

WALDEMAR WÓJCICKI  
MICHAŁ WÓJCICKI

# Wykorzystanie zapasów magazynowych kopalń do poprawnej kompletacji górniczych przenośników taśmowych

*W artykule przedstawiono zasady racjonalnego wykorzystania posiadanych w podziemnych zakładach górnictwa węglowego podzespołów przenośników w celu zestawienia kompletnych urządzeń właściwych dla konkretnych lokalizacji i wymaganych parametrów pracy. Ponieważ często są to zespoły od różnych producentów, to użytkownik będzie zobowiązany do przygotowania zbiorczej instrukcji obsługi oraz wystawienia deklaracji zgodności.*

Słowa kluczowe: *przenośnik taśmowy, zakład górniczy, podzespoły przenośników taśmowych*

## 1. WSTĘP

Przenośniki taśmowe nie wymagają obecnie dopuszczenia prezesa Wyższego Urzędu Górniczego i są eksploatowane na podstawie deklaracji zgodności WE i instrukcji obsługi opracowanej przez producenta. Producentem przenośnika nie zawsze musi być jego faktyczny wytwórca, może to być również kompletator, zestawiający urządzenie z gotowych podzespołów. Takim kompletatorem może być również zakład górniczy, który posiada podzespoły ze zdemontowanych urządzeń lub jest w stanie je pozyskać w ramach grupy górniczej, np. z likwidowanych zakładów. Bardzo ważne jest, aby wraz z pozyskanymi zespołami otrzymać źródłowe dokumentacje techniczno-ruchowe lub instrukcje obsługi. W przypadku napędów powinny być dostępne również dokumenty dotyczące przekładni, silników, hamulców i sprzęgieł. Ponieważ wystawienie deklaracji zgodności WE jest obwarowane szeregiem wymogów określonych przepisami unijnymi i krajowymi, użytkownik rzadko decyduje się na wystąpienie w roli kompletatora. Często istnieje obawa, że skompletowane urządzenie nie spełni wymagań bezpieczeństwa. W takim przypadku zawsze można do sporządzenia właściwej kompletacji wykorzystać specjalistów z firm zewnętrznych, a gotowe urządzenie poddać dobrowolnej certyfikacji. W dalszej części omówiono decydujące o bezpiecznej eksploatacji

przenośnika zagadnienia związane z określeniem podstawowych parametrów pracy, takie jak dobór napędów, hamulców, urządzeń napinających oraz stosowanie osłon miejsc niebezpiecznych oraz podstawowe zasady kompletacji podzespołów w przenośniku. Informacje te powinny być pomocne dla przedstawicieli zakładu górniczego zarówno w przypadku, gdy kompletację przenośnika realizują samodzielnie, jak i w przypadku przygotowywania wymagań przetargowych dla firm inżynierskich.

## 2. PRAWDŁOWY DOBÓR MOCY I LOKALIZACJI NAPĘDÓW ORAZ INNYCH ZESPOŁÓW W RÓŻNYCH WARUNKACH PRACY

Obecnie instalowane przenośniki nie powinny być konfigurowane na podstawie nomogramów doboru mocy, w których parametry przenośnika są w znacznym zakresie sparametryzowane i zawierają zbyt wiele uogólniających założeń wstępnych. Również w przypadku stosowania dostępnego na rynku oprogramowania służącego do doboru mocy niezbędna jest wiedza z zakresu teorii przenośników taśmowych.

Do prawidłowego oszacowania mocy wymagana jest znajomość współczynnika oporów, który wynika głównie z zastosowanej trasy przenośnikowej, jakości

krążników i taśmy, liczby i rozwiązań konstrukcyjnych bębnow. Nie można zapominać o oporach skupionych. Ważne jest uwzględnienie długości pętlicy, zwiększonej liczby zgarniaczy oraz odpowiedniej liczby, długości i parametrów geometrycznych przesypów. Znaczna moc jest zużywana przez podparcie ślizgowe taśmy w łożach przesypowych.

Należy przyjąć zasadę, że przenośniki, w których silniki pracują jako maszyny hamujące, powinny mieć większy zapas mocy zainstalowanej w stosunku do obliczonej, aby nie doprowadzić do rozbiegania się taśmy (utruty stabilności ruchu).

Przenośniki, w których w czasie pracy ustalonej w stanie załadowanym występuje moc ujemna (przenośniki hamowane), powinny być konfigurowane z napędami od strony zwrotni. We wcześniejszych konstrukcjach przenośników, które charakteryzowały się znacznymi oporami, granicą tzw. zabudowy na upad był kąt  $-5^\circ$ . Obecnie, jeśli uwzględnimy energooszczędne konstrukcje o niskich oporach, tą granicą może być kąt już nawet  $-3^\circ$ .

