

Hanna BARAŃSKA, Leszek KOWAL
Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG
Adam GRANIECZNY, Mirosław WOLNICA
OPA ROW Rybnik

MODERNIZACJA PNEUMATYCZNYCH UKŁADÓW STEROWANIA HAMULCÓW MASZYN WYCIĄGOWYCH

Streszczenie. Ośrodek Pomiarów i Automatyki Rybnickiego Okręgu Węglowego oraz Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG są twórcami nowego zespołu elektropneumatycznego ZSHP, służącego do sterowania hamulców maszyn wyciągowych. Zespół ten zbudowany jest na bazie zaworów elektropneumatycznych sterowanych elektrycznie przez dwa niezależne sterowniki programowalne. Zastosowanie w nim dwuprogramowego hamowania bezpieczeństwa umożliwia użycie większej siły hamowania I stopnia podczas opuszczania nadwagi, a odpowiednio mniejszej podczas podnoszenia nadwagi lub przy jeździe z pustymi naczyniami. W znacznym stopniu ograniczy to przeciążenia dynamiczne występujące w warunkach hamowania podnoszonej nadwagi. Na bazie wersji dwuprogramowej A powstała także wersja jednoprogramowa B dla maszyn, w których stosowanie dwu różnych sił hamowania I stopnia nie jest konieczne. W referacie opisano budowę i zasadę działania zespołu w wersji A oraz zalety zespołów w wersji A i B.

MODERNIZATION OF PNEUMATIC CONTROL SYSTEMS FOR BRAKES IN HOISTING MACHINES

Summary. The Measurements and Automation Centre of the Rybnik Coal Basin and the KOMAG Mining Mechanization Centre are the designers of the new ZSHP electro-pneumatic control unit for brakes in hoisting machines. This unit is designed on the base of electro-pneumatic valves controlled electrically by two independent programmable controllers. An implementation of a two-programme emergency braking operation in it enables an application of higher braking force of I degree during overweight lowering and an application of relatively smaller force during overweight lifting or running with empty vessels. Such a system limits to a large extend dynamic overloads occurring while braking at lifting the overweight. On the base of the A two-programme version the B one-programme version has been developed for the machines in which use of two different braking forces of I degree is not required. A construction and principles of operation of unit A and advantages of the units in version A and B have been described in the paper.

1. Wstęp

Wiele maszyn wyciągowych stosowanych w górniczych wyciągach szybowych wyposażonych jest w hamulce pneumatyczne. Hamulce te sterowane są dźwigniowo lub elektrycznie układami, które nie spełniają wymagań obecnie obowiązujących przepisów. Prowadzone modernizacje maszyn wyciągowych stwarzają konieczność doprowadzenia hamulca do zgodności z wymaganiami przepisów w zakresie ich sterowania. W związku z tym Ośrodek Pomiarów i Automatyki Rybnickiego Okręgu Węglowego wraz z Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG w ramach realizowanego projektu celowego (Nr 9 T12A 145 99 C/4554) opracował nowy zespół elektropneumatyczny ZSHP, służący do sterowania hamulców maszyn wyciągowych z napędem pneumatycznym o działaniu naporowym i obciążnikowym, o dwóch nie sumujących się źródłach siły hamującej. Celem projektu było stworzenie niezawodnej, prostej w obsłudze a jednocześnie elastycznej konstrukcji hamulca, która mogłaby zastąpić eksploatowane dotychczas układy sterowania hamulców bez konieczności wprowadzania zmian w pozostałych układach maszyny wyciągowej. Głównym kryterium projektu było spełnienie wszystkich wymagań nakładanych na działanie i konstrukcję hamulców maszyn wyciągowych przez obowiązujące przepisy i normy oraz zapewnienie bezpiecznego działania hamulca nawet w przypadku wystąpienia awarii dowolnego z elementów hamulca. Efektem końcowym są dwie wersje zespołu ZSHP, sterowane całkowicie elektrycznie z wykorzystaniem sterowników programowalnych. Obie wersje realizują pełen zakres funkcji sterowania ciśnieniem hamulca manewrowego i ciężarowego w sterowaniu ręcznym i automatycznym zarówno podczas normalnej pracy, jak i podczas hamowania bezpieczeństwa. Obie wersje są wyposażone w kompletny zestaw zabezpieczeń i układów kontrolnych wymaganych przepisami oraz rozbudowany zestaw funkcji diagnostycznych i informacyjnych. Wersja ZSHP-A wyróżnia się możliwością hamowania bezpieczeństwa z jedną z dwu wybieranych automatycznie wartości ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego. Większa wartość ciśnienia wyprzedzenia (większa siła hamująca) przyjmowana jest w odniesieniu do warunków opuszczania maksymalnej nadwagi, a mniejsza wartość ciśnienia (mniejsza siła hamująca) dla pozostałych przypadków ruchu. Pozwala to na zoptymalizowanie wartości opóźnień osiąganych przez napęd podczas hamowania bezpieczeństwa. Wersja ZSHP-B realizuje hamowanie bezpieczeństwa tylko z jedną wartością ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego i jest przeznaczona dla maszyn wyciągowych, w których stosowanie dwu różnych wartości ciśnienia pierwszego stopnia hamowania bezpieczeństwa nie jest konieczne. Zastosowanie izolowanych, stykowych wejść i wyjść elektrycznych sygnałów sterujących hamulcem pozwala na bezpośrednie połączenie hamulca ZSHP z istniejącymi maszynami wyciągowymi, zbudowanymi w technologii przekaźnikowej lub tranzystorowej.

