

GOSPODARKA TAŚMAMI PRZENOŚNIKOWYMI W KRAJOWYCH ZAKŁADACH GÓRNICZYCH KRUSZYW NATURALNYCH ŁAMANYCH

CONVEYOR BELTS MANAGEMENT IN POLISH QUARRIES OF NATURAL CRUSHED AGGREGATES

Monika Hardygóra - Politechnika Wrocławska - Instytut Górnictwa, KGHM CUPRUM sp. z o.o.

Centrum Badawczo-Rozwojowe

Dariusz Woźniak - Politechnika Wrocławska - Instytut Górnictwa

W artykule przedstawiono specyfikę transportu taśmowego w branży górnictwa surowców skalnych a szczególnie górnictwa kruszyw łamanych. Produkcja kruszyw łamanych w Polsce prowadzona jest w bardzo rozproszonych i różnorodnych zakładach górniczych, które stosują w coraz większym zakresie transport przenośnikami taśmowymi. Niestety brak jest opracowań na temat gospodarki taśmami i zarządzania systemami przenośników w tej branży. Wynikać to może z faktu, że dotychczas brak było świadomości i wagi tego problemu a wzrastające koszty eksploatacji przenośników wyraźnie wskazują na konieczność zajęcia się tymi zagadnieniami. W artykule przedstawiono pięć dolnośląskich zakładów eksploatujących na kruszywo skały typu: bazalt, granit, melafir, migmatyt i amfibolit. Przedstawiono systemy transportu taśmowego zestawiając parametry stosowanych przenośników (długość przenośnika, szerokość, prędkość taśmy, łączna długość taśm) oraz strukturę udziału poszczególnych typów i szerokości taśm stosowanych w analizowanych zakładach. Wymieniono najczęściej występujące tam uszkodzenia taśm. Na podstawie zebranych danych oszacowano trwałości taśm przenośnikowych. Analiza ta wyraźnie wykazała bardzo niskie trwałości taśm zainstalowanych na pierwszych przenośnikach w ciągu, które transportują urobek z duża zawartością brył nadwymiarowych i ostrokrawędzistych. W tych miejscach powinny być zastosowane taśmy o specjalnej konstrukcji przystosowane do takich warunków. Badania wytrzymałości na przebicie taśm, metodę i stanowisko do badań przedstawiono również w referacie.

Podsumowując artykuł stwierdzono, że dla uzyskania wzrostu trwałości taśm przenośnikowych i obniżenia kosztów eksploatacji systemów transportu przenośnikowego w górnictwie skalnym należy rozwijać i wprowadzać systemy zarządzające gospodarką taśmami. Wskazane jest analizowanie warunków eksploatacji przenośników taśmowych i zaleca się właściwy dla tych warunków dobór konstrukcji taśm i ich parametrów użytkowych. Należy rozszerzyć badania i analizy trwałości taśm na szereg innych zakładów.

Słowa kluczowe: taśma przenośnikowa, kopalnie surowców skalnych

The paper presents the specificity of belt transport in the industry of rock minerals mining, especially crushed aggregates. Crushed aggregates extraction in Poland is carried in many different and dispersed mines (quarries), which increasingly employ the belt conveyor transport. Unfortunately there are not studies on the belts' management and belt systems administration in this branch. It results from the fact that there was not the awareness about the importance of the problem. However the increasing costs of conveyors operation indicate the necessity of dealing with those issues. Five Lower Silesian quarries extracting rock minerals (basalt, melaphyre, migmatite, amphibolite) for crushed aggregates, are presented in the paper. The belt conveyor transport systems are presented and compared taking into consideration their length as well as the belts' width and speed in the quarries being investigated. The more frequent belt damages occurring there are described. Basing on collected data, the life of conveyor belts were calculated. This analysis clearly has indicated very low durability of belts installed on first conveyors in the sequence, which transport the output with high content of oversized and angular lumps. The special belts adjusted to such conditions should be installed there. Perforation strength tests, methods and testing stand are presented in the paper.

In the paper summary it was stated that to increase the belt's durability and reduce the costs of belt conveyor transport systems in rock minerals mining industry it is necessary to develop and implement the belts management systems. The tests on belts life should be carried out also in other mines (quarries). It is recommended to analyze the situation in this branch and use the belts having the construction adjusted to the individual, local conditions.

