

Received: 04.07.2014, accepted: 23.07.2014

*przeñośnik taśmowy, diagnostyka maszyn,
wykrywanie uszkodzeń, taśmy przenośnikowe,*

Leszek ZIĘTKOWSKI^{1*}, Janusz MŁYNARCZYK¹, Mateusz SAWICKI¹

KONCEPCJA SYSTEMU MONITORUJĄCO- DIAGNOSTYCZNEGO DO WYKRYWANIA ROZCIĘĆ WZDŁUŻNYCH W TAŚMIE PRZENOŚNIKOWEJ

Taśma przenośnikowa stosowana w przenośnikach taśmowych w kopalniach rud miedzi narażona jest na uszkodzenia mechaniczne. Do jednych z najbardziej uciążliwych uszkodzeń, uniemożliwiających dalszą eksploatację przenośnika, należy zaliczyć rozcięcia wzdłużne. Powodują one przestoje w pracy przenośników oraz wymagają wymiany znacznych odcinków taśmy przenośnikowej. Konieczne staje się wówczas poniesienie poważnych wydatków finansowych mających na celu doprowadzenie przenośnika do sprawności technicznej.

W pracy przedstawiono koncepcję systemu do wykrywania rozcięć wzdłużnych taśmy przenośnikowej, w którym wykorzystano rozwiązanie techniczne, które jest przedmiotem zgłoszenia patentowego KGHM CUPRUM CB-R. W proponowanym przez autorów systemie zastosowano pomiarowy układ optyczny, który zabudowano na konstrukcji przenośnika oraz odcinki światłowodu zawulkanizowane w taśmie przenośnikowej, poprzecznie do kierunku jej biegu. Układ monitorująco-diagnostyczny umożliwia wykrywanie rozcięcia wzdłużnego na całej szerokości taśmy przenośnikowej. Aby zminimalizować długość rozcięcia taśmy na przenośniku powinno być zabudowanych kilka ww. układów umożliwiających wykrywanie tego typu uszkodzeń w ciągnie górnym i dolnym taśmy.

W pracy omówiono także powiązanie układu detekcji uszkodzeń taśmy z nadrzędnym systemem sterowania pracą przenośników taśmowych (np. Promos Plus) w kopalni, zapewniającym wyłączenie przenośnika oraz identyfikację bramki kontrolnej, która wykryła uszkodzenie.

¹ KGHM CUPRUM sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Zakład Inżynierii Mechanicznej i Elektrycznej, ul. Gen. Wł. Sikorskiego 2-8, 53-659 Wrocław.

* Corresponding autor: lzietkowski@cuprum.wroc.pl.

1. WPROWADZENIE

Taśma przenośnikowa stosowana w przenośnikach taśmowych w kopalniach rud miedzi narażona jest na uszkodzenia mechaniczne. Przyczyną takich sytuacji są najczęściej ostre, twarde elementy, które w pewnych sytuacjach mają kontakt z taśmą przenośnikową. Mogą to być fragmenty konstrukcji stalowych, kotwy, elementy konstrukcji nośnej przenośnika, bryły skalne o ostrych krawędziach itp. Jeśli zostaną zablokowane w czasie ruchu przenośnika, to mogą doprowadzić do przebicia bądź rozcięcia taśmy na dużych długościach. Transportowany urobek najczęściej ulega wtedy rozsypaniu, przy czym opada on także na taśmę dolną, co skutkuje dużymi problemami przy jej kontakcie z powierzchnią bębnow. W takich przypadkach długie odcinki taśmy wymagają wymiany, a cały ciąg odstawy zostaje czasowo wyłączony z eksploatacji. W konsekwencji kopalnia ponosi znaczne straty finansowe. W tab. 1 zestawiono rozprucia wzdłużne taśm, jakie zdarzyły się na przenośnikach taśmowych w O/ZG Polkowice-Sierszowice w I półroczu 2013 roku (Ziętkowski i in., 2013)

Tab. 1. Rozprucia wzdłużne taśm przenośnikowych w O/ZG Polkowice-Sierszowice w 2013 r.

Tab. 1. Conveyor belt longitudinal rips in O/ZG Polkowice-Sierszowice in 2013 r.

