

MARIAN WÓJCIK*

KONSTRUKCJA CIERNYCH URZĄDZEŃ DO AWARYJNEGO HAMOWANIA NACZYŃ GÓRNICZYCH WYCIĄGÓW SZYBOWYCH

CONSTRUCTIONS OF FRICTION ARRESTING DEVICES FOR EMERGENCY BRAKING OF CONVEYANCES OF MINE SHAFT HOIST INSTALLATIONS

W artykule przedstawiono wyniki prac projektowych i konstrukcyjnych, których efektem były kolejne rozwiązania ciernego urządzenia hamującego dostosowanego do różnych wyciągów szybowych. Znacząca liczba zastosowań ciernego urządzenia hamującego doprowadziła do opracowania różnych wersji konstrukcyjnych urządzenia spełniającego wymagania oraz podnoszącego bezpieczeństwo eksploatacji wyciągów szybowych.

Omówiono rozpowszechnioną konstrukcję hamulców ciernych, tzw. drugiej generacji, oznaczonych symbolem HS2W-2. W hamulcach tych wykorzystano do hamowania naczyń siłę tarcia występującą pomiędzy powierzchniami stalowymi dociskanymi do siebie siłami sprężystości ściskanych elementów gumowych (rys. 1). Dla spełnienia warunku dodatkowego zabezpieczenia naczynia przed spadkiem do szybu podczas hamowania awaryjnego, hamulce cierne wyposażono w urządzenie wychwytyjące naczynie. Urządzenie to łączy mechanicznie głowicę naczynia z układem hamulców ciernych. Połączenie to zabezpiecza naczynie przed spadkiem do szybu w przypadku zerwania liny nośnej.

Następnie przedstawiono konstrukcję zaczepu hamulca przesterowywanego w zależności od rodzaju pracy wyciągu górniczego. Zastosowanie tego zaczepu pozwala na hamowanie tego samego naczynia dwoma różnymi hamulcami o odmiennych siłach hamowania, w zależności od tego, czy w naczyniu transportowany jest urobek czy ludzie. Przesterowywany zaczep hamulca ciernego przedstawiono na rysunku 2.

Ostatnim rozwiązaniem układu hamulców ciernych jest układ nazwany ruchomymi belkami odbojowymi. Układ ten składa się z hamulców ciernych połączonych belkami, w które wbudowano urządzenia wychwytyjące hamowane naczynie. Ruchome belki odbojowe zapewniają skuteczne hamowanie naczyń z równoczesnym zabezpieczeniem naczyń przed spadkiem do szybu.

Przedstawione konstrukcje hamulców ciernych i ich układy pozwalają na skuteczne zabezpieczenie górniczych wyciągów szybowych w przypadku przejazdu naczyniami położeń krańcowych.

Słowa kluczowe: awaryjne hamowanie naczyń wyciągowych, droga przejazdu powyżej górnego technologicznego położenia naczynia, hamulec maszyny wyciągowej, położenie technologiczne naczyń wyciągowych, wyciąg szybowy

* WYDZIAŁ INŻYNIERII I ROBOTYKI, AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, 30-059 KRAKÓW AL. MICKIEWICZA 30;
e-mail: marianw@uci.agh.edu.pl

In the paper results of the design and constructional works of which effects were consecutive solutions of friction arresting devices suited to various mine hoist installations have been presented. A large amount of applications of the friction arresting device led to elaboration of various constructional versions of the device which met requirements and improved safety of operation of mine shaft hoist installation.

In the second part of the paper the construction of the widespread friction arresting devices of so called second generation and designated HS2W-2 was discussed. In these arresting devices friction force which occurs between steel surfaces pressed against each other due to elasticity force of compressed rubber elements was applied for conveyance braking, see Fig. 1.

To meet the additional condition of protection of the conveyance against falling into the shaft during the emergency braking the friction arresting devices have been equipped with the conveyance catching device. This device connects mechanically the conveyance head with the construction of the friction arresting device. This connection protects the conveyance against falling into a shaft in case of hoist rope break.

