

Jerzy ANTONIAK
Politechnika Śląska

GÓRNICZE PRZENOŚNIKI TAŚMOWE NOWEJ GENERACJI – ENERGOOSZCZĘDNE I NIEZAWODNE

Streszczenie. W pracy opisano najnowsze osiągnięcia światowe w budowie przenośników taśmowych nowej generacji, a więc takich, które charakteryzują się obniżoną energochłonnością oraz zwiększoną niezawodnością. W prezentowaniu tych osiągnięć z zakresu zaawansowanej technologii i techniki posłużono się przykładami zaczerpniętymi z aktualnych rozwiązań górniczych przenośników taśmowych wdrożonych w USA i w Polsce.

NEW GENERATION MINING BELT CONVEYORS – ENERGY-SAVING AND RELIABLE

Summary. The paper presents latest world achievements in the construction of new generation mining belt conveyors. These conveyors are characterised by energy-saving of run-of-mine haulage and by increased reliability. The presentation of achievements of advanced technologies and techniques is based on examples taken from present solutions of mining belt conveyors developed in the USA and Poland.

1. Przenośniki taśmowe nowej generacji

W ostatnim okresie aktywnym obszarem innowacji technicznej są górnicze przenośniki taśmowe. Dotyczy to prawie wszystkich ich zespołów, począwszy od taśmy, gdzie wprowadza się nowe konstrukcje rdzeni oraz nowe materiały na rdzenie i okładki o własnościach antyzużyciowych i zapewniających mniejsze opory tarcia wgniatania, poprzez specjalne rozwiązania zestawów krążnikowych, do których zalicza się: tzw. Energy Saving Idler oraz Super Energy Saving Idler firmy Svedala lub zestawy nośne ze środkowym krążnikiem o większej średnicy itp., zmniejszających zużycie taśmy i energii na odstawę urobku, przenośniki krzy-

woliniowe, aż po nowoczesne rozwiązania napędów oraz mechanizmów napinania i gromadzenia taśmy.

W tabelicy 1 podano parametry techniczne dwóch spośród wielu przenośników taśmowych zrealizowanych w ostatnich latach w polskich kopalniach węgla kamiennego oraz dwóch przenośników taśmowych z kopalni Henderson w USA, wyznaczających trendy rozwojowe odstawy przenośnikowej.

Tabela 1

Charakterystyki przenośników taśmowych, wyznaczających trendy rozwojowe górnictwa transportu taśmowego

Charakterystyczne wielkości	Kopalnia węgla kamiennego (Polska)		Kopalnia rudy molibdenu (USA)	
	Jankowice	Ziemowit	Henderson	
Rodzaj nosiwa	węgiel kamienny		ruda molibdenu, kruszona	
Przenośnik	długi, krzywoliniowy, wznoszący	długi, opadający, z odzyskiem energii	PC2 długi, wznoszący w tunelu	PC3 długi, krzywoliniowy
Długość przenośnika, m	1080	960	16800	6280
Wysokość odstawy, m	+158	-232,2	+471	+120
Promień krzywizny poziomej, m / kąt odgięcia, stopnie	600/5	-	-	1524 do 3048/ 9 krzywizn
Łuki wypukłe	3; R=200 m	-	-	21
Wydajność, t/h	2000	1000	~2250	~2250
Szerokość taśmy, m	1,4	1,2	1,22	1,22
Prędkość taśmy, m/s	1,1+3,15	2,5	do 6,1	4,5
Moc napędu, kW	4x1x355	2x250 +retarder 100 kW	2x2x2052	2x2x746 1x2x746
Typ taśmy	GTPST 3150	GTP 1600/4/3	ST 5400 14T+8T firmy Clouth	
Inne cechy wyróżniające	taśma o małych oporach wgniatania, prądowe przemienniki częstotliwości PPC 2/3, hamulce tarczowe, napęd czterobębnowy, brak krażników z wyprzedzeniem, sprzęgła przeciwpowrotne	prądowy przemiennik częstotliwości PPC 2/3, hamulce tarczowe, odzysk energii, w rejonie zwrotni wyspowej, retarder hydrauliczny	taśma specjalnej budowy, nowe rozwiązanie zestawów krażnikowych, bardzo małe opory ruchu	odwracanie dolnej taśmy, bardzo małe opory ruchu
	czujniki i nowoczesne sterowanie		czujniki pracy przenośnika i stanu taśmy oraz nowoczesne sterowanie, temperatura eksploatacji od -25 do +30°C	

