

Zagadnienie awaryjnego hamowania tylko w wieży górniczego wyciągu szybowego

Pomimo znaczącego postępu w systemach sterowania maszyn wyciągowych problem awaryjnego przejazdu naczyniami wyciągowymi skrajnych położen technologicznych jest nadal bardzo aktualny. Opracowanie konstrukcji, metody obliczeń wraz z regulacją prawną, dotyczącą stosowania tzw. ruchomych belek odbojowych, stworzyło możliwości awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych tylko na wolnej drodze przejazdu w wieży, eliminując urządzenie hamujące naczynia z rzędzia szybu. Referat przedstawia wyniki analizy dynamicznej procesu hamowania awaryjnego, realizowanego jedynie w ruchomych belkach odbojowych. Przedstawione wyniki wskazują jednoznacznie na potrzebę kontynuacji prac nad rozszerzeniem tego sposobu awaryjnego hamowania dla różnych górniczych wyciągów szybowych.

1. WPROWADZENIE

Pomimo znaczącego postępu w systemach sterowania i zabezpieczania ruchu naczyń wraz z zawieszaniem i systemem linowym w maszynach wyciągowych (rys. 1) problem awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych po przejechaniu skrajnych położen technologicznych jest nadal bardzo aktualny.

Opracowanie konstrukcji oraz metody obliczeń i analiz dla ruchomych belek odbojowych (rys. 2), wraz z opracowaniem prawnych warunków ich stosowania, pozwoliło na realizację awaryjnego hamowania jedynie na wolnej drodze przejazdu w wieży szybu.

Istnieją więc techniczne i prawne możliwości wyeliminowania urządzeń hamujących naczynia wyciągowe z rzędzia szybu.

W pkt. 5 załącznika nr 4 do rozporządzenia Ministra Gospodarki [1] pt. „Szczegółowe zasady prowadzenia ruchu układów transportu pionowego w wyrobiskach o nachyleniu 45°” wprowadzono zapis punktu 5.22.4 o następującej treści:

Dopuszcza się:

2) brak urządzeń hamujących w rzędziu w przypadku, gdy praca hamowania urządzeń hamujących w wieży [A_{sił hamowania} (A_{sh})] jest równa lub większa od energii hamowanych mas [E_K].

$$A_{sh} \geq E_K \quad (1)$$

$$A_{sh} = P_c \cdot L_c \quad (2)$$

$$E_K = \frac{m_s \cdot V^2}{2} \quad (3)$$

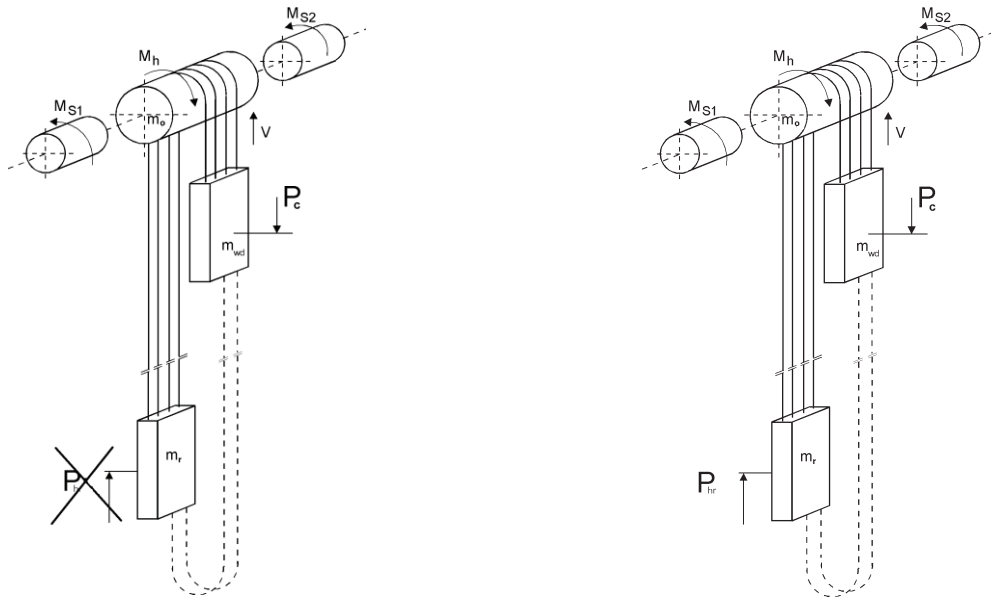
Siła hamująca (P_c) urządzenia ciernego obliczana jest dla przypadku pełnego wytracenia energii kinetycznej mas ruchomych (m_s) górniczego wyciągu szybowego poruszającego się z nominalną prędkością (v) na istniejącej drodze (L_c) przejazdu naczynia w wieży.

