

Jerzy ANTONIAK

NAPĘDY DUŻEJ MOCY DLA GÓRNICZYCH PRZENOŚNIKÓW ZGRZEBŁOWYCH

Streszczenie. W pracy opisano aktualne kierunki rozwoju napędów przeznaczonych dla ciężkich górniczych przenośników zgrzeblowych. Szczegółowo opisano napędy ze sprzęgłami hydrodynamicznymi o zmiennym wypełnieniu oraz napędy tzw. Best World Controlled Started Transmission. Na zakończenie porównano własności techniczne tych napędów.

DRIVE OF GREAT POWER FOR MINE AFC

Summary. In the paper actual directions of development of AFC drives is described. In particular the drive with regulated fill coupling and the Best World Controlled Started Transmission drive are considered. At the end the technical merits of both drive types are compared.

1. NOWOCZESNE SYSTEMY NAPĘDOWE DLA GÓRNICZYCH PRZENOŚNIKÓW ZGRZEBŁOWYCH

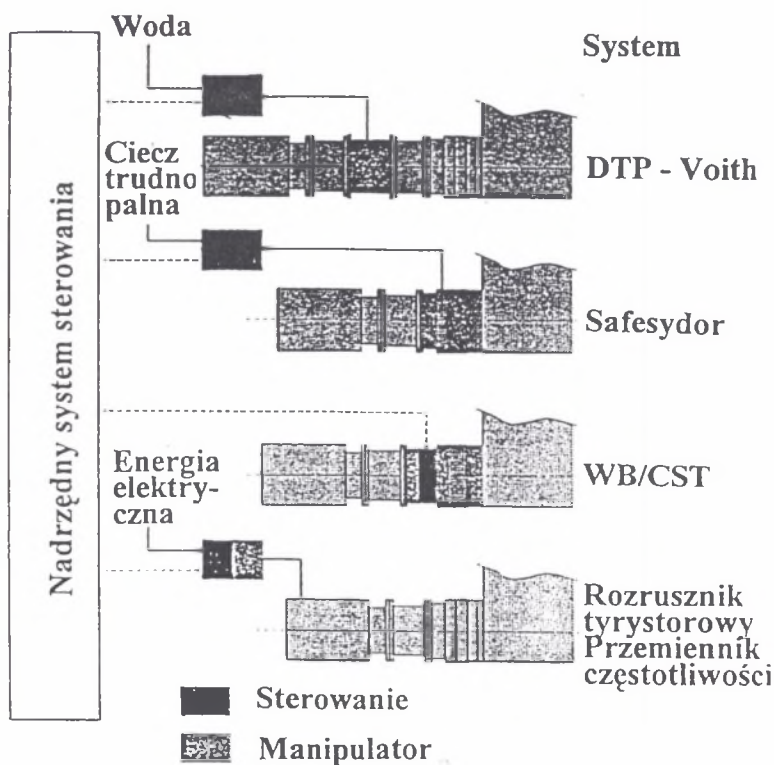
W przenośnikach zgrzeblowych małej i średniej mocy z powodzeniem stosowane są od wielu lat napędy z silnikami indukcyjnymi dwubiegowymi, sprzęgłami elastycznymi i z przekładniami zębatymi walcowymi lub stożkowo-walcowymi. Cena silnika dwubiegowego, najczęściej o stosunku mocy 1:3, jest prawie dwukrotnie większa od ceny silnika indukcyjnego jednobiegowego analogicznej mocy. Są to napędy czysto elektromechaniczne z pewną elastycznością na skręcanie, których wady [1] czynią ten napęd nieprzydatny dla większych mocy silników napędowych.

Wymagania stawiane nowoczesnym napędom wysoko wydajnych przenośników zgrzeblowych są następujące:

- bezobciążeniowy rozruch silników napędowych i posobne ich uruchamianie,

- łagodny i płynny wzrost momentu rozruchowego od wartości zerowej do wartości uruchamiającej przenośnik,
- możliwość dopasowania wielkości momentu rozruchowego do aktualnego stanu załadowania przenośnika,
- możliwość wprowadzenia do przenośnika w sposób łagodny, a jednocześnie płynny, momentu krytycznego silnika w przypadku przeładowania przenośnika,
- wyrównywanie obciążeń pomiędzy napędami podczas pracy ustalowej przenośnika, co umożliwia optymalne wykorzystanie mocy,
- realizacja dodatkowych funkcji, takich jak: napinanie łańcucha, oraz jazdy rewizyjnej,
- wysoka niezawodność, kompaktowa budowa, prostota obsługi.