2. System przenośników taśmowych „Henderson 2000”

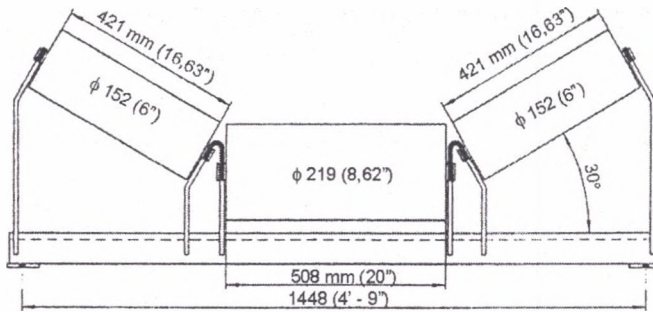
W kopalni Henderson do transportu rudy molibdenu stosowano od lat kopalnianą kolej podziemną z wyjazdem na powierzchnię tunelem o nachyleniu 30%. Była to kolej w pełni zautomatyzowana, opisana szczegółowo w pracy [1]. Projekt zastąpienia kolei przenośnikami taśmowymi opracowała firma MAN TAKRAF z Lipska. Dane techniczne tych przenośników podano w tabl. 1.

Omawiany przenośnik taśmowy PC2 zainstalowano w istniejącym tunelu. Względy ochrony środowiska wymusiły zastosowanie napędu czołowego dwubębnowego z napinaniem ciężarowym z wciągarką i hydraulicznym układem blokowania ruchu obciążnika. Projektanci zastosowali w tym przenośniku kilka specjalnych rozwiązań technicznych, których celem było znaczne zmniejszenie zainstalowanej mocy silników napędowych i ograniczenie zużycia energii elektrycznej do odstawy urobku. W przenośniku tym, dzięki zastosowaniu taśmy z linkami stalowymi, można było zwiększyć jej prędkość do 6,1 m/s i uzyskać jednostkowe obciążenie taśmy w granicach 100 kg/m i, co za tym idzie, małe obciążenie górnych zestawów krążnikowych. Taśma z linkami stalowymi o małej wydłużalności i małej wrażliwości na szeroki zakres zmian temperatury otoczenia, przy małym współczynniku bezpieczeństwa (przyjętym 5), a więc i małej masie jednostkowej, spełnia idealnie założone wymagania. Z kolei zastosowanie taśmy z okładką bieżną ze specjalnej mieszanki gumowej znacznie zmniejszyło opory wgniatania taśmy w krążniki. Wartości tego oporu obniżono także dzięki zmniejszeniu siły obciążającej środkowy krążnik w układzie z nieką 30° oraz stosując środkowy krążnik o większej średnicy (rys. 1) i dłuższy o 20,66% od krążników bocznych.

W PC2 zastosowano krążniki o zmniejszonych oporach obracania, nie przekraczających 2 N. Krążniki te były rygorystycznie sprawdzane przez niezależne od producenta ośrodki badawcze. Dla tego przenośnika przeprowadzono optymalizację rozstawów zestawów krążnikowych, uzyskując w efekcie zmniejszenie liczby krążników. Zestawy krążnikowe osadzono w prowadnicach ze śrubową regulacją nastawczą, przez co ograniczono zbieganie boczne taśmy. Te zabiegi techniczne pozwoliły na zmniejszenie tzw. fikcyjnego współczynnika tarcia f wg (DIN 22101) do wartości 0,012, przy jego standardowej wartości 0,02. Pomiarów jednak wykazały, że wartość ta zmalała do $f = 0,008$.

Zabiegi te pozwoliły, w przypadku przenośnika PC2, na zmniejszenie o 40% wartości fikcyjnego współczynnika tarcia f w stosunku do jego standardowej wartości oraz zastosowa-

nie do napędu silników o mocy $4 \times 2052 = 8208$ kW. Dla współczynnika $f = 0,02$ należałoby zastosować silniki o łącznej mocy 10500 kW.

