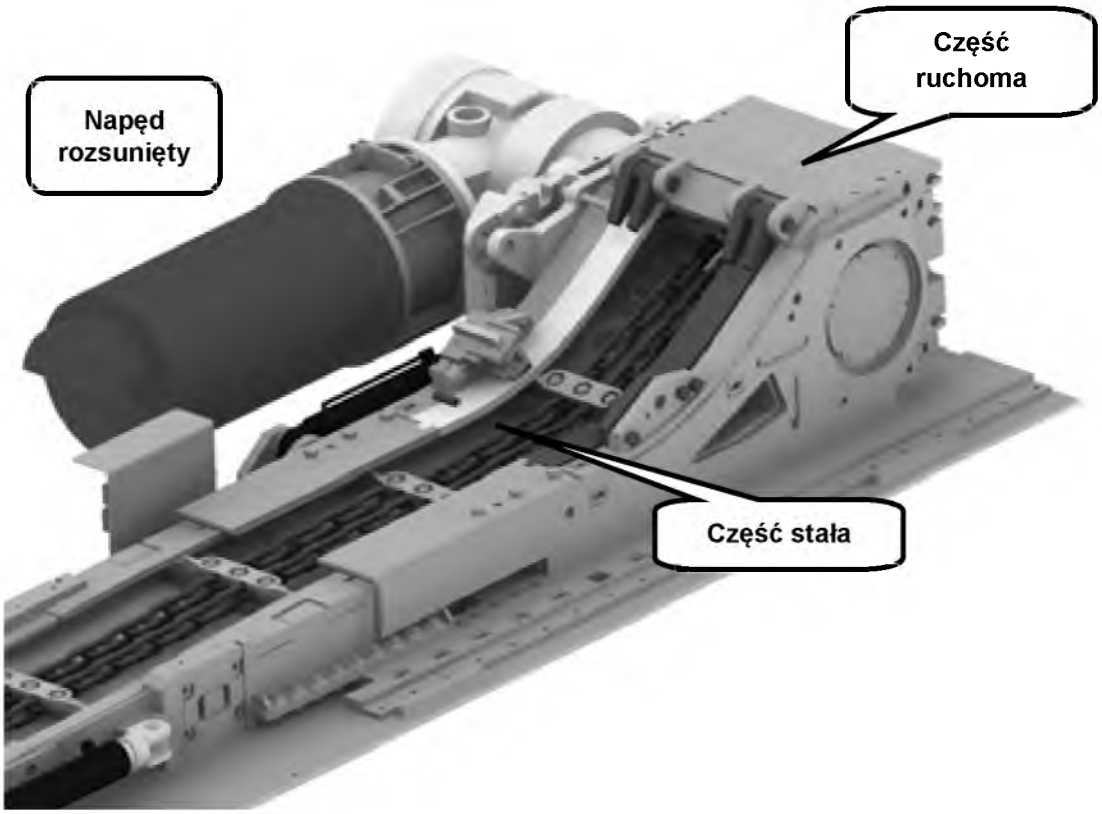
Funkcja transportowa przenośnika zgrzebłowego realizowana jest przy wykorzystaniu górniczego łańcucha ogniwowego. Łańcuch ogniwowy posiadający własności sprężyste, obciążany jest nierównomiernie strugą niejednolitego urobku co jest powodem generowania zakłóceń we współpracy znacznie oddalonych od siebie jednostek napędowych ścianowego przenośnika zgrzebłowego. Łańcuch zgrzebłowy pracuje więc pod różnym obciążeniem, które podczas pracy przenośnika ulega ciągłym zmianom wskutek zmiennej wielkości nadawy urobku na przenośnik oraz zmianom konfiguracji jego ułożenia w ścianie.

Z tego też powodu cięgna łańcuchowe są zwykle najbardziej awaryjnymi elementami przenośników zgrzebłowych (rys. 18.1).