Then the construction of the brake driver controlled depending on operation mode of the hoist was presented. Application of the driver allows to brake the same conveyance applying two different brakes of various braking forces depending on material or men riding. Controlled brake driver of the friction device is presented in the Fig. 2.

The last solution of the friction braking system is the system called movable fender beams. This system consists of friction brakes connected with beams in which the braked conveyance catching device was mounted. Movable fender beams ensure effective braking of conveyances and protect them against falling into the shaft.

The constructions of the friction arresting devices and their systems presented in the paper allow effectively to protect the mine shaft hoist installations in case of conveyance overwinding the boundary positions.

Key words: emergency conveyance overrun the boundary positions, conveyance travel path below and under the lower technological position, hoisting machine brake, boundary technological conveyance positions, winding installation

1. Wprowadzenie

Cierne urządzenia do awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych na drogach przejazdu stały się w ostatnich dziesięciu latach podstawowymi, nowoczesnymi urządzeniami zabezpieczającymi ruch naczyń wyciągowych na wypadek przejechania tych naczyń poza technologiczne położenia krańcowe.

Konieczność dostosowywania tych urządzeń do różnych wyciągów szybowych oraz różnych konstrukcji wież szybowych spowodowała znaczne zmiany w podstawowej wersji ciernego urządzenia hamującego.

Warunki, jakim powinno odpowiadać urządzenie do awaryjnego hamowania naczyń na wolnych drogach przejazdu spowodowały, że konstrukcję hamulców ciernych uzupełniono o urządzenie zabezpieczające naczynia przed spadkiem do szybu, które nazwano urządzeniem wychwytyjącym naczynie. Powstały dwie konstrukcje tych urządzeń — dźwigniowe i sprężynowe. Urządzenia wychwytyjące stosuje się wówczas, gdy obliczeniowy stosunek sił występujących w linach nad naczyniem hamowanym w wieży do sił zrywających liny przekracza wartość 0,4.

Kolejnym etapem rozwoju konstrukcji hamulców ciernych i ich przystosowania do różnych warunków pracy było opracowanie i zaprojektowanie tzw. przesterowywanego w zależności od rodzaju pracy urządzenia wyciągowego, hamulca ciernego, który można stosować tam, gdzie długości wolnych dróg przejazdu dla jazdy ludzi i ciągnięcia urobku są różne.

Od chwili pełnego dopuszczenia do stosowania hamulce cierne wraz z urządzeniami zabezpieczającymi naczynia przed spadkiem do szybu oraz zabierakiem, umożliwiającym przesterowywanie w zależności od rodzaju pracy wyciągu, stały się uniwersalnymi urządzeniami zabezpieczającymi mechanicznie ruch naczyń wyciągowych na wolnych drogach przejazdu poza położeniami krańcowymi.

3. Rozwój konstrukcji hamulców ciernych

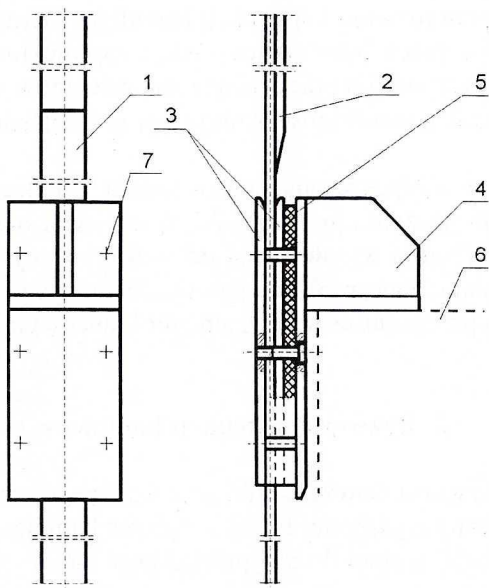
Pierwotnym rozwiązaniem konstrukcyjnym ciernego urządzenia hamującego był typ HS2W-1, zbudowany z parzystej liczby zespołów hamujących, których korpusy zabudowane były na całej wolnej drodze przejazdu w wieży, a w nich przemieszczały się poruszane hamowanym naczyniem zbieżne elementy cierne (Hansel, Wójcik 1987, 1988).