Key words: conveyor belt, rock minerals quarries

Wprowadzenie

Transport taśmowy w krajowych kopalniach węgla brunatnego, węgla kamiennego, czy rud miedzi jest dobrze rozpoznany. W większości tych kopalń wdrożono systemy wspomagające zarządzanie eksploatacją przenośników i taśm, które pozwalają na pełną kontrolę gospodarki taśmami, ocenę trwałości taśm i

Introduction

Belt transport in Polish lignite, hard coal or copper mines is well maintained. In majority of these mines the systems supporting the conveyors and belts operation management have been implemented. They allow for full control of belts management, evaluation of belts and their joints durability.

ich połączeń. Inaczej wygląda sytuacja w kopalniach surowców skalnych, gdzie niewiele jest publikacji i wymiany doświadczeń z eksploatacji systemów transportowych. Może to być wynikiem dużego rozproszenia tych zakładów, stosunkowo krótkich tras przenośnikowych i braku całościowych badań. Lukę tę autorzy niniejszego artykułu pragną wypełnić przybliżając aktualną sytuację w zakresie gospodarki taśmami w wybranych zakładach kruszyw łamanych.

Taśma przenośnikowa ma największy udział w kosztach instalacji i eksploatacji przenośników taśmowych, a jej niezawodna praca decyduje o niezawodności całego układu technologicznego. Ponieważ jest ona tak istotnym elementem, warto jest dla potrzeb racjonalnego zarządzania eksploatacją

Different situation is in rock minerals quarries, since there are only few papers and limited information concerning the transport systems operation there. It may be a result of great dispersion of those plants, relatively short conveyor routes and deficiency of the comprehensive tests. The authors intend to fill this gap, through bringing closer the current situation in belts management in selected crushed aggregates quarries.

Conveyor belt has the biggest share in installation and operation costs of belt conveyors and its indefectible operation decides about the reliability of whole transport system. Since it is such essential issue, it is worth, for the needs of rational conveyors belts' management, to identify the scope of the belts utilization in natural crushed aggregates quarries, characterize

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych zakładów górniczych
Table 1. Characteristics of quarries

Oznaczenie zakładu górniczego Symbol of mine	Rodzaj eksploatowanego surowca Type of extracted mineral	Wydobycie [mln Mg/rok] Annual output [million tonnes]
ZG-1	Bazalt Basalt	1.5
ZG-2	Bazalt Basalt	1.1
ZG-3	Melafir Melaphyre	1.8
ZG-4	Migmatyt i amfibolit Migmatite and amphibolite	3.8
ZG-5	Granit Granite	0.9



Rys. 1 Położenie geograficzne analizowanych zakładów górniczych
Fig. 1 Geographical location of quarries

taśm przenośnikowych najpierw zidentyfikować skalę stosowania tych taśm w zakładach górniczych kruszyw naturalnych łamanych, scharakteryzować ich główne parametry, zidentyfikować występujące problemy eksploatacyjne i oszacować trwałość taśm.

W artykule przedstawiono wyniki analizy systemów trans-

their main parameters, identify the encountered operation problems and evaluate the belts lifetime.

The paper presents the results of analysis of belt transport systems in several rock minerals quarries. Five quarries from the Lower Silesia, belonging to the group of medium and large producers of crushed aggregates were chosen. For the need of

portu taśmowego wybranych kopalń surowców skalnych. Wypytowano pięć zakładów górniczych z rejonu Dolnego Śląska należących do grupy krajowych średnich i dużych producentów kruszyw łamanych. Dla potrzeb niniejszej pracy zakłady górnicze oznaczono od ZG-1 do ZG-5. W tabeli 1 przedstawiono rodzaj eksploatowanego surowca w poszczególnych kopalniach oraz średnie roczne wydobywanie. Na rysunku 1 zaprezentowano lokalizację analizowanych kopalń.

System transportowy

W kopalniach surowców skalnych produkujących kruszywa łamane można wyróżnić trzy główne zadania transportowe: transport urobku z wyrobiska do zakładu przerobczego, transport wewnątrz zakładu przerobczego oraz transport kruszywa do odbiorcy, na składowisko lub na bocznice kolejową.

W przypadku transportu urobku z wyrobiska do zakładu przerobczego w krajowych kopalniach, pomimo mniejszej energochłonności transportu taśmowego od transportu oponowego [3], dominuje transport samochodowy.

W światowym górnictwie surowców skalnych, szczególnie w kopalniach o dużej wydajności, coraz częściej wprowadza się w pełni mobilne systemy maszynowe eliminujące cykliczny transport oponowy [1,2,9]. Koparka lub ładowarka podaje urobek bezpośrednio do mobilnej kruszarki skąd poprzez przejezdny przenośnik taśmowy i przejezdny stół załadowniczy podawany jest na układ stacjonarnych przenośników taśmowych transportujących urobek do zakładu przerobczego. Bezpośrednia współpraca koparki z kruszarką oraz systemem przenośników taśmowych sprawia, że proces wydobywania z cyklicznego staje się procesem prawie ciągłym.