Aby zapewnić bezawaryjną pracę cięgna łańcuchowego należy utrzymywać jego właściwe napięcie, aby przy najniekorzystniejszych warunkach pracy cięgna nie dochodziło do jego nadmiernego luzowania się co może doprowadzić do różnych perturbacji ruchowych. Z kolei zbyt duże napięcie cięgna łańcuchowego powoduje zwiększenie intensywności zużycia ściernego łańcuchów, gwiazd, zgrzebeł i rynien oraz zwiększenie poboru mocy przez jednostki napędowe. Aby zapewnić utrzymanie prawidłowego napięcia cięgna łańcuchowego w zmieniających się warunkach pracy przenośnika skonstruowano teleskopowy napęd zwrotny, który umożliwia przemieszczanie bębna napędowego zwrotnego względem bębna napędowego wysypowego (rys. 18.2).

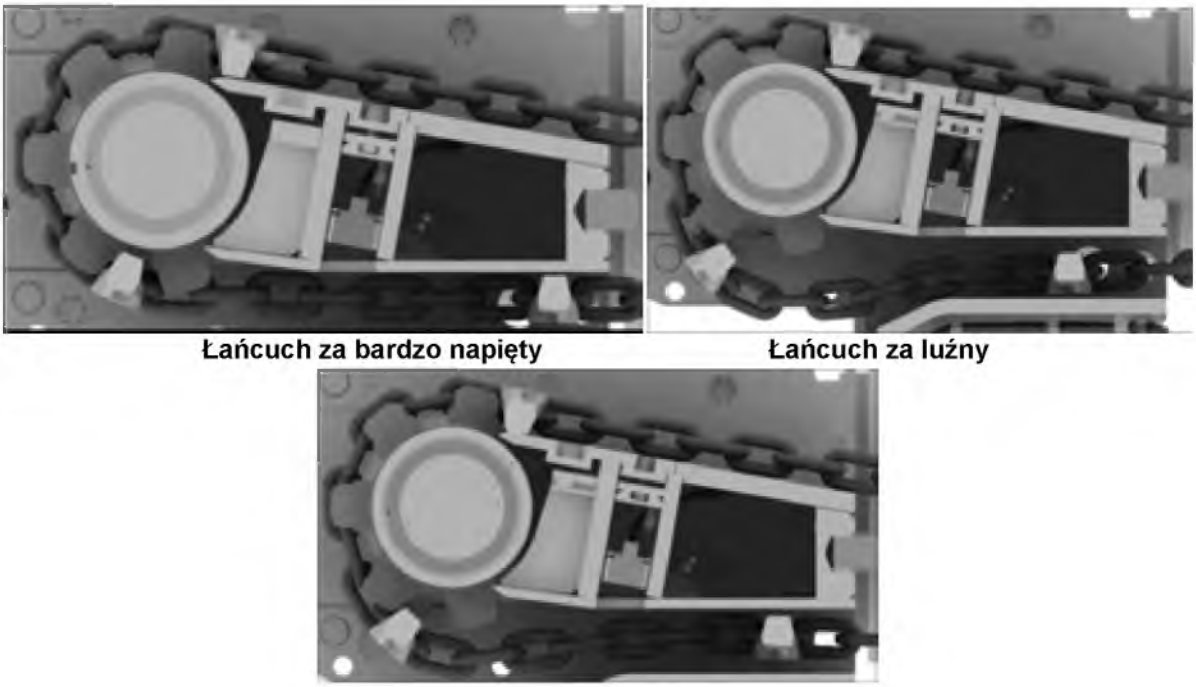


Rys. 18.1 Przenośnik RYBNIK 850 z napędem zwrotnym teleskopowym



Rys. 18.2 Przenośnik RYBNIK 850 z napędem zwrotnym teleskopowym rozsuniętym

Rozwiązanie takie uzupełnione odpowiednim układem sterowania pozwala bez zatrzymywania pracy przenośnika kompensować wydłużenie sprężyste łańcuchów wynikające ze zmian obciążenia przenośnika urobkiem oraz zmian konfiguracji ułożenia przenośnika w trakcie jego pracy (rys. 18.3).