Rozwiązanie to charakteryzowało się znaczną masą elementów korpusu, który był zabudowany na całej długości wolnej drogi przejazdu, oraz znaczną liczbą elementów elastycznych — gumowych, również zajmujących całą długość korpusów.

Drugim rozwiązaniem ciernego urządzenia hamującego było urządzenie oznaczone symbolem HS2W-2 pokazane na rysunku 1 (Hansel 1995; Hansel, Wójcik, Rokita 1996). Ma ono parzystą liczbę zespołów hamujących, rozmieszczonych symetrycznie względem osi naczynia wyciągowego. Każdy zespół hamujący składa się z nieruchomej zbieżnej listwy oraz z obejmującego tę listwę korpusu zawierającego ściskane elementy gumowe, które powodują docisk trących powierzchni stalowych.

W przypadku intensywnego awaryjnego hamowania, szczególnie urządzeń skipowych, dochodzi do przekroczenia wartości 0,4 wyrażającej stosunek obliczeniowej siły występującej w linie nad hamowanym naczyniem wyciągowym w wieży do siły zrywającej linę nośną. W takich przypadkach podczas awaryjnego hamowania naczynia na wolnych drogach przejazdu powinny być zabezpieczone dodatkowymi urządzeniami zabezpieczającymi je przed spadkiem do szybu.

Konstrukcja hamulca ciernego, z racji dużej siły tarcia pomiędzy listwą zbieżną zainstalowaną w trzonie wieży a elementami stalowymi korpusu, stwarzała dogodną możliwość dodatkowego zabezpieczenia naczynia wyciągowego przed spadkiem poprzez wykonanie mechanicznego połączenia głowicy naczynia z ruchomym korpusem hamulca. W ten sposób powstały dwa rozwiązania tzw. urządzeń wychwytyjących naczynia, będących dodatkowym wyposażeniem hamulców ciernych (Hansel, Wójcik Rokita 1996; Hansel, Wójcik 1996). Działanie tych urządzeń polega na tym, że z chwilą rozpoczęcia hamowania zaczepy, będące dodatkowym wyposażeniem głowicy naczynia, za pomocą mechanizmu ryglującego zostają połączone z korpusami hamulców



Rys. 1. Zasada konstrukcji ciernego urządzenia hamującego HS2W-2
 1, 2 — listwy stalowe o wzrastającej grubości, 3 — zespół hamowniczy, 4 — zabierak zespołu hamowniczego, 5 — element gumowy, 6 — naczynie wyciągowe, 7 — mechanizm śrubowy uwalniający powierzchnie trące

Fig. 1. Principle of design of the friction emergency arrester HS2W-2
 1, 2 — tapered steel strips, 3 — braking unit, 4 — driver of the braking unit, 5 — rubber element, 6 — conveyance, 7 — screw mechanism to free friction surfaces

ciernych. Opracowano konstrukcję dwóch mechanizmów ryglujących — dźwigniowego i sprężynowego.

W mechanizmie dźwigniowym przesuw sworznia blokującego urządzenie z zaczepem naczynia wywołany jest przez uderzające w hamulec cierny naczynie za pomocą prostego mechanizmu dźwigniowego.

W mechanizmie sprężynowym przesuw sworznia blokującego wywołany jest energią dwóch rozprężających się sprężyn śrubowych.

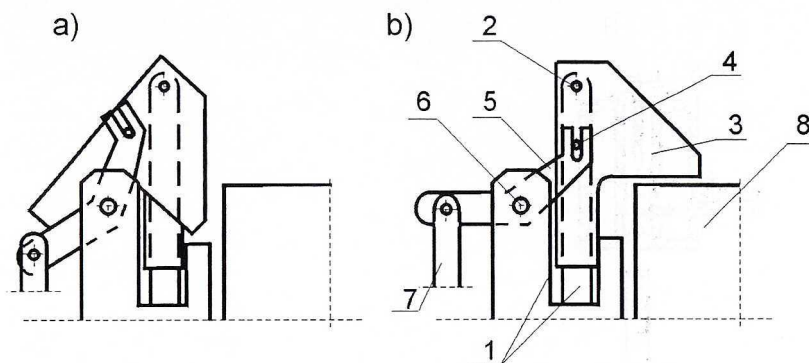
Następnym etapem rozwoju konstrukcji hamulca ciernego było opracowanie hamulca przesterowywanego w zależności od rodzaju pracy urządzenia wyciągowego.