Lp.	Przenośnik	Długość rozprucia [m]	Czas postoju [h:min]	Przyczyna uszkodzenia taśmy
1	L-33	30	03:10	Bryła skalna zablokowana pod osłonami w przesypie
2	L-203	40	01:55	
3	L-254	185	16:00	
4	L-254	170	12:00	
5	L-23	75	03:40	Bryły urobku zalegającego w przesypie i trącego o taśmę na wysięgniku; (nie zadziałał czujnik spiętrzenia urobku nad przesypem przenośnika odbierającego)
6	L-35	85	03:30	Żerdź wiertnicza zablokowana w przesypie
7	L-204	1140	17:25	
8	L-213	23	02:40	
9	L-220	20	02:01	

W celu ograniczenia strat taśmy powstających w wyniku rozcięć zasadne jest poszukiwanie skutecznej i efektywnej ekonomicznie metody szybkiego wykrycia zaistniałego uszkodzenia oraz automatycznego zatrzymania przenośnika taśmowego tak, aby miało ono możliwie jak najmniejszą długość. Z drugiej strony należy pamiętać, że wysoka czułość urządzeń do wykrywania rozcięć taśmy wymaga wzrostu nakładów. Z uwagi na znajomość poziomu cen taśmy przenośnikowej oraz możliwość oszacowania pozostałych kosztów związanych z przestojami oraz usuwaniem awarii można optymalizować nakłady inwestycyjne jakie należy ponieść w celu zabezpieczenia ta-

śmy tak, by w razie uszkodzenia (rozcięcia wzdłużnego) wymienić odcinek o minimalnej długości.

W niniejszej publikacji przedstawiono system do wykrywania rozcięć wzdłużnych taśmy przenośnikowej wykorzystujący rozwiązanie techniczne, które jest przedmiotem zgłoszenia patentowego KGHM CUPRUM (Młynarczyk i in., 2013)

2. STAN OBECNY W KOPALNIACH KGHM POLSKA MIEDŹ SA

Obecnie na świecie istnieje kilka systemów monitorowania taśm przenośnikowych w celu wykrycia ich uszkodzeń. Zdecydowana większość stosowanych systemów wymaga zawulkanizowania w taśmie elementów elektronicznych, które współpracując z głowicą oraz aparaturą kontrolną zabudowaną na konstrukcji przenośnika, są w stanie wykryć zaistniałe uszkodzenie. Przygotowanie taśmy oraz urządzenia stosowane do monitorowania stanu taśmy górnej i dolnej na całej długości przenośnika są bardzo kosztowne [Chunxia Y. i in., 2011].

Z uwagi na wysokie koszty, aktualnie na przenośnikach taśmowych w KGHM Polska Miedź S.A. nie są stosowane układy do wykrywania rozcięć wzdłużnych taśm. Zdarzenia tego typu są najczęściej wykrywane przez obsługę, gdy uszkodzony będzie znaczny odcinek taśmy i zakłócona zostanie normalna praca przenośnika. Wnikliwa obserwacja pracy przenośnika oraz częsta jego kontrola mogą przyczynić się do wykrywania tego typu uszkodzeń. Nie jest to jednak łatwe w realizacji z uwagi na znaczne długości ciągów odstawy oraz przypadkowość występowania zdarzeń skutkujących rozcięciami wzdłużnymi taśmy na przenośnikach.

3. KONCEPCJA SYSTEMU

Proponowany system monitorująco – diagnostyczny został opracowany w celu wykrywania rozcięć wzdłużnych taśmy dolnej i górnej na całej długości przenośnika. W pierwszej fazie był on analizowany teoretycznie oraz został sprawdzane pod kątem skuteczności działania w warunkach powierzchniowych z wykorzystaniem światłowodów oraz aparatury detekcyjnej firmy SICK. W wyniku konieczności dostosowania go do warunków kopalnianych przyjęto następujące założenia i wymagania jakie proponowane rozwiązanie powinno spełnić:

- automatyczna sygnalizacja oraz wyłączanie przenośnika taśmowego po wykryciu rozcięcia wzdłużnego wraz z lokalizacją uszkodzenia,
- możliwość włączenia nowego układu do systemu sterowania przenośnikiem,
- możliwość zastosowania układu wykrywania uszkodzeń do różnych typów taśm przenośnikowych, w tym stosowanych aktualnie w kopalniach,

- możliwość aplikowania układu do ciągów taśmowych, z dowolną konfiguracją przesypów wzdłuż trasy przenośnika.

Proponowany system jest oparty na wykorzystaniu układu pomiarowego optycznego, zabudowanego na konstrukcji przenośnika oraz światłowodów zawulkanizowanych w taśmie przenośnikowej, poprzecznie do kierunku jej biegu.

