

Zwiększenie wydajności procesu regeneracji taśm przenośnikowych dla górnictwa odkrywkowego

Increasing the efficiency of the regeneration process conveyor belts opencast mining

Janusz Wróbel¹, Piotr Sygut²

¹Bestgum Polska sp. z o.o, Polska, janusz.wrobel@bestgum.pl

²Politechnika Częstochowska, Polska, piotr.sygut.wz@gmail.com

Streszczenie: W pracy przedstawiono wyniki badań zrealizowanych w jednym z krajowych przedsiębiorstw zajmujących się regeneracją taśm przenośnikowych wykorzystywanych w górnictwie odkrywkowym. Dokonano charakterystyki stosowanych taśm przenośnikowych pod względem budowy i ich przeznaczenia. Na podstawie wyników otrzymanych podczas badań przedstawiono zalecenia, które mogą być wykorzystane w doskonaleniu istniejącego procesu regeneracji taśm przenośnikowych oraz zwiększenia jego wydajności.

Abstract: The paper presents the results of research carried out in one of the national companies involved in regeneration of conveyor belts used in opencast mining. It has been made characteristics of conveyor belts used in construction and its use. Based on the results obtained during the study are presented recommendations that can be used to improve the existing process of conveyor belts regeneration and to increase its efficiency.

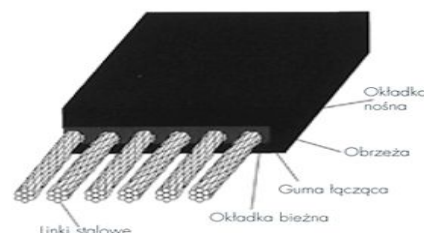
Słowa kluczowe: taśmy przenośnikowe, doskonalenie procesu produkcyjnego, regeneracja taśm przenośnikowych

Key words: conveyor belts, improving the production process, regeneration of conveyor belts

1. Taśmy przenośnikowe stosowane w górnictwie odkrywkowym

Transport przenośnikowy w kopalniach odkrywkowych stanowi kluczowe rozwiązanie transportu nakładu ziemi z wyrobiska górniczego, oraz transportu węgla odbierając go od koparek i transportując go do miejsc składowania. Przenośniki taśmowe które na przykład pracują w kopalniach węgla brunatnego należą do złożonych systemów transportowych (nawet kilkaset kilometrów długości). Podstawowym elementem przenośnika taśmowego jest taśma przenośnikowa. W zależności od rodzaju pracy, warunków eksploatacyjnych, środowiska pracy następuje dobór taśmy pod względem budowy, wytrzymałości, szerokości taśmy i długości taśmy. Do podstawowych typów taśm pracujących podczas eksploatacji węgla brunatnego należą taśmy o szerokościach od 1600 mm do 2600 mm. Taśmy o najwyższych szerokościach pracują na maszynach podstawowych, to jest na koparkach urabiających węgiel oraz zwałowarkach zwałujących nadkład węgla. Przenośniki natomiast wyposażone są w taśmy o szerokościach 2000 mm i 2250 mm. Dodatkowo na zwałowaniu węgla na zapleczu wykorzystywane są taśmy o szerokościach 1600 mm. Taśmy przenośnikowe możemy podzielić pod względem budowy rdzenia taśmy na taśmy z linką stalową i taśmy przekładkowe. Podstawowe parametry wytrzymałościowe taśm z linką stalową to wytrzymałość 4500 kN/m i szerokości 2500 mm.

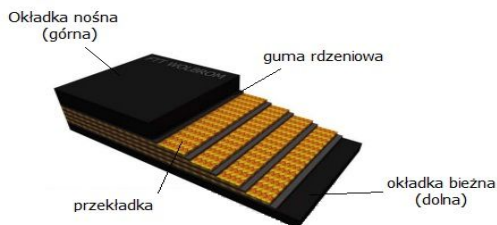
Typowa budowa taśmy z linką stalową to rdzeń taśmy składający się z lin stalowych oraz okładek rdzenia strony nośnej i strony bieżnej (rys. 1).