Konieczność budowy takiego urządzenia hamującego występuje praktycznie w większości urządzeń wyciągowych dwufunkcyjnych, tzn. z jazdą ludzi i ciągnięciem urobku. Jak wspomniano we wprowadzeniu, duża rozbieżność pomiędzy wartościami potrzebnymi sił hamowania awaryjnego dla jazdy ludzi i ciągnięcia urobku narzuca zróżnicowanie układów hamujących dla obu tych przypadków. Przy zastosowaniu drewnianych prowadników zgrubionych, instalowanych na drodze przejazdu naczynia w wieży powyżej krańcowego położenia technologicznego, wykluczona jest możliwość zróżnicowania siły hamowania.

Cierny układ hamujący, z racji możliwości wielokrotnego działania oraz cech konstrukcyjnych, stwarzał możliwości takiego rozwiązania, aby jego działanie mogło być przesterowywane w zależności od rodzaju pracy urządzenia wyciągowego. Problem sprowadzał się do skonstruowania sterowanego zaczepu hamulca ciernego, który byłby wysuwany za pomocą zwalniaka elektrohydraulicznego. Zaczep ten wysuwając się wchodziłby w „światło” drogi naczynia tak, aby naczynie przejeżdżające krańcowe położenie uderzyło głowicą o zaczep, który połączony z hamulcem ciernym spowoduje hamowanie naczynia. Przesterowanie zaczepu tak, aby nie był wysunięty w „światło” drogi naczynia powoduje, że naczynie może swobodnie przejeżdżać obok hamulca ciernego nie wywołując hamowania. Taki przypadek występuje wtedy, kiedy urządzenie wyciągowe przystosowane do dwóch funkcji ustawione jest na ciągnięcie urobku, podczas którego skipoklatka zatrzymuje się w punkcie położonym wyżej niż punkt zatrzymywania się jej przy jeździe ludzi.