Światłowod służy do przesyłania strumienia świetlnego w poprzek taśmy przenośnikowej od nadajnika, którym jest źródło światła, do odbiornika, którym jest detektor odbierający przesyłany sygnał świetlny. Przyjęto założenie, że rozcięcie taśmy spowoduje jednoczesne przerwanie światłowodu zawulkanizowanego w poprzek taśmy. Następuje wówczas przerwa w przepływie strumienia świetlnego transmitowanego tym światłowodem. Od źródła światła do detektora nie dociera w takim przypadku sygnał świetlny. Brak sygnału świetlnego rejestrowany jest w systemie i powoduje, że system wyłączy przenośnik taśmowy oraz zasygnalizuje awarię.

Układ jest przewidziany do wykrywania rozcięć w taśmie górnej obciążonej transportowanym urobkiem, jak również w taśmie dolnej (powrotnej) nieobciążonej urobkiem. Przy jego zastosowaniu monitorowane mogą być taśmy przenośnikowe z rdzeniem tekstylnym, jak również taśmy wzmacniane linkami stalowymi.

Jako źródło światła zastosowane mogą być diody emitujące strumień światła o różnej długości fali elektromagnetycznej, tym samym można przysyłać różne barwy światła. Aby układ optyczny był pozbawiony oddziaływania światła, które może pojawiać się w rejonie pracy tego układu, zasadne jest zastosowanie nadajników ze źródłem światła emitującym widmo czerwone.

Do detekcji zastosowane mogą być różnego rodzaju fotoelementy, takie jak fotodiody, fototranzystory, fotoprzełączniki barierowe lub refleksyjne, a także inne detektory światła widzialnego lub niewidzialnego. Korzystne jest, aby fotoodbiornik był dostosowany do współpracy z fotonadajnikiem.

Układy optyczne z nadajnikami i odbiornikami służącymi do monitorowania ciągłości światłowodów w taśmie górnej i w taśmie dolnej oraz z jednostką sterującą tymi układami stanowią swego rodzaju bramkę kontrolną na trasie przenośnika. Ciągłość światłowodów w taśmie górnej i dolnej monitorowana jest w sekwencji zerowo-jedynkowej (nadany sygnał świetlny został odebrany przez detektor lub nie), co odpowiada stanom tej taśmy (nie jest rozcięta lub została przecięta).

Jednostka sterująca będzie analizować sygnały otrzymywane z detektora. W przypadku sygnału o przecięciu taśmy prześle ona odpowiedni sygnał do nadrzędnego systemu sterowania pracą przenośnika taśmowego (Promos lub Incom), w celu jego zatrzymania.

Schemat systemu do wykrywania rozcięć taśmy ze sterowaniem rozproszonym do zastosowania podczas badań przedstawiono na rys. 1.

3.1. UKŁAD DETEKCJI ROZCIĘĆ TAŚMY NA TRASIE PRZENOŚNIKA

Do badań proponuje się zastosowanie bramek kontrolnych wyposażonych w dwa układy optyczne do jednoczesnego i autonomicznego monitorowania taśmy górnej i dolnej. Bramki kontrolne można zabudowywać w różnych miejscach wzdłuż trasy przenośnika i w dowolnych odległościach między nimi. Zasadne jest, aby bramki te były instalowane w rejonach, w których taśma jest najbardziej narażona na rozcięcia. Miejsce zabudowy układu optycznego powinno znajdować się wówczas w niewielkiej odległości od miejsca wystąpienia potencjalnego uszkodzenia (patrząc zgodnie z kierunkiem biegu taśmy).

Każdy z ww. układów optycznych będzie posiadał głowicę [G], w której będą zamocowane:

- fotonadajnik barierowy [N] z diodą LED emitujący ciągły strumień świetlny o widmie czerwonym w kierunku bocznej powierzchni taśmy przenośnika,
- fotoodbiornik [O] (detektor) odbierający sygnał świetlny ze światłowodu umieszczonego w taśmie przenośnika.

Przewiduje się zastosowanie fotoprzekaźnika typ VSE-180-2 firmy Sick. Fotonadajnik i fotoodbiornik usytuowane będą obok siebie z boku taśmy, po jednej stronie.