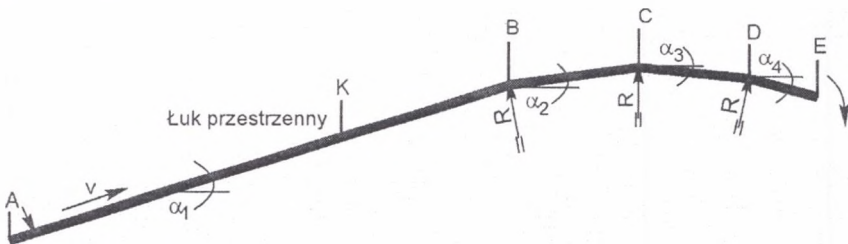


Rys. 1. Wspornik krążnikowy w tunelowym przenośniku taśmowym PC-2
Fig. 1. Roller bracket in tunneling belt conveyor PC-2

3. System przenośnika taśmowego KWK Jankowice

Jednym z większych osiągnięć w budowie nowej generacji przenośników taśmowych jest przenośnik wznoszący krzywoliniowy zainstalowany w KWK Jankowice (tabl. 1).

Przenośnik Bogda 1400, o geometrii przedstawionej na rys. 2, ma w środku swojej długości łuk przestrzenny.

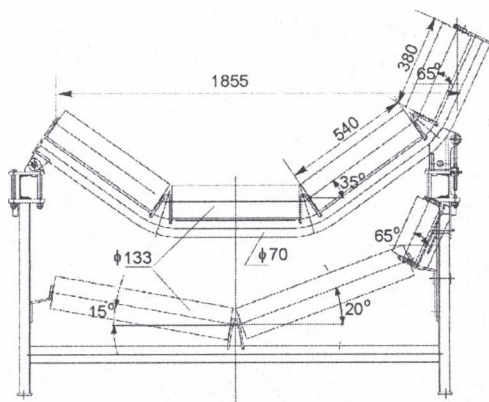


Długość odcinka, m	Kąt nachylenia do poziomu	Łuk wypukły promień, m	Kąt środkowy łuku	Długość łuku, m
AK – 660	$\alpha_1 = 9^\circ 50'$			
AB – 894	$\alpha_1 = 9^\circ 50'$			
BC – 75	$\alpha_2 = 4^\circ 55'$	B – 200	$4^\circ 55'$	17,140
CD – 63	$\alpha_3 = 1^\circ 47'$	C – 200	$4^\circ 55'$	17,140
DE – 38	$\alpha_4 = 7^\circ 06'$	D – 200	$5^\circ 06'$	19,52

Rys. 2. Uproszczona geometria krzywoliniowego przenośnika taśmowego wznoszącego typu Bogda 1400 w KWK Jankowice

Fig. 2. Simplified geometry of curvilinear inclined belt conveyor of Bogda 1400 type at Jankowice coal mine

Istotne jest to, że w tym miejscu występują w taśmie znaczne siły naciągu, co wymagało przeprowadzenia specjalnych obliczeń dotyczących stateczności taśmy i zastosowania złożonej procedury doboru zestawów krążnikowych prowadzących taśmę w łuku (rys. 3).



Rys. 3. Wspornik i kozioł dwunieckiowy do prowadzenia taśmy o szerokości 1400 mm w łuku przestrzennym przenośnika Bogda 1400

Fig. 3. Double troughing idlers in a spatial arch

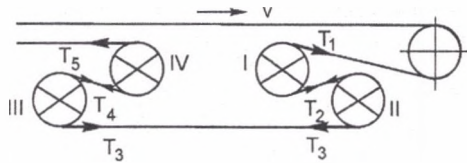
Przenośnik ten z tego względu jest unikatowy w skali światowej. Nowocześnie wykonana jest trasa przenośnika Bogda 1400, która nie jest wyposażona w boczne krążniki z wyprzedzeniem, natomiast ma w górnej gałęzi 17 wsporników samonaprowadzających, a w gałęzi dolnej 17 kozłów samonaprowadzających, rozstawionych co 60 m. Ma również 20% krążników górnych oraz 70% krążników dolnych budowy wzmocnionej, z uwagi na znaczną masę jednostkową taśmy z linkami stalowymi typu GTP ST 3150, wyposażonej odcinkami co 30 m w siatkę metalową w górnej okładce, zapobiegającą przecięciom wzdłużnym.