Rys. 18.3 Stany napięcia łańcucha zgrzebłowego

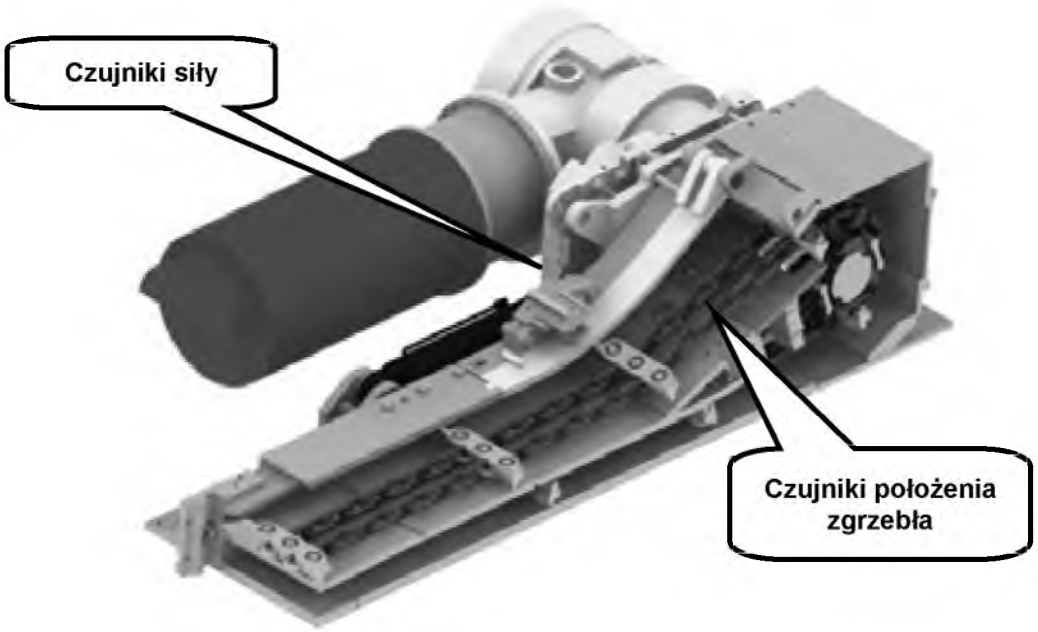
18.2 SYSTEM REGULACJI PARAMETRÓW PRACY PRZENOŚNIKÓW ZGRZEBŁOWYCH

Dotychczas podejmowane próby rozwiązania tego problemu były realizowane częściowo. Jako przykład można podać monitorowanie stanu siły napięcia łańcucha na napędzie zwrotnym w oparciu o wartość ciśnienia w siłowniku napinającym teleskopowy napęd zwrotny. Pomijając fakt, że ciśnienie to jest powiększane dla potrzeb pokonywania oporów przesuwania napędu to wynika ono jednak z sumy napięcia łańcucha w górnej i dolnej części jego biegu. Tymczasem w celu poprawnego diagnozowania parametrów pracy przenośnika niezbędna jest m.in. znajomość siły napięcia łańcucha w miejscu jego zbiegania z bębna zwrotnego (rys. 18.4). Generowanie właściwej decyzji regulacyjnej może być podjęte jedynie w oparciu o kompleksowy monitoring parametrów pracy przenośnika, dlatego w proponowanym rozwiązaniu zakłada się zintegrowanie nadążnego napinania łańcucha z regulacją mocy pobieranej przez silniki jednostek napędowych. Jednym z ważniejszych elementów tego monitoringu będzie ciągły pomiar siły w łańcuchu schodzącym z bębna napędu zwrotnego [1].