Oba układy optyczne będą podłączone do jednostki sterującej [JS]. Jednostka sterująca będzie analizować sygnały otrzymywane z detektora i przekazywać je do adaptera [A] nadrzędnego systemu sterowania pracą przenośnika taśmowego (Promos Plus). Wstępnie wytypowano adaptory typu PP 4110 ZL firmy Becker, jakie są wykorzystywane przy instalowaniu ww. systemu sterowania na przenośnikach w kopalni. W przypadku, gdy układ optyczny wykryje rozcięcie pętli światłowodu, co jest jednoznaczne z rozcięciem taśmy, jednostka sterująca przekaże sygnał do adaptera i system nadrzędny wyłączy napęd główny przenośnika.

Pożądane jest, aby pętle światłowodowe były osadzone w taśmie w stałych odległościach. W większości przypadków, a na pewno wówczas, gdy w wyniku eksploatacji pewne odcinki taśmy będą wymieniane, kilka pętli nie spełni tego założenia. Aby dostosować poprawne działanie układu detekcji do zmiennych odległości między pętlami światłowodowymi, zastosowano dodatkowo układ detekcji składający się z czujnika magnetycznego wykrywającego pole magnetyczne magnesu wtopionego w taśmę przenośnika. Czujnik ten da sygnał do układu sterowania bramką kontrolną o zbliżającej się pętli światłowodu. Proponuje się wyposażenie każdej bramki kontrolnej w czujnik magnetyczny MM18 firmy Sick.

Każda jednostka sterująca będzie posiadać sygnalizator świetlno-dźwiękowy [S], informujący o sytuacji na każdej bramce kontrolnej. Przewiduje się zastosowanie sygnalizatora typ XVE firmy Schneider Electric. Lampka emitująca światło w kolorze zielonym oznaczać będzie, że układ optyczny nie wykrył uszkodzenia taśmy. Jeśli fotoodbiornik bramki kontrolnej nie wykryje impulsu świetlnego podawanego światłowodem z fotonadajnika w tej bramce, wówczas lampka sygnalizatora będzie świe-

cić światłem w kolorze czerwonym. Stan taki oznacza brak ciągłości pętli światłowodu a tym samym uszkodzenie taśmy i o wystąpieniu tego rodzaju awarii będzie informował sygnał dźwiękowy z sygnalizatora.

W każdej jednostce sterującej będzie umieszczony media konwerter [MK] zmieniający standard sygnałów elektrycznych (VDSL2/Ethernet), który będzie służył do przesyłania sygnałów z poszczególnych jednostek sterujących do przełącznika ethernetowego PE wyposażonego w ww. media konwertery [MK]. Przełącznik umożliwia programowanie układu kontrolnego i komunikację między jednostkami sterującymi na kolejnych bramkach. Zasadne jest, aby przełącznik ten był zainstalowany na stanowisku obsługowym przenośnika taśmowego.

Do jednej z jednostek sterujących podłączony zostanie czujnik pomiaru prędkości taśmy [CP]. Użycie tego czujnika ma na celu dostarczenie informacji o prędkości biegu taśmy do systemu kontrolnego, co umożliwi zaprogramowanie systemu tak, aby zmiany prędkości taśmy (np. podczas rozruchu i hamowania) nie powodowały błędnych odczytów w systemie. Proponuje się zastosowanie typowego zespołu typ ME 200 z rolką i czujnikiem magnetycznym typ PE 3000AT dostarczanego przez firmę Inova, który jest stosowany powszechnie na przenośnikach w kopalni.

3.2. ZASILANIE ELEKTRYCZNE URZĄDZEŃ SYSTEMU

Elementy układu optycznego, czujnik pomiaru prędkości taśmy, przełącznik ethernetowy, sygnalizator oraz jednostki sterujące wraz z wyposażeniem będą zasilane prądem stałym o napięciu 24 V. Do tego celu wykorzystany będzie zasilacz 230 VAC/24 VDC, zainstalowany w rejonie stacji napędowej przenośnika. Linia kablowa zasilająca będzie doprowadzona do jednostek sterujących zabudowanych w poszczególnych bramkach kontrolnych wzdłuż trasy przenośnika.

3.3. UKŁAD KONTROLNY W TAŚMIE PRZENOŚNIKOWEJ

Układ do wykrywania rozcięć bazuje na pętlach światłowodu zawulkanizowanych w warstwie bieżnej taśmy przenośnikowej. Głębokość osadzenia światłowodu będzie dobrana w taki sposób, aby nie uszkodzić rdzenia taśmy. Pętle będą obejmowały swym zasięgiem prawie całą szerokość taśmy. Do prób światłowody zostaną osadzone w taśmie z wykorzystaniem pasty samowulkanizującej. Montaż światłowodów w taśmie jest stosunkowo prostą operacją, którą mogą wykonać służby kopalniane. Polega ona na wycięciu rowka specjalnym przyrządem, osadzeniu w nim światłowodu oraz zabezpieczeniu go pastą samowulkanizującą. Końce światłowodu będą wyprowadzone na brzegu taśmy i pozycjonowane względem siebie za pomocą specjalnego szablonu.