Rys.1. Przekrój taśmy przenośnikowej z linką stalową

W kopalniach stosowane są trzy rodzaje taśm przenośnikowych z linką stalową w zależności od charakteru pracy. Są to taśmy z linką stalową o różnej wytrzymałości z przeznaczeniem ogólnym tam, gdzie nie ma zagrożeń pożarowych. Na przykład transportu nakładu na zwałowiska. Drugim rodzajem są taśmy z linką stalową trudno zapalne przeznaczone do transportu węgla w warunkach zwiększonego zagrożenia pożarowego. Trzecim rodzajem są taśmy z linką stalową trudno palne ten, rodzaj głównie wykorzystywany jest w kopalniach podziemnych, określone okładki posiadają dopuszczenie Głównego Urzędu Górniczego. Dla tych

taśm stosowana jest norma dopuszczenia PN-EN ISO 15236-2, która określa własności i parametry fizyko-mechaniczne. Innym rodzajem taśm są taśmy z rdzeniem tekstylnym przekładkowym. Przekładką jest tkanina techniczna o określonej wytrzymałości. Ilość przekładek zastosowanych w budowie taśmy powoduje zwiększenie wytrzymałości i nośności urobku. Podobnie jak taśmy z linką stalową, taśmy tkaninowe poza rdzeniem z tkaniny posiadają okładkę gumową po stronie nośnej i bieżnej (rys. 2).



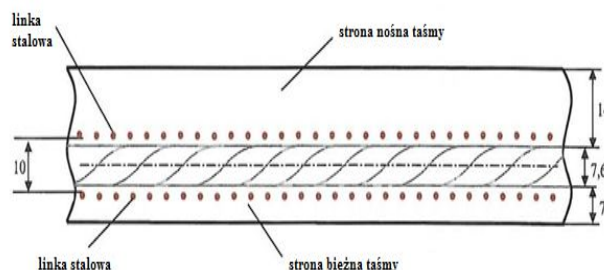
Rys.2. Przekrój taśmy przenośnikowej z rdzeniem tkaninowym

Taśmy przenośnikowe z rdzeniem tekstylnym w kopalniach z uwagi na obciążenia taśm, gdzie istotną rzeczą jest wytrzymałość stosowane są tkaniny typu poliester o symbolu [E], tkaniny typu poliamid [P] oraz tkaniny typu aromatycznego – aramidowe o symbolu [D]. Ten rodzaj przekładek gwarantuje uzyskanie wytrzymałości od 2500-3500 kN/m. W celu zwiększenia wytrzymałości stosuje się tak zwany rodzaj mieszany czyli linki stalowe z tkaniną techniczną w rdzeniu taśmy, gdzie taśmy posiadają nie tylko wysoką wytrzymałość ale również są odporne na przebicia. Zupełnie nowym rozwiązaniem taśm przenośnikowych w kopalni są taśmy gdzie rdzeń wykonany jest z linek stalowych i siatki stalowej. Ten rodzaj taśmy charakteryzuje się wysoką wytrzymałością, bardzo niską wydłużalnością, odpornością na przebicia. Wszystkie taśmy przenośnikowe pracujące w kopalni podczas transportu urobku w postaci węgla lub nakładu wykazują różną żywotność i zużycie eksploatacyjne. Zużycie jest rozumiane jako naturalne, czyli wycieranie się okładki nośnej i bieżnej taśmy oraz zużycie awaryjne powstałe w skutek uszkodzenia taśmy. Czynnikiem trzeci, to wzrost prędkości, która powoduje zwiększoną liczbę przecięć, a tym samym liczne pęknięcia powodujące przyspieszony proces zużycia. Średnie użytkowanie taśm w kopalni węgla brunatnego to okres około 8 lat pracy. Więc cykl pracy taśmy uzależniony jest od wielu elementów eksploatacyjnych i ruchowych. Dlatego taśmy wyeksploatowane są poddawane ocenie pod kątem możliwości dalszej ich regeneracji [1-4].