W celu właściwego i poprawnego rozwiązania tego problemu powołano konsorcjum firm:

- INSTYTUT TECHNIKI GÓRNICZEJ „KOMAG" – lider konsorcjum
- POLITECHNIKA ŚLĄSKA – Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Mechanizacji Górnictwa
- KOPEX Machinery S.A. – Zakład Rybnik (dawniej RYFAMA SA.)
- KOPEX Electric System S.A.

które w ramach programu INNOTECH otrzymało dofinansowanie z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) na realizację przedmiotowego tematu.



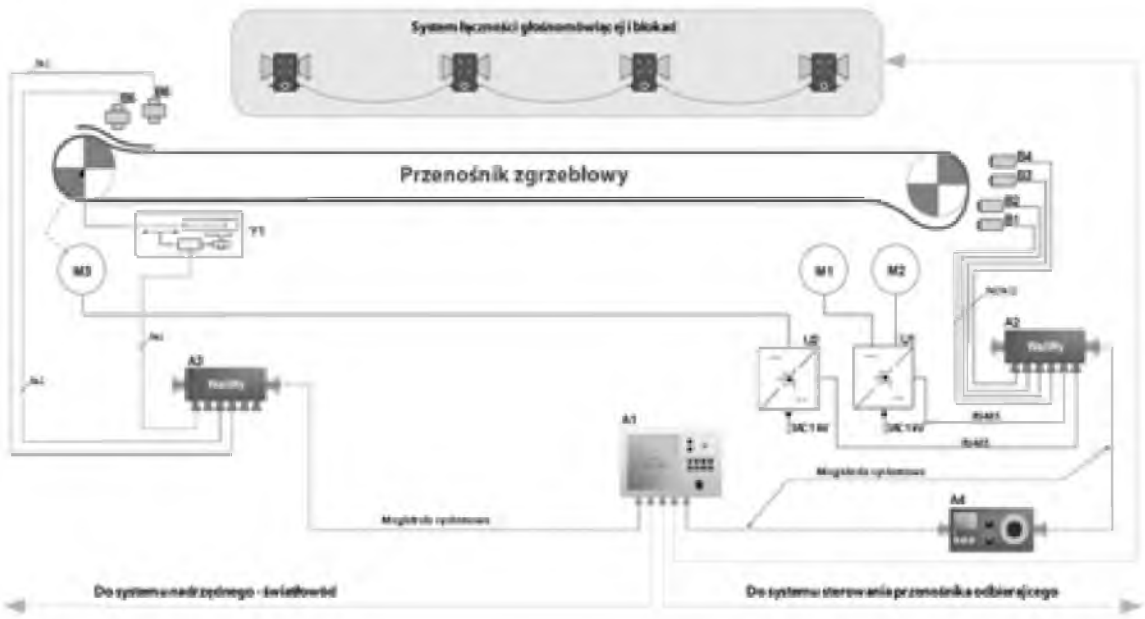
Rys. 18.4 Rozmieszczenie czujników na napędzie zwrotnym

W przedmiotowym temacie przewidziano opracowanie mechanicznego systemu regulacji obciążeń jednostek napędowych funkcjonującego w oparciu o teleskopowy napęd zwrotny oraz przekształtniki częstotliwości (rys. 18.5), które to urządzenia są sterowane w oparciu o monitorowanie stanu cięgna łańcuchowego na napędach przenośnika zgrzebłowego.

Rys. 18.5 Przekształtnik częstotliwości PNO-340

Przez teleskopowy napęd zwrotny rozumieć należy napęd zwrotny, w którym położenie napędowego bębna łańcuchowego regulowane jest za pomocą siłownika hydraulicznego.

Opracowany w ramach tematu system regulacji parametrów pracy ścianowego przenośnika zgrzebłowego przedstawiony jest na schemacie ideowym rys. 18.6.