Przechodzenie taśmy o dużych siłach naciągu przez łuk przestrzenny o promieniu 600 m i kącie odchylenia 5° powoduje w niej trwale jednostronne wydłużenia oraz jej nieznaczne fałdowanie. Ograniczenie tych zjawisk uzyskano stosując krążniki w postaci podwójnej niecki. W przyszłości należałoby po wyjściu taśmy z napędów zastosować jej podwójne odwrócenie w dolnej gałęzi, co spowoduje wydłużenia linek taśmy po stronie drugiego brzegu.

Polską specjalnością zastosowaną w tym przenośniku stały się napędy wielobębnowe z silnikami usytuowanymi tylko z jednej strony przenośnika. Rozwiązanie to, możliwe do zastosowania dzięki sterowaniu silnikami asynchronicznymi przez prądowe przemienniki częstotliwości, ma wiele zalet, tj.: małą kubaturę wyrobiska w rejonie napędów, łatwość usytuowania suwnicy obsługującej napędy, zgromadzenie napędów i wszystkich urządzeń towarzyszących w jednym miejscu, co obniżyło koszty inwestycyjne i ruchowe.

Dla tego typu napędu (rys. 4) całkowita siła obwodowa wynosi:

$$W_{oc} = W_{oI} + W_{oII} + W_{oIII} + W_{oIV} \quad N, \quad (1)$$



Rys. 4. Napęd czołowy czterobębnowy z silnikami sterowanymi prądowymi przemiennikami częstotliwości produkcji PKiMSA Carboautomatyka SA

Fig. 4. Four pulley drive system controlled by electric current frequency converter

z założenia

$$W_o = W_{oI} = W_{oII} = W_{oIII} = W_{oIV} \quad N, \quad (2)$$

zatem

$$W_{oc} = 4 \cdot W_o \quad (3)$$

Znane są: T_1 ; T_5 ; W_o ; $W_{oc} = T_1 - T_5$, zatem dla $\mu = \text{const}$ uzyskuje się:

$$\mu \cdot \alpha_{sIV} = \ln \frac{T_4}{T_5} = \ln \left(1 + \frac{W_o}{T_5} \right) \quad (4)$$

$$\mu \cdot \alpha_{sI} = \ln \left(1 + \frac{W_o}{T_5 + 3W_o} \right),$$

gdzie $\alpha_s < \alpha_c$ oznacza kąt skutecznego opasania mniejszy od całkowitego kąta opasania taśmą danego bębna napędowego. O pracy napędu decyduje sprzężenie cierne na ostatnim (czwartym) bębnie. Jeżeli kąt $\alpha_c = 210^\circ$ (3,665 rad), $\mu = 0,25$, to przy zachowaniu rezerwy w postaci kąta spoczynku $\alpha_c - \alpha_s = 40^\circ$ musi być spełniony związek:

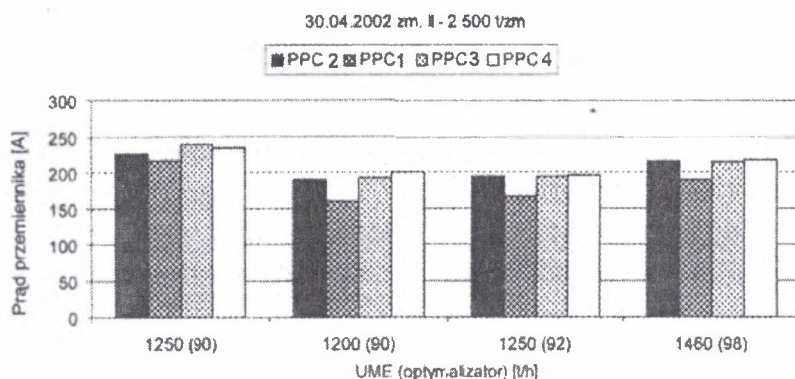
$$W_o \leq 1,1 \cdot T_5 \quad N \quad (5)$$

W przenośnikach wznoszących warunek ten jest spełniony z nadwyżką.

Do zalet zastosowanych w tym przenośniku prądowych przemienników częstotliwości w wykonaniu Carboautomatyki SA należy zaliczyć: eliminację dużych momentów rozruchowych, minimalizację obciążeń dynamicznych taśmy, brak poślizgów niesprężystych taśmy na bębnach napędowych, zmniejszenie ilości wydzielanego ciepła i hałasu wywołanego pracą przenośnika, znaczne obniżenie kosztów eksploatacji przenośnika poprzez ciągłą regulację

prędkości taśmy w funkcji nadawy i odzysk energii podczas hamowania elektrycznego, prawie idealne wyrównanie obciążeń pomiędzy poszczególnymi napędami.