Dominującą zaletą transportu oponowego jest jego elastyczność, co w przypadku selektywnej eksploatacji złoża, czy złożonej konfiguracji dróg transportowych często jest kryterium decydującym o jego zastosowaniu. Tak też jest w przypadku wszystkich pięciu analizowanych zakładów górniczych, w których transport urobku z wyrobiska do zakładu przerobczego odbywa się transportem samochodowym. W jednej z analizowanych kopalń stosuje się kruszenie wstępne za pomocą mobilnych kruszarek już w wyrobisku, a następnie

this paper the quarries were marked from ZG-1 to ZG-5. In table 1 the type of the mineral extracted in each quarry is given, as well as average annual output. Figure 1 presents location of investigated quarries.

Transport system

In rock minerals quarries producing aggregates, three main transport tasks can be distinguished: output transport from excavation to processing plant, transport inside processing plant and transport of products to the customer, stockyard or to the railway depot.

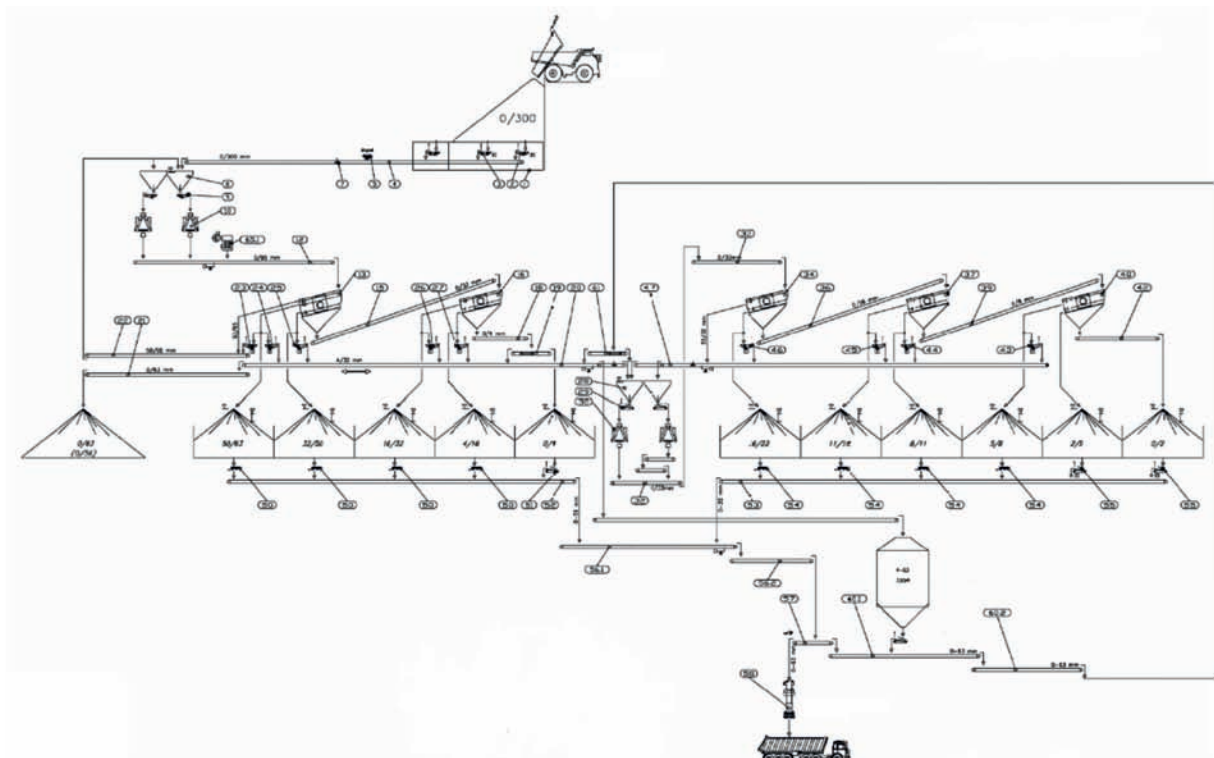
With regard of output transport from excavation to the processing plant in Polish quarries, despite lower energy consumption of belt transport in comparison with wheel transport [3], the last one dominates. In the world mining industry of rock minerals, especially in quarries with high output, more and more often the fully mobile machine systems are introduced, which eliminate the cyclic wheel transport [1,2,9]. Excavators or loaders deliver the mined rock directly to the mobile crusher, from where through the movable belt conveyor and movable transfer chute it is passed on the system of stationary belt conveyors hauling the material to the processing plant. Direct co-operation of excavator and loader as well as belt conveyors system causes that the extraction procedure from cyclic mining becomes almost continuous process.