Zadania te z powodzeniem spełniają systemy napędowe, przedstawione schematycznie na rys. 1.



Rys. 1. Nowoczesne systemy napędowe górniczych przenośników zgrzeblowych
Fig. 1. Modern systems of AFC mining drives

Od wielu lat w napędach ścianowych przenośników zgrzeblowych stosowane są z powodzeniem sprzęgła hydrodynamiczne o stałym lub zmiennym wypełnieniu cieczą roboczą [1,3], którą ostatnio coraz częściej jest woda. Sprzęgła hydrodynamiczne o stałym wypełnieniu są stosowane w napędach o małej i średniej mocy (od kilkudziesięciu do kilkuset kilowatów), natomiast sprzęgła o zmiennym wypełnieniu są stosowane z reguły w napędach o średniej i dużej mocy (od kilkuset do kilkunastuset kilowatów).

Alternatywnie, w przenośnikach dużej i bardzo dużej mocy mogą być stosowane napędy z przekładniami planetarnymi, wyposażonymi w sterowane sprzęgła wielopłytkowe hydrauliczne, określane nazwą WB/CST (World's Best Controlled Start Transmission), wykonane w kooperacji firm DBT - Niemcy i Dodge - USA. Ten system napędu klasy 45 zastosowano w przenośniku zgrzeblowym przeznaczonym dla ściany węglowej system 5000 t/h w kopalni Twentymile w USA. Moc napędów tego przenośnika zgrzeblowego wynosi 3×735 kW, szerokość rynien - 1,332 m, łańcuch środkowy - $2 \times 42 \times 146$ mm i prędkość łańcucha zgrzeblowego - 1,81 m/s.

Inne systemy łagodnego rozruchu przenośników zgrzeblowych, w których wykorzystywane są rozruszniki tyrystorowe lub przemienniki częstotliwości, dotychczas znalazły tylko sporadyczne zastosowanie w przenośnikach zgrzeblowych podścianowych lub w przenośnikach dozujących, wybierających urobek spod zbiorników typu górniczego.

2. NAPĘD ZE SPRZĘGŁEM HYDRODYNAMICZNYM O ZMIENNYM WYPEŁNIENIU

Ze względu na swój charakter pracy sprzęgła hydrodynamiczne współpracują tylko z silnikami asynchronicznymi klatkowymi jednobiegowymi, najlepiej z takimi, które mają charakterystykę mechaniczną tak zbudowaną, że moment rozruchowy nieznacznie przekracza moment nominalny, natomiast moment krytyczny ma około trzykrotną wartość momentu znamionowego. Jest to podyktowane bezobciążeniowym rozruchem silnika i przy odpowiedniej nastawie sprzęgła pełnym wykorzystaniem momentu silnika, bliskim momentowi krytycznemu. przy uwzględnieniu około 10% spadku napięcia zasilania silnika.

W sprzęgłach tych przepływ strumienia cieczy roboczej zależy od stanu pracy sprzęgła, co ma istotne znaczenie przy pokonywaniu przez napęd dużych i różnorodnych oporów ruchu przenośnika zgrzeblowego. Było to początkowo sprzęgło z dwoma przestrzeniami roboczymi

i dwoma półwałami zakończonymi kołnierzami mocowanymi za pośrednictwem dwóch sprzęgieł elastycznych z wałem silnika i wałem przekładni zębatej. Ten typ sprzęgła wymagał łożyskowania strony pompowej i turbinowej na półwałach. Symetryczne usytuowanie dwóch par kół pompowych i turbinowych zlikwidowało osiągnane przeciwnego znaku siły osiowe i umożliwiło zmniejszenie średnic kół łopatkowych sprzęgła. Nowszą konstrukcją [6] tego sprzęgła jest sprzęgło typu 487 DTPPW.2, które ma jedno łożyskowanie tylko strony pompowej na półwałie z kołnierzem łączonym poprzez sprzęgło elastyczne z wałem przekładni zębatej. W sprzęgle najnowszej generacji [4] typu 562 DTPKW, przeznaczonym do przenoszenia mocy 1000 kW przy obrotach 1490 1/min lub mocy 1200 kW przy obrotach 1790 1/min i częstotliwości prądu 60 Hz, usunięto łożyskowanie, zarówno części pompowej, jak i turbinowej. Połączenie sprzęgła z przekładnią zębatą jest sztywne i musi być wykonane na powierzchni kopalni, natomiast połączenie sprzęgła z silnikiem można wykonać już w ścianie. Montaż ten jest ułatwiony przez nieznaczne powiększenie odległości poprzecznej silnika od sprzęgła, po drugiej stronie sprzęgła takie samo powiększenie odległości służy do zamontowania hydraulicznego urządzenia do napinania łańcucha lub do zabudowy hamulca mechanicznego.