Nadzór nad poprawną pracą prądowych przemienników częstotliwości sprawuje sterownik BFBS wraz z multiplexerami, natomiast nadzór nad pracą – wyrównaniem momentów obrotowych całego układu napędowego prowadzi regulator mikroprocesorowy przemiennika częstotliwości silnika numer I (rys. 4.), który jest traktowany jako MASTER dla pozostałych trzech przemienników częstotliwości. Wyrównanie momentów pomiędzy przemiennikami częstotliwości odbywa się drogą przewodową poprzez odpowiednie przetworniki – regulatory momentu. Zakres regulacji prędkości taśmy przenośnika w funkcji ilości urobku podawanego przez przenośnika mieści się w granicach od 1,1 m/s (17,6 Hz) do 3,15 m/s (47,5 Hz). Pomiar ilości podawanego urobku nadzoruje sterownik UME 01 wraz z dwoma czujnikami ultradźwiękowymi USS 01. Rampa przyspieszania taśmy od prędkości minimalnej do maksymalnej wynosi 20 s. Przeprowadzone pomiary poboru prądu przez poszczególne przemienniki częstotliwości wykazały, że zawsze najniższe natężenia prądu notowane były dla napędu I (tzw. MASTER), pozostałe trzy przemienniki miały w tym samym czasie wyrównane pobory prądu i od 4 do 16% wyższe. Nie było zatem pełnego wyrównania momentów obrotowych na wszystkich czterech bębnach napędowych. Przykłady rozkładów prądów obciążenia poszczególnych przemienników częstotliwości pokazano na rys. 5.

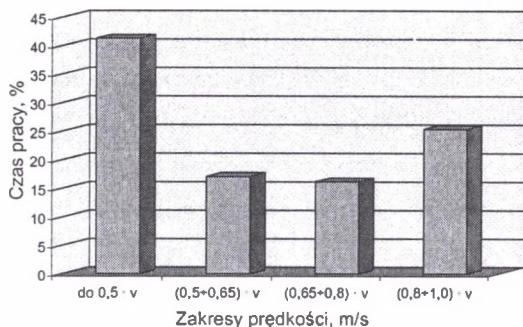


Rys. 5. Rozkład prądów obciążenia przekształtników częstotliwości przy średnim wydobywcu 2500 ton na zmianę

Fig. 5. Distribution of electric currents of four frequency converters (by output of 2500 t/shift)

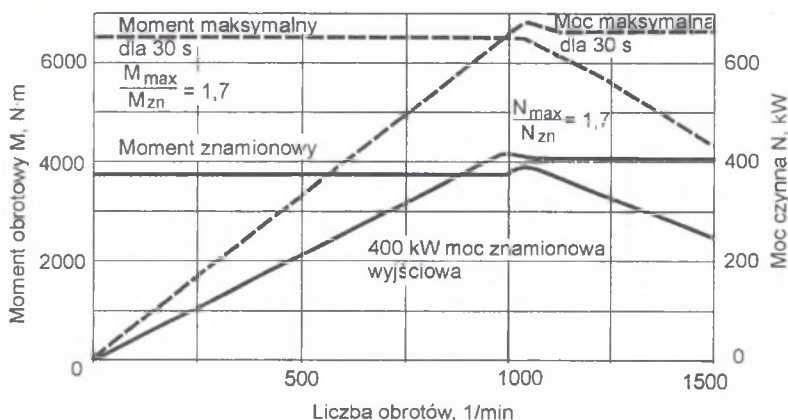
Zmniejszenie zużycia taśmy i krążników dzięki prawie dwukrotnie mniejszej liczbie obiegów taśmy wzdłuż przenośnika, to następna zaleta stosowania przemienników częstotli-

wości. Świadczy o tym wykres czasu pracy przenośnika Bogda 1400 dla danych zakresów prędkości taśmy (rys. 6). Odpowiednie pomiary wykonano w październiku 2002 r.