Dominating feature of wheel transport is its flexibility, what in case of selective extraction of deposit or complex configuration of transport routes, is often a criterion determining its implementation. The same situation is in case of all five analyzed quarries, where mined material is hauled from excavation site to processing plant by trucks. In one of the quarries, the preliminary crushing is made using mobile crushers already at the excavation and then the aggregate is hauled by trucks for further processing in stationary processing plant.

Inside the processing plant the mined material is transported only by belt conveyors. In quarries being evaluated it is a system of over ten to several tens of short belt conveyors operating at successive stages of crushing, screening and storing the aggregates. On fig. 2 the example production system in one

Tabela 2. Zestawienie danych o systemach transportu taśmowego w analizowanych zakładach górniczych
Table 2. Belt transport data in five analyzed quarries

Kopalnia Quarry	Liczba przenośników [szt.] Number of conveyors [pc]	Długości przenośników [m] Length of conveyors [m]	Łączna długość taśm [m] Total length of belts [m]	Szerokość taśmy [mm] Belt width[mm]	Prędkość taśmy [m/s] Belt speed [m/s]
ZG 1	59	od 10 do 194 łącznie 3 800 from 10 to 194 total 3 800	7 950	800; 1000; 1400;	1.0 ÷ 2.4
ZG 2	61	from 4 to 197 total 2 480	5 220	500; 650; 700; 800; 1000; 1200;	0.6 ÷ 2.9
ZG 3	43	from 3 to 174 total 1 440	3 010	500; 650; 800; 1000;	1.2 ÷ 2.0
ZG 4	99	from 5 to 440 total 3 780	8 078	500; 650; 800; 1000; 1200; 1400;	1.0 ÷ 2.5
ZG 5	24	from 5 to 111 total 848	1 810	500; 650; 800; 1000; 1200	1.1 ÷ 2.1



Rys. 2 Schemat układu technologicznego jednego z analizowanych zakładów górniczych
Fig. 2 Diagram of technological system in quarry

samochodami transportuje się kruszywo do dalszej przeróbki w stacjonarnym zakładzie przeróbczym.

Wewnątrz zakładu przeróbczego transport urobku odbywa się wyłącznie przenośnikami taśmowymi. W analizowanych zakładach górniczych jest to system od kilkunastu do kilkudziesięciu krótkich przenośników taśmowych obsługujących kolejne stopnie kruszenia, przesiewania i składowania kruszywa. Na rys. 2 przedstawiono przykładowy układ technologiczny jednego z analizowanych zakładów górniczych.

Transport gotowego wyrobu na składowisko odbywa się również za pomocą przenośników taśmowych. Dwa z analizowanych zakładów (ZG-1 i ZG-4) posiadają system selektywnego załadunku kruszywa do wagonów na bocznicę kolejowej z zastosowaniem transportu taśmowego, pozostałe stosują transport oponowy.

Dane o systemach transportu taśmowego z analizowanych zakładów górniczych przedstawiono w tabeli 2. Zaprezentowano liczbę pracujących w zakładzie przenośników, zakres ich długości, łączną długość wszystkich przenośników, łączną długość zainstalowanych taśm, stosowane na przenośnikach szerokości i prędkości taśm.

Gospodarka taśmami przenośnikowymi

W pięciu analizowanych zakładach górniczych na 286 przenośnikach zainstalowane jest w sumie ponad 26 km taśmy przenośnikowej. Stosuje się wyłącznie taśmy tkaninowo-gumowe trzy lub czteroprzekładkowe z rdzeniem poliestrowo-poliamidowym, rzadziej z rdzeniem poliamidowym i okładkami gumowymi o grubości okładki nośnej 4–6 mm i grubości okładki bieżnej 2–4 mm. Głównie stosuje się cztery typy wytrzymałościowe taśm 400, 630, 800 i 1000 N/mm o szerokościach taśm od 500 do 1200 mm, z których największy udział mają taśmy o wytrzymałości 400 N/mm i szerokości 800 mm. Strukturę udziału poszczególnych taśm

of the quarries is presented.

Transport of products to the stockyard takes place also using belt conveyors. Two of the quarries (ZG-1 and ZG-4) have the system of selective loading the aggregate onto rail-cars on railway depot using belt transport, the other three ones use the wheel transport.