Stacja napinająca ze względu na funkcję, którą pełni – tzn. gwarantowanie poprawnego sprzężenia ciernego w napędzie oraz prawidłowego zwisu taśmy między zestawami krążnikowymi – powinna zawsze znajdować się po stronie niższych sił w taśmie. W przenośnikach opadających stację należy umieścić w rejonie wysypu, a w przenośnikach usytuowanych w wyrobiskach poziomych lub pracujących po wzniosie stacja powinna znajdować się za napędem zgodnie z biegiem taśmy. W przypadku dużych wzniosów (ponad  $10^\circ$ ) w celu ograniczenia wymaganej siły w stacji może być ona montowana w rejonie zwrotni. Przy napędzie siła napinająca będzie wyższa o wartość składowej wzdłużnej siły ciężkości taśmy na odcinku od napędu do stacji napinającej i o tę wartość można zmniejszyć siłę napinania w stacji.

Osobnym zagadnieniem są przenośniki okresowo zmieniające kierunek wektora siły wypadkowej w napędzie, ale w takim przypadku trudno polecać typowe stacje napinające.

W przenośnikach długich o dużej wymaganej mocy mogą być stosowane napędy pośrednie. Ma to na celu:

- zwiększenie eksploatacyjnej wydajności lub długości przenośnika powyżej jego fabrycznych danych, wyliczonych z wykresów stosowności;
- obniżenie maksymalnego napięcia taśmy, a tym samym jej wymaganej wytrzymałości;
- ułatwienie rozruchu przenośników;
- ułatwienie hamowania przenośników [1].

### 3. HAMOWANIE – DOBÓR PARAMETRÓW, KRYTERIA STOSOWANIA HAMULCÓW I HAMOWNIKÓW PRZECIWPOWROTNYCH

Pod względem konstrukcji przenośników, ich warunków stosowania i montowanych hamulców przenośniki możemy podzielić na trzy grupy:

- 1) przenośniki opadające, w których zwrot wektora momentu hamującego jest identyczny ze zwrotem wektora momentu napędowego;
- 2) przenośniki wznoszące, w których występuje ryzyko cofania się taśmy po zatrzymaniu się załadowanego przenośnika;
- 3) przenośniki płaskie i lekko pochylone, w których opory własne zawsze spowodują zatrzymanie przenośnika, a hamulec służy jedynie do skrócenia drogi wybiegu taśmy po wyłączeniu silników i zabezpieczenia przed niekontrolowanym ruchem taśmy w trakcie zatrzymywania.

Hamowanie można uznać za skuteczne, jeśli w każdym stanie załadowania przenośnika możliwe jest pewne zatrzymanie. Warunkiem skutecznego przeprowadzenia procesu hamowania w przypadku instalowania hamulców w jednostce napędowej jest, jak wiadomo, zapewnienie sprzężenia ciernego między taśmą a bębni napędowymi.

Bezpieczeństwo hamowania jest zagwarantowane, jeżeli w trakcie hamowania nie dojdzie do znacznego luzowania taśmy przy wysypie, przepadów urobku z taśmy, a także cofania się taśmy na wysięgniku i zwrotni po zakończeniu procesu hamowania lub przed następnym rozruchem po zluźwaniu elementów hamujących.

Przy korzystaniu z programu do wyliczania parametrów przenośnika należy zwrócić uwagę na to, aby moment hamowania był tak dobrany, żeby wybieg przenośnika w czasie hamowania nie przekraczał 10 m (pamiętając, że moment hamujący ma wartość ujemną). Dotyczy to przenośników pracujących na pochyleniach od  $0^\circ$  do  $-14^\circ$ . Przenośniki na pochyleniach od  $+1^\circ$  do maksymalnych pochyłeń po wzniosie mają wybieg swobodny (bez hamulca) zawsze poniżej 10 m w stanie załadowanym, a przenośniki próżne wymagają momentu hamującego tylko na poziomie 9% momentu zainstalowanych silników, aby spełnić ten warunek.

Zbyt długi czas hamowania wynikający ze zbyt słabego hamulca to:

- konieczność wykorzystania specjalnych konstrukcji hamulców, gdyż tradycyjnie stosowane zbyt szybko zużywałyby okładziny hamulcowe;
- konieczność rozbudowy przesypów niekiedy do pojemności kilku ton urobku, jeżeli odbierający przenośnik zatrzymuje się szybciej;

- ryzyko rozbiegania się przenośnika, jeżeli nastąpi szybko postępujące zużycie hamulców;
- nadmierne nagrzewanie się hamulców stwarzające potencjalne źródło zapłonu.

Przenośniki pracujące na upadach powinny mieć nadwyżkę momentu hamującego również z pewnego dość oczywistego powodu. W razie konieczności wymiany okładziny hamulcowej na pojedynczej parze zacisków pozostałe powinny dawać możliwość utrzymania w bezruchu załadowanej taśmy.