Rys. 6. Wykres czasu pracy przenośnika taśmowego typu Bogda 1400 dla danych zakresów prędkości taśmy
Fig. 6. Diagram of belt conveyor working time for given belt velocity intervals

Silniki sterowane prądowymi przemiennikami częstotliwości są coraz częściej stosowane w urządzeniach transportowych, a więc w ścianowych przenośnikach zgrzeblowych oraz w magistralnych przenośnikach taśmowych. Charakterystykę mechaniczną tego typu silnika przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Charakterystyka mechaniczna silnika indukcyjnego sterowanego prądowym przemiennikiem częstotliwości

Fig. 7. Mechanical characteristic of an inductive motor controlled by current frequency converter

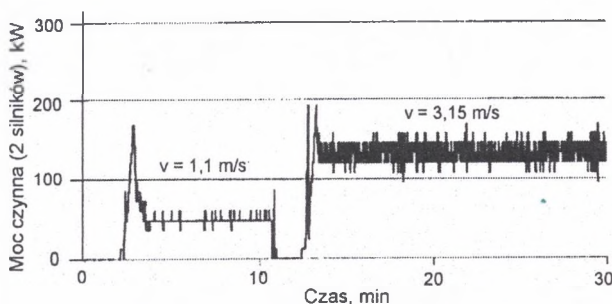
Regulacja prędkości obrotowej silnika odbywa się bezstopniowo przy stałym znamionowym momencie obrotowym $M = \text{const}$. Chwilowe przeciążenie silnika w okresie około 30 s może wynosić około 170% w stosunku do momentu lub mocy znamionowej. Aktualnie w

Niemczech w jednym ścianowym przenośniku zgrzeblowym zastosowano silniki o mocy znamionowej 1000 kW na napięcie 5 kV (firmy Breuer).

Jednak największym osiągnięciem, jakie uzyskano w wyniku przemysłowej budowy taśmy oraz przenośnika Bogda 1400, jest zmniejszenie fikcyjnego współczynnika tarcia f stosowanego w metodzie DIN 22101 do obliczania oporu ruchu przenośnika, którego wartość standardową przyjmuje się $f = 0,020$.

W październiku 2002 r. wykonano pomiary mocy czynnej dwóch silników przenośnika zasilanych z pola nr 8 rozdzielni R11. Przyjęto, że wyniki pomiarów w postaci oscylogramu (rys. 8) są identyczne i dla pozostałych dwóch silników zasilanych z pola nr 9. Do pomiarów wykorzystano: przetwornik mocy czynnej typu MSPa 12, rejestrator SRC-8 oraz komputer notebook CA6100. Pomiary wykonano dla przenośnika nieobciążonego urobkiem i prędkości taśmy 1,1 oraz 3,15 m/s.

Wykorzystując dane techniczne przenośnika taśmowego i taśmy oraz dane z pomiarów mocy czynnej, określono wartości fikcyjnego współczynnika tarcia, który dla $v = 1,1$ m/s wynosi $f = 0,011$ i dla $v = 3,15$ m/s wynosi $f = 0,018$. Tak wyjątkowo niskie opory ruchu są przede wszystkim wynikiem specjalnej budowy taśmy GTP ST 3150 o bardzo niskich oporach jej wgniatania w krążniki.



Rys. 8. Moc czynna dwóch napędów przenośnika taśmowego typu Bogda 1400 zarejestrowana dla przenośnika nieobciążonego