Sprzęgło hydrodynamiczne przenosi moment obrotowy z silnika asynchronicznego za pomocą wirującego pierścienia cieczy roboczej do odbiornika, którym jest przenośnik zgrzeblowy. Wielkość przenoszonego momentu reguluje się płynnie stopniem wypełnienia cieczą przestrzeni roboczej sprzęgła. W celu wykorzystania maksymalnego momentu obrotowego silnika, aż do wartości momentu krytycznego w czasie rozruchu przenośnika, niezbędne jest uzyskanie możliwie płaskiej charakterystyki przenoszonego momentu przez sprzęgło w funkcji poślizgu. Charakterystyki te, zależne od stopnia wypełnienia przestrzeni roboczej cieczą, nie zależą natomiast od wydajności przepływu cieczy, określane są przez producenta tych sprzęgieł jako charakterystyki ścianowe.

Sprzęgło hydrodynamiczne o zmiennym wypełnieniu zasilane jest wodą w otwartym układzie hydraulicznym. Woda pobierana jest z rurociągu sieci przeciwpożarowej. W układzie zamkniętym ciecz może być pobierana z rurociągu i przekazywana w razie potrzeby do układu hydrauliki ścianowej. Woda spełnia tutaj dwie funkcje: jest czynnikiem roboczym i jednocześnie czynnikiem chłodzącym. Podczas każdego rozruchu przenośnika zgrzeblowego około 50% zapotrzebowanej energii jest zamieniane na ciepło. To ciepło pozostaje w czynniku roboczym i jest odtransportowane na zewnątrz sprzęgła. Dlatego nawet przy pełnym zablokowaniu przenośnika zgrzeblowego (100 % poślizg) jest możliwe wykorzystanie momentu kry-

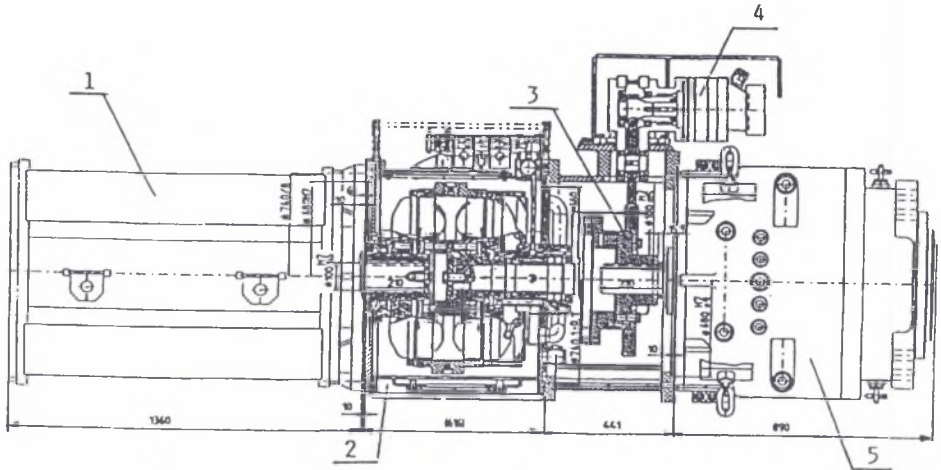
tycznego silnika kilkakrotnie wyższego od momentu znamionowego. Ilość wody doprowadzanej, w celu odprowadzenia ciepła w trakcie ciężkiego rozruchu przenośnika zgrzeblowego, zależy od wielkości zapotrzebowanego momentu i od czasu trwania tego rozruchu.