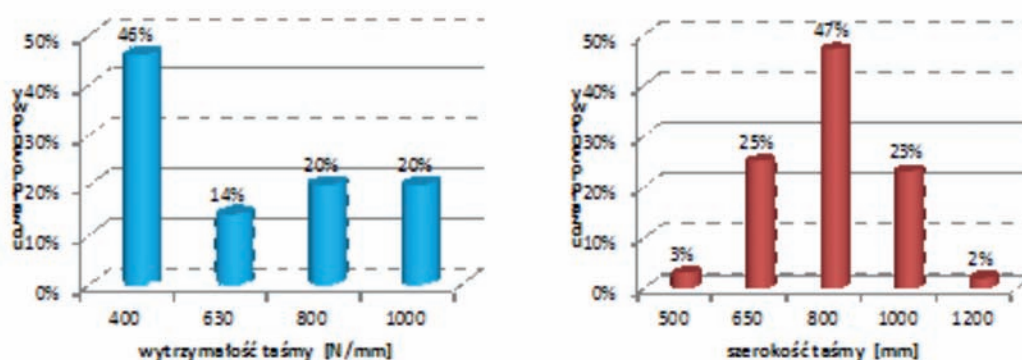
Data about belt transport systems in quarries being described are listed in table 2. Specification includes number of conveyors operating in a quarry, their range (length), total length of all conveyors, total length of mounted belts as well as belts widths and speeds.

Conveyor belts management

In all presented here quarries over 26 km of conveyor belt is installed on the whole of 286 conveyors. Only textile belts with three or four plies with polyester-polyamide, less often polyamide core and rubber covers (top cover 4–6 mm thick and bottom cover 2–4 mm thick) are used. Mainly four strength types of belts are used i.e. 400, 630, 800 and 1000 N/mm, from 500 to 1200 mm wide. The widely used are belts having the strength of 400 N/mm and width of 800 mm. Share of each belt type in total length of installed belts is presented on fig. 3.

In 5 presented quarries neither electronic nor IT systems for data collecting and analyzing, which would support the belts operation management, is used. The data were gathered from the paper reports and interviews with the staff responsible in the quarries for belt conveyors operation [8]. The uniform classification of belt damages is not used there. Therefore the reliability analysis is rather impossible, and collected results may be used only to indicate some dependences and tendencies.

During the conveyor operation, the belt is subjected to the alternating load condition. It is subjected to cyclic load and discharge along the conveyor's route and unbalanced load when the belt passes the transitory sections and conveyor pulleys.



Rys. 3 Stosowane wytrzymałości (na lewo) i szerokości taśm przenośnikowych (na prawo) w analizowanych zakładach górniczych
Fig. 3 Strength used (left) and Belt width (right) in analyzed quarries

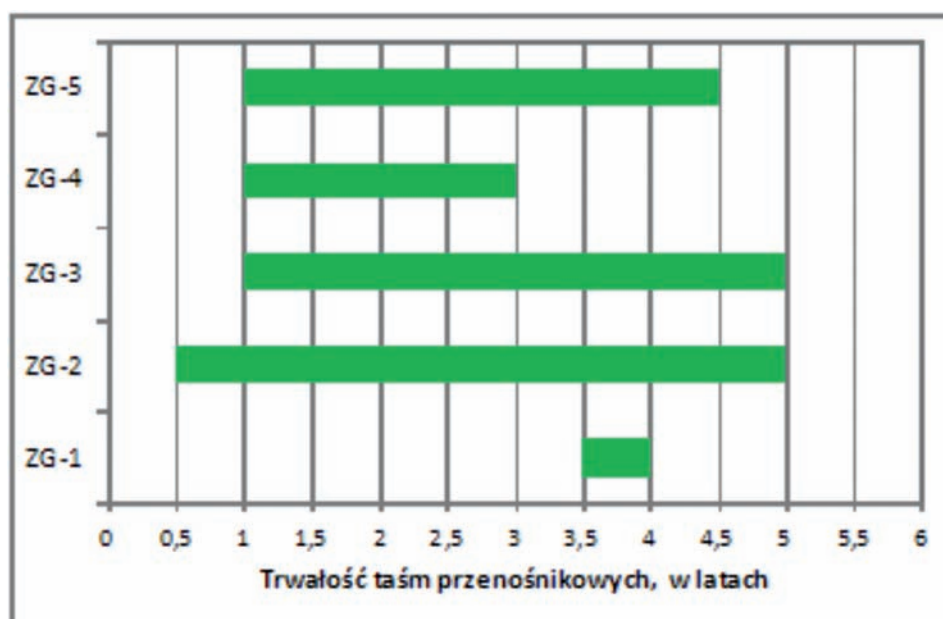
w całkowitej długości zainstalowanych taśm przedstawiono na rysunku 3.