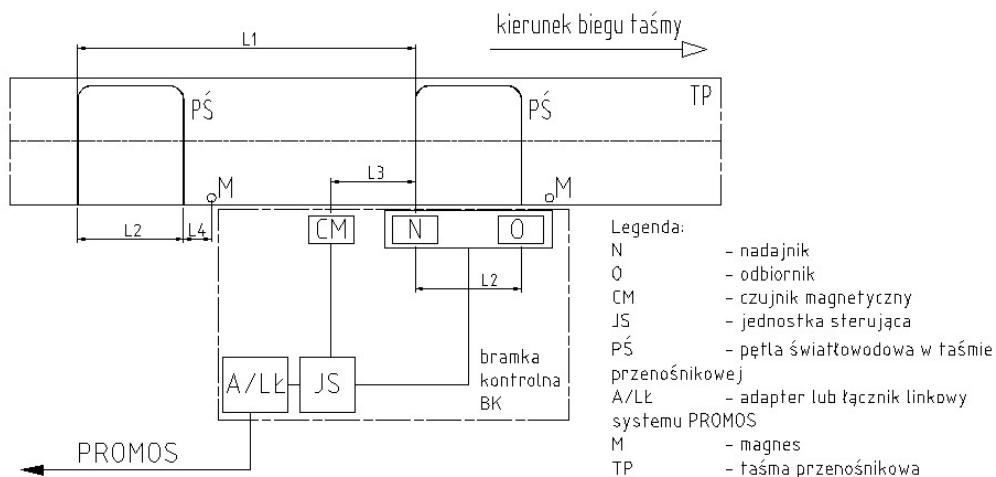
Przewiduje się zastosowanie wielowłóknowych światłowodów typu LL3-TR01-05 firmy Sick, o dużej odporności na przegięcia i wysokiej elastyczności. Kilkanaście

włókien zwiększa pewność przesyłania strumienia świetlnego oraz zapewnia dość duże pole emisji tego światła, co poprawia skuteczność odbioru impulsu świetlnego przez detektor układu optycznego bramki kontrolnej.

Należy zaznaczyć, że elastyczność światłowodu ma dość istotne znaczenie z uwagi na kształt, jaki będzie miała wykonana z niego pętla oraz dostosowanie się tej pętli do przemieszczeń wynikających z wydłużania się taśmy podczas eksploatacji (do 2%).

Zasadne jest zatem, aby zgodnie z rys. 2:

- boki pętli w poprzek taśmy prowadzone były równolegle po liniach prostych równoległych oddalonych od siebie o wymiar $L2$,
- bok pętli wzdłuż taśmy był linią falistą lub łukową, stanowiącą swego rodzaju układ do kompensacji wydłużeń taśmy,
- odległości $L3$ czujnika elektromagnetycznego od nadajnika oraz $L4$ magnesu od pętli światłowodu powinny być stałe,
- pętle światłowodów będą zawulkanizowane w jednakowych odległościach $L1$.



Rys. 2. Schemat ideowy systemu

Fig. 2. System schema

Zbliżanie się pętli światłowodowych do bramek kontrolnych poprzedzone będzie zadziałaniem układu kontrolnego dającego sygnał do sterownika tych bramek. Zapewnią go magnesy, umieszczone w taśmie przesyłniczej w określonej odległości przed pętlami światłowodowymi, patrząc zgodnie z kierunkiem biegu taśmy.

Zastosowano magnesy neodymowe typ MAG 1003-S. Aby wzmocnić pole magnetyczne przed pętlami zabudowywane będą 2 lub 3 magnesy, które będą umieszczane jeden nad drugim i będą przylegały do siebie.

4. ANALIZA ROZCIĘĆ TAŚMY W KONTEKŚCIE PRACY SYSTEMU

Usytuowanie bramek kontrolnych na przenośniku, odległości między tymi bramkami, odległości między pętlami światłowodów w taśmie oraz miejsce, w którym może rozpocząć się rozcinanie taśmy ma bezpośredni wpływ na długość tego rozcięcia oraz ilość uszkodzonych pętli.