Analizując dane z tabeli 1, należy zwrócić uwagę, że zbyt szybkie zatrzymanie przenośnika na dużych nachyleniach może być powodem niepożądanego zsuwania się urobku po taśmie, natomiast w przypadku średnich pochyleń, gdzie wymagany jest znaczny moment hamowania dla uzyskania krótkiego wybiegu

taśmy, warto zastanowić się nad podziałem momentu wypadkowego na więcej niż jedno miejsce działania. Jednym z rozwiązań mogą tu być zespoły napędu pośredniego typu taśma–taśma wyposażone tylko w hamulec, umieszczone w trasie przenośnika [2].

W przenośnikach wznoszących układ hamulcowy powinien zapewniać po wyłączeniu silników skrócenie wybiegu próżnego przenośnika i zabezpieczenie przed cofaniem się taśmy po zatrzymaniu. W tym przypadku przepis [3] wymaga, aby na nachyleniu ponad 5° wyposażyć napęd w urządzenie samoczynne unieruchamiające go po zatrzymaniu. Funkcję tę pełnią hamowniki przeciwpowrotne. Natomiast wartości momentu hamującego w trakcie procesu zatrzymywania, gwarantujące prawidłowy wybieg taśmy po wyłączeniu napędu, są znacznie niższe od momentu napędowego silników.

Tabela 1

Parametry hamowania przenośnika  $B = 1200$  na upadach  
( $N = 500$  kW,  $Q = 1200$  t/h,  $v = 2,5$  m/s)

Pochylenie $\alpha_0$ [°]	$L_{\max}$ [m]	$P_H/P_N$ dla $L_H = 10$ m	$t_H$ dla $P_H = 1,3 P_N$ [s]	$L_H$ dla $P_H = 1,3 P_N$ [m]	$t_{H\min}$ [s]
-14	704	1,326	8,696	10,87	7,363
-13	763	1,345	9,201	11,50	4,832
-12	832	1,368	9,802	12,25	3,596
-11	915	1,395	10,525	13,16	2,865
-10	1018	1,428	11,416	14,27	2,381
-9	1148	1,470	12,540	15,68	2,038
-8	1316	1,525	13,992	17,49	1,781
-7	1540	1,598	15,944	19,93	1,582
-6	1864	1,702	18,712	23,39	1,424
-5	2355	1,861	22,961	28,70	1,295
-4	3190	2,133	30,201	37,75	1,188

Oznaczenia:

$L_{\max}$  – długość maksymalna przenośnika wyznaczona wg DIN 22101 dla danych wyjściowych jak w tytule tabeli;

$P_N$  – siła hamująca ruchu ustalonego (od silników napędowych);

$P_H$  – siła hamująca wywołana przez urządzenia hamujące w czasie zatrzymywania przenośnika;

$t_H, L_H$  – czas i droga hamowania;

$t_{H\min}$  – minimalny czas hamowania, przy którym nie następuje zsuwanie urobku po taśmie dla współczynnika tarcia urobek–taśma  $\mu = 0,285$  (95% granicznego współczynnika tarcia guma–węgiel  $\mu_{gr} = 0,3$ ), wyznaczony wg wzoru  $t_{H\min} = v / [g \cdot (\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha)]$ .

Według danych zawartych w tabeli 2 wystarczającym gwarantem bezpieczeństwa w przypadku skrajnych nachyleń jest hamownik przeciwpowrotny o momencie nominalnym równym minimum 75% momentu na-

napędowego w połączeniu z hamulcem zapewniającym moment w czasie zatrzymywania przenośnika (zwłaszcza niezaladowanego) o wartości około 10% momentu napędowego.

W praktyce instalowane hamulce mają moment porównywalny z momentem napędowym, co w efekcie dubluje zabezpieczenie ruchu powrotnego oraz zdecydowanie zmniejsza wybiegi przy zatrzymywaniu. Użytkuje się jednak możliwość bezpiecznego wykonywania prac przy hamowniku bez konieczności opróżnienia przenośnika z materiału transportowanego.

Niewskazane jest jednak rezygnowanie z instalacji hamownika przeciwpowrotnego, czyli tzw. backstopu, na rzecz samego hamulca, gdyż jego brak może powo-

dować cofanie się taśmy w trakcie startu przenośnika (w momencie gdy luzowany jest hamulec, a silnik nie ma jeszcze pełnego momentu napędowego) [4]. W celu uzyskania płynności zatrzymywania wystarczy wprowadzić opóźnienie w zadziałaniu hamulców, czyli załączać hamulec w końcowej fazie zatrzymywania się przenośnika lub zabudować hamulec ze zmiennym momentem hamowania, który w czasie zatrzymywania rozwija minimalny moment, a tuż przed zatrzymaniem rozwija pełny moment hamujący.