W analizowanych zakładach górniczych nie funkcjonują żadne elektroniczne, czy informatyczne systemy zbierania i analizy danych, które wspomagałyby zarządzanie eksploatacją taśm. Dane były pozyskane głównie z dokumentacji papierowej i wywiadu z osobami odpowiedzialnymi w zakładzie za eksploatację przenośników taśmowych [8]. W zakładach nie stosuje się jednolitej klasyfikacji uszkodzeń taśm. Wszystko to sprawia, że analizy niezawodnościowe są raczej niemożliwe, a otrzymane wyniki mogą służyć jedynie do zasygnalizowania pewnych występujących zależności i procesów.

Podczas pracy przenośnika taśma poddawana jest zmiennemu stanowi obciążenia. Podlega ona cyklicznemu obciążaniu i odciążaniu na trasie przenośnika oraz nierównomiernemu obciążaniu przy przejściu taśmy przez odcinki przejściowe i bębny przenośnika. Poddawana jest poprzecznym uderzeniom od podawanego na przenośnik urobku. Okładki taśmy ulegają systematycznemu ścieraniu od transportowanego nosiwa, zestawów krążników i urządzeń czyszczących. Poza tym, czas i warunki klimatyczne mają również wpływ na procesy starzenia się gumy i całej taśmy [5]. Wszystko to sprawia, że parametry użytkowe taśmy pogarszają się tzn. taśma podlega procesowi naturalnego zużycia. Szybkość postępowania tego procesu będzie zależała również od warunków eksploatacji ta-

It is also exposed on transverse stroke from the lumps fed on the conveyor. Belt covers are systematically abraded by the conveyed material, idlers and cleaning equipment. Additionally time and climate conditions have also an impact on the process of rubber and whole belt aging [5]. All those factors cause that the performance parameters of belts get worse i.e. belt goes through the process of natural wear. The progress of this process will also depend on service conditions of belt and the proper, for these conditions, selection of belt parameters [4]. However experience has showed that on the process of belt wear, very important impact has also the so called 'operation culture' of conveyor and maintaining its good technical condition.

Service conditions of conveyor belts in quarries of rock minerals are very difficult. Belts are used in winter and summer conditions. Handled material consists of angular abrasive rock lumps, even 300 mm big. The majority of operating conveyors are short, thus the belts are stroked by falling lumps, with much bigger frequency than in case of long conveyors operating for example in copper, coal or lignite mines. Therefore in all presented here quarries, scheduled (once or twice a month) technical inspection of all conveyors is carried out. The similar damages of belts were noticed in all five quarries. The following damages are found: local tear out of rubber belt cover, belt perforation, wrench of belt's joint lock, break of belt's joint. The smaller damages are usually repaired by maintenance service in the



Rys. 4 Oszacowana trwałość taśm przenośnikowych w analizowanych Zakładach Górniczych
Fig. 4 Estimated lifetime of conveyor belts in 5 quarries

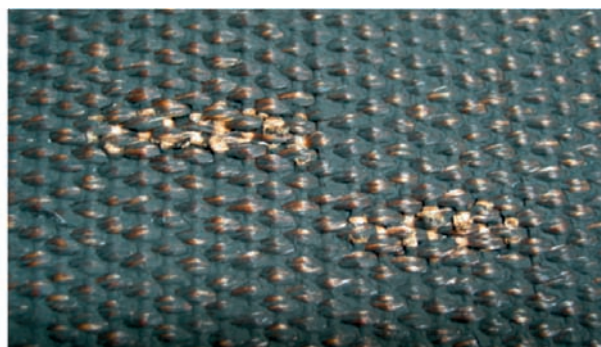
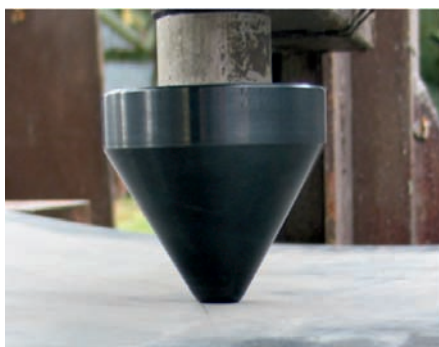
śmy i właściwego dla tych warunków doboru parametrów taśmy [4]. Jednak doświadczenia pokazały, że na proces niszczenia taśmy bardzo duży wpływ ma również „kultura eksploatacji” przenośnika i utrzymanie jego dobrego stanu technicznego.

