

Optymalizacja geometrii połączeń taśm wieloprzekładowych wykonywanych metodą klejenia na zimno*

Andrzej Polniak, Mirosław Bajda, Ryszard Błażej, Leszek Jurdziak, Monika Hardygóra, Dariusz Woźniak, Gabriela Paszkowska

Omówiono projekt badawczy „Złącza wieloprzekładowych taśm przenośnikowych o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej”, realizowany przez Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej w konsorcjum z firmą NILOS Polska sp. z o.o. Projekt był finansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych, ścieżka A.

Taśmy przenośnikowe są powszechnie stosowane w transporcie urobku. Produkowane są w odciinkach, a następnie łączone na przenośnikach w pętli. Od wytrzymałości i trwałości połączeń taśm zależy wytrzymałość całej pętli, co bezpośrednio wpływa na niezawodność transportu i koszty eksploatacji przenośnika [2, 12].

Dzięki oryginalnym metodom badawczym [5, 8] zmierzono naprężenia w spoinie klejowej złączy, ich wytrzymałość i trwałość zmęczeniową. Zbadano również wpływ właściwości wytrzymałościowych taśm, a także właściwości spoiny klejowej na wielkość naprężeń w spoinie i na trwałość zmęczeniową połączeń [4, 6]. Wyniki badań były podstawą do określenia nowych wymagań odnośnie do właściwości produkowanych taśm i materiałów do ich łączenia oraz opracowania modelu matematycznego, służącego do prognozowania trwałości zmęczeniowej złączy.

Cel praktyczny projektu

Projekt dotyczył złączy taśm przenośnikowych wieloprzekładowych, które są wykonywane technologią „na zimno” przy pomocy klejów chemoutwardzalnych. Złącza te są stosowane w kopalniach podziemnych, w których z uwagi na zagrożenia pożarowe i wybuchowe [7] oraz warunki komunikacyjne utrudnione jest, a często wręcz niemożliwe, stosowanie technologii wulkanizacji „na gorąco”.

Przy stosowaniu połączeń tego typu pojawia się poważne zagrożenie w postaci zwiększonej ich awaryjności [9, 11]. Pętli taśm ulegają często awariom, co generuje straty finansowe. Dodatkowo w przypadku stosowania tych połączeń na trasach upadowych może stworzyć zagrożenie dla ludzi. Rozsypany urobek po zerwaniu

połączenia może na długo unieruchomić ciąg transportowy. Duże zagrożenie dla pracowników może się pojawić przy zerwaniu ciągłości pętli na przenośnikach przeznaczonych do transportu ludzi.

W ramach projektu podjęto się zracjonalizowania wymagań dotyczących właściwości taśm przenośnikowych i materiałów do ich łączenia oraz konstrukcji złączy klejonych, w celu znacznego zwiększenia ich trwałości eksploatacyjnej oraz obniżenia kosztów ich wykonania, co ma bezpośredni wpływ na koszty eksploatacji przenośnika. Taśmy przenośnikowe są produkowane według norm, w których nie są uwzględnione wymagania, jakim powinny się charakteryzować połączenia taśm. Nie wiadomo więc, jak uzyskać optymalną ich wytrzymałość i trwałość eksploatacyjną [1]. Jak pokazuje praktyka eksploatacyjna, firmy zewnętrzne, zajmujące się łączeniem taśm, nie mają wiedzy na temat zależności trwałości połączeń od właściwości łączonych taśm i właściwości kleju użytego do wykonania złącza. Konieczne było więc przeprowadzenie badań w tym zakresie.

Zasadniczym celem projektu było zmniejszenie awaryjności połączeń taśm wykonywanych metodą klejenia na zimno, zwiększenie ich trwałości eksploatacyjnej oraz obniżenie kosztu ich wykonania. Metodami badawczymi zidentyfikowano właściwości taśm przenośnikowych i materiałów do ich łączenia, które mają istotny wpływ na wielkość naprężeń w spoinie klejowej połączeń oraz na ich trwałość zmęczeniową. Analizy statystyczne pozwoliły określić stopień tego wpływu. Wykonane przez firmę Nilos Polska sp. z o.o. złącza pozwoliły określić właściwości taśm i klejów chemoutwardzalnych, mających istotny wpływ na wielkość i rozkład naprężeń w spoinie klejowej połączeń oraz na ich trwałość zmęczeniową. Złącza te zostały poddane badaniom laboratoryjnym, w celu określenia ich wytrzymałości na rozciąganie, wielkości naprężeń w spoinie klejowej oraz trwałości zmęczeniowej [3, 10].

Podsumowanie

Wyniki badań posłużyły do wykonania połączeń o zmodyfikowanej konstrukcji oraz opracowania modeli matematycznych zależności pomiędzy właściwościami

taśm i klejów oraz właściwościami adhezyjnymi klejów a ich trwałością zmęczeniową. Na podstawie znajomości charakterystyk mechanicznych łączonych taśm i klejów chemoutwardzalnych opracowano program komputerowy do szybkiej oceny spodziewanej trwałości złączy jeszcze przed ich wykonaniem.