W niniejszej pracy przedstawiono zespół sterowania hamulca w wersji dwuprogramowej A (rys. 1). Wersja jednoprogramowa B różni się jedynie brakiem układów wyznaczania nadwagi i wyboru wartości ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego.

2. Budowa i działanie części mechanicznej (rys. 1)

2.1. Przebieg hamowania manewrowego

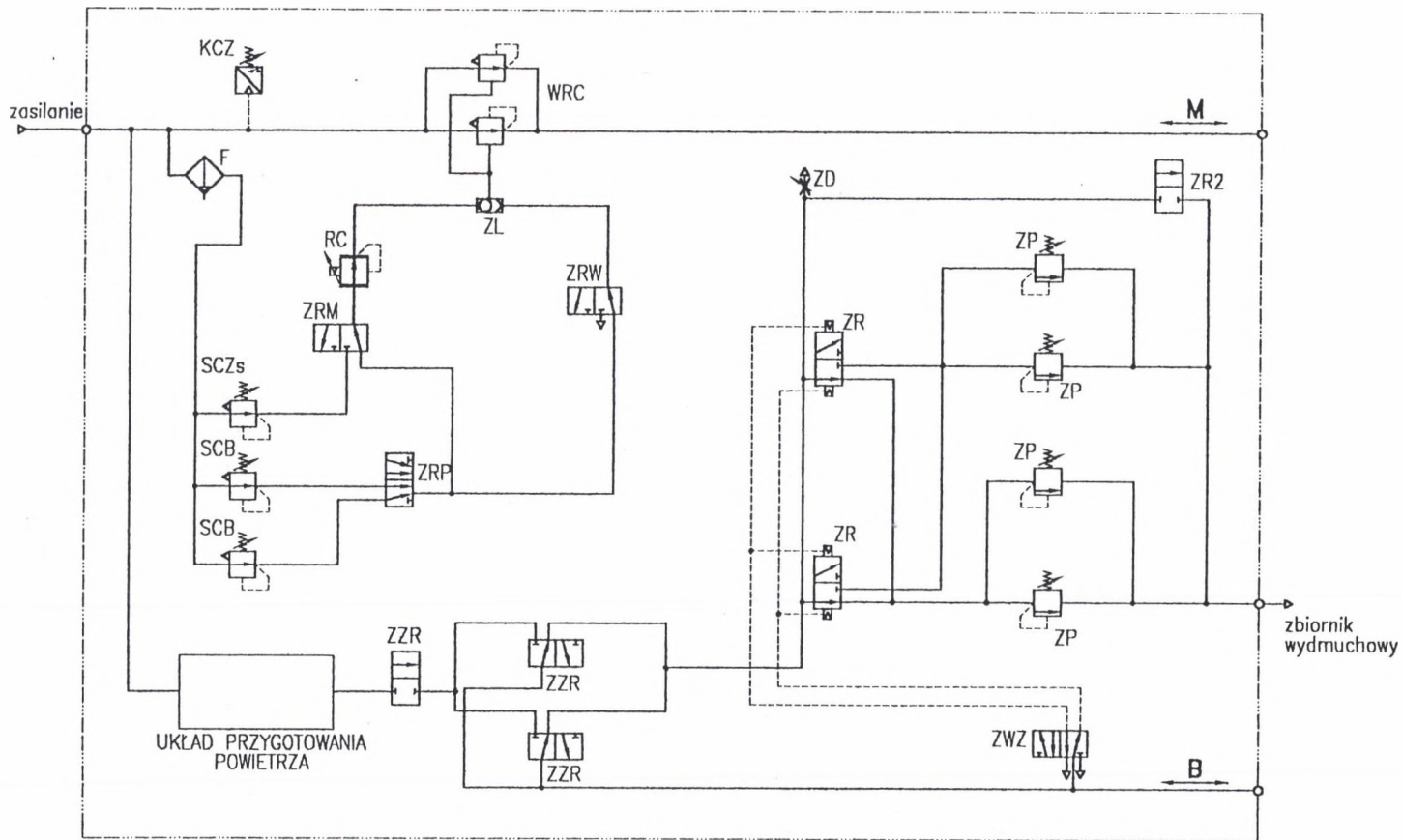
Tor manewrowy ma za zadanie proporcjonalne sterowanie siłą hamującą hamulca poprzez oddziaływanie tłoka cylindra manewrowego oraz programowane hamowanie bezpieczeństwa ze stałą wartością siły hamującej realizowane przez tłok cylindra manewrowego. Tor ten składa się z sieci przewodów głównego zasilania ze wzmacniaczami ciśnienia WRC oraz sieci przewodów giętkich części sterowniczej, z elementami pneumatycznymi o przelotach średnicy $1/4''$.