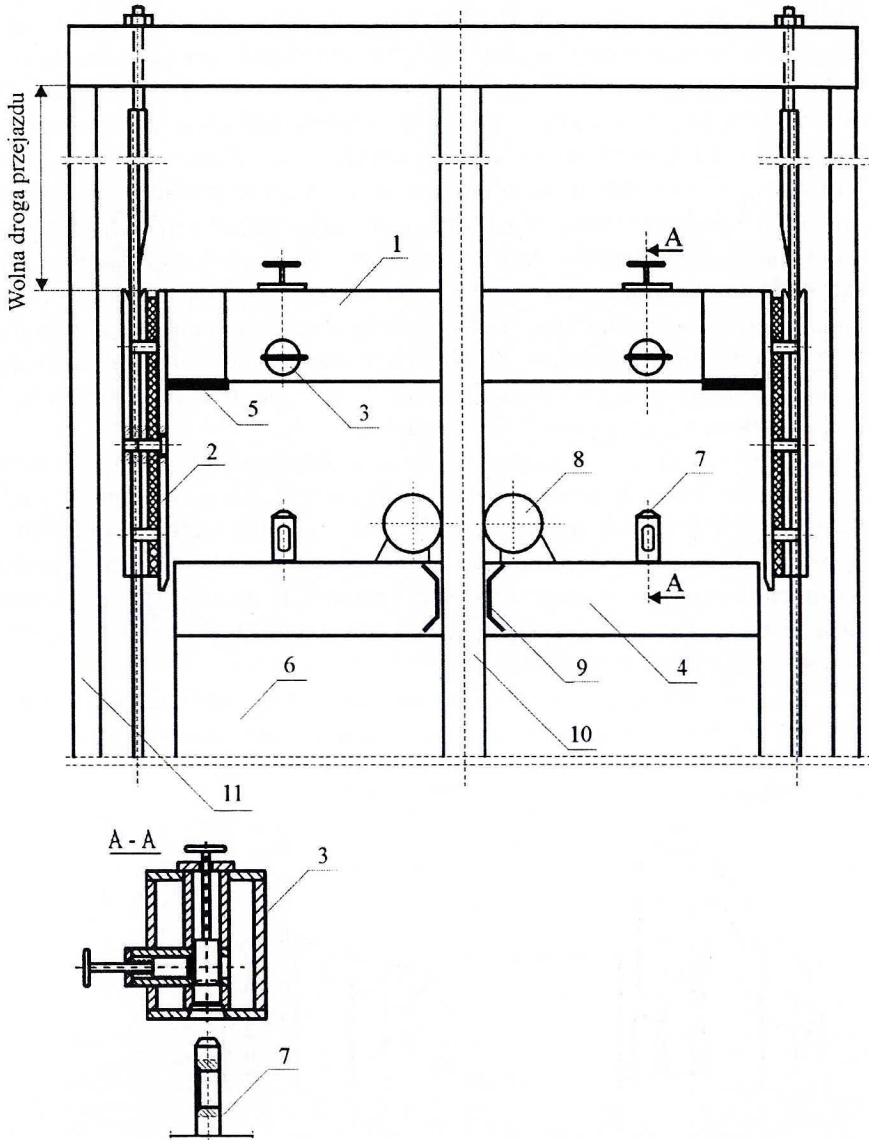
Zastosowanie przesterowywanego zaczepu do ciernego układu hamującego pozwala umieścić na jednej listwie hamującej dwa hamulce ciernie, z tym że hamulec znajdujący się poniżej musi być wyposażony w zaczep. Taka budowa ciernych układów hamujących pozwala rozwiązać awaryjne hamowanie dla jazdy ludzi za pomocą hamulców wyposażonych w przesterowywane zaczepy. Hamulce te instaluje się na drodze przejazdu przed hamulcami ze stałymi zaczepami, które przeznaczone są tylko do hamowania w przypadku ciągnięcia urobku.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że układ napędu zaczepu musi pozostać nieruchomy w konstrukcji trzonu prowadniczego wieży, sam zaczep jest natomiast połączony



Rys. 2. Zabierak hamulca ciernego dla urządzeń wyciągowych dwufunkcyjnych
 a — położenie „jałowe” zabieraka w przypadku ciągnięcia urobku, b — położenie robocze zabieraka hamulców ciernych w przypadku jazdy ludzi; 1 — konstrukcja nośna zespołu hamującego, 2 — oś stała, 3 — łapa zabieraka, 4 — czop, 5 — dźwignia, 6 — oś zamocowana do konstrukcji nośnej, 7 — zwalniak elektrohydrauliczny, 8 — zarys naczynia

Fig. 2. Driver of the friction emergency arrestor for double function hoist installations
 a — idle position of the driver in the case of material winding, b — service position of the driver of the friction arrestors in the case of men riding; 1 — load bearing structure of the braking unit, 2 — permanent axis, 3 — driver, 4 — pivot, 5 — lever, 6 — axis fixed to the load bearing structure, 7 — electrohydraulic release, 8 — conveyance contour



Rys. 3. Układ urządzeń służących do awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych w ruchomych belkach odbojowych

- 1 — belka odbojowa, 2 — urządzenie do awaryjnego hamowania HS2W-2,
 3 — urządzenie do przechwytywania naczyń (podchwyty), 4 — głownica naczyń,
 5 — podkładka elastyczna, 6 — naczynie, 7 — zaczep, 8 — krążki prowadnicze,
 9 — prowadnica ślizgowa, 10 — prowadnik, 11 — trzon wieży