2. Napraw taśm przenośnikowych dal górnictwa odkrywkowego

W analizowanym przedsiębiorstwie regeneracja taśm przenośnikowych wykonywana jest w pionie produkcyjnym. Sam proces regeneracji odbywa się równolegle na dwóch liniach technologicznych. Linie technologiczne składają się z frezarek (urządzenia do zdejmowania powłok taśmy), następnie ze stołów konfekcyjnych gdzie następuje naprawa taśm, pras wulkanizacyjnych, gdzie następuje proces wulkanizacji taśmy po regeneracji. Proces regeneracji taśmy rozpoczyna się na stanowisku roboczym w zakładzie górniczym w miejscu pracy przenośnika taśmowego. Tam następuje przegląd taśmy, oględziny wizualne i pomiar grubości taśmy. Następnie podejmowane są decyzje o regeneracji lub złomowaniu taśmy z uwagi na uszkodzenia, które nie kwalifikują regenerację (rozległe uszkodzenie rdzenia taśmy). Po demontażu taśmy z przenośnika i zwinięciu na specjalnych urządzeniach - zwijadłach do taśm następuje transport w celu regeneracji w hali produkcyjnej. Dostarczona taśma zostaje założona na zwijadło i następuje proces czyszczenia, suszenia taśmy, a następnie proces

frezowania za pomocą specjalnych głowic frezerskich, które zdejmują wierzchnią warstwę gumy. Następuje frezowanie strony nośnej taśmy, a następnie po odwróceniu strony bieżnej taśmy. Proces frezowania ma na celu wyrównania wytarc taśmy i zdjęcie powłoki gumy w sposób równoległy do rdzenia taśmy. Po zakończeniu procesu frezowania taśmy strony nośnej i strony bieżnej wykonywany jest pomiar grubości taśmy oraz pomiar grubości okładek taśmy do rdzenia linek za pomocą miernika do pomiaru grubości okładki. Zasada działania polega na odbiciu fal elektromagnetycznych od rdzenia stalowego linek i rejestracji pomiaru tej odległości. Taka czynność pomiarowa dokonywana jest po obu stronach taśmy celem sprawdzenia i doboru płyt okładkowych. Dobór grubości płyty nośnej dokonywany jest na podstawie różnicy grubości pomiędzy wymiarem rzeczywistym, a wymaganym. Wymiar wymagany wynosi dla taśm standardowych 14 mm. Następnie wykonywana jest produkcja płyt, która jest różnicą pomiędzy wymiarem rzeczywistym, a grubością z pomiaru. Na stronie bieżnej wykonywane są te same czynności dobierając grubość płyty do grubości rzeczywistej 7 mm (rys. 3).



Rys.3. Przekrój taśmy przenośnikowej z rdzeniem stalowym w postaci linek stalowych