Równocześnie zapis pkt. 5.11.17 stwarza możliwości realizacji procesu awaryjnego hamowania w ruchomych belkach odbojowych na drogach o długościach krótszych, niż wynika to z zapisu pkt. 5.11.16 załącznika nr 4 do rozporządzenia Ministra Gospodarki [2] z dn. 28.06.2002 r. Zapis ten brzmi:

W przypadku zastosowania ruchomych belek odbojowych długość wolnej drogi przejazdu powinna zapewnić pełne wytracenie energii kinetycznej ruchomych mas wyciągu szybowego [2].

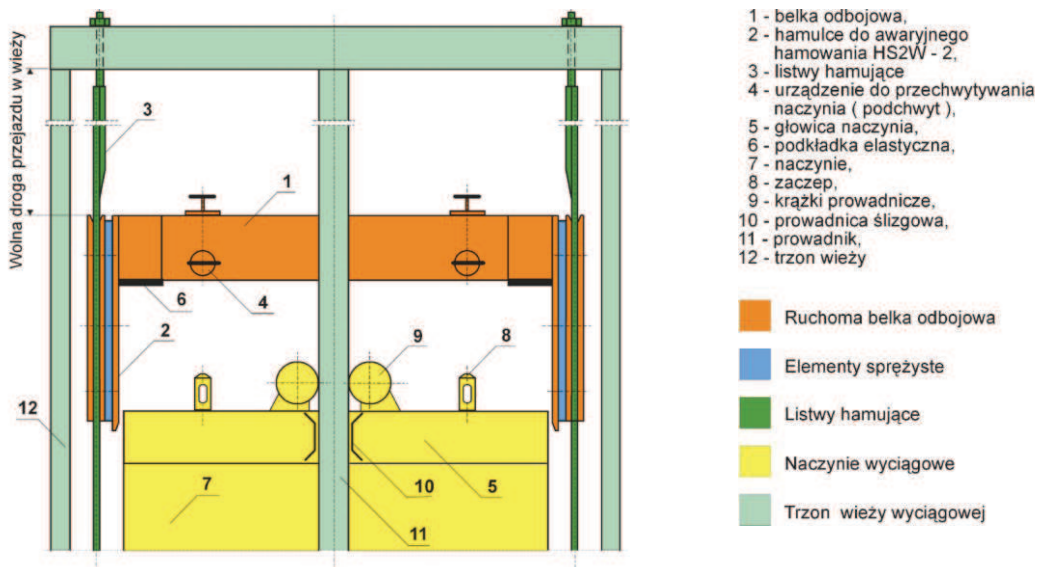
Ruchome belki odbojowe to połączenie hamulców ciernych z urządzeniami wychwytyjącymi naczynia wyciągowe.

Urządzenie wychwytyjące, stanowiące część ruchomych belek odbojowych, poprzez mechaniczne połączenie głowicy naczynia z układem hamulców ciernych, natychmiast po przejechaniu przez naczynie



Rys. 1. Ogólny schemat górniczego wyciągu szybowego w stanie awaryjnego hamowania naczyń na tzw. „wolnych drogach przejazdu”

P_c – siła hamowania urządzenia ciernego w wieży, P_{hr} – siła urządzenia hamującego zabudowanego w rzapiu szybu, m_o – masa części obrotowych maszyny wyciągowej, zredukowana do ruchu postępowego, m_r – masa naczynia w rzapiu, M_{S1} , M_{S2} – momenty silników maszyny wyciągowej, m_{wd} – masa naczynia w wieży, v – prędkość nominalna



Rys. 2. Schemat konstrukcji ruchomych belek odbojowych

skrajnego położenia technologicznego dodatkowo zabezpiecza to naczynie przed ewentualnym spadkiem do szybu – na wypadek zerwania liny nośnej.