Przy momencie rozruchowym wynoszącym 18000 N·m i dłuższym czasie rozruchu, aby temperatura wody nie przekroczyła 60°C, musi być do układu doprowadzona woda w ilości około 660 l/min. Wtedy zostaje odtransportowane ciepło odpowiadające mocy 2750 kW. Wielkość ta obowiązuje dla silników o mocy 1000 kW, natomiast dla silników o mniejszej mocy, jak np. 400 kW, strumień doprowadzanej wody wynosi 180 l/min. W układzie zamkniętym obiegu cieczy, gdy wodę ze sprzęgła doprowadza się do układu hydrauliki ścianowej, taka ilość wody nie stanowi większego problemu, tym bardziej że rozruch przenośnika trwa od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund. W celu właściwego wykorzystania momentów obrotowych rozwijanych przez silniki dla sprzęgła typu 487 DTPPW.2, firma Damel z Dąbrowy Górniczej zaprojektowała i wykonała specjalny silnik asynchroniczny jednobiegowy o mocy 400 kW na napięciu 1000 V. Silnik ten moment rozruchowy ma nieco większy od momentu znamionowego, a moment krytyczny jest ponad trzykrotnie wyższy od momentu znamionowego. Moment ten ma wartość 8000 N·m, jednak kopalnia z uwagi na wytrzymałość łańcucha zastosowanego w ścianowym przenośniku zgrzeblowym ograniczyła ten moment do wartości 6000 N·m. Tę też wartość momentu osiąga sprzęgło wskutek zastosowania w nim ogranicznika momentu. Podczas normalnej pracy sprzęgła przepływ wody jest stały i wynosi 20 l/min, ponieważ przy poślizgu wynoszącym 3 do 4% temperatura wody przy tym przepływie podnosi się maksymalnie o około 10°C. Jeżeli temperatura cieczy wzrośnie i osiągnie górną granicę, np. 60°C, gdyż powyżej tej temperatury możliwe jest częściowe tworzenie się pary wodnej i wystąpienie kawitacji, groźnej dla trwałości łopatek kół sprzęgła, następuje zadziałanie czujnika temperatury w bloku zaworowym, który włącza szybszą wymianę wody w obiegu sprzęgła. Najpierw otwiera się zawór doprowadzający, a następnie zawór opróżniający układ z wody. Bez spadku siły i obrotów następuje wymiana cieczy tak długo, aż osiągnie ona w sprzęgle dolną granicę temperatury, np. 20°C.

Schemat napędu o mocy 400 kW zainstalowanego w przenośniku zgrzeblowym KWK Bogdanka ze sprzęgłem hydrodynamicznym typu 562 DTPPW.2.1 przedstawia rys.2.

Bardzo istotną zaletą sprzęgła hydrodynamicznego o zmiennym wypełnieniu jest automatyczne wyrównanie obciążeń poszczególnych napędów, wynikające ze zwiększonego poślizgu sprzęgła. Przykładowo w napędach bez sprzęgieł hydrodynamicznych 2% różnica w obrotach

napędów daje już ponad 100% różnicę w obciążeniu napędów, natomiast przy zastosowaniu sprzęgieł hydrodynamicznych 2% różnica w poślizgu sprzęgieł daje już tylko około 35% różnicę w obciążeniu napędów.



Rys.2. Schemat napędu przenośnika zgrzeblowego o mocy 400 kW ze sprzęgłem hydrodynamicznym o regulowanym napięciu:

1 - silnik 400 kW typ SGS 355 M-12/4 DAMEL, 2 - sprzęgło VTK 562 DTPPWL 2.1, 3 - sprzęgło elastyczne typu EEK 350, 4 - napinak łańcucha, 5 - przekładnia planetarna klasy 25

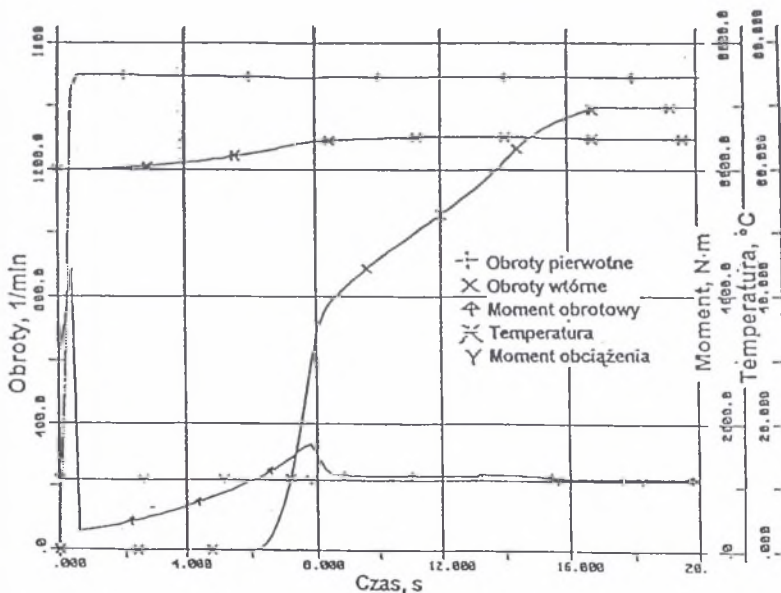
Fig.2. Diagram of AFC mining drive of 400 kW power with fill - controlled turbo coupling