Tabela 2

Parametry hamowania przenośnika  $B = 1200$  na wzniosach $(N = 500 \text{ kW}, Q = 1200 \text{ t/h}, v = 2,5 \text{ m/s})$ 

Pochylenie $\alpha_0$ [°]	$L_{\max}$ [m]	$s$ [m]	$s_0$ [m]	$\frac{P_{H0}}{P_N}$ dla $L_{H0} = 10 \text{ m}$	$\frac{P_{BS}}{P_N}$
0	2955	12,07	11,70	0,073	–
1	2100	8,92	12,43	0,077	–
2	1640	7,20	13,20	0,080	0,14
3	1342	6,09	13,94	0,082	0,29
4	1136	5,33	14,63	0,083	0,39
5	986	4,78	15,34	0,085	0,46
6	870	4,35	15,98	0,085	0,52
7	778	4,01	16,54	0,085	0,56
8	704	3,73	17,13	0,086	0,60
9	643	3,51	17,67	0,086	0,63
10	592	3,32	18,23	0,086	0,65
11	550	3,16	18,83	0,087	0,67
12	512	3,02	19,29	0,087	0,69
13	480	2,90	19,90	0,088	0,71
14	452	2,80	20,42	0,088	0,72
15	427	2,70	20,97	0,088	0,74
16	404	2,62	21,55	0,089	0,75

Oznaczenia:

 $s$  – wybieg swobodny (bez hamulca) pełnego przenośnika; $s_0$  – wybieg swobodny próżnego przenośnika; $P_{H0}$  – siła hamowania zapewniająca 10-metrowy wybieg próżnego przenośnika; $P_{BS}$  – siła zabezpieczająca przed cofaniem się taśmy wyznaczona jako różnica składowej siły ciężkości urobku i połowy oporów przenośnika  $P_{BS} = 1,5 \cdot m_u \cdot g \cdot \sin \alpha - 0,5 \cdot P_N$ .

W tabeli ujęto tylko te wartości, które są dodatnie.

W przenośnikach wznoszących nie ma potrzeby instalacji specjalnych urządzeń hamujących o programalnych charakterystykach pracy, których wartość przekracza czasami koszt pozostałych składników napędu. Takie specjalne systemy mogą być czasami wskazane w przenośnikach pracujących na upadzie, gdzie szczególnie ważna jest bezwłoczność zadziałania

hamulca, aby nie dopuścić do rozbiegania się taśmy przed rozpoczęciem procesu hamowania.

Istnieje jeszcze druga grupa użytkowników, która propaguje pogląd o możliwości rezygnacji z instalowania hamulców w przenośnikach pracujących w poziomie i na nachyleniu do  $+5^\circ$ , bazując na przywołanym powyżej przepisie o stosowaniu samoczynnych

urządzeń na pochyleniach powyżej  $5^\circ$ . Może to być możliwe dla niektórych przenośników używanych w pracach przygotowawczych w chodnikach poziomych, ale generalnie przenośniki bez hamulców może charakteryzować zbyt długi wybieg taśmy po wyłączeniu napędu oraz niekontrolowany ruch taśmy na wysypie, zwrotni oraz miejscach, gdzie trasa przenośnika przebiega na zmiennym nachyleniu. Natomiast w przypadku jazdy ludzi wymóg instalacji hamulca jest bezwzględny niezależnie od nachylenia, z uwagi na konieczność skutecznego zatrzymania przenośnika [5].

Najtrudniejsze, zarówno w zakresie doboru podzespołów, jak i w użytkowaniu, są przenośniki zabudowywane w wyrobiskach o nachyleniu między  $-2^\circ$  i  $-3^\circ$ . W tym zakresie nachyleń występuje granica między przenośnikami napędzanymi a hamowanymi w czasie pracy ustalonej. Mogą tu występować przypadki poboru mocy od  $-N_N$  do  $N_N$  w zależności od stopnia wypełnienia przenośnika. W szczególnych przypadkach pobór mocy może wynosić zero. Dlatego też w tym przedziale pochyłe należy dobierać hamulce tak jak dla przenośników opadających, natomiast konstrukcję przenośnika należy doposażyć dodatkowo w urządzenie napinające, kompensujące niekorzystne zjawiska w taśmie w czasie hamowania (np. nadbieganie taśmy na wysyp).