Warunki eksploatacji taśm przenośnikowych w kopalniach surowców skalnych są bardzo trudne. Taśmy eksploatowane są w warunkach zimowych i letnich. Transportowane nosiwo to ostrokrawędziste i abrazyjne bryły o rozmiarach dochodzących do 300 mm, a większość zainstalowanych przenośników to przenośniki krótkie, zatem taśmy poddawane są uderzeniom od spadających brył na nadawie z dużo większą częstotliwością niż w przypadku przenośników długich pracujących np. w kopalniach rud miedzi, węgla kamiennego czy węgla brunatnego. Z tego względu we wszystkich analizowanych zakładach górniczych prowadzi się planowe (raz lub dwa razy w miesiącu) przeglądy techniczne wszystkich przenośników. W analizowanych zakładach występują podobne rodzaje uszkodzeń taśm. Wyróżnia się następujące uszkodzenia: miejscowe wyrwanie gumowej okładki taśmy, przebicie taśmy, wyrwanie zamka złącza taśmy, zerwanie złącza taśmy, przecięcie taśmy, wyrwanie obrzeża taśmy, przetarcie taśmy, zerwanie taśmy. Mniejsze uszkodzenia taśm zazwyczaj naprawiają służby techniczne zakładu, natomiast naprawy większych uszkodzeń, wykonanie złącza i wymianę taśmy zleca się wyspecjalizowanym firmom.

Analiza trwałości taśm przenośnikowych wykazała duży wpływ warunków eksploatacji przenośnika na trwałość taśmy. Najmniejszą trwałość (do 1 roku pracy) wykazują taśmy pracujące na najkrótszych przenośnikach transportujących kruszywo o największych rozmiarach tj. po wstępnym kruszeniu. Największą trwałość (do 5 lat pracy) wykazują taśmy pracujące na najdłuższych przenośnikach transportujące kruszywo o najmniejszym uziarnieniu. Na rysunku 4 przedstawiono oszacowane trwałości taśm przenośnikowych dla poszczególnych zakładów górniczych.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że największą uwagę należałoby zwrócić na eksploatację taśm przenośnikowych transportujących urobek po kruszeniu wstępnym. W takich warunkach taśma powinna być odporna na przebicie od ostrokrawędzistych brył i powinno się zastosować taśmy o podwyższonej odporności na przebicie. Badaniami odporności taśm na przebicie zajmują się ośrodki badawcze producentów taśm oraz Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Stosowana metoda badania [10] polega na poddawaniu taśmy uderzeniom spadającego z zadanej wysokości ciężaru. Końcówka bijaka uderzającego w taśmę ma zazwyczaj kształt stożka (rys. 5). Badania prowadzi się dla dwóch wariantów:

- a) symulując uderzenia między zestawy krążnikowe,
- b) symulując uderzenia w krążnik z pierścieniami.



Rys. 5 Badania odporności na przebicie taśm, na lewo – bijak, na prawo – przecięcia rdzenia po uderzeniu bijaka [10]

Fig. 5 Tests of puncture-resistance, left – ram, right – core puncture after ram stroke [10]

quarry, while the biggest damages, making a joint and belt replacement is delegated to the dedicated companies.

Analysis of conveyor belts lifetime has showed a big impact of conveyors operation conditions on the belt's durability. The shortest life time (up to 1 year) have belts operating on the shortest conveyors, handling the aggregates having the biggest sizes i.e. after the preliminary crushing. The biggest durability (up to 5 years) have belts operating on the longest conveyors, handling aggregates with the smallest granulation. On fig. 4 the estimated lifetime of conveyor belts for each of 5 quarries are presented.

The results of the analysis say that the biggest attention should be paid on the operation of conveyor belts handling the rock material after preliminary crushing. In such conditions the belt should be resisting to puncture caused by angular lumps, and the belts with the increased puncture-resistance have to be used. Test on belts puncture-resistance are carried out in producers' research centers and in Institute at Mining Engineering at Wrocław University of Technology. The testing method [10] depends on stroking the belt by load falling from the set height. Ram end stroking the belt has usually the shape of cone (fig. 5). The tests are carried out in two variants:

- a) simulating strokes between the idlers set,
- b) simulating strokes at idler with rings.

After the test the resultant damages are analyzed. In most cases the damages arose only in the belt's core and it was possible to see them only after removing the rubber covers of belt (fig. 5). The damages had the form of cutting the fiber of flitting fabric. Their length depended on the potential energy of stroke. It turned out that the puncture-resistance of belt depends on belt's cover thickness, belt's core structure (i.e. number of plies, type of fibers plait, properly selected resistance of warp and plot fibers with taking into consideration their elastic properties), using or not using the protective plies and the properties of covers' rubber.