Legenda:
M1, M2 – silniki elektryczne napędu głównego
M3 – silnik elektryczny napędu pomocniczego
U1, U2 – przemienniki częstotliwości
Y1 – zespół siłownika hydraulicznego napędu teleskopowego (zwrotnego)
A1 – sterownik główny
A2, A3 – specjalizowane sterowniki lokalne
A 4 – pulpit sterowniczy
B1, B2 – czujniki magnetyczne NW – strona lewa
B3, B4 – czujniki magnetyczne NW – strona prawa
B5 – czujniki magnetyczne NZ
B6 – czujnik nacisku na ślizg prowadzący NZ

Rys. 18.6 Struktura systemu

System ten zapewnia realizowanie następujących funkcji [2]:

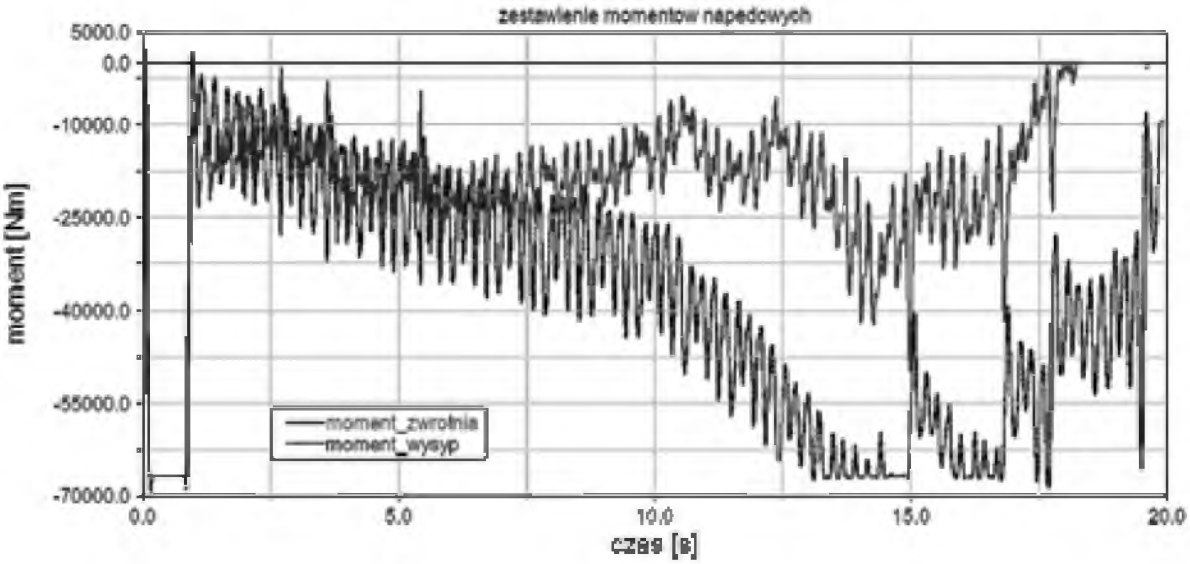
- automatyczną regulację napięcia łańcucha zgrzebłowego podczas jego rozruchu oraz w czasie pracy ustalonej,
- regulację mocy pobieranej przez napędy w taki sposób aby jednostki napędowe pracowały przy zbliżonych mocach,
- łagodny rozruch przenośnika,
- ułatwione skracanie lub wydłużanie łańcucha podczas okresowych prac konserwacyjnych i przeglądowych,
- bezstopniową regulację prędkości łańcucha.

System regulacji będzie automatycznie zmniejszał lub likwidował objawy niepoprawnej pracy przenośnika. W oparciu o uzyskane informacje z zespołów czujników położenia zgrzebeł oraz czujników nacisku układ sterowania będzie kontrolował stan pracy przenośnika, w wyniku czego będzie wypracowywał odpowiednie sygnały do układów wykonawczych. Regulacja będzie polegała na zmianie częstotliwości napięcia zasilającego silniki na napędach lub na zmianie wielkości rozsunięcia napędu teleskopowego.