Po tych czynnościach następuje przetransportowanie taśmy na stoły konfekcyjne. Stoły konfekcyjne służą do napraw taśm w procesie frezowania. Konstrukcja stołów do naprawy taśmy umożliwia naprawę strony nośnej i bieżnej jednocześnie. Taśma podawana jest na zwijadło usytuowane przed stołem konfekcyjnym i jest przeciągana po blacie górnym i dolnym stołem celem naprawy. Na końcach stołu znajdują się bębny umożliwiające przesuwanie taśmy. Na początku stołu górnego i dolnego zamontowane są rolki na których mocowane są płyty kalandrowane do naprawy strony nośnej i bieżnej. Grubość płyt ustawiona jest w sposób umożliwiający pokrywanie taśmy. Płyty na stronę nośną znajdują się na górnym stole, a na dolnym stole płyta do pokrywania taśmy od strony bieżnej. Kolejnym procesem po podaniu taśmy na stół konfekcyjny jest naprawa. Naprawa polega na otwieraniu pęknięć i sprawdzeniu stanu linek w rdzeniu taśmy. W przypadku korozji linek są one wycinane i następuje tak zwana wstawka z linkami nie uszkodzonymi. Jest to rozumiane jako mikro złącze. Wycinanie pęknięć taśmy, uszkodzeń mechanicznych, naprawa uszkodzeń rdzenia taśmy, odbudowa obrzeży taśmy. Po dokonaniu tych czynności następuje wypełnienie wyciętych defektów mieszanką gumową za pomocą specjalnych pneumatycznych wytłaczarek. W przypadku napraw rdzenia taśmy stosuje się mieszanki rdzeniowe które powodują połączenie metal – guma (linka stalowa – guma). Stosowane mieszanki do napraw są mieszankami które posiadają takie same parametry fizyko – mechaniczne. Wycinanie defektów taśmy w postaci pęknięć i mikropeknięć są realizowane w celu ograniczenia penetracji wilgoci i wody do rdzenia taśmy, ponieważ powoduje to korozję rdzenia. Po usunięciu defektów w postaci skorodowanych linek, dokonaniu napraw i wypełnień mieszanką rdzeniową i okładkową taśmy następuje kolejny etap. Nakładane są odpowiedniej grubości płyty po wcześniejszym doborze grubości na stronie nośnej i bieżnej taśmy. Strona nośna

taśmy to strona która transportuje urobek i jest narażona na uszkodzenia. Dlatego stosuje się grubszą warstwę płyty. Strona bieżna posiada mniejszą grubość gumy, ponieważ ma kontakt z bębnami napędowymi i zwrotnymi oraz całym zestawem krążników znajdujących się w przenośnikach. Nakładanie płyt gumowych kalandrowanych o określonej grubości jest wzdłuż przygotowanej i naprawionej taśmy. Z uwagi na szerokość taśmy stosowane płyty układane są równolegle z niewielkim zakładem na siebie. Następnie pokrywa się folią moletowaną, aby zabezpieczyć przed ewentualnym sklejeniem się płyt gumowych podczas nawijania na bęben po dokonaniu konfekcji. Po dokonaniu naprawy, konfekcji taśmy, zabezpiecza się folią moletowaną i zwiija na bęben. Taśma jest przetransportowana suwnicą na zwijadło napędowe przed prasę wulkanizacyjną. Następnie w prasie wulkanizacyjnej pod ciśnieniem ok. 290 bar i w temperatury 140°C, zamyka się odcinek taśmy pomiędzy dwiema płytami grzewczymi. Długość odcinka wulkanizacji wynosi 5 m, a czas wulkanizacji określono na 45 minut dla grubości taśmy 30 mm. Przed samym procesem wulkanizacji następuje proces odpowietrzenia w prasie, jest on niezbędnym celem doprasowania płyt gumowych i wyeliminowania zamknięć powietrza. Przed rozpoczęciem procesu wulkanizacji uprzednio dokonywane jest doprasowanie płyt i podgrzanie do temperatury ok. 80°C. Następnie dokonuje się cofnięcia wjazdu do prasy celem przebicia ewentualnych pęcherzy powietrza zamkniętych w procesie konfekcjonowania na stołach konfekcyjnych. Po tych czynnościach następuje ponowny wjazd do prasy doprasowanie i rozpoczęcie procesu wulkanizacji odcinka taśmy. Te czynności są powtarzane, aż do całkowitej wulkanizacji taśmy. Po dokonaniu wulkanizacji dokonywany jest przegląd taśmy przez kontrolę jakości i zwinięcie jej na zwijadle za prasą wulkanizacyjną. Po dokonaniu odbioru przez KJ następuje proces identyfikacji znakowania i przekazania do magazyn wyrobów gotowych.