Summary

The paper tries to present, on the example of five selected quarries of rock minerals, first of all, characteristics of transport systems used. The analysis showed big differentiation of conveyor transport systems, used in each quarry. However, it is possible to observe some features, common for the whole branch such as big number of short conveyors with small belt width, operating at low speed.

The important issue is that those quarries do not have the management supporting systems regarding the belt conveyors

Po badaniu analizuje się powstałe uszkodzenia. Zazwyczaj uszkodzenia powstawały tylko w rdzeniu taśmy i można było je dostrzec dopiero po zdjęciu gumowych okładek taśmy (rys. 5). Uszkodzenia miały charakter przecięć włókien tkaniny przekładkowej o długości zależnej od energii potencjalnej uderzenia. Okazało się, że odporność na przebicie taśmy zależy od grubości okładek taśmy, konstrukcji rdzenia taśmy (tj. ilości przekładek, typu splotu włókien, właściwie dobranej wytrzymałości włókien osnowy i wątki przy uwzględnieniu ich własności sprężystych), zastosowania lub nie przekładek ochronnych oraz właściwości gumy okładkowej.

operation. It causes difficulties in acquisition and evaluation of reliable data and impedes the rational belts' management. The analysis showed, for some conveyors, very short lifetimes of belts, what should be a base for choosing other ones, more resistant for perforation of belts construction, used in this mining branch. The research regarding this issue should be continued in order to increase the effectiveness of belt transport used in Polish quarries of rock minerals.

Podsumowanie

W artykule starano się pokazać na przykładzie pięciu wybranych zakładów górnictwa surowców skalnych przede wszystkim specyfikę stosowanych systemów transportowych. Przedstawiona analiza wykazała duże zróżnicowanie stosowanych systemów transportu przenośnikowego w poszczególnych zakładach, jednak można uchwycić pewne wspólne dla branży cechy jak duża liczba krótkich przenośników o małych szerokościach taśmy pracujących z małymi prędkościami.

Istotną sprawą jest brak w tych zakładach systemów wspomagających zarządzanie eksploatacją przenośników taśmowych. Sprawia to trudności w zdobyciu i analizie miarodajnych danych oraz utrudnia racjonalną gospodarkę taśmami. Analiza wykazała na pewnych przenośnikach bardzo krótkie trwałości taśm, co powinno być podstawą do wyboru innych, bardziej odpornych na przebicie konstrukcji taśm stosowanych w tej branży górnictwa. Badania w tym zakresie powinny być kontynuowane, aby zwiększyć efektywność transportu taśmowego stosowanego w polskich zakładach górnictwa surowców skalnych.

Literatura/References

- [1] Antoniuk J.: *Nowa technologia ciągłej produkcji kruszyw mineralnych. Surowce i Maszyny Budowlane*, 3-4/2008
- [2] Christoph B.: *Optimising processes of discontinuous loading and continuous transportation through mobile crushing plants*. ISCSM, Aachen 2006
- [3] Furmanik K.: *Energochłonność transportu samochodowego i taśmowego w kopalniach surowców skalnych. Transport Przemysłowy*, nr 4 (26)/2006
- [4] Hardygóra M.: *Podstawy racjonalnego doboru parametrów taśm przenośnikowych z uwzględnieniem warunków eksploatacyjnych górniczych przenośników taśmowych*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 1990, nr 5
- [5] Hardygóra M., Woźniak D.: *Transport taśmowy w górnictwie surowców skalnych - eksploatacja taśm przenośnikowych. Górnictwo i geologia XV – Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*; nr 132, Seria: Studia i Materiały nr 39, Oficyna Wyd. PWr., Wrocław 2011
- [6] Hardygóra M., Woźniak D.: *Zmiany parametrów użytkowych taśmy przenośnikowej w czasie jej eksploatacji. Transport Przemysłowy*, nr 3 (6)/2001
- [7] Jurdziak L., Szlichciński Ł.: *Analiza polskiego rynku taśm przenośnikowych. Transport Przemysłowy*, nr 3 (9)/2002
- [8] Śpiewak A.: *Analiza gospodarki taśmami przenośnikowymi w kopalniach kruszyw*. Praca magisterska - niepublikowana, Wydział Geoinżynierii Górnictwa i Geologii PWr, Wrocław 2012
- [9] Żur T., Hardygóra M.: *Przenośniki taśmowe w górnictwie*. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1996
- [10] Praca niepublikowana – Hardygóra M., Komander H., Woźniak D., Komander G.: *Badania porównawcze dwóch taśm dwuprzekładowych. Sprawozdanie z badań Instytutu Górnictwa PWr nr LTT/30/05, Wrocław 2005*