Dla kilku różnych możliwych miejsc powstawania rozcięć określono skutki tych rozcięć. Jako najbardziej prawdopodobne rozpatrzono rozcinanie taśmy w przesypie w niżej określonych przypadkach, gdy:

- rozcięcie taśmy zaczyna się tuż przed pętlą światłowodu,
- rozcięcie taśmy zaczyna się za pętlą światłowodu.

W obu tych przypadkach bramka kontrolna jest zabudowana za przesypem (patrząc z kierunkiem biegu taśmy górnej).

Skutki rozcięć analizowano przy założeniach, że:

- pętle światłowodów zawulkanizowane są w taśmie przenośnikowej co 200 m, co 100 m, co 50 m,
- bramka kontrolna jest tuż za przesypem w odległości około 10 m.

Rozpatrzono ponadto sytuacje rozcinania taśmy, które może mieć miejsce na trasie przenośnika. Analizowano niżej określone przypadki, gdy:

- rozcięcie taśmy zaczyna się tuż przed pętlą światłowodu, która minęła już bramkę kontrolną,
- rozcięcie taśmy zaczyna się za pętlą światłowodu, która minęła już bramkę kontrolną.

W obu tych przypadkach analizowano 4 miejsca na trasie przenośnika, w których następuje rozcinanie taśmy.

Skutki rozcięć analizowano przy założeniach, że:

- pętle światłowodów zawulkanizowane są w taśmie przenośnikowej co 200 m, co 100 m lub co 50 m,
- bramki kontrolne oddalone są od siebie co 200 m lub co 100 m,
- miejsce uszkodzenia występuje za bramką w odległości 20 m, 80 m, 120 m i 180 m w przypadku, gdy odległość między bramkami wynosi 200 m,
- miejsce uszkodzenia występuje za bramką w odległości 20 m, 80 m w przypadku, gdy odległość między bramkami wynosi 100 m.

Wyniki powyższej analizy przedstawiono w tabeli 2. Dane z tabeli pozwalają określić, jakiej długości rozcięć taśmy można się spodziewać w zależności od rozstawu bramek pomiarowych oraz rozstawu pętli światłowodowych w taśmie. Na tej podstawie możliwe będzie optymalne skonfigurowanie systemu wykrywania rozcięć.

Tab. 2. Wyniki analizy uszkodzeń taśmy przenośnikowej
 Tab. 2. Results of the conveyor belt failure analysis

Lokalizacja miejsca powodującego rozcięcie	Opis uszkodzenia	Miejsce wykrycia rozcięcia taśmy	Rozstaw bramek kontrolnych na trasie przenośnika	Podziałka pętli światłowodów w taśmie			Ilość uszkodzonych pętli światłowodów w zależności od ich podziałki w taśmie			
				m						
				200	100	50				
Przesyp				Odległość bramki kontrolnej BK 1 od przesyłu	Długość rozciętego odcinka taśmy			Ilość uszkodzonych pętli światłowodów w zależności od ich podziałki w taśmie		
				m	m			szt.		
	rozcięcie pętli 1 i taśmy za tą pętlą	pętla 1 na bramce kontrolnej BK 1	200	10	10	10	10	1	1	1
	rozcięcie taśmy za pętlą 1, która minęła bramkę	pętla 2 na bramce kontrolnej BK 1	200		200	100	50	1	1	1
		100								
Za bramką kontrolną BK 1				Odległość miejsca powodującego rozcięcie od bramki kontrolnej BK 1	Długość rozciętego odcinka taśmy			Ilość uszkodzonych pętli światłowodów w zależności od ich podziałki w taśmie		
				m	m			szt.		
	rozcięcie pętli 1 i taśmy za tą pętlą	pętla 1 na bramce kontrolnej BK 2	200	20	180	180	180	1	2	4
				80	120	120	120	1	2	3
				120	80	80	80	1	1	2
				180	20	20	20	1	1	1
	rozcięcie taśmy za pętlą 1, która minęła bramkę kontrolną BK 1	pętla 2 na bramce kontrolnej BK 2	200	20	380	280	230	1	2	4
				80	320	220	170	1	2	3
				120	280	180	130	1	1	2
				180	220	120	70	1	1	1
	rozcięcie pętli 1 i taśmy za tą pętlą	pętla 1 na bramce kontrolnej BK 2	100	20	80	80	80	1	1	2
				80	20	20	20	1	1	1
	rozcięcie taśmy za pętlą 1, która minęła bramkę	pętla 2 na bramce kontrolnej BK 2	100	20	280	180	130	1	1	2
80				220	120	70	1	1	1	