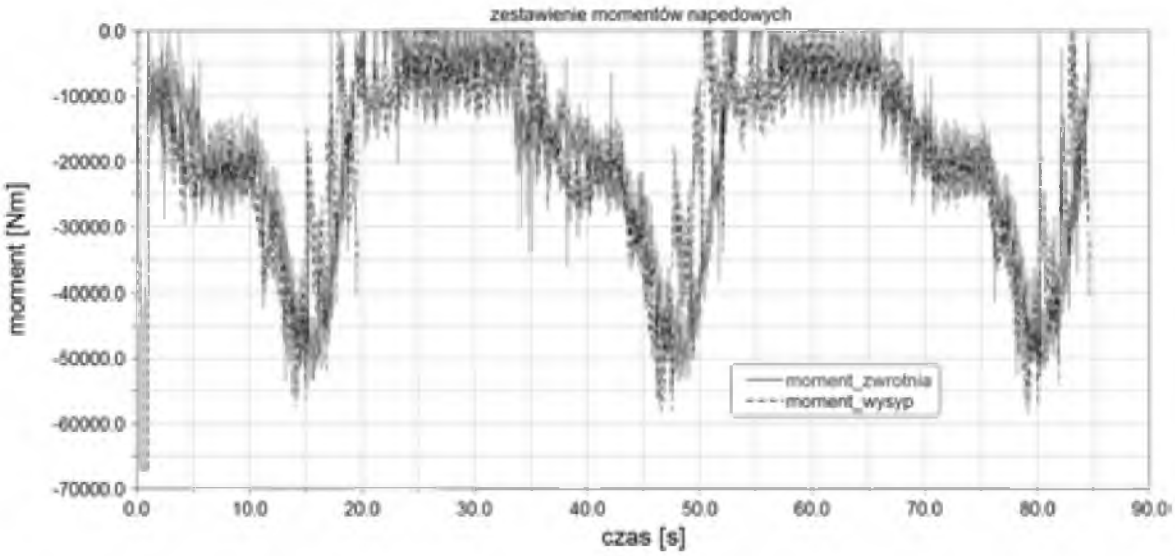
Układy wykonawcze po zrealizowaniu dyspozycji będą przekazywały informacje zwrotne o wykonaniu danego kroku regulacyjnego. Układ napinania będzie działał skokowo np. co 25 mm. Po każdej wykonanej dyspozycji napinania lub luzowania system sterowania

będzie ponownie, w ściśle określonym czasie analizował stan pracy i jeżeli stan poprawny nie będzie osiągnięty, nastąpi kolejny krok regulacji, na przykład napinania lub luzowania.

Identyfikowanie stanu luzowania lub nieluzowania łańcucha w miejscu zbiegania z gwiazdy napędowej napędu wysypowego realizowane będzie przez zastosowanie dwu par czujników ruchu usytuowanych pod i nad nitką łańcucha zgrzebłowego zbiegającego z bębna napędu wysypowego. Monitorowanie siły w łańcuchu w miejscu jego zbiegania z gwiazdy napędowej napędu zwrotnego oparto na oddziaływaniu zgrzebeł na ślizg prowadzący w strefie kadłuba napędu zwrotnego. Gdy łańcuch jest naprężony, końcówki zgrzebeł ocierają o ślizg prowadzący wywierając siłę, która odpowiada składowej siły osiowej w łańcuchu.



Rys. 18.7 Efekt obciążeń napędów – przed korektą algorytmu



Rys. 18.8 Efekt obciążeń napędów – po korekcie algorytmu

Praca systemu regulacji obiektu którym będzie przenośnik zgrzebłowy oparta będzie na realizacji opracowanego algorytmu sterowania, który wymaga kontroli następujących stanów:

- stanu luzowania łańcucha po zejściu z gwiazdy napędowej napędu wysypowego,

- stanu luzowania łańcucha po zejściu z gwiazdy napędowej napędu zwrotnego,
- stanu napięcia łańcucha po zejściu z gwiazdy napędowej napędu zwrotnego,
- wartości prądów pobieranych przez silniki napędu wysypowego i zwrotnego oraz częstotliwości napięcia zasilania tych silników,
- położenia tłoczyska siłownika hydraulicznego na rynnie teleskopowej napędu zwrotnego.

