

prof. Monika Hardygóra^{1), 2)}
mgr inż. Henryk Komander¹⁾
dr inż. Mirosław Bajda¹⁾

Recenzent: dr inż. Janusz Młynarczyk

Taśma przenośnikowa o zwiększonej odporności na uszkodzenia eksploatacyjne

Słowa kluczowe: transport przenośnikami taśmowymi, taśmy przenośnikowe, odporność taśm na przebijanie, odporność taśm na przecinanie wzdłużne

Streszczenie

Przenośniki taśmowe są podstawowymi urządzeniami transportowymi w krajowym górnictwie węgla brunatnego i kamiennego jak i rud miedzi. Z analiz prowadzonych w zakładach górniczych wynika, że udział kosztów transportu przenośnikowego waha się, w zależności od rodzaju kopalni, od 8 do 30% kosztu wydobycia. Na koszty te składają się koszty zużycia energii, jak i koszty eksploatacji elementów przenośników, w szczególności taśm. W referacie zostały przedstawione osiągnięcia badawcze w zakresie taśm przenośnikowych, które można wykorzystać w górnictwie dla obniżenia kosztów eksploatacji transportu przenośnikowego.

Wstęp

Taśmy podczas pracy na przenośnikach taśmowych poddawane są działaniu różnorodnych obciążeń wywołujących proces ich niszczenia [1]. Sposób zużycia taśm związany jest z typem przenośnika taśmowego, jego długością, transportowanym urobkiem i miejscem zainstalowania. Laboratoryjna ocena trwałości eksploatacyjnej taśmy przenośnikowej wymaga oznaczenia wielu jej właściwości takich jak: wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie w kierunku wzdłużnym i poprzecznym, wytrzymałość na rozwarstwienie i ścinanie, wytrzymałość na rozciąganie okładek gumowych, ich odporność na ścieranie i starzenie, odporność taśm na działanie niskich temperatur, palność i inne. Metody oznaczania wymienionych właściwości, jak też wymagania względem tych właściwości, są znormalizowane. Pozostaje grupa właściwości taśm, które posiadają zasadnicze znaczenie dla ich trwałości eksploatacyjnej, a które nie doczekały się dotychczas opracowań w postaci aktów normatywnych [4,5]. Z wieloletnich badań eksploatacyjnych wynika, że największa ilość taśm ulega zużyciu i jest demontowana z przenośnika z powodu zniszczeń spowodowanych przebiciami i przecięciami, dlatego można przyjąć, że wytrzymałość na przebicie i przecinanie wzdłużne taśm przenośnikowych są jednymi z najważniejszych kryteriów oceny ich trwałości

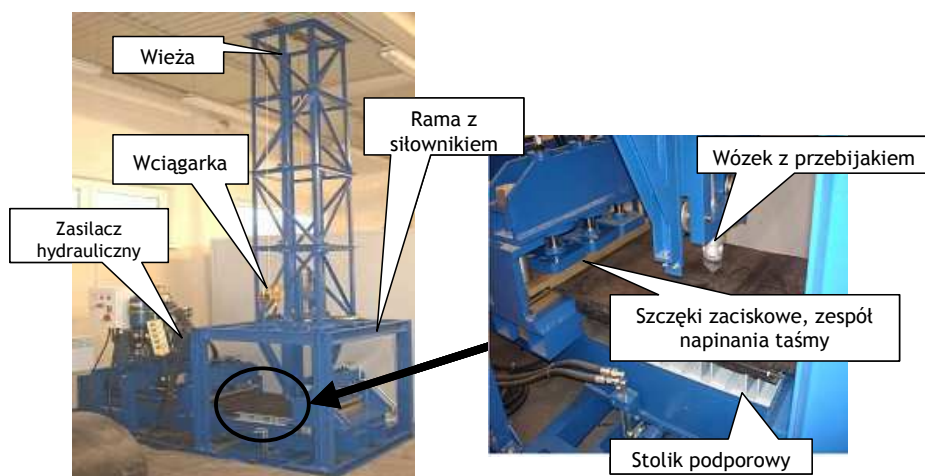
¹⁾ Politechnika Wrocławska, Instytut Górnictwa; Pl. Teatralny 2, 50-051 Wrocław

²⁾ KGHM CUPRUM sp. z o.o. – CBR; ul. gen. Wł. Sikorskiego 2-8, 53-659 Wrocław

eksploatacyjnej, która to w sposób decydujący wpływa na koszty eksploatacji przenośników taśmowych [2,3].