3. Propozycje doskonalenie procesu produkcyjnego regeneracji taśm przenośnikowych

Głównymi problemami w procesie regeneracji to zbyt długi czas chłodzenia pras po cyklu wulkanizacji. To powoduje zmniejszenie ilości cykli pracy samej prasy, a tym samym niższa wydajność przy tych samych kosztach stałych i zmiennych. Dodatkowymi elementami jest zbyt duża liczba pracowników podczas operacji frezowania taśm. Nie uzasadniona oraz zła organizacja prac na stołach konfekcyjnych podczas naprawy taśmy przed procesem wulkanizacji. Marnotrawstwo wynikające z niewłaściwej ergonomii stanowisk pracy podczas realizacji zadań wynikających podczas operacji usuwania linek rdzenia taśmy oraz wykonywania napraw złącz. Obsada zwiększona wynika z potrzeby dodatkowych czynności czyszczenia taśmy po dostawie z zakładu górniczego. Na podstawie dokonanych badań przebiegu procesu regeneracji taśm przenośnikowych zaproponowano zmniejszenie liczby pracowników na stołach konfekcyjnych przy naprawie taśmy. Zmniejszając liczbę pracowników wprowadzono narzędzia, tak zwane stripery, którymi pracownicy czynności zdjęcia okładki nośnej lub bieżnej nie muszą wykonywać w duecie. Zmniejszono obsadę pracowników na frezarkach dzięki dodatkowym czujnikom regulującym ruch regenerowanej taśmy podczas operacji frezowania. Również zaproponowano zastosowanie dodatkowych narzędzi w postaci szlifierek pneumatycznych i nożyc do usuwania skorodowanych części rdzenia, co powinno spowodować zmniejszenie obsady pracowników na stołach konfekcyjnych. Jednak kluczowym rozwiązaniem jest zastosowanie nowego układu chłodzenia oleju grzewczego pras wulkanizacyjnych. Czynnikiem powodującym grzanie płyt wulkanizacyjnych jest olej grzewczy. W chwili obecnej proces wulkanizacji taśmy wraz z fazą odpowietrzenia

prasy wynosi 45 – 50 minut. Natomiast proces chłodzenia oleju po procesie wulkanizacji trwa ok 35 – 40 minut. W okresie letnim w wyniku wysokich temperatur okres ten ulega wydłużeniu o około 20 minut. Aby wyeliminować ten proces należy zastosować automatyczny cykl chłodzenia z zastosowaniem chłodni przepływu oleju grzewczego w celu dążenia do skrócenia cyklu chłodzenia do ok. 15 minut. Obecna chłodnia (rys. 4) w analizowanym przedsiębiorstwie posiada wydajność 2000 l/h, a nowe rozwiązanie typu WCH500 (rys. 5) posiada 6200 l/h wydajności przepływu przez cykl komór chłodzenia.



Rys.4. Chłodnia oleju grzewczego pras wulkanizacyjnych – stan obecny



Rys.5. Chłodnia oleju grzewczego pras wulkanizacyjnych – stan przyszły

Skrócenie czasu chłodzenia spowoduje wzrost ilości cykli procesu wulkanizacji w prasie na jedną zmianę, a w efekcie miesięcznym zostanie zwiększona wydajność proces wulkanizacji taśmy przenośnikowej o ok. 50 mb.

Literatura

- [1] PN-EN ISO 15236-2, Taśmy przenośnikowe z linkami stalowymi - Część 2: Zalecane typy taśm, 14-09-2005
- [2] Błażej R., Domański L., Jurdziak M., 2010: Prognozy zmian stanu rdzenia taśm przenośnikowych na podstawie czasu pracy. Wyd. 1, Wydawnictwo Politechnik Wrocławskiej, Wrocław.
- [3] Gładysiewicz L., 2014: Identyfikacja oporów przenośnika taśmowego. Wyd.1, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [4] Hardygóra M., Żur T., 1979: Przenośniki taśmowe w górnictwie. Wydawnictwo Śląsk, Katowice.
- [5] Seledak J., Klimecka - Tatar D., Knop K., 2012: Metody 5S. Zastosowanie, wdrażanie i narzędzia wspomagające. Wyd. 1, Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o.o., Warszawa.
- [6] Walentyłowicz P., 2013: Uwarunkowania skuteczności wdrażania Lean Management w przedsiębiorstwach produkcyjnych w Polsce. Wyd. 1, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.