Fig. 8. Active power of two drives of empty belt conveyor of Bogda 1400 type

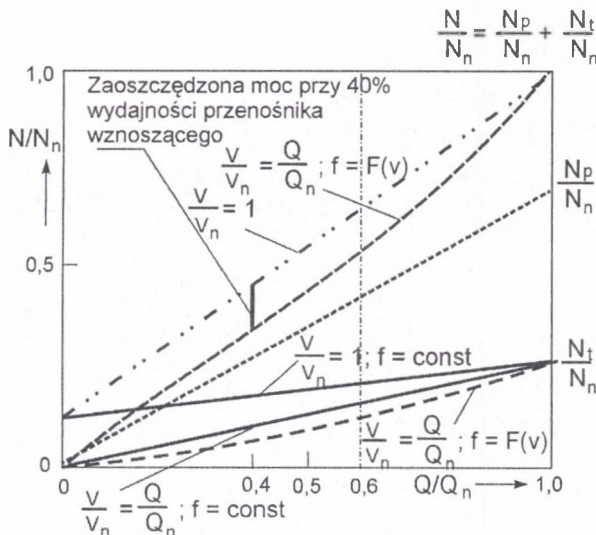
Taśma ta, w wykonaniu FTT Stomil Wolbrom S.A., z rdzeniem z linek stalowych, ma przekładkę z siatki metalowej Fleximat w okładce nośnej, a do wykonania okładek odpowiedniej grubości zastosowano gumę typu CR (chloroprenową). Ten typ taśmy odpowiada najlepszym światowym wykonaniom taśm, które zastosowano w kopalni Henderson w USA. Niskie opory ruchu przenośnika Bogda 1400 są także wynikiem małych oporów obracania krążników (które podlegały osobnym badaniom), braku krążników bocznych z wyprzedze-

niem, poprawnego rozwiązania zestawów krążnikowych w łuku przestrzennym przenośnika oraz przenoszonych dużych sił napięcia przez taśmę, co wpływa na zmniejszenie oporów przeginania taśmy i falowania urobku. Duży wpływ mają także dobre warunki eksploatacji i zastosowanie napędów z przemiennikami częstotliwości. Przenośnikiem tym przetransportowano dotychczas około 4 mln ton urobku.

Przeprowadzone badania oporów ruchu przenośnika taśmowego Bogda 1400 i ich wyniki pozwalają na sporządzenie wykresu obrazującego wielkość zaoszczędzonej mocy (w przybliżeniu) w funkcji względnej wydajności przenośnika Q/Q_n .

Nowością tego wykresu przedstawionego na rys. 9 jest wykreślona funkcja N_v/N_n dla $v/v_n = Q/Q_n$ i dla zmiennej wartości fikcyjnego współczynnika tarcia f (patrz DIN 22101). Przejście tej krzywej kształtu parabolicznego zwiększa wielkość zaoszczędzonej mocy w rejonie małej i średniej względnej wydajności przenośnika. Na przykład dla wydajności średniej wynoszącej 40% wydajności nominalnej przenośnika wznoszącego zaoszczędzona moc wynosi około 10,5%.

Przeprowadzone tego typu badania wykazały, że oszczędność energii elektrycznej wyniosła średnio 0,55 kWh/t przetransportowanego urobku, co dawało około 0,11 zł/t.



Rys. 9. Ilość zaoszczędzonej mocy przy 40% wydajności przenośnika wznoszącego z silnikami sterowanymi prądowymi przemiennikami częstotliwości dla zmierzonych wartości fikcyjnego współczynnika tarcia f ; Q – wydajność przenośnika, v – prędkość taśmy, N – zapotrzebowanie mocy, indeks n – wartość nominalna, N_t , N_p – moc zużywana na pokonanie oporów głównych i podnoszenia

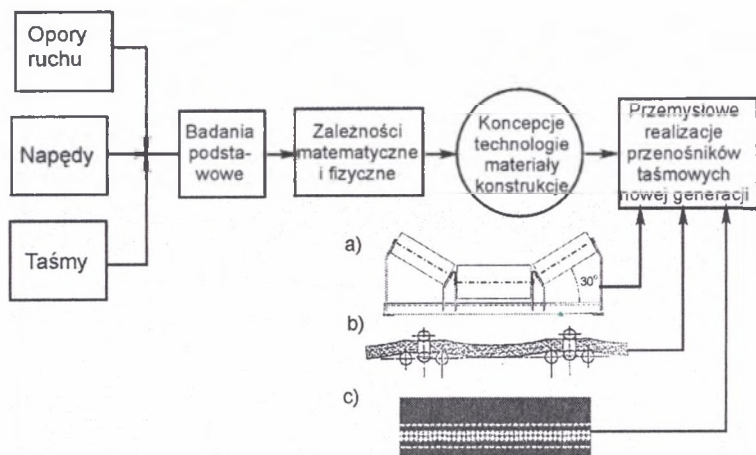
Fig. 9. Diagram of power savings of an inclined belt conveyor working on 40% of nominal capacity with motors controlled by electric current frequency converter

4. Uwagi końcowe

Czynniki techniczne, bezpieczeństwa i ekonomiczne wskazują jednoznacznie, że w najbliższych latach podstawowym środkiem odstawy w górnictwie będą nadal przemożniki taśmowe, które charakteryzują się bardzo dużą liczbą cennych zalet.