Sygnał elektryczny o wartości zależnej od wychylenia dźwigni sterowniczej hamulca manewrowego steruje cewką regulatora ciśnienia RC. Ciśnienie wysterowywane przez zawór RC jest proporcjonalne do wartości tego sygnału. W czasie ruchu maszyny wyciągowej zawór ZRM jest wyłączony, a zawór ZRW załączony. Do regulatora ciśnienia dopływa sprężone powietrze o ciśnieniu nastawionym na jednym z zaworów redukcyjnych SCB, umożliwiając maszyniście zahamowanie maszyny hamulcem z siłą nie powodującą poślizgu liny na linopędni. Wybór właściwej wartości ciśnienia, w zależności od warunków obciążenia wyciągu, dokonywany jest przez zawór rozdzielający ZRP. Z regulatora RC powietrze o ciśnieniu zależnym od wartości sygnału elektrycznego (czyli od wychylenia dźwigni hamulca manewrowego) przepływa przez zawór logiczny ZL, sterując wzmacniaczami ciśnienia WRC, a za ich pośrednictwem - ciśnieniem zasilania cylindra manewrowego. Przy prędkości ruchu maszyny poniżej 1,0 m/s następuje załączenie cewki zaworu ZRM i jego przesterowanie, podając do regulatora ciśnienia powietrze sprężone o wyższym ciśnieniu nastawionym na zaworze redukcyjnym SCZs, gwarantującym utrzymanie maksymalnej nadwagi z wymaganym współczynnikiem pewności.

Zawory ZZR w gałęzi zasilania cylindra bezpieczeństwa CB są załączone, umożliwiając napełnienie cylindra bezpieczeństwa powietrzem o ciśnieniu potrzebnym do podniesienia obciążnika. Wartość ciśnienia podtrzymania ustawiona jest na zaworze redukcyjnym wchodzącym w skład bloku przygotowania powietrza.

2.2. Przebieg hamowania bezpieczeństwa

Tor bezpieczeństwa ma za zadanie sterowanie podtrzymaniem obciążnika przez tłok cylindra bezpieczeństwa oraz programowaną asekurację działania tłoka cylindra manewrowego w czasie hamowania bezpieczeństwa. Hamowanie bezpieczeństwa przebiega w sposób programowany i niezależny od maszynisty wyciągowego. Podczas ruchu maszyny zawór ZRW w gałęzi sterowania zaworów WRC (gałąź cylindra manewrowego) oraz zawory ZZR w gałęzi cylindra bezpieczeństwa są pod napięciem. Cylinder bezpieczeństwa jest zasilany sprężonym powietrzem ciśnieniem potrzebnym do podtrzymania obciążnika. Z chwilą wyzwolenia hamowania bezpieczeństwa (przerwanie obwodu bezpieczeństwa) następuje wyłączenie zaworów ZRW, ZZR i ich przesterowanie.