#### **4. NAPINANIE TAŚMY – UKŁADY NAPINAJĄCE I DOBÓR WŁAŚCIWEGO TYPU URZĄDZENIA NAPINAJĄCEGO**

Problemy związane z nieprawidłowym napięciem taśmy występują głównie w przypadku przenośników pracujących pod ziemią w zakładach górniczych. Wynika to głównie z faktu, że przenośniki pracujące na powierzchni są najczęściej wyposażane w stacje napinające ciężarowe, które są proste zarówno konstrukcyjnie, jak i pod względem obliczeniowym. Ich właściwy dobór nie nastęrcza problemów, gdyż są one łatwe do opisanie matematycznie i w związku z tym można sporządzić tabele doboru masy urządzenia napinającego. Również błędny dobór urządzenia można łatwo skorygować przez zmianę liczby i masy obciążników.

Powierzchniowe przenośniki dużych mocy wyposażane są z reguły w urządzenia napinające wciągarkowe. Problem sprzężenia ciernego jest rozwiązywany za pomocą odpowiednio wysokiego napięcia wstępnego, wysokowytrzymałej taśmy (najczęściej z linkami stalowymi) oraz układów łagodzących rozruch.

Najprostszym urządzeniem napinającym o działaniu ciągłym jest stacja ciężarowa, jednak w krajowym

górnictwie węglowym z uwagi na ograniczone gabaryty wyrobisk w przenośnikach dołowych nie są instalowane wieże z obciążnikami. Natomiast z powodów omówionych w rozdziale 3 często trzeba instalować w przenośnikach silne hamulce, a stacja ciężarowa może przy hamowaniu generować znaczne siły dynamiczne pochodzące od gwałtownego podrzucania ciężaru napinającego.

Nieprawidłowo dobrany układ napinający i rozruchowy powoduje następujące zjawiska podwyższające koszty eksploatacji i wprowadzające różnego typu zagrożenia w czasie pracy przenośnika:

- poślizg na bębnach napędowych zmniejszający trwałość okładzin i łożysk,
- obciążenia zmienne w zakresie od pełnego wyluzowania do ostrego szarpania powyżej dopuszczalnych obciążeń wpływające na żywotność taśmy i jej połączeń,
- wybijanie lub zacieranie się łożysk w krążnikach i bębnach nienapędowych i napinających,
- uszkodzanie elementów konstrukcji, a szczególnie elementów ustalających i kotwiących.

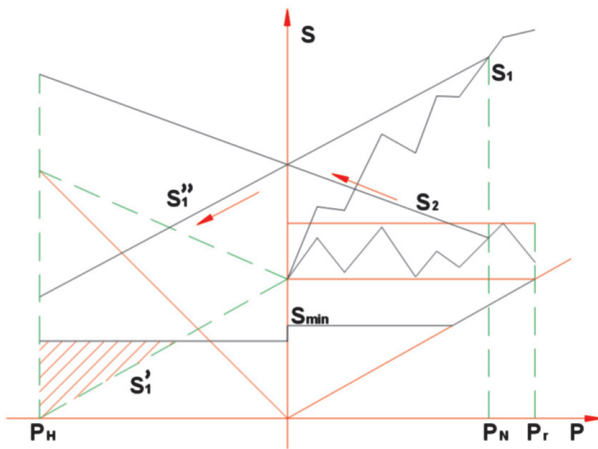
Idealny system napinający powinien charakteryzować się:

- zapewnieniem właściwego napięcia taśmy dla wszystkich stanów dynamicznych przenośnika,
- reagowaniem na zmiany obciążenia,
- reakcją niezwłoczną (możliwie bez „pól martwych” nieczułości),
- automatyczną pracą również po odłączeniu napięcia,
- wywoływaniem napięcia na w miarę najniższym dopuszczalnym poziomie.

Niestety systemy wciągarkowe, nawet wyposażone w wysokiej klasy elektronikę, dają efekty dalekie od oczekiwań. Głównym problemem jest bezwładność napędów wciągarkowych oraz znaczna moc niezbędna dla uzyskania nadążności zmian siły napinania w stosunku do zmian momentu napędowego. Dodatkowo niekorzystne zjawisko występuje przy wyłączeniu awaryjnym przenośnika pod obciążeniem. Na rysunku 1 przedstawiono przebieg siły  $S_2$  po wyłączeniu awaryjnym. Siła postojowa jest w tym przypadku znacznie wyższa od nastawionej na czujnikach. W efekcie w czasie następnego rozruchu następuje luzowanie taśmy zamiast napinania. Stacja wciągarkowa bez automatyki wykazuje przebieg sił taki, jak siły zaznaczone jako  $S_1$ ,  $S_2$  na rysunku 1. Zatem w celu uzyskania poprawnej pracy przenośnika należy zastosować napięcie wstępne znacznie wyższe od wymaganego z uwagi na zainstalowaną moc. Taki system napinania można stosować dla przenośników średniej mocy o długościach



nieprzekraczających 800 m. W przypadku przenośników dużej mocy i większej długości, aby uniknąć problemów w czasie rozruchu i hamowania, powinny być zastosowane urządzenia napinające ciągłego działania.



