

Doktorant mgr. inż. Maksymilian Ozdoba

Promotor: dr hab. inż. Robert Król, prof. PWr

“Modelowanie i identyfikacja drgań poprzecznych taśmy przenośnikowej”

Streszczenie

Taśma przenośnikowa jest elementem transportującym nosiwo na przenośniku, poddanym zróżnicowanym i zmiennym obciążeniom. Powodują one drgania taśmy, które mogą mieć niekorzystny wpływ na pracę przenośnika, m.in. generują emisję hałasu. W przeciwieństwie do zjawiska drgań wzdłużnych, spowodowanych przeniesieniem fali napięcia taśmy, drgania poprzeczne są dotychczas znacznie słabiej rozpoznane.

W literaturze spotykane są modele obliczeniowe częstotliwości drgań poprzecznych, które traktują taśmę jako strunę, tym samym eliminują wpływ sztywności poprzecznej zginania taśmy przenośnikowej. Modele te pomijają istotny wpływ sztywności zginania przekroju poprzecznego taśmy oraz jej modułu odkształcalności podłużnej. Z uwagi na te uproszczenia, zaproponowano nowy model, który bazuje na modelu belki rozciąganej osiowo. Model ten pozwala uwzględnić geometrię przekroju poprzecznego taśmy przenośnikowej, modułu sprężystości podłużnej taśmy, a także liniową prędkość ruchu taśmy. W pracy omówiono założenia teoretyczne dla własnego modelu oraz wykazano zasadność stosowania tego rozwiązania przy dynamicznych zmianach siły rozciągającej taśmę.

W celu weryfikacji modelu przeprowadzono badania, gdzie spośród znanych metod pomiarowych wytypowano pomiar przy użyciu mikrofonu kierunkowego oraz kamery poklatkowej. Przydatność wytypowanych metod przebadano w warunkach laboratoryjnych. Z uwagi na ich wady oraz ograniczenia możliwości stosowania w nieraz bardzo trudnych warunkach eksploatacyjnych przenośników (np. w kopalniach) wskazano konieczność opracowania nowej, kontaktowej metody pomiaru drgań poprzecznych taśmy. W tym celu zaprojektowano, wykonano, a następnie skalibrowano urządzenie pomiarowe, które utwierdzone do powierzchni taśmy pozwala na rejestrację jej drgania na całej długości trasy przenośnika taśmowego. Przygotowano również autorski algorytm przetwarzania sygnału amplitudowego na widmo częstotliwościowe umożliwiające odczyt wartości częstotliwości drgań poprzecznych taśmy. Metoda ta została poddana przetestowana w warunkach laboratoryjnych oraz wykorzystana w badaniach zjawiska na potrzeby weryfikacji postawionej w pracy tezy badawczej.

Udowodnienie postawionej w pracy tezy wymagało przeprowadzenie badań analitycznych oraz licznych badań eksperymentalnych korzystając z zaplecza laboratoryjnego oraz in-situ, na przenośniku taśmowym w kopalni odkrywkowej kruszyw skalnych. Na etapie badań na przenośniku laboratoryjnym dokonano oceny wpływu geometrii niecki taśmy na zmierzone częstotliwości drgań. Do eksperymentu wykorzystano taśmę o znanych parametrach wytrzymałościowych oraz oznaczonym module sprężystości podłużnej. Stanowisko umożliwiało regulację kąta niecki lub płaski bieg taśmy. Zmierzone częstotliwości drgań w funkcji sztywności zginania przekroju poprzecznego taśmy zestawiono z wynikami opracowanego modelu drgań oraz porównano ze wskazaniem innych modeli. Zaproponowany model w najlepszym stopniu odwzorowywał zmierzone częstotliwości drgań poprzecznych taśmy, dowodząc tego, że pominięcie sztywności zginania przekroju poprzecznego taśmy stanowi duże niedoszacowanie. W trakcie badań

zarejestrowano oraz dokonano analizy pracy w zakresie częstotliwości rezonansowych. Przedstawiono możliwość wykorzystania modelu na potrzeby wyznaczania bezpiecznych warunków pracy przenośnika. Do weryfikacji modelu w warunkach in-situ wykorzystano analityczną metodę wyznaczania sił w taśmie na podstawie zmierzonych częstotliwości drgań poprzecznych taśmy. Wybrano przenośnik pracujący w kopalni kruszyw skalnych o znanych parametrach pracy. Opisano również parametry taśmy na podstawie udostępnionych przez kopalnię danych. W oparciu o opis parametrów pracy dokonano obliczeń sił w taśmie na trasie przenośnika taśmowego z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania obliczeniowego QNK-TT. Opracowaną metodykę identyfikacji drgań poprzecznych taśmy z wykorzystaniem mobilnego urządzenia pomiarowego użyto w badaniach dla dwóch zaproponowanych stanów pracy, tj.: dla pustej taśmy oraz dla pracy załadowanego urobkiem. Następnie porównano wartości siły w taśmie wyznaczone za pomocą oprogramowania QNK-TT z wynikami wyznaczonymi w oparciu o zarejestrowane na rzeczywistym przenośniku taśmowym częstotliwościami drgań poprzecznych taśmy, wykazując przy tym dużą zbieżność (błąd ok. $< 3\%$). Zweryfikowana doświadczalnie poprawność prognoz zaproponowanego modelu potwierdza jego użyteczność oraz dowodzi słuszności postawionej tezy o tym, że w porównaniu z aktualnie stosowanymi w praktyce inżynierskiej modelami teoretycznymi, uwzględnienie sztywności zginania przekroju poprzecznego taśmy oraz jej prędkości ruchu umożliwia dokładniejsze opisanie przebiegu drgań poprzecznych elastycznej taśmy przenośnikowej.

Maksymilian Ozdoba



.....