Rys. 1. Schemat pneumatyczny zespołu sterowania hamulca – ZSHP-A wersja dwuprogramowa
 Fig. 1. Pneumatic diagram of the brake control unit – ZSHP-A two programme version

W związku z tym następuje:

- 1) Zasilenie cylindra manewrowego powietrzem o ciśnieniu nastawionym na jednym z zaworów redukcyjnych SCB. Powietrze przez zawór ZRW i zawór ZL przepływa do wzmacniaczy WRC, powodując wysterowanie wartości ciśnienia zasilającego cylinder manewrowy CM, realizując pierwszy stopień hamowania bezpieczeństwa (odpowiednią, jedną z dwóch wartości ciśnienia wyprzedzenia). W czasie hamowania bezpieczeństwa przy prędkości większej od np. 1,0 m/s maszynista ma możliwość ingerencji dźwignią manewrową hamulca poprzez regulator RC na wysterowanie zaworów WRC, zadając ciśnienie sterujące nie większe niż ciśnienie wyprzedzenia, ale tylko wówczas, jeżeli ciśnienie pierwszego stopnia hamowania bezpieczeństwa nie zostanie wysterowane przez zawór ZRW. Przy spadku prędkości maszyny poniżej określonej wartości (np. 1,0 m/s) następuje załączenie zaworu ZRM, co spowoduje samoczynne wysterowanie pełnej siły hamującej, niezależnie od położenia dźwignia hamulca. W czasie hamowania bezpieczeństwa regulator ciśnienia RC jest zasilany powietrzem sprężonym wg opisu hamowania manewrowego. Maszynista może regulować ciśnienie podawane przez RC, a zawór logiczny ZL do wzmacniacza podaje ciśnienie wyższe, tak więc przy prawidłowej pracy zaworu ograniczającego ciśnienie SCB i zaworu ZRW działania maszynisty nie wpływają na przebieg hamowania bezpieczeństwa wymuszanego siłą tłoka cylindra manewrowego.
- 2) Oddziaływanie obciążnika na układ dźwigniowy hamulca realizowane jest przez zmniejszenie wartości ciśnienia powietrza w cylindrze bezpieczeństwa. Wydmuch powietrza poprzez zawory rozdzielające ZZR i zawory ograniczające ciśnienie ZP zapewnia asekurację obciążnikową pierwszego stopnia hamowania (jedną z dwóch wybranych wartości). Równocześnie z przesterowaniem zaworu ZRM po zmniejszeniu prędkości maszyny następuje przesterowanie zaworu ZR2 i wydmuch pozostałego powietrza z cylindra bezpieczeństwa, powodując asekurację obciążnikową hamowania drugiego stopnia. Przebieg zmiany wartości siły hamującej pochodzącej od obciążnika jest zbliżony do przebiegu siły hamującej pochodzącej, od cylindra manewrowego w całym zakresie czasu hamowania bezpieczeństwa.

2.3. Dwuprogramowe hamowanie bezpieczeństwa

Zespół hamulcowy ZSHP-A umożliwia realizowanie hamowania bezpieczeństwa jedną z dwóch sił hamujących. Wartość siły hamującej zależy od rodzaju ruchu i obciążenia wyciągu:

- większa siła hamująca - opuszczanie nadwagi,
- mniejsza siła hamująca - podnoszenie nadwagi i jazda pustymi naczyniami.

Na jednym z zaworów redukcyjnych SCB ustawiane jest ciśnienie wyprzedzenia odpowiadające wartości większej siły hamującej, a na drugim zaworze redukcyjnym SCB ustawiane jest ciśnienie wyprzedzenia odpowiadające wartości mniejszej siły hamującej.

Ciśnienia resztkowe ustawiane są na zaworach ograniczających ciśnienie ZP.

Ich wartość w zależności od wymaganej wielkości siły hamującej jest ustawiana na odpowiednich parach tych zaworów. Przełączanie drogi wydmuchu powietrza przez zawory

ZP następuje w chwili wybierania programu hamowania bezpieczeństwa przez zawór ZWZ jednocześnie z przesterowaniem zaworu ZRP w części sterowania zaworami WRC.

Zawór dławiący ZD należy ustawić tak, aby ciśnienie w cylindrze bezpieczeństwa spadło od ciśnienia o wartości odpowiadającej $1,2p_r$ do p_r w przedziale najdłuższego czasu hamowania. Odpowietrzanie cylindra bezpieczeństwa przez zawór ZD zapewnia asekuracyjne zadziałanie pełną siłą obciążnikową w przypadku niezadziałania zaworu rozdzielającego ZR2.