Przykłady wyników działania algorytmów wyrównywania obciążeń silników elektrycznych przestawiono na rys. 18.7 oraz 18.8.

PODSUMOWANIE

Przedstawiony prototypowy system regulacji parametrów pracy przenośnika zgrzebłowego przetestowany został na specjalnie przygotowanym stanowisku badawczym. Stanowisko badawcze stanowił przenośnik zgrzebłowy typu RYBNIK 850/260 o długości 100 mb z jednostkami napędowymi o mocy 2x315 kW i napięciu znamionowym 1000 V. Silniki zasilane były z przekształtników częstotliwości PNO-340 o mocy 500 kW w taki sposób, że jeden z nich zasilał silnik napędu głównego, a drugi – silnik napędu pomocniczego.

Po przeprowadzonych badaniach stanowiskowych stwierdzić można że:

- opracowana została właściwa platforma sprzętowa oferująca szerokie możliwości realizacji regulacji parametrów pracy przenośnika zgrzebłowego,
- zabudowane na przenośniku przetworniki umożliwiają kompleksowy monitoring parametrów pracy przenośnika. Mierzona jest siła napięcia łańcucha w miejscu jego zbiegania z bębna napędu zwrotnego, położenie zgrzebeł względem bramki na napędzie wysypowym, ciśnienie zasilania układu hydraulicznego zwrotni teleskopowej, wysuw tłoczyska siłownika zwrotni teleskopowej,
- algorytm ma możliwość wpływania na obiekt regulacji, którym jest przenośnik zgrzebłowy.

LITERATURA

1. Drwięga A. Szwerda K, Tytko S.: „Zagadnienia regulacji obciążeń napędów w wysokowydajnym przenośniku zgrzebłowym kompleksu ścianowego". Międzynarodowa Konferencja „Techniki Urabiania TUR 2013" Kraków-Krynica 2013.
2. Mazurczyk A., Ofiarkiewicz D.: „Innowacyjny system optymalizacji pracy przenośnika zgrzebłowego". Konferencja Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2014, Kraków 2014.

ŚCIANOWE PRZENOŚNIKI ZGRZEBŁOWE Z INTELIGENTNYMI SYSTEMAMI REGULACJI PARAMETRÓW PRACY NAPĘDÓW PRZENOŚNIKA

Streszczenie: *W artykule przedstawiono osiągnięcia firmy KOPEX Machinery Zakład Rybnik w zakresie rozwoju konstrukcji i wprowadzania innowacyjnych rozwiązań w górniczych przenośnikach zgrzebłowych. Zaprezentowano innowacyjne rozwiązania, które są wynikiem rosnących wymagań użytkowników oraz wieloletnich doświadczeń RYFAMY w produkcji przenośników zgrzebłowych dla potrzeb górnictwa węglowego.*
W artykule omówiono inteligentne systemy sterowania pracą przenośników, które staną się bazą do wdrożenia systemów pełnej automatyzacji pracy kompleksu ścianowego przy jego bardzo dużej dyspozycyjności oraz bezpieczeństwie użytkowania.

Słowa kluczowe: *przenośnik zgrzebłowy, łańcuch ogniwowy, sterowanie, inteligentny, energooszczędny*

Stanisław TYTKO, Eugeniusz STANEK
KOPEX Machinery SA.
ul. 3 Maja 89, 41-800 Zabrze
e-mail: stanislaw.tytko@kopex.com.pl; eugeniusz.stanek@kopex.com.pl
dr inż. Piotr SOBOTA
Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii,
Instytut Mechanizacji Górnictwa
ul. Akademicka 2a, 44-100 Gliwice
e-mail: Piotr.Sobota@polsl.pl
Andrzej DRWIĘGA
Instytut Techniki Górniczej KOMAG
ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice
e-mail: adrwiega@komag.eu
Andrzej MAZURCZYK
Elgór+Hansen SA.
ul. Opolska 19, 41-500 Chorzów
e-mail: andrzej.mazurczyk@kopex.com.pl