1. Badania odporności taśm na przebicia

Laboratorium Transportu Taśmowego (LTT) posiada nowe stanowisko do badania odporności taśm na przebicie przedstawione na rysunku 1. Metoda oznaczania odporności taśmy przenośnikowej na przebicia polega na poddawaniu taśmy uderzeniom przebijaka ze wzrastającą energią. Po każdym uderzeniu próbka taśmy jest przemieszczana w nowe położenie. Badanie uważa się za zakończone, jeżeli przebijak uszkodzi próbkę taśmy na wylot. Po identyfikacji powstałych w taśmie uszkodzeń wykonuje się wykresy zależności wielkości uszkodzeń L [mm] od energii uderzenia E [J]. Odporności taśm na przebijanie przedstawiono na przykładzie trzech taśm, które wymieniono w tabeli 1.



Rys. 1. Widok stanowiska do przebijania taśm

Tabela 1

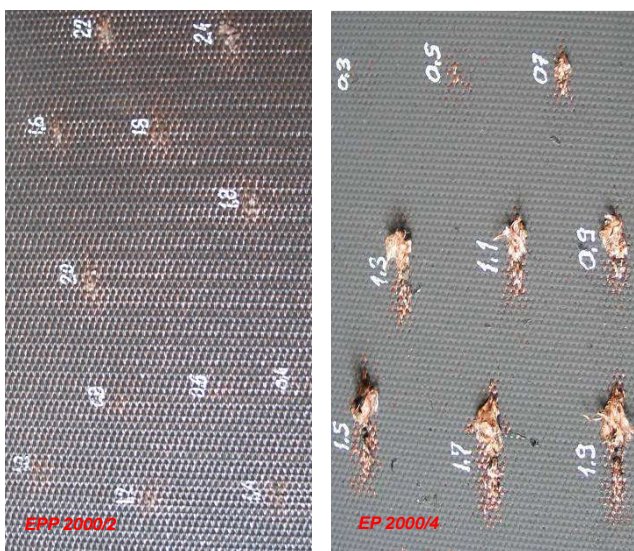
Charakterystyka badanych taśm na przebijanie

Lp.	Oznaczenie taśmy	Grubość, mm			
		całkowita	okładka nośna	okładka bieżna	rdzeń
1	ST 2000	24,8	9 - 11	8 - 9	Ø 5,5 t = 12
2	EPP 2000/2	25,6	11,5	5,6	8,5
3	EP 2000/4	23,4	8,7	4,7	10

Na rysunkach 2 i 3 pokazano przykładowo wygląd zewnętrzny rdzenia taśmy po próbach przebijania. Na rysunku 3 pokazano przykłady uszkodzeń powstałych w rdzeniu dwóch taśm o tej samej wytrzymałości wynoszącej 2000 kN/m. Widać z nich, że taśma 2-przekładkowa przy takich samych energiach uderzenia (na rysunkach opisano wysokość spadku przebijaka w metrach) ulega znacznie mniejszym uszkodzeniom niż taśma 4-przekładkowa.