3. Budowa i działanie części elektrycznej

3.1. Układ sterowania elektrycznego

Układ elektryczny zespołu sterowania hamulca zbudowany jest na bazie dwóch działających niezależnie sterowników programowalnych. Każdy ze sterowników realizuje te same funkcje sterownicze i kontrolne hamulca. O stanie elementów wykonawczych hamulca decydują oba sterowniki jednocześnie, a wystąpienie niezgodności w stanach obu sterowników wywołuje natychmiastowe hamowanie bezpieczeństwa maszyny wyciągowej. W celu zapewnienia większej niezawodności działania hamulca na wejścia każdego ze sterowników doprowadzane są oddzielnie komplementarne sygnały z czujników i elementów sterujących maszyny wyciągowej. Dzięki temu stany wejść sterowników są od siebie niezależne, a realizowane przez sterowniki programy korzystają z różnej logiki styków i nie są identyczne.

W celu zwiększenia bezpieczeństwa obsługi wejścia i wyjścia sterowników przekaźniki wykonawcze oraz elektrozawory zasilane są napięciem bezpiecznym 24V, odizolowanym zarówno od obwodów 220V zasilających hamulec, jak i obwodów maszyny wyciągowej. Dodatkowo poszczególne elementy sterowania są chronione uziemieniem ochronnym.

Do przesyłania stanów hamulca do maszyny wyciągowej zastosowano przekaźniki, których styki można włączać w obwody maszyn wyciągowych o napięciach do 300V i obciążeniu prądowym do 10A. Przekazniki te mają za zadanie głównie wyłączenie momentu elektrodynamicznego napędu maszyny w stanie zahamowania hamulca i po przerwaniu głównego obwodu bezpieczeństwa maszyny.

Podstawowym zadaniem części elektrycznej hamulca jest sterowanie ciśnieniem nitki manewrowej i ciężarowej w zależności od żądanego stanu hamulca i sygnałów przychodzących z maszyny wyciągowej. W czasie normalnej pracy maszyny, kiedy załączony pozostaje główny obwód bezpieczeństwa, zawory zrzutowe nitki ciężarowej są załączone. W czasie jazdy maszyny w sterowaniu ręcznym ciśnienie nitki manewrowej jest płynnie regulowane poprzez zawór proporcjonalny RC w zależności od wartości sygnału analogowego zadanej drążkiem hamulca przez maszynistę. W sterowaniu automatycznym hamulca ciśnienie nitki manewrowej uzależnione jest jedynie od sygnałów dwustanowych pochodzących z maszyny wyciągowej, na podstawie których następuje samoczynne odhamowanie, zbliżenie szczęk i zahamowanie hamulca. W obu rodzajach sterowania układ

elektryczny ogranicza wartość ciśnienia zadanego przez zawór RC dla prędkości maszyny większych od 1,0 m/s do ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego, asekurując tym samym działanie zaworu dopełnienia nitki manewrowej ZRM. Do wykrywania, czy maszyna porusza się z prędkością większą niż 1,0 m/s, układ hamulca wyposażony jest w impulsatorowe czujniki ruchu współpracujące z licznikami sterowników, które na podstawie częstotliwości przychodzących impulsów określają prędkość jazdy maszyny.

Sterowanie ciśnieniami hamulca podczas hamowania bezpieczeństwa maszyny polega głównie naysterowaniu w nitce manewrowej i ciężarowej ciśnień wyprzedzenia (pierwszego stopnia hamowania bezpieczeństwa). Hamowanie bezpieczeństwa jest inicjowane przez zewnętrzne sygnały przerwania obwodu bezpieczeństwa napędu przez wewnętrzne zabezpieczenia hamulca lub przez maszynistę. Hamowanie bezpieczeństwa w nitce ciężarowej polega na odłączeniu zasilania zaworów zrzutowych ZZR, w wyniku czego cylinder hamulca ciężarowego zostaje odłączony od zasilania pneumatycznego i przyłączony do układu stabilizatorów ustalających w nim ciśnienie resztkowe na czas zmniejszenia prędkości maszyny poniżej 1,0 m/s. Hamowanie bezpieczeństwa nitki manewrowej polega na odcięciu zasilania cewki zaworu ZRW, w wyniku czego w nitce manewrowej ustali się ciśnienie wyprzedzenia pneumatycznego niezależnie od wartości ciśnienia zadanej przez zawór RC. W sterowaniu ręcznym przy prędkościach maszyny większych od 1,0 m/s zawór RC nadal pozostaje sterowany sygnałem z drążka hamulca, co daje maszyniście możliwość hamowania manewrowego w przypadku niesprawności zaworu ZRW. W sterowaniu automatycznym po przerwaniu obwodu bezpieczeństwa zawór RC zostajeysterowany na wartość ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego asekurując działanie zaworu ZRW. Po zmniejszeniu prędkości maszyny poniżej 1,0 m/s załączane są zawory ZR2 w nitce ciężarowej i ZRM w nitce manewrowej, powodując zahamowanie hamulca pełną siłą hamowania, niezależnie od stanu pozostałych elementów hamulca. Gdyby czujniki prędkości maszyny uległy uszkodzeniu,ysterowanie pełnej siły hamowania nie nastąpi po zmniejszeniu prędkości poniżej 1,0 m/s, lecz po upływie maksymalnego czasu hamowania bezpieczeństwa od chwili przerwania odvodu bezpieczeństwa. Ponowne odhamowanie hamulca wymaga załączenia głównego obwodu bezpieczeństwa maszyny, co jest możliwe dopiero po przywróceniu pełnej sprawności maszyny.