Do zalet sprzęgieł hydrodynamicznych z przepływem strumienia cieczy roboczej regulowanym stanem pracy sprzęgła zalicza się: zastosowanie jako cieczy roboczej - wody; bezobciążeniowy rozruch silnika asynchronicznego; możliwość pełnego wykorzystania momentu obrotowego silnika włącznie do momentu krytycznego; brak objawów grzania się sprzęgła w przypadku wyrównywania mocy poszczególnych napędów; sekwencyjne załączanie poszczególnych napędów poprzez zróżnicowanie w czasie wypełniania cieczą sprzęgieł; automatyczne ograniczenie momentu podczas rozruchu i brak możliwości przejścia silnika poza moment krytyczny na siodło momentu silnika; łagodne i szybkie narastanie momentu przekazywanego do łańcucha; rozruch zablokowanego przenośnika i długie w czasie utrzymanie momentu krytycznego silnika; powtórne rozruchy po wymianie wody możliwe bez problemów termicznych; automatyczne wyrównanie obciążenia napędów; możliwość jazdy rewizyjnej łańcucha i z prędkością wleczną; w połączeniu z hamulcem ustalającym istnieje dodatkowa możliwość napinania łańcucha; proste sterowanie, ponieważ najważniejsze funkcje, jak ograniczenie

momentu i wyrównanie obciążenia, są osiągane automatycznie poprzez naturalne charakterystyki mechaniczne sprzęgła.

Do wad tych sprzęgieł zalicza się: przy zaopatrzeniu w wodę w swobodnym przepływie istnieje niebezpieczeństwo, że przy podgrzaniu wody powyżej 60°C pojawią się wytrącenia z wody surowej soli wapnia i magnezu, które osiadają w postaci kamienia na elementach sprzęgła; mechaniczne straty podczas pracy ciągłej sprzęgła; pełna ochrona łańcucha i napędu przed twardym blokowaniem jest możliwa tylko po zastosowaniu specjalnych mechanicznych ograniczników momentu; ewentualnie duży pobór wody, który poprzez zastosowanie odpowiednich układów hydraulicznych może być znacznie zmniejszony. Zastosowanie mechanicznych ograniczników momentu jest wymagane przy bardzo dużych mocach silników napędowych, przekraczających 600 kW. Zastosowanie tych ograniczników podraża koszty wykonania napędu.

Oscylogram z rozruchu próżnego przenośnika zgrzeblowego wyposażonego w napędy jednostkowe o mocy 400 kW i w sprzęgła typu 487 DTPPW.2 przedstawia rys. 3. Z wykresu wynika, że po 6 s od chwili załączenia silnika i jego bezobciążeniowego rozruchu trwającego 0,6 s rozpoczął się ruch strony turbinowej sprzęgła (a więc i ruch łańcucha zgrzeblowego),



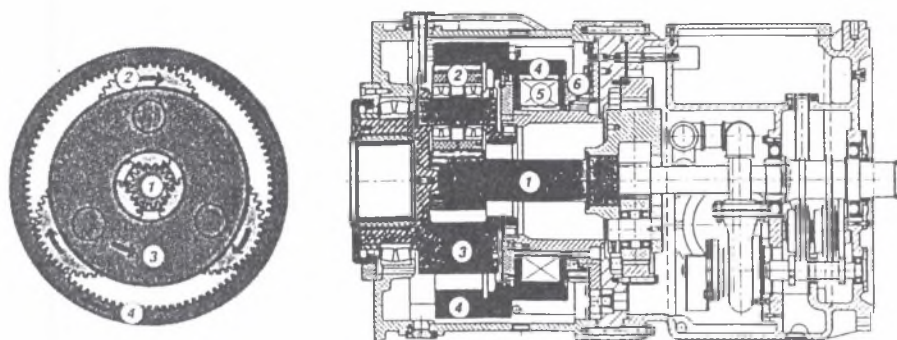
Rys.3. Oscylogram rozruchu przenośnika zgrzeblowego próżnego. Napęd jednostkowy z silnikiem o mocy 400 kW i sprzęgłem hydrodynamicznym o zmiennym wypełnieniu typu 487 DTPPW.2