Rys. 1. Napinanie wciągarkowe – wykres sił w napędzie  $S_1$  i  $S_2$  w funkcji siły obwodowej  $P$

Oznaczenia na rysunku 1:

$P_N$  – siła obwodowa na bębnach napędowych dla obciążenia nominalnego,

$P_r$  – siła obwodowa w czasie rozruchu,

$P_H$  – siła obwodowa wymagana przy hamowaniu,

$S_1$  – siła w taśmie nabiegającej na bębny napędowe,

$S_2$  – siła w taśmie zbiegającej z napędu,

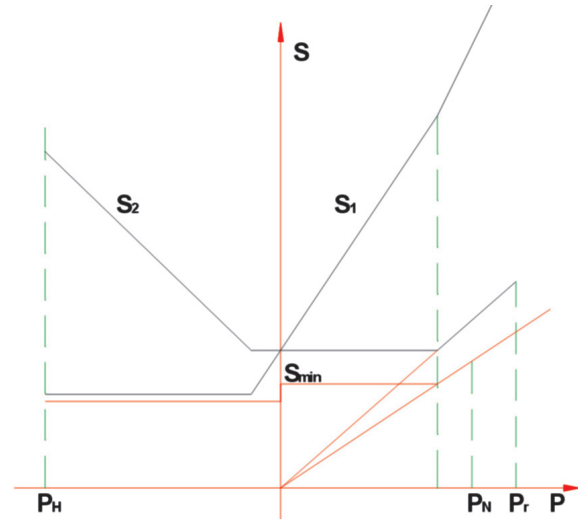
$S_{min}$  – minimalna siła w taśmie wyznaczona z warunku dopuszczalnego zwisu taśmy między zestawami krążnikowymi.

Napinanie hydrauliczne ma cechy korzystniejsze niż wciągarkowe, a podstawowym zastrzeżeniem co do tego typu napinania jest możliwość nadmiernych zwisów taśmy po stronie nabiegającej przy hamowaniu. Problem ten można jednak rozwiązać przy użyciu drugiego układu napinającego, który likwiduje to zjawisko [6]. Napinanie hydrauliczne wymaga znacznych ilości medium roboczego dla zapewnienia nadążności pracy przy rozruchu w przenośnikach dużej mocy, co jednak częściowo kompensuje się, stosując w układzie hydroakumulatory.

Nadążne napinanie mechaniczne (z układem linyowym), stosowane w najdłuższych i najtrudniejszych odstawach, cechują zmiany siły napinającej bliskie optymalnym. Pewnym ograniczeniem stosowania stacji nadążnych jest konieczność nastawiania wyższych napięć wstępnych przy przenośnikach nachylonych.

Na rysunku 2 przedstawiono charakterystykę pracy stacji sprzężonej, która jest bliska wartości optymalnej [7]. W obszarze nieczułości stacji nadążnej działa zespół stałonapięciowy hydrauliczny. Niskie koszty

eksploatacyjne przenośników wyposażonych w nowe generacje urządzeń napinających (oszczędności wynikają głównie ze wzrostu żywotności taśmy i jej połączeń oraz elementów napędu) świadczą o tym, że przenośniki pracujące w odstawach wysokowydajnych powinny być coraz częściej wyposażane w tego typu układy napinające.



Rys. 2. Napinanie nadążne z modułem stałonapięciowym

## 5. STOSOWANIE OSŁON ELEMENTÓW RUCHOMYCH, MIEJSCA ZABUDOWY I SPOSÓB MONTAŻU

Zakres stosowania osłon na przenośniku taśmowym jest określony przez kilka źródeł. Są to zarówno normy, jak i przepisy BHP. Nie ma jednak jednoznacznych przepisów dotyczących górniczych dołowych przenośników węglowych. Można wykorzystywać zapisy [8], a miejsca niebezpieczne w przenośnikach definiuje norma [9]. Podstawową przesłanką poza tymi przepisami powinna być jednak zasada, aby dla zachowania bezpieczeństwa obsługi nie uniemożliwiać czyszczenia zespołów lub regulacji biegu taśmy. Dlatego miejsca instalowania zgarniaczy nie powinny być nadmiernie odgradzane lub powinny być instalowane urządzenia do odprowadzania ścierów.

Elementy regulacji muszą być tak usytuowane, aby dostęp do nich nie wymagał demontażu osłon. Szczególnym miejscem jest wózek pętlicy, ale również w tym przypadku można obniżyć zagrożenie wynikające z demontażu osłon, np. przez stosowanie bębnowych – znacznie lepiej prowadzących taśmę – jak również dodatkowych rolek kierujących.