2. RUCHOME BELKI ODOJOWE

Ruchome belki odbojowe (rys. 3) pozwalają na właściwe kształtowanie wartości siły hamowania (P_c) na drodze hamowania.

Przy hamowaniu tylko w wieży siła hamowania (P_c) ruchomych belek odbojowych musi być większa od siły hamowania występującej podczas hamowania naczyń w wieży i rzapiu.

Szczegółowe wymagania techniczne, dotyczące obliczeń układu ruchomych belek odbojowych oraz zamocowania tego układu w konstrukcji wieży, przedstawiono poniżej.

W przypadku zastosowania układu ruchomych belek odbojowych jego konstrukcja powinna przenieść siłę hamującą ciernego urządzenia hamującego, pomnożoną przez współczynnik 1,2.



Rys. 3. Ruchome belki odbojowe zainstalowane w wieży szybu



Rys. 4. Zarejestrowane przebiegi czasowe przyspieszeń naczynia dolnego oraz linopędni w funkcji czasu

(...) W przypadku zastosowania układu ruchomych belek odbojowych zamocowanie układu w wieży powinno przenosić obciążenie statyczne, pochodzące od ciężaru naczynia wraz z ładunkiem i linami wyrównawczymi, pomnożone przez współczynnik 1,3 [1].

Wyeliminowanie siły hamowania naczynia w rzapiu ($P_{hr} = 0$) powoduje, że podczas awaryjnego hamowania na naczyniu w rzapiu działa przyspieszenie, które skutkuje zmniejszeniem siły obciążającej liny nośnej (odciążeniem) [4].

Na rysunku 4. pokazano zarejestrowane w czasie badań wyciągu szybowego [4] przebiegi przyspieszeń: naczynia wyciągowego znajdującego się blisko rzapiu oraz linopędni maszyny w czasie hamowania bezpieczeństwa. Charakter tych przebiegów świadczy o tym, że również w czasie awaryjnego hamowania naczynia w wieży naczynie dolne będzie doznawało opóźnień, czego wynikiem będzie odciążenie liny nośnej nad tym naczyniem [3]. Przytoczone tutaj fragmentaryczne wyniki badań potwierdzają wnioski z prac analitycznych nad dynamiką procesu awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych poza ich skrajnymi położeniami technologicznymi [4].

3. PODSUMOWANIE

Dla określenia parametrów technicznych ruchomych belek odbojowych w przypadku danego wyciągu górniczego konieczne jest przeprowadzenie analizy procesu awaryjnego hamowania z wykorzystaniem

wielomasowego modelu mechanicznego wyciągu szybowego.

Taka analiza pozwoli określić wartości i przebieg sił hamujących w urządzeniu w wieży, tj. w ruchomych belkach odbojowych, oraz parametry kinematyczne ruchu naczynia w rzapiu.

Wyeliminowanie urządzeń awaryjnego hamowania z wolnej drogi przejazdu w rzapiu pozwala na poważne zmniejszenie zakresu czynności serwisowych brygad szybowych, przy zachowaniu warunków pełnego wytracenia energii kinetycznej mas wyciągu.

Zastosowanie ruchomych belek odbojowych znacznie rozszerza, jak się wydaje, możliwości wykorzystania ciernych układów hamujących do likwidacji skutków awaryjnych przejazdów naczyniami wyciągowymi krańcowych położeniami technologicznymi.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego. Dz. U. Nr 139, poz. 1169.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dn. 9 czerwca 2006 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego. Dz. U. Nr 124, poz. 863.
3. Opracowanie nowych zasad doboru nastaw hamulców maszyn wyciągowych w oparciu o dynamikę pracy lin, naczyń i oddziaływania zbrojenia szybowego. Praca wykonana pod kierunkiem M. Wójcika, Katedra Transportu Linowego AGH, Kraków 2007.
4. Wójcik M.: Awaryjne hamowanie górniczych wyciągów szybowych urządzeniami ciernymi – teoria, badania i aplikacje przemysłowe. Studia Rozprawy Monografie Nr 107, Wydawnictwo Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2002.