Fig.3. Oscillogram of start-up of an empty AFC. Individual drive with a 400 kW motor and a fill-controlled turbo coupling of the 487 DTPPW. 2 type

gdyż wielkość przenieszonego momentu zrównała się z momentem oporu przenośnika wynoszącym 1087 N·m. Narastanie prędkości obrotowej turbiny ma charakterystyczny przebieg - najpierw w ciągu 2 s prędkość narasta szybko (z przyspieszeniem ok. $0,35 \text{ m/s}^2$) i osiąga 50% prędkości znamionowej, a następne 50% osiąga po 9 s i wolnym narastaniu. Łączny czas rozruchu strony turbinowej sprzęgła (a więc i łańcucha) wynosi 11 s, a od chwili załączenia silnika czas rozruchu wynosi 17 s. Poślizg sprzęgła określa tutaj stosunek $(1480-1400) / 1480 = 0,054$, a więc 5,4%. Nadwyżka momentu obrotowego nad momentem oporu przenośnika wynosi 152% i trwa ok. 2 s. Temperatura cieczy nieznacznie się podniosła z 60 na 65°C przy doprowadzonej cieczy w ilości 100 l/min i otwartym układzie chłodzenia. Oscylogram ten jeszcze raz potwierdza poprawność miękkiego rozruchu przenośnika zgrzeblowego przy użyciu sprzęgła hydrodynamicznego typu 487 DTPPW.2. Pewnego komentarza wymaga wydłużony, z oczywistych względów całkowity czas rozruchu, który w warunkach eksploatacyjnych wynosi od 20 do 30 s. Czas ten wydłuża czasy przerw technologicznych i w ścianach, w których występują liczne zatrzymania i rozruchy ścianowego przenośnika zgrzeblowego wywołane różnymi czynnikami (są ściany, w których liczba zatrzymań przenośnika jest duża i wynosi od 60 do 100 na zmianę wydobywczą) może ograniczyć płynność pracy kompleksu ścianowego.

3. NAPĘD ZE SPRZĘGŁEM WIELOPŁYTKOWYM MOKRYM O REGULOWANYM DOCISKU

Istotą rozwiązania tego typu napędu jest przekładnia planetarna ze sprzęgłem wielopłytkowym mokrym o regulowanym docisku płytek [7]. Sprzęgło to jest usytuowane w przekładni po stronie wału wolnobieżnego. Przekładnie typu 45 (o mocy do 800 kW), 35 i 30 WB/CST posiadają budowę modułową i składają się z dwóch ściśle ze sobą związanych obudów. W pierwszej obudowie (rys.4) znajduje się przekładnia planetarna ze specjalnym sprzęgłem wielopłytkowym mokrym. W drugiej znajduje się jednostka zasilająca CST z pompą olejową. Olej mineralny o nazwie handlowej MOBILFLUID 424, posiadający dopuszczenie do stosowania w górnictwie węgla kamiennego, przepływa poprzez płytki sprzęgła, chłodząc je. Wydajność tego układu hydraulicznego wynosi około 1000 l/min. Również w tej obudowie mieści się sterowanie hydrauliczne siłownikiem pierścieniowym dociskającym płytki sprzęgła.

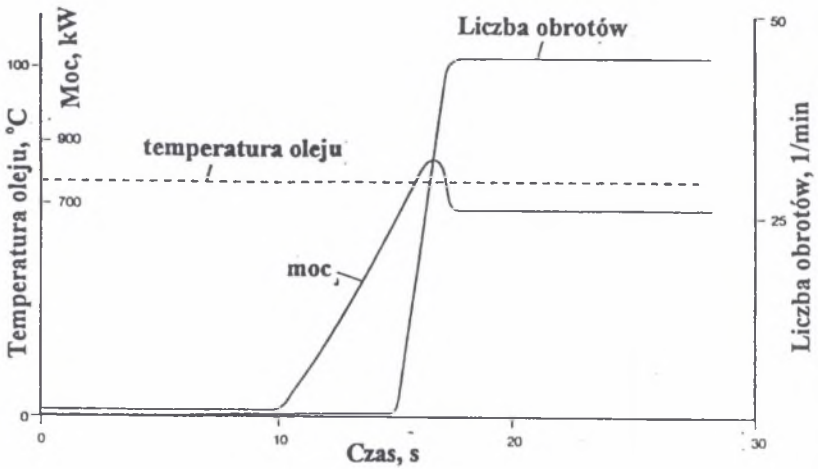


Rys.4. Schemat przekładni planetarnej ze sprzęgłem wielopłytkowym mokrym (przekładnia klasy 45 WB/CST):
 1 - koło środkowe, 2 - koła planetarne, 3 - jarzmo planetarne z wałem wyjściowym, 4 - koło o uzębieniu wewnętrznym z ruchomymi płytkami sprzęgła, 5 - stacjonarne płytki sprzęgła, 6 - silownik pierścieniowy
 Fig.4. Diagram of planetary gear with oiled multi-disc stack clutch