3.2. Układ wyboru wartości ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego

Wartość ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego, z którą przebiega hamowanie bezpieczeństwa, jest wybierana w czasie jazdy maszyny po każdym odhamowaniu lub zmianie kierunku jazdy maszyny i nie ulega zmianie w czasie hamowania bezpieczeństwa. Wyboru ciśnienia wyprzedzenia dokonuje układ pomiaru nadwagi, który prowadzi stale dynamiczny pomiar wartości mas w naczyniach. W pomiarze tym wykorzystywany jest sygnał wartości przyspieszenia maszyny obliczany z prędkości chwilowej maszyny. Na podstawie wartości przyspieszenia oraz wartości prądu wirnika i ewentualnie wartości prądu wzbudzenia silnika wyciągowego wyznaczona jest wartość transportowanej nadwagi w

wyciągu szybowym. Zależnie od wyznaczonej wartości nadwagi i aktualnego kierunku jazdy maszyny układ określa, czy nadwaga jest podnoszona czy opuszczana i czy jej wartość jest na tyle duża, aby przy jej opuszczaniu przełączyć układ na ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego o większej sile hamowana. Jeżeli układ zdecyduje, że opuszczana jest nadwaga wymagająca większej siły hamowania bezpieczeństwa, zawory bistabilne ZRP w nitce manewrowej i ZWZ w nitce ciężarowej zostaną przełączone w położenie A. W każdym innym przypadku zawory te zostaną przełączone w położenie B, odpowiadające mniejszej sile hamowania bezpieczeństwa. Proces ważenia nadwagi, określenie położenia zaworów ZRP i ZWZ oraz ich przełączenie następuje krótko po ruszeniu maszyny, zanim prędkość osiągnie wartość 1,0 m/s. Zanim czynności te nie zostaną zakończone, hamulec poprzez swój przekaźnik wyjściowy ogranicza prędkość maszyny do 1,0 m/s. Prawidłowe wyznaczenie nadwagi i poprawne przełączenie zaworów wyboru ciśnień wyprzedzenia pneumatycznego potwierdzone przez układy kontrolne hamulca są warunkiem koniecznym do tego, by hamulec pozwolił na jazdę maszyny z prędkością większą od 1m/s. Opcjonalnie wybór ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego może być dokonywany na podstawie sygnałów z zewnętrznego układu ważenia nadwagi maszyny wyciągowej. W wersji zespołu sterowania hamulca z jedną wartością ciśnienia wyprzedzenia pneumatycznego ZSHP-B układ ważenia nadwagi i wyboru ciśnienia wyprzedzenia nie występuje.

3.3. Układy kontroli i zabezpieczeń

Oprócz sterowania ciśnieniami układ elektryczny realizuje także kilka funkcji kontrolnych i zabezpieczających. Przede wszystkim kontrolowane jest działanie elementów wykonawczych, czyli elektrozaworów i przekaźników wyjściowych. Wszystkie zawory układu pneumatycznego wyposażone są w czujniki położenia tłoka w dwu skrajnych położeniach. Sygnały pochodzące z każdego zaworu są porównywane z aktualnym żądanym położeniem tego zaworu, wynikającym z funkcji sterowniczych. Jeżeli wykryte położenie tłoka zaworu nie jest zgodne z położeniem żądanym, następuje natychmiastowe przerwanie obwodu bezpieczeństwa. Wykorzystanie dwu niezależnych czujników położenia dla każdego zaworu i dwu niezależnych sygnałów z każdego czujnika pozwala także wykryć ewentualne uszkodzenia czujników położenia tłoków lub torów sygnałowych. W celu ułatwienia lokalizacji uszkodzeń wszystkie sygnały rzeczywistego i wymaganego położenia tłoka każdego zaworu są wyświetlane przez układ sygnalizacji informacyjnej. Podobnie jak zawory kontrolowane są przekaźniki wyjściowe, w przypadku których rolę czujników położenia pełnią styki zwrotne, będące dla sterowników źródłem sygnału o stanie przekaźników.