Rys. 2. Widok uszkodzeń po odwarstwieniu okładki nośnej taśmy ST 2000



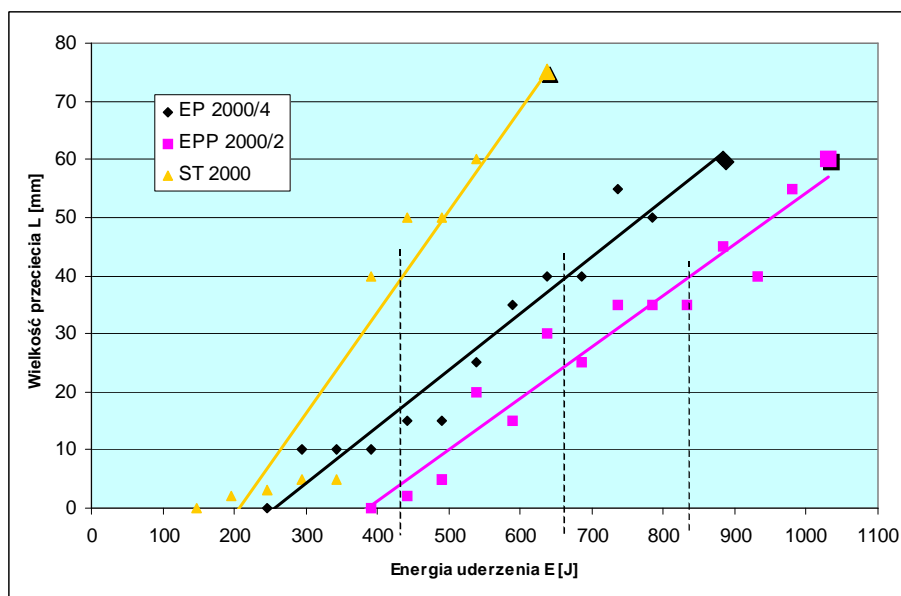
Rys. 3. Widok uszkodzeń po odwarstwieniu okładki nośnej taśmy EPP 2000/2 i EP 2000/4

Na podstawie uzyskanych wyników scharakteryzowano odporność na przebicia poszczególnych taśm przy pomocy trzech wskaźników:

- energii krytycznej E_k , przy której powstają w taśmie pierwsze uszkodzenia okładki gumowej lub rdzenia,
- energii E_L powodującej we wszystkich taśmach uszkodzenie o tej samej długości okładki lub rdzenia L mm.
- energii przebicia taśmy na wylot E_p .

Na wykresie (rys. 4) poszczególne punkty pomiarowe aproksymowano odpowiednimi równaniami, które dobierano tak, aby współczynnik R^2 przyjmował wartości bliskie jedności. Wykresy dla taśmy z linkami stalowymi sporządzono po wyeliminowaniu punktów uzyskanych przy uderzeniach w linkę stalową, ponieważ energia pochłaniana przez linki powoduje zmniejszenie wielkości uszkodzeń okładek. Energię krytyczną E_k poszczególnych taśm wyznaczają punkty przecięcia poszczególnych wykresów z osią x. Energię E_L wyznaczono dla wielkości przecięcia L= 40 mm.

Wyniki oznaczeń poszczególnych wskaźników przedstawiono w tabeli 2.



Rys. 4. Wyniki badań odporności na przebicie taśm przy symulacji uderzenia pomiędzy krążnikami

Tabela 2

Wskaźniki odporności taśm na przebicie

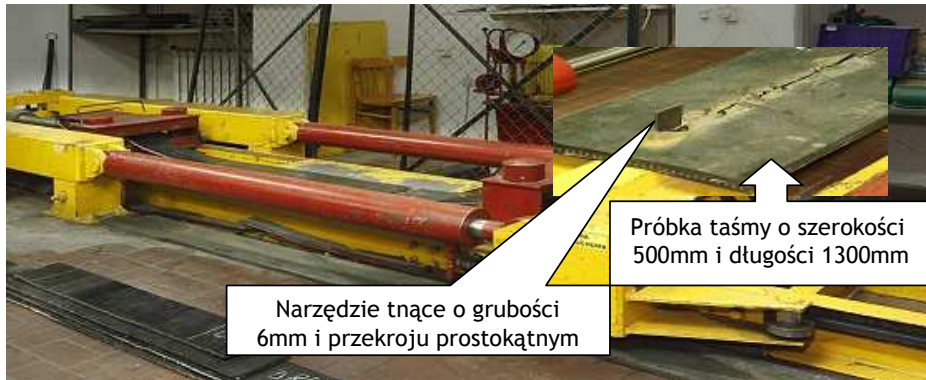
Oznaczenie taśmy	Uderzenie w oś krążnika			Uderzenie pomiędzy krążnikami			Średnia		
	Ek [J]	EL [J]	Ep [J]	Ek [J]	EL [J]	Ep [J]	Ek [J]	EL [J]	Ep [J]
ST 2000	125	560	784	150	435	686	137	497	735
EPP 2000/2	420	1130	1226	390	840	1030	405	1080	1128
EP 2000/4	160	700	932	265	660	833	212	680	882

Przeprowadzone badania wykazały, że taśma ST 2000 jest najmniej odporna na przebicia, a taśma EPP 2000/2 charakteryzuje się najwyższą odpornością na przebicia.