5. KONCEPCJA ZABUDOWY SYSTEMU DLA WSKAZANEGO PRZENOŚNIKA TAŚMOWEGO W O/ZG POLKOWICE-SIERSZOWICE

Do zabudowy systemu monitorującego – diagnostycznego do wykrywania rozcięć wzdłużnych taśmy przenośnikowej O/ZG Polkowice-Sierszowice wskazały przenośnik taśmowy typu Legmet L-207. Jest on zabudowany w ciągu odstawy taśmowej w upadowej D-5 i podaje urobek na przenośnik taśmowy typu Legmet L-205.

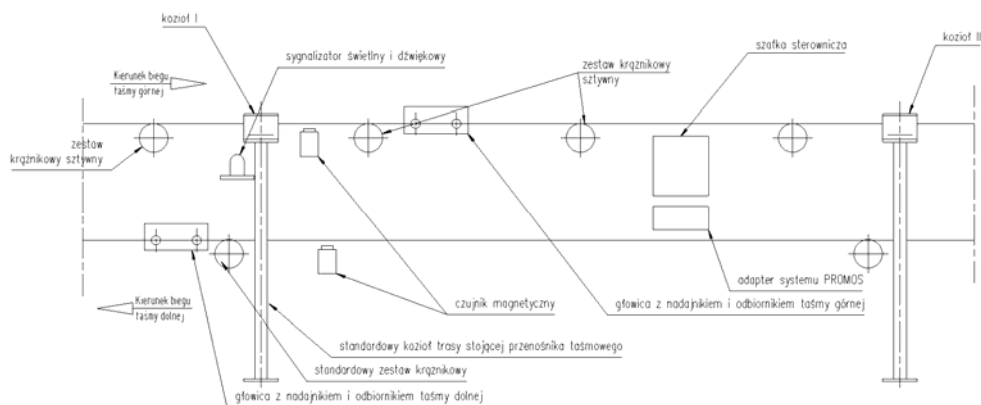
Założono, że dla celów badawczych wzdłuż trasy przenośnika L-207 zabudowanych zostanie 5 bramek kontrolnych do wykrywania rozcięć taśmy tego przenośnika.

Bramka kontrolna składa się z:

- dwóch układów optycznych, w tym jednego dla taśmy górnej i jednego dla taśmy dolnej,
- dwóch czujników magnetycznych, w tym jednego dla taśmy górnej i jednego dla taśmy dolnej,
- jednostki sterującej zintegrowanej z media konwerterem i sygnalizatorem świetlno-dźwiękowym,
- adaptera systemu Promos Plus.

Schemat ideowy bramki kontrolnej na przenośniku taśmowym przedstawiono na rys. 3. W rejonie jednej z bramek zostanie zabudowany układ do pomiaru prędkości biegu taśmy.

Poprawność pracy przenośnika (przy prędkości biegu taśmy 2,5 m/s) oraz przy zachowanej ciągłości pętli światłowodowych sygnalizowana będzie zielonym ciągłym światłem lampki sygnalizatora przy każdej bramce kontrolnej. Przewiduje się pulsacje sygnału zielonego podczas postoju, rozruchu, zatrzymywania się przenośnika oraz podczas pracy niewyglądającej sygnał z układu pomiaru prędkości biegu taśmy.



Rys. 3. Schemat bramki kontrolnej

Fig. 3. Control gate schema

Detekcja uszkodzenia ciągłości pętli światłowodu sygnalizowana będzie:

- ciągłym światłem czerwonym lampki sygnalizatora bramki kontrolnej, która wykryła uszkodzenie,
- alarmowym sygnałem dźwiękowym brzęczków sygnalizatorów wszystkich bramek.

Wykrycie uszkodzenia będzie także skutkowało wysłaniem odpowiedniego sygnału z adaptera PP 4110ZL do systemu nadrzędnego Promos Plus sterującego pracą przenośnika. Istnieje możliwość ustalenia warunków wysłania sygnału alarmu wstępnego a następnie w przypadku potwierdzenia nieprawidłowości alarmu wyłączającego napęd przenośnika. Może to być realizowane sygnałem częstotliwościowym w zakresie $1 \div 15$ Hz.