Aby ułatwić obsługę przenośnika, można go wyposażać w układy centralnego smarowania. Nie muszą to

być rozbudowane instalacje automatyczne, ale wystarczają systemy przewodów doprowadzonych od gniazd smarowych do jednego miejsca w obrębie zespołu, gdzie można byłoby bezpiecznie używać smarownicy.

Obsłudze oraz innym poruszającym się w pobliżu osobom należy wydzielić przejścia komunikacyjne. Tam, gdzie gabaryty wyrobiska nie pozwalają na zabudowę przejazdów nad taśmą, można często bezpiecz-

nie wygrodzić przejście między taśmami lub wręcz pod przenośnikiem.

Strefą zagrożenia osób przebywających w pobliżu przenośnika są rejonry przesypów. Tu bardzo ważne są osłony uniemożliwiające dostęp do miejsc pomiędzy ograniczeniami bocznymi a taśmą, jak pokazano na rysunku 3. Osłony powinny również zabezpieczyć przed uderzeniem przez spadający urobek.



Rys. 3. Przykład rozmieszczenia osłon miejsc niebezpiecznych (pozycje czerwone)

## 6. PODSTAWOWE ZASADY DOBORU ZESPOŁÓW W PRZENOŚNIKU

Wielokrotne łączenie zakładów górniczych oraz przekazywanie nierentownych oddziałów do spółki restrukturyzacji kopalń powodują, że w jednym zakładzie górniczym mogą się pojawić przenośniki różnych producentów, którzy zapewniali poprawny dobór i pracę urządzenia w ramach konkretnych przetargów. Po wygaśnięciu gwarancji urządzenia te są do dyspozycji użytkownika, ale nie zawsze można znaleźć nową lokalizację, gdzie można zainstalować dane urządzenie z zachowaniem dotychczasowych warunków stosowania. Często do napędu o wymaganej w określonej lokalizacji mocy dobudowuje się pozostałe zespoły z przenośników normalnie eksploatowanych w danym rejonie. Dlatego kompletowanie przenośnika z podzespołów posiadanych przez kopalnię należy poprzedzić obliczeniami z wykorzystaniem dostępnego na rynku oprogramowania, dobierając nie tylko wymaganą moc, ale również parametry hamowania, siły napinania i długość wybiegu urządzenia napinającego. Obecnie większość kopalń dysponuje takim oprogramowaniem.

Podzespoły do przenośnika powinny być dostosowane do sił występujących w układzie przenośnika, a więc ich przydatność należy ocenić na podstawie źródłowej dokumentacji techniczno-ruchowej przenośnika, z której dany zespół pochodzi. Szczególnie ważne jest sprawdzenie wielkości łożysk w bębnach napędowych i zwrotnych oraz średnic bębnow dla

przewidywanej w przenośniku taśmy. Nośność łożysk powinna zapewniać ich trwałość – 20 tys. lub 50 tys. godzin przy konkretnie wyznaczonych obciążeniach.

Trasa przenośnika powinna gwarantować zakładaną wydajność, dlatego wielkość niecki również trzeba sprawdzić w czasie obliczeń wstępnych. Nie należy wykorzystywać elementów trasy znacznie skorodowanych i zdeformowanych.

Średnice krążników zastosowanych w przenośniku powinny być tak dobrane, aby przy założonej prędkości taśmy ich prędkość obrotowa nie przekraczała 600 obr/min. Dla wyższych prędkości obrotowych wymagane jest stosowanie specjalnych wsporników krążnikowych z krążnikami zabezpieczonymi przed wypadaniem.

Nie ma konieczności spinania ze sobą zespołów, które nie pochodzą z jednego typu przenośnika, jeżeli zapewniamy im indywidualne i pewne utwierdzenie z zachowaniem osiowości przenośnika. Dotyczy to szczególnie połączeń napęd–pętlica lub trasa–zwrotnia. Należy przede wszystkim sprawdzić przechodzenie taśmy między zespołami i w przypadku wymaganej korekty wysokościowej czy pojawienia się odcinka wymagającego dodatkowego podparcia taśmy wypożyczyć go w dodatkowe bębny odchylające.

W przypadku ustawienia wysięgnika na stojaku, gdy nie jest on spięty z napędem, taśma nabiegająca na napęd musi być dodatkowo przed nim osłonięta.

Osobnym problemem jest dobór taśmy i stosowanie taśmy używanej, ale tu powinna być przyjmowana zasada, że do ważnych odstaw taśmowych zaleca się

zakup taśmy nowej, a taśmę używaną można wykorzystać w mniej odpowiedzialnych odstawach oddziałowych oraz w przenośnikach do prac przygotowawczych.