Krajowy przemysł i oferowane przez niego najnowsze rozwiązania, a to w zakresie konstrukcji mechanicznej górnictwa przemożników taśmowych, w zakresie zasilania i sterowania oraz w zakresie budowy taśm przemożnikowych, jest w stanie sprostać wzrastającym wymaganiom kopalń [5] w obszarze modernizacji odstawy przemożnikowej i budowy przemożników taśmowych nowej generacji.

Schemat procesu tworzenia górnictwa przemożników taśmowych nowej generacji przedstawia rys. 10. Należy zaznaczyć, że opracowano podstawy teoretyczne [2, 3, 4] umożliwiające budowę przemożników o zwiększonej trwałości ich zespołów i elementów oraz o zmniejszonej energochłonności. Istotne jest to, że kopalnie coraz częściej sięgają po nowoczesne rozwiązania w zakresie odstawy przemożnikowej.



Rys. 10. Schemat procesu tworzenia przemożników taśmowych nowej generacji; a – zestaw krążnikowy z środkowym krążnikiem o zwiększonej średnicy, b – system podparcia taśmy ESIdler (firmy Svedala), wycinek taśmy nowej budowy Conquest firmy Goodyear

Fig. 10. Scheme of creation proces of new generation belt conveyors

W ostatnim czasie znacznie zwiększyła się liczba eksploatowanych przemożników wyposażonych w układy miękkiego rozruchu, a to w rozruszniki tyrystorowe, w sprzęgła hydrodynamiczne oraz w napięciowe lub prądowe przemienniki częstotliwości. Zwiększyła się także liczba przemożników długości sięgającej 2 km i większej. Przemysł takie zainstalowano w KWK Mysłowice, LW KWK Bogdanka, KWK Piast, KWK Ziemowit,

KWK Wesoła, KWK Budryk i w innych kopalniach. Tego typu przenośniki odpowiadają najbardziej określeniu – przenośniki nowej generacji.

Zaprezentowane w artykule najnowsze realizacje techniczne górniczych przenośników taśmowych, a zwłaszcza w dziedzinie napędów z łagodnym rozruchem w wykonaniu Carboautomatyki i w dziedzinie taśm przenośnikowych typu GTP w wykonaniu FTT Stomil Wolbrom, nawiązują do najlepszych osiągnięć światowych oraz wyznaczają trendy rozwoju na najbliższe lata. Istotne jest to, że osiągnięciom tym towarzyszy zmniejszanie energochłonności i poprawa niezawodności przenośników taśmowych i ich systemów.

LITERATURA

1. Antoniak J.: Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach. Wyd. 2. „Śląsk”, Katowice 1990.
2. Antoniak J.: Obliczenia przenośników taśmowych. Skrypty uczelniane nr 1683, Politechnika Śląska, Gliwice 1992.
3. Antoniak J.: Sposoby zmniejszania energochłonności odstawy urobku i podwyższenia trwałości zespołów oraz elementów przenośników taśmowych. Materiały Konferencji Szkoły Eksploatacji Podziemnej. PAN Kraków, t. II, s. 941-958, Szczyrk 2002.
4. Antoniak J.: Budowa przenośników taśmowych zapewniająca energooszczędną odstawę urobku węglowego. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 11/2001.
5. Antoniak J.: Rozwój przenośników taśmowych i ich systemów do roku 2010 odpowiadający zwiększonej koncentracji wydobycia. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 1/2003.

Recenzent: Dr hab. inż. Jan Wachowicz

Abstract

At the present mining belt conveyors are an active sphere of technical innovation. It concerns all their sets and elements, especially belt, idler sets and drives. This innovation aims at reducing of haulage energy consumption and at increasing of conveyor reliability. Theoretical basis has been built for these conveyors. It is a result of investigations conducted all over the world. The Author has presented this theoretical basis in a range of publications listed in literature. In the majority of coal mines belt conveyors are required to work 16-17 hours a day without breakdowns. Examples of new generation polish belt conveyors co-

developed by the Author have been given in the paper. They have been compared to the world achievements developed lately in the USA at Henderson molybdenum mine. Final remarks on further development of belt conveyors have been placed at the end of the paper.