Fig. 3. System of devices for emergency conveyance braking in movable fender beams
 1 — fender beam, 2 — friction emergency arrester HS2W-2, 3 — conveyance catching device,
 4 — conveyance head, 5 — elastic washer, 6 — conveyance, 7 — catch, 8 — guide rollers,
 9 — slide guidance, 10 — guide, 11 — headframe

z hamulcem ciernym i musi poruszać się wraz z uderzającym w niego hamowanym naczyniem. Spowodowało to konieczność takiego skonstruowania zaczepu, aby mógł on być napędzany zespołem stacjonarnym, na stałe zainstalowanym w wieży. Konstrukcja zespołu napędu zaczepu musiała być rozwiązana tak, aby mieściła się w wolnej przestrzeni trzonu prowadniczego.

Na rysunku 2 pokazano schematycznie pracę zabieraka zespołu hamowniczego przesterowywanego w zależności od funkcji wyciągu. Zastosowany w konstrukcji zwalniak elektrohydrauliczny jest przystosowany do pracy ciągłej i zasadniczo jest stosowany w urządzeniach dźwignicowych.

Najnowszym rozwiązaniem jest układ urządzeń służących do awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych w ruchomych belkach odbojowych (rys. 3) (Hansel, Wójcik, Rokita 1996). Zasada pracy tego układu urządzeń polega na tym, że ruchome belki odbojowe, usytuowane na początku wolnych dróg przejazdu, są połączone suwliwie z ciernymi układami hamującymi HS2W-2. W ruchome belki odbojowe są wbudowane urządzenia wychwytyjące, spełniające funkcję podchwytów, łącząc naczynie wyciągowe z belkami poprzez zaczepy przymocowane do głowicy naczynia wyciągowego. Zaletą takiego rozwiązania jest to, że elementy konstrukcyjne trzonu prowadniczego wieży i głowicy naczynia w momencie uderzenia naczynia w ruchome belki odbojowe przenoszą wielokrotnie mniejsze wartości sił dynamicznych w porównaniu z siłami dynamicznymi powstającymi w chwili uderzenia naczynia w nieruchome belki odbojowe. W związku z tym masy tych elementów mogą być znacznie mniejsze niż w tradycyjnych rozwiązaniach. Poszczególne urządzenia opisywanego układu są dopuszczone do stosowania w polskich kopalniach.

3. Podsumowanie

Przedstawione konstrukcje ciernych urządzeń do awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych pozwalają na stwierdzenie, że obecnie są one w pełni dojrzałym i sprawdzonym rozwiązaniem, które można zastosować do każdego typu górniczego urządzenia wyciągowego. Uzyskane doświadczenia wynikające z zastosowania tych urządzeń w około siedemdziesięciu wyciągach górniczych w Polsce oraz we Francji potwierdzają tezę o uniwersalności tych urządzeń, skutecznie zabezpieczających ruch urządzenia wyciągowego w awaryjnym przypadku przejazdu naczyniami położeń krańcowych.

LITERATURA

- Hansel J., Wójcik M., 1987: Reibungs-Bremssystem zum Stillsetzen von Frderkorben beim Übertreiben. Bergbau 120.
- Hansel J., Wójcik M., 1988: Emergency arresting of conveyances in cases of overwinds. International Conference on Hoisting of Men, Materials and Minerals, Toronto.

- Hansel J., 1995: Zadania dydaktyczne, naukowo-badawcze oraz twórczość wynalazcza Katedry Transportu Liniowego. Wyd. Naukowo-Techniczne KTL AGH z. 4, Kraków.
- Hansel J., Wójcik M., Rokita T., 1996: Układy awaryjnego hamowania urządzeń wyciągowych na wolnych drogach przejazdu. Wyd. Naukowo-Techniczne KTL AGH z. 7, Kraków.
- Hansel J., Wójcik M., 1996: Cierne urządzenia do awaryjnego hamowania naczyń wyciągowych. KOMAG, WUG, Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Gliwice.

REVIEW BY: PROF. DR HAB. INŻ. JERZY ANTONIAK, GLIWICE

Received: 27 November 2002