Ze względu na to, że sprawne przełączanie zaworów nie jest warunkiem wystarczającym do sprawnego działania całego hamulca, układ elektryczny kontroluje także wyniki działania sterownia pneumatycznego poprzez kontrolę wartości ciśnień nitki manewrowej i ciężarowej w różnych stanach pracy hamulca. Do kontroli tej wykorzystuje się elektropneumatyczne przetworniki ciśnienia, które w sposób ciągły dostarczają sterownikom informacji o aktualnej wartości ciśnienia manewrowego i bezpieczeństwa oraz ciśnienia wyprzedzenia pneumatycz-

nego na wejściu zaworu ZRW. Kontrola ciśnień nitki manewrowej i ciężarowej polega na sprawdzeniu, czy w stanie odhamowania, w czasie hamowania bezpieczeństwa z ciśnieniem wyprzedzenia pneumatycznego i w stanie zahamowania, ciśnienia ustalone w nitkach wyjściowych hamulca odpowiadają wartościom nastawionym. Kontrola ciśnienia wyprzedzenia na wejściu zaworu ZRW polega na stwierdzeniu, czy aktualna wartość tego ciśnienia odpowiada wybranej przez układ pomiaru nadwagi wartości ciśnienia wyprzedzenia. W celu zapewnienia prawidłowych warunków pracy elementów pneumatycznych układ elektryczny kontroluje także wartości ciśnień zasilających i wspomagających przełączanie zaworów. Dodatkowo w przypadku hamulca ciężarowego kontrolowane jest położenie ciężarów przy załączonym obwodzie bezpieczeństwa.

Układ sterowania elektrycznego kontroluje także własne podzespoły i elementy tak, aby uniemożliwić pracę hamulca w przypadku ich niesprawności. W pierwszej kolejności kontrolowane są napięcia zasilające i sterownicze zarówno pod względem wartości napięcia, jak i stanu izolacji doziemnej. Zabezpieczenia te wywołują hamowanie bezpieczeństwa hamulca, zanim wystąpi niepewne działanie podzespołów elektrycznych, wynikające z obniżenia napięcia lub przepływu prądów doziemnych. Kontrola drążka hamulca polega na porównaniu wartości zadanego przez niego sygnału ze stanem łączników wykrywających skrajne położenia drążka. Kontrola czujników ruchu maszyny polega na porównaniu prędkości maszyny odczytanych przez każdy sterownik na podstawie sygnałów z dwu niezależnych impulsatorów. W celu potwierdzenia sprawności działania elektropneumatycznych przetworników ciśnienia dostarczających sterownikom informacji o aktualnych wartościach ciśnień odczytane z nich wartości analogowe porównuje się ze stanem progowych czujników ciśnienia, kontrolujących te same ciśnienia wyjściowe. Dodatkowo kontrolowany jest poziom sygnałów wejść analogowych, co pozwala na wykrycie przerw lub zwarć w torze tych sygnałów.

Układ hamulca wyposażono także w kilka funkcji diagnostycznych, które umożliwiają obsłudze sprawdzenie podczas codziennych przeglądów poprawności działania hamulca. Układ umożliwia łatwe przeprowadzenie prób statycznych i prób dynamicznych hamulca ciężarowego oraz manewrowego bez konieczności wykonywania jakichkolwiek przełączeń w układzie sterowania elektrycznego lub pneumatycznego. Maszynista ma także możliwość prostego sprawdzenia aktualnie nastawionych rzeczywistych wartości obydwu ciśnień wyprzedzenia pneumatycznego. Specjalny automatyczny test hamulca pozwala z kolei na sprawdzenie działania układów i podzespołów, których kontrola w czasie normalnej pracy hamulca nie jest możliwa ze względów funkcjonalnych.