Ponadto fakt wykrycia innych nieprawidłowości podczas pracy systemu będzie sygnalizowany przez pulsujące światło czerwone lampki sygnalizatora bramki kontrolnej, która wykryła nieprawidłowość bez zatrzymania przenośnika. Szczegółowe informacje dotyczące wykrytego problemu będą dostępne na wyświetlaczach sterowników poszczególnych bramek kontrolnych. Jeśli to będzie wymagane, mogą one być

dostępne także w systemie Promos Plus, w formie sygnału o wcześniej ustalonej częstotliwości, z zakresu częstotliwości wejściowych 1÷15 Hz adaptera PP 4110ZL.

6. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono koncepcję nowego sposobu wykrywania wzdłużnych rozcięć i rozdarć w taśmie przenośnikowej. Szybka detekcja uszkodzeń jest istotnym czynnikiem zarówno z technicznego jak i ekonomicznego punktu widzenia. Zastosowanie światłowodów do wykrywania rozcięć i rozdarć wzdłużnych taśmy przenośnikowej oraz wykorzystanie tanich i dostępnych w handlu podzespołów, pozwoli w znacznym stopniu uprościć budowę urządzeń monitorujących oraz obniżyć ich koszty przy zachowaniu wysokiej skuteczności działania.

Obniżenie kosztów zabudowy i eksploatacji systemów wykrywania rozcięć i rozdarć taśmy przenośnikowej będzie czynnikiem sprzyjającym ich upowszechnieniu. Dotychczas stosowane urządzenia są zwykle bardzo drogie, co stanowiło barierę ich szerokiego stosowania. Usuwanie awarii spowodowanych rozcięciem, bądź rozdarciem wzdłużnym taśmy, jest zwykle bardzo kosztowne. Awarie takie stwarzają również zagrożenie dla pracowników obsługujących przenośnik. Szerokie stosowanie proponowanego systemu pozwoli ograniczyć liczbę takich awarii. Systemy monitorująco-diagnostyczne mogą znaleźć zastosowanie we wszystkich gałęziach przemysłu, gdzie są eksploatowane przenośniki taśmowe, zwłaszcza o znacznej długości.

Proponowany system wykrywania rozcięć taśmy przenośnikowej jest na etapie przygotowania do badań na wytypowanym przenośniku w O/ZG Polkowice-Sieroszowice i będzie poddany testom eksploatacyjnym. Autorzy zamierzają sprawdzić skuteczność wykrywania rozcięć taśmy, niezawodność układu detekcji, trwałość światłowodów oraz urządzeń kontrolnych w warunkach kopalnianych.

LITERATURA

- ZIĘTKOWSKI L., MŁYNARCZYK J., SAWICKI M.: *Opracowanie i wprowadzenie systemu monitorująco-diagnostycznego do wykrywania przecięć wzdłużnych w taśmie przenośnikowej z rdzeniem tekstylnym w KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG Polkowice-Sieroszowice, KGHM Cuprum Sp. z o.o., Wrocław, 2013.*
- MŁYNARCZYK J., SAWICKI M., ZIĘTKOWSKI L.: *Sposób i urządzenie do wykrywania uszkodzeń taśmy przenośnikowej*, patent polski, P.405690, październik 18, 2013.
- CHUNXIA Y., SI CH.: *A new detection device of belt longitudinal rip based on pressure monitoring*, Electronics, Communications and Control (ICECC) International Conference, Ningbo, 2011.
- CHUNXIA Y., MINGSHENG W., SHEN Z.: *Monitoring system for longitudinal rip of conveyor belts based on vibration detection*, Mining & Processing Equipment, China, 2011.

CONCEPT OF MONITORING AND DIAGNOSTIC SYSTEM FOR DETECTION OF LONGITUDINAL RIPS IN CONVEYOR BELT

Conveyor belts used in copper mines are exposed to mechanical damage. Some of the most troublesome damages, preventing further exploitation of the conveyor are longitudinal slits and rips. They cause conveyors downtime and require replacement of belt segments. It becomes necessary to carry financial expenses in order to bring conveyor to technical efficiency. Article presents concept of a system for detection of longitudinal belt slits and rips, that uses technical solutions which are subject of patent application KGHM Cuprum. System proposed by authors uses optical measuring configuration, which was built on conveyor construction and fibre segments vulcanised in belt, transversely to the direction of conveyor course. Monitoring and diagnostic system enables detection of longitudinal slits and rips over the entire width of conveyor belt. To minimize the length of the cut belt there should be build a few above mentioned configurations which could detect damages in upper and lower belt.