Pompa zasilająca silownik ma wydajność około 80 l/min. W tej części obudowy usytuowany jest także elektroniczny przetwornik pomiarowy. Obie te części połączone są ze sterownikiem programowalnym typu PROTEC 300 za pośrednictwem przewodu czteryżyłowego. Takie sterowanie potrzebne jest dla każdej jednostki napędowej przenośnika zgrzeblowego. System PROTEC 300 służy do monitorowania i sterowania napędem. System ten rejestruje, monitoruje i przetwarza wartości pomiarowe: ciśnienia oleju, temperatury oleju, poziomu napełnienia olejem oraz prędkości obrotowe wału wejściowego i wyjściowego. Za pomocą tych mierzonych wartości można programować charakterystykę rozruchową napędu. Jest ona regulowana poprzez wywołanie odpowiedniego poślizgu płytek sprzęgła. Sterownik napędu PROTEC jest połączony ze stacją kompaktową i z dyspozytorem kopalni. Poprzez stację kompaktową realizowane jest włączanie i wyłączanie silnika oraz pomiar wartości pobranej mocy czynnej przez silnik.

Jak wynika z oscylogramu regulowanego rozruchu (rys.5), silnik elektryczny uruchamia się bez obciążenia, a po zasprzęgleniu (które trwa około 5 s od momentu załączenia silnika), prędkość obrotowa na wale wyjściowym wzrasta łagodnie do prędkości znamionowej łańcuchowego koła gniazdowego przenośnika. Z chwilą ruszenia silnika koło środkowe przekładni planetarnej zazębia się z trzema kołami planetarnymi, które napędzają koło o uzębieniu wewnętrznym umocowanymi na nim ruchomymi płytkami sprzęgła. Po dociśnięciu do siebie

ruchomych i nieruchomych płytek sprzęgła przez siłownik pierścieniowy w sposób sterowany komputerem, siła przenoszona jest na wał wyjściowy mocy, połączony z jarzmem planetarnym i wał wyjściowy zaczyna się obracać. Pobór mocy elektrycznej wzrasta proporcjonalnie do momentu obrotowego, aż do uzyskania momentu rozruchu koła gniazdowego.



Rys.5. Wykres mocy elektrycznej, liczby obrotów i temperatury oleju w funkcji czasu dla regulowanego rozruchu napędu z przekładnią WB/CST

Fig.5. Diagram of electric power, number of rotations and oil temperature of times function for regulated start-up drive with planetary gear WB/CST type

Dalszy wzrost mocy elektrycznej w czasie rozruchu wynika z konieczności rozpędzenia bezwładnych mas przenośnika (tutaj określonych na 19 tys. kg m²). Nadwyżka mocy rozruchowej nad mocą oporu przenośnika wynosi 124% i trwa około 2,25 s. Po osiągnięciu znamionowej prędkości obrotowej koła gniazdowego moc elektryczna pobrana przez silnik spada do wartości trwałego obciążenia, któremu odpowiada moc 700 kW. W tym czasie temperatura oleju pozostaje praktycznie stała i wynosi około 65°C, co oznacza, że przenoszenie mocy odbywa się przy znikomych stratach tarcia.

Napęd z tego typu przekładnią umożliwia: łagodny rozruch przenośnika zgrzeblowego, rozruch utrudniony przeciążonego przenośnika, rozruch silnika bez obciążenia, wyrównanie obciążeń pomiędzy napędami wskutek wywołania chwilowych poślizgów płytek sprzęgła w napędzie przeciążonym, zabezpieczenie przed blokowaniem (zadziałanie czujnika śledzącego narastanie momentu obrotowego), załączanie synchroniczne napędów, napinanie łańcucha przenośnika i jazdę wleczną. W tego typu napędach jest możliwy rozruch przenośnika z wykorzystaniem dodatkowej energii kinetycznej rozpędzonego wirnika silnika odłączonego na

czas rozprędzania od odbiornika. W wyniku tego moment obrotowy doprowadzany do przenośnika przewyższa moment krytyczny silnika. Napędy te mają budowę bardzo zwartą, co jest korzystne w warunkach górniczych.

Do wad tych napędów należy zaliczyć: zamknięty układ hydrauliczny chłodzenia sprzęgła wielopłytkowego, wysoki stopień komputeryzacji, niezbędność wymiany całej przekładni zębatej w przypadku uszkodzenia układów hydraulicznych sprzęgła (kopalnia w tej sytuacji musi posiadać na stanie rezerwową przekładnię o wysokiej cenie zakupu).