2. Badania odporności taśm przenośnikowych na przecinanie wzdłużne

Badania taśm na przecięcia wzdłużne prowadzone za granicą w latach osiemdziesiątych miały na celu opracowanie takiej konstrukcji taśm, aby opór przecinania powodował odrzucenie przecinającego elementu, jego wygięcie lub też zatrzymanie napędu. Celu takiego dotąd nie osiągnięto. Wydaje się, że obecnie nie jest realne osiągnięcie tak wysokiej wytrzymałości taśmy na przecięcie. Można bowiem opracować taśmę o bardzo wysokiej wytrzymałości na przecięcie, której stosowanie w eksploatacji będzie ryzykowne, ponieważ w przypadku zaistnienia przecięcia wzdłużnego może nastąpić porozdzieranie okładki na znacznej szerokości taśmy lub jej całkowite odwarstwienie. Taśmę należy uznać za dobrą wtedy, gdy przy wysokiej wytrzymałości na przecięcie wzdłużne w czasie próby przecinania wzdłużnego nie wystąpi odwarstwienie okładek po obydwu stronach linii cięcia. Badania odporności na przecinanie wzdłużne wykonywane w LTT polegają na określeniu wielkości siły potrzebnej do ich przecinania przy użyciu specjalnego noża. W trakcie pomiaru próbka taśmy uchwycona z jednej strony w szczękę zaciskową jest przesuwana przy pomocy siłownika hydraulicznego. W czasie tego ruchu nóż ustawiony nieruchomo w osi taśmy powoduje jej przecinanie. Siła przecinania jest rejestrowana. Średnia wielkość tej siły charakteryzuje odporność taśmy na przecinanie.

Stanowisko badawcze zbudowano na bazie zrywarki poziomej ZT 40 znajdującej się w LTT. Do jednego z uchwytów zrywarki zamocowana jest przegubowo belka z przytwierdzonym do niej nożem tnącym. Widok próbki poddanej badaniu oporu przecinania na stanowisku badawczym pokazano na rysunku 5.

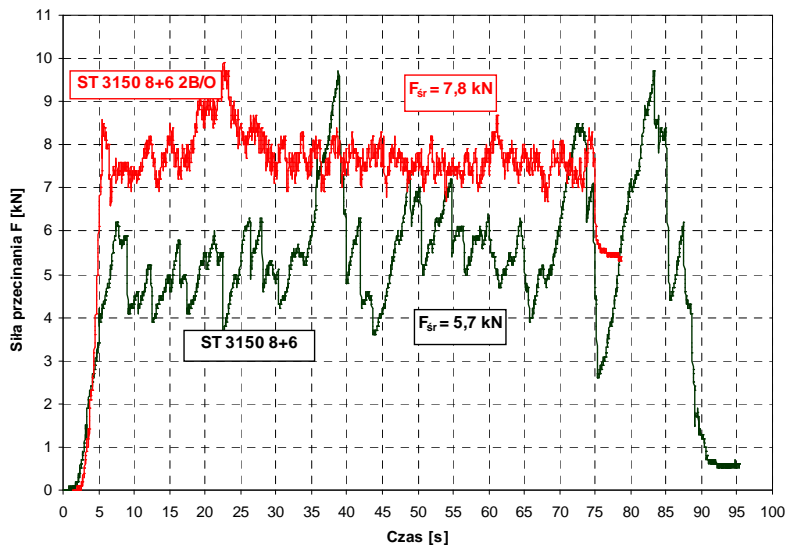


Rys. 5. Przecinanie wzdłużne taśmy przenośnikowej ST3150 14T+7T

Stanowisko badawcze charakteryzuje się następującymi parametrami technicznymi:

- zakres pomiarowy 100 kN,
- narzędzie tnące o grubości 6 mm o przekroju prostokątnym,
- prędkość przecinania 600 mm/min.,
- wymiary próbki: szerokość 500 mm, długość 1300 mm.