3.4. Sygnalizacja

Hamulec wyposażony jest w odrębną sygnalizację awaryjno-informacyjną, niezależną od sygnalizacji maszyny wyciągowej. Jej głównym elementem jest programowalny panel operatorski wyposażony w wyświetlacz ciekłokrystaliczny, na którym przedstawiane są w postaci graficzno-tekstowej informacje o stanie podzespołów hamulca, stanie zaworów

układu pneumatycznego, stany zabezpieczeń głównego obwodu bezpieczeństwa maszyny i obwodu bezpieczeństwa hamulca, stany blokad hamulca oraz wyniki automatycznego testu hamulca. Panel operatorski służy także do zmiany parametrów roboczych układu elektrycznego hamulca po zmianie nastaw w układzie pneumatycznym.

4. Podsumowanie

Zespół sterowania hamulca pneumatycznego ZSHP dzięki zastosowaniu kilku niezależnych nitek hamowania bezpieczeństwa, zdublowaniu najważniejszych elementów sterowania pneumatycznego i elektrycznego, wzajemnej asekuracji poszczególnych podzespołów i rozbudowanym funkcjom kontrolnym zapewnia wysoki stopień bezpieczeństwa i niezawodności maszyn wyciągowych. Jednocześnie nieskomplikowana struktura sterowania oraz prostota obsługi ułatwiają konserwację i lokalizację ewentualnych uszkodzeń pozwalając na utrzymywanie hamulca w stałej sprawności bez stosowania skomplikowanych metod i środków. Z kolei rodzaj obwodów wejściowych i wyjściowych oraz zestaw sygnałów wchodzących i wychodzących do maszyny wyciągowej został dobrany tak, aby umożliwić bezpośrednie przyłączenie hamulca do jak największej liczby istniejących typów maszyn wyciągowych bez ingerencji w pozostałe obwody maszyny. Duże znaczenie ma także możliwość zastosowania dwu wartości ciśnień wyprzedzenia pneumatycznego w wersji ZSHP-A, dzięki czemu możliwe jest zoptymalizowanie nastaw hamulcowych tak, aby osiągnąć jak najlepsze i zgodne z wymogami przepisów przebiegi hamowania bezpieczeństwa.

Podsumowując przedstawione rozważanie można stwierdzić, że zespół sterowania hamulców pneumatycznych ZSHP po uzyskaniu niezbędnych dopuszczeń i zezwoleń stanie się atrakcyjnym zamiennikiem używanych obecnie i często mocno już wyeksploatowanych układów sterowania hamulców.

LITERATURA

1. Zmysłowski T.: Zeszyty Problemowe Maszyn Górniczych nr 1. Hamulce maszyn wyciągowych. CMG KOMAG, Gliwice 1995
2. Zmysłowski T.: Zeszyty Problemowe Maszyn Górniczych nr 3. Elektropneumatyczny system sterowniczy hamulców maszyn wyciągowych. CMG KOMAG, Gliwice 1998
3. Przepisy wykonawcze do prawa geologicznego i górnictwa. Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 14 kwietnia 1995 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w

podziemnych zakładach górniczych (Dz.U. Nr 67, poz. 342), zmienionego rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 1 grudnia 1997 r. (Dz.U. z 1998 r. Nr 3, poz. 6).

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Jerzy Świder

Abstract

The Measurements and Automation Centre of the Rybnik Coal Basin and the KOMAG Mining Mechanization Centre are the designers of the new ZSHP electro-pneumatic control unit. The Control Unit for Pneumatic Brake (ZSHP) is an electro-pneumatic system for a control of brakes in hoisting machines with pneumatic drives of pressure and weight action with two non-summable sources of braking forces. It is designed for operation with single and double, two-cylinder brake drives of the SSW type or similar or with axial drives of the HOP type.

The brake electro-pneumatic control unit for hoisting machines has been developed in two versions:

ZSHP-A - two-programme version

ZSHP-B - one-programme version.

The ZSHP-A (two-programme) unit enables to perform the emergency braking with one of the two values of braking force related to one of two adjusted values of initial pressure. The value of the initial pressure is chosen according to the operational conditions, i.e. to the direction of overweight movement and its mass.

The ZSHP-B (one-programme) unit enables to perform the emergency braking with one value of braking force related to the adjusted initial pressure.

In both versions of the unit the weight protection of the brake pneumatic action is realized. In two-programme version the residual pressure value in the safety cylinder is chosen according to the value of the initial pressure in the hoist operational conditions. In one-programme version the residual pressure value is related to the adjusted initial pressure.

This unit is designed on the base of electro-pneumatic valves controlled electrically by two independent programmable controllers. The implemented protection systems enable a continuous control of all the brake elements efficiency and the control of correctness of the whole unit operation.