4. SYSTEMOWE PORÓWNANIE NAPĘDÓW DUŻEJ MOCY STOSOWANYCH W PRZENOŚNIKACH ZGRZEBŁOWYCH

W dotychczasowej praktyce krajowych kopalń podziemnych eksploatujących wysoko wydajne ściany węglowe zastosowanie znalazły napędy ze sprzęgłami hydrodynamicznymi o regulowanym wypełnieniu (KWK Bogdanka, KWK Piast). Brak jest natomiast doświadczeń przemysłowych z eksploatacji w kraju przekładni typu WB/CST. Pewne porównanie własności systemowych [1, 5] i cząstkowych obu napędów podano w tabelicy 1.

Tablica 1

Porównanie własności technicznych napędów przenośników zgrzeblowych

Własności systemowe	Napęd		Własności cząstkowe	Napęd	
	ze sprzęgłem hydrodynamicznym o regulowanym wypełnieniu	WB/CST		ze sprzęgłem hydrodynamicznym o regulowanym wypełnieniu	WB/CST
Rozruch łagodny	tak	tak	Bezobciążeniowy rozruch silnika	tak	tak
Rozruch ciężki	tak	tak	Krotność rozruchów	wysoka	wysoka
Rozruch z odłączoną masą wirującą wirnika silnika	nie	tak	Wykorzystanie momentu obrotowego silnika podczas rozruchu	do momentu krytycznego	powyżej momentu krytycznego
Wyrównanie obciążenia między napędami	częściowe	tak	Straty mechaniczne podczas pracy ustalonej	tak	tak
Zabezpieczenie przed blokowaniem	częściowe	tak	Grzanie się podczas pracy ustalonej	małe	małe
Wpływ na luźny łańcuch	tak	tak	Grzanie się podczas wyrównywania obciążenia	nie	małe
Przyjazny ekologicznie	tak (woda)	nie	Podatność na szybkie remonty	duża	brak

Ocena własności napędów ze sprzęgłami hydrodynamicznymi o regulowanym wypełnieniu jest oparta na wynikach własnych obserwacji przemysłowych i badań stanowiskowych. Porównanie to może być podstawą doboru jednego z dwóch przedstawionych typów napędów wysoko wydajnych ścianowych przenośników zgrzeblowych.

LITERATURA

1. Antoniak J.: Porównanie napędów ścianowych przenośników zgrzeblowych. Maszyny Górnicze nr 65, PL ISSN 0209-3693, CMG KOMAG, Gliwice, czerwiec 1997.
2. Antoniak J.: Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach. Wydawn. Śląsk. Katowice 1990.
3. Höller H.: Steuern von Antriebsanlagen mittels Hydrodynamischer Kupplungen. Ölhydraulik und Pneumatik, H.1 März 1989.
4. Finzel R., Höller H., Weber W.: Eine wasserdurchströmte Turbokupplung neuer Generation für den Strebkettenträgerantrieb. Internationales Kolloquium Hochleistungs-Strebbetriebe. RWTH Aachen, 21-22 Mai 1997. ABRW Band 10, Verlag der Augustinus Buchhandlung, ISBN 3-86073-359-1, Aachen 1997.
5. Kaci V., Plum D.: Hochleistungsförderer in langen Streben Auslegung, Antriebstechnik und Betrieb. Internationales Kolloquium „Hochleistungs - Strebbetriebe High - Performance Longwall Extraction, RWTH Aachen, 21+22 Mai 1997.
6. Materiały udostępnione przez firmę Voith Turbo GmbH, Crailsheim, czerwiec 1997.
7. Materiały firmy Deutsche Bergbau-Technik GmbH, 1997.

Recenzent: Dr hab.inż. Sylwester Markusik
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

Drives of modern heavy-duty armoured face conveyors (AFC) must meet higher and higher requirements especially as regards optimum utilization of very high power installed coming at present up to 3 x 800 kW, adaptation of input torque for the need of starting the

conveyor when being under various load as well as limitation of dynamics of the chain operation through soft increasing of driving torque. Hydrodynamic couplings manufactures by Voith-Thurbo Company (Germany) characterized by variable filling with operating medium successfully serve this purpose and water finds more often application as operating medium. An alternative solution provides the possibility of equipping the high-power AFC with drives which incorporate planetary gear and controlled fluid multi-disc stack clutch designated as WB/CST (World's Best Controlled Start Transmission) and manufactures by the Cooperating Companies DBT (Germany) and Dodge (USA). In the article has been described word and construction of both types of drives AFC. Their technical and usable positive and negative sides have been presented in detail. Basing on our own industrial experience and results of researches on drives with fill-controlled turbo coupling the structural and detail properties of both drives have been compared. The comparison may be the basis for choice of one of the two types of described drives AFC.