Przykładowe wykresy przecinania taśm z linkami stalowymi pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Przebieg siły przecinania taśmy standardowej i z dwoma przekładkami ochronnymi

Zwiększenie odporności na przecinanie taśm z linkami stalowymi uzyskuje się przez zwiększenie grubości okładek gumowych oraz zastosowanie przekładek ochronnych. Najlepsze efekty uzyskuje się, jeżeli przekładki ochronne zbudowane są z nici kordowych ułożonych poprzecznie do taśmy w kilkumilimetrowych odstępach. Warunkiem uzyskania dobrego efektu jest także wysoka wytrzymałość adhezyjna okładek do rdzenia taśmy, a także wysoka przyczepność linek do warstwy rdzeniowej. Przez zastosowanie przekładek ochronnych można uzyskać około 40÷60% wzrost odporności taśmy na przecinanie.

Badania mające na celu opracowanie konstrukcji taśm o zwiększonej odporności na uszkodzenia eksploatacyjne są obecnie kontynuowane w ramach projektu rozwojowego MNiSzW nr 0958/R/T02/2010/10. Zakończenie tych badań przewidziane jest na luty 2013 roku.

3. Wnioski

1. Badania potwierdziły przydatność stanowisk badawczych i opracowanych metod do oceny odporności taśm przenośnikowych na uszkodzenia eksploatacyjne.
2. Zbudowane stanowisko i metoda pomiaru odporności na przebicie pozwala określać ten parametr dla taśm różnej konstrukcji, a przeprowadzone badania porównawcze taśmy o wytrzymałości 2000kN/m wykazały, że taśma ST 2000 jest najmniej odporna na przebicia, a taśma EPP 2000/2 charakteryzuje się najwyższą odpornością na przebicia.
3. Badania wytrzymałości na przecięcia wzdłużne wykazały, że zwiększenie odporności na przecinanie taśm z linkami stalowymi uzyskuje się przez zwiększenie grubości okładek gumowych oraz zastosowanie przekładek ochronnych. Warunkiem uzyskania dobrego efektu jest także wysoka wytrzymałość adhezyjna okładek do rdzenia taśmy, a także wysoka przyczepność linek do warstwy rdzeniowej. Przez zastosowanie przekładek ochronnych można uzyskać około 40-60% wzrost odporności taśmy na przecinanie.

Literatura

- [1] Hardygóra M., 2003, Investigations of conveyor belt – state of the art, WUT Press, Vol. 105, no. 38, pp. 155-162.
- [2] Hardygóra M., Komander H., Figiel A., 1996, Through-cut safe conveyor belts, WUT Press, Vol. 80, no. 20, pp. 53-62.
- [3] Jurdziak L., Hardygóra M., 1996, An uniform classification of conveyor belt failures and their intensity, WUT Press, Vol. 80, no. 20, pp. 131-142.
- [4] Lewandowicz P., Prykowska J., 2000, Study of puncture resistance of conveyor belts with standard construction and the special protection layer, WUT Press, Vol. 89, no. 26, pp. 175-182.

- [5] Madziarz M., 1998, Wpływ konstrukcji i technologii wykonywania połączeń tkaninowych taśm przenośnikowych na ich wytrzymałość. Rozprawa doktorska. Wydział Górniczy Politechniki Wrocławskiej.

Conveyor belt with increased resistance for operational damage

Key words: belt conveyor transport, belt conveyor, belt resistance for puncture, belt resistance for longitudinal cutting

Belt conveyors are the basic transport equipment in Polish coal, lignite and copper mining. Analysis carried out in mines show that share of conveyor transport in production costs vary from 8 to 30 per cent, depending on the mine type. These costs include energy and operation costs related with conveyors (wearing parts, belts etc.). The paper presents research achievements concerning the conveyor belts, which can be used in mines in order to reduce operating costs of conveyor transport.