

Streszczenie

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej jest zaproponowanie mechanizmów wspomagających utrzymanie przenośników taśmowych o znacznych rozmiarach, które są wykorzystywane do transportu materiałów sypkich na duże odległości, w szczególności dotyczy to przemysłu energetycznego, wydobywczego i centowego. Praca ma na celu zidentyfikowanie i opracowanie rozwiązań, które zwiększą efektywność oraz niezawodność badanych urządzeń, a także zminimalizują ryzyko awarii, które mogą prowadzić do kosztownych przestoju.

W ramach pracy przeprowadzono szeroko zakrojone studia literaturowe, które pozwoliły na dogłębne zrozumienie obecnego stanu wiedzy i technologii w obszarze przenośników taśmowych. Analiza ta obejmowała zarówno badania potrzeb rynku, jak i szczegółową ocenę dostępnych na rynku rozwiązań. Na podstawie wspomnianej analizy zidentyfikowano monitoring zachowania taśmy oraz rolek znajdujących się wzdłuż trasy przenośnika jako kluczowe obszary wymagający poprawy. Największy nacisk położono na możliwość przewidywania awarii, co jest kluczowe dla uniknięcia przestoju i zapewnienia ciągłości operacji.

Niniejsza praca wpisuje się w ideę Przemysłu 4.0, która zakłada integrację nowoczesnych technologii cyfrowych w procesach przemysłowych. Praca wykorzystuje techniki uczenia maszynowego, Internet Rzeczy, zaawansowane algorytmy analityczne i mechanizmy podejmowania decyzji.

W ramach badań opracowano autorski model przenośnika taśmowego oraz innowacyjne narzędzia typu CAD, służące do tworzenia modeli i projektowania przenośników. Stworzono również autorskie narzędzia umożliwiające parametryzację modeli oraz wykonywanie obliczeń analitycznych, służących do wyznaczania sił, oporów oraz naprężeń występujących na przenośniku. Obliczenia bazują na literaturze naukowej, badaniach oraz wiedzy i doświadczeniu firmy BEUMER odnośnie zachowania się poszczególnych elementów przenośnika.

Badania i symulacje zaprezentowane w pracy przeprowadzono w oparciu o istniejącą instalację przenośnika taśmowego. Badany przenośnik zlokalizowany jest w prowincji Syczuan w Chinach. Posiada całkowitą długość 12461 metrów oraz pozwala na transport 2400 ton wapienia w ciągu godziny. Ze względu na lokalizację w terenie górzystym przenośnik posiada skomplikowaną geometrię zawierającą liczne wzniesienia i zakręty. Takie cechy czynią go doskonałym obiektem testowym.

Praca ta obejmuje również rozwój metod i narzędzi służących do dopasowywania stworzonych modeli do rzeczywistych instalacji przenośników taśmowych. W celu precyzyjnego dopasowania modelu zastosowano techniki związane z uczeniem maszynowym. Dodatkowo, zaproponowano zestawienie metod zbierania i przetwarzania danych wraz z

opracowanymi narzędziami w celu implementacji koncepcji cyfrowego bliźniaka, który będzie umożliwiać dokładne monitorowanie i analizowanie pracy przenośnika w czasie rzeczywistym.

W ramach rozprawy zaproponowano także metody rozwiązania rzeczywistych problemów, które mogą występować podczas pracy przenośnika. Wszystkie proponowane metody są ukierunkowane na przewidywanie ryzyka przyszłych awarii, a nie tylko na wykrywanie ich wystąpienia. Wykrywanie zdarzeń jest zwykle realizowane przez zainstalowane na przenośniku czujniki i