## 7. PODSUMOWANIE

- 1) Wystawienie deklaracji zgodności WE musi poprzedzać analiza i ocena ryzyka [10] potwierdzająca spełnienie zasadniczych wymagań dyrektywy maszynowej i dyrektywy ATEX oraz innych, jeżeli mają zastosowanie, dokonana na podstawie norm z nimi zharmonizowanych.
- 2) Dostawca urządzenia ponosi odpowiedzialność za bezpieczeństwo konstrukcji. W przypadku gdy deklarację wystawia kompletator, to on odpowiada za poprawność urządzenia. Dlatego zaleca się, aby tzw. składaki poddawać dobrowolnej certyfikacji.
- 3) Nowoczesne górnicze przenośniki taśmowe powinny być zawsze konfigurowane do konkretnych zadań i lokalizacji, ze szczególnym naciskiem na zapewnienie bezpieczeństwa pracy w stanach nieustalonych.
- 4) Przenośniki, w których zespoły zostały zestawione przez użytkownika, są niekiedy eksploatowane na podstawie wyjściowych dokumentów producenta, mimo że zakres ingerencji w konstrukcję źródłową jest tak duży, że wymaga to wystawienia nowej deklaracji zgodności, dlatego zawsze należy dokładnie przeanalizować warunki stosowania określone w instrukcji obsługi urządzenia pod kątem ich dotrzymania. Zastosowanie w jednym przenośniku zespołów kilku producentów zalicza się do znacznej ingerencji.
- 5) Wykorzystanie posiadanych przez kopalnie zespołów pozwala na obniżenie kosztów przygotowania nowych ciągów transportowych, gdyż niekompletne urządzenia pochodzące z likwidowanych części zakładów górniczych mogą być wykorzystane jako pełnowartościowe po przeprowadzeniu weryfikacji, analizy i kompletacji z zachowaniem uwag zawartych powyżej.

## Literatura

- [1] Wójcicki W.: *Wykorzystanie napędów pośrednich przy modernizacji przenośników taśmowych*. IX Międzynarodowe Sympozjum „Nowe kierunki i doświadczenia w budowie i bezpiecznej eksploatacji taśm przenośnikowych”. FTT STOMIL Wolbrom. Zakopane 9–11.05.2001; 121–127.
- [2] Suchoń J.: *Dobór szerokości taśmy hamującej w taśmowych urządzeniach hamujących*. II Międzynarodowe Sympozjum „Aktualne kierunki i doświadczenia w zakresie transportu taśmowego w górnictwie”. FTT STOMIL Wolbrom. Ustroń-Zawodzie 9–10.06.1994; 125–134.
- [3] *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Dz.U. z 2017 r., poz. 1118, zał. nr 4, pkt 4.12.2.
- [4] Wójcicki W.: *Stosowanie hamowników przeciwpowrotnych w przenośnikach taśmowych w świetle obowiązujących przepisów i praktyki eksploatacyjnej*. IV Międzynarodowa Konferencja „Nowoczesne przenośniki taśmowe dla węglowego górnictwa podziemnego. Systemy Transportu Kopalnianego”. Politechnika Śląska. Ustroń 21–22.06.2001; 251–255.
- [5] *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Dz.U. z 2017 r., poz. 1118, §677.1.1.
- [6] Wójcicki W., Wójcicki M.: *Dwukierunkowe napinanie taśmy w przenośniku taśmowym*. <https://www.wnp.pl/gornictwo/dwukierunkowe-napinanie-tasmy-w-przenosniku-tasmowym,350880.html>, 8.8.2019 [15.04.2022].
- [7] Wójcicki W., Wójcicki M.: *Nadżęzne napinanie taśmy w przenośnikach taśmowych dobór i rozwiązania konstrukcyjne*. W: *Monografia zbiorowa. KOMTECH – Innowacyjne Techniki i Technologie w Dobie Zielonej Transformacji*. Instytut Techniki Górniczej KOMAG 2021, <https://doi.org/10.32056/KOMAG/KOMTECH2021.1>.
- [8] *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Dz.U. z 2017 r., poz. 1118, zał. nr 4, pkt 4.12.1, pkt 4.12.5.
- [9] PN-EN 620:2005. *Urządzenia i systemy transportu ciągłego Wymagania bezpieczeństwa i EMC dotyczące przenośników taśmowych stałych do transportu materiałów masowych*.
- [10] EN ISO 12100:2012. *Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka*.

*mgr inż. WALDEMAR WÓJCICKI*  
*betech.pt@gmail.com*

*mgr inż. MICHAŁ WÓJCICKI*  
*Akademia Górniczo-Hutnicza*  
*im. Stanisława Staszica w Krakowie*  
*al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*  
*mwojcicki@agh.edu.pl*  
*FAMUR SA*  
*ul. Armii Krajowej 51, 40-698 Katowice*  
*mwojcicki@famur.com*