Na podstawie badań rozkładu naprężeń w spoinie klejowej możliwe jest zoptymalizowanie geometrii złączy, a w konsekwencji również zmniejszenie ich długości. Wyniki badań zostały wykorzystane przez konsorcjanta biznesowego firmę NILOS Polska sp. z o.o. do wykonania próbnich połączeń przeznaczonych do badań eksploatacyjnych, co udowodniło, że możliwa jest zmiana geometrii połączenia bez utraty jej wytrzymałości statycznej i trwałości eksploatacyjnej.

Wyniki badań zostaną udostępnione firmom, produkującym taśmy przenośnikowe i kleje, oraz użytkownikom taśm i firmom, zajmującym się wykonywaniem złączy taśmowych. Nie stwierdzono, aby badania złączy klejonych w takim zakresie oraz metodami proponowanymi w niniejszym projekcie były wykonywane lub publikowane w kraju bądź za granicą.

Na mocy nowych wymagań Unii Europejskiej z zakresu ochrony zdrowia (Rozporządzenie Komisji UE nr 348/2013 z dnia 17 kwietnia 2013 r.), kleje stosowane do łączenia taśm będą musiały być zmodyfikowane lub wycofane z użytku. Oczywiście jest więc opracowanie receptur nowych klejów. Opracowane w ramach niniejszego projektu badawczego wymagania dotyczące fizykomechanicznych właściwości klejów powinny stać się podstawowymi wytycznymi, służącymi do oceny jakości i przydatności nowych klejów, aby wykonywane przy ich użyciu połączenia miały wysoką wytrzymałość i trwałość eksploatacyjną.

*Temat zostanie obszernie zaprezentowany na XXII Szkole Naukowej im. profesora Tadeusza Żura „Podstawowe Problemy Transportu Przenośnikowego”.

Podziękowanie

Publikacja finansowana ze środków projektu realizowanego w ramach Programu Badań Stosowanych w ścieżce A pt. „Złącza wieloprzekładkowych taśm przenośnikowych o zwiększonej trwałości eksploatacyjnej” nr PBS3/A2/17/2015.

Literatura

[1] Bajda M., Błażej R., Hardygóra M.: *Impact of selected parameters on the fatigue strength of splices on multiply textile conveyor belts. World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2016), 5-9 September 2016, Prague, Czech Republic. IOP Publishing, 2016. art. 052021, s. 1-6, IOP Conference Series – Earth and Environmental Science, ISSN 1755-1315; vol. 44.*

[2] Bajda M., Błażej R., Jurdziak L., Hardygóra M.: *Wpływ różnic trwałości połączeń wulkanizowanych i klejonych na koszty eksploatacji taśm przenośnikowych w kopalni podziemnej, Zeszyty Naukowe Instytutu Gos-*

podarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, nr 99, 2017, s. 71-88.

[3] Błażej R., Hardygóra M.: *Modeling of shear stresses in multiply belt splices. Bulk Solids Handling, vol. 23, no 4, 2003, s. 234-241.*

[4] Błażej R., Hardygóra M., Komander H.: *Wpływ wybranych parametrów na trwałość zmęczeniową połączeń wieloprzekładkowych taśm przenośnikowych, Transport Przemysłowy, 3(9), 2002, s. 5-9.*

[5] Błażej R., Hardygóra M., Komander H.: *Badania korelacji pomiędzy naprężeniami w spoinie klejowej połączenia a jego trwałością zmęczeniową, Transport Przemysłowy, nr 1, 2004, s. 24-29.*

[6] Hardygóra M., Komander H., Błażej R., Jurdziak L.: *Method of predicting the fatigue strength in multiplies splices of belt conveyors, Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, 14 (1), 2012, s. 171-175.*

[7] Hardygóra M., Komander H., Woźniak D.: *Bezpieczeństwo stosowania taśm przenośnikowych w wyrobiskach podziemnych, Przegląd Górniczy, nr 11, 2010, s. 62-68.*

[8] Hardygóra M., Bajda M., Błażej R.: *Laboratory testing of conveyor textile belt joints used in underground mines, Mining Science, 2015, vol. 22, s. 161-169.*

[9] Jurdziak L., Błażej R., Bajda M.: *Monitorowanie stanu taśm i połączeń szansą na zwiększenie niezawodności pracy transportu ciągłego w kopalniach, Międzynarodowy Kongres Węgla Brunatnego, 2018, s. 161-170.*

[10] Komander H., Bajda M., Komander G., Hardygóra M.: *Modelowanie konstrukcji złączy taśm przenośnikowych z uwzględnieniem naprężeń w spoinie klejowej, Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze, 3(17), 2012, s. 45-49.*

[11] Komander G., Komander H., Bajda M., Hardygóra M.: *Analysis of the reasons of reduced strenght of conveyor textile belts joints, Transport & Logistics (Belgrade), no 9, 2011, s. 517-521.*

[12] U.S. Department of Energy's, 2004. *Effective Conveyor Belt Inspection for Improving Mining Productivity. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, http://www.nrec.ri.cmu.edu/projects/belt_inspection/tech/effectconvey.pdf*

inż. Andrzej Polniak
NILOS Polska Sp. z o.o.



dr inż. Mirosław Bajda
dr inż. Ryszard Błażej
dr hab. inż. Leszek Jurdziak, prof. PWR
prof. dr hab. inż. Monika Hardygóra
dr inż. Dariusz Woźniak
dr inż. Gabriela Paszkowska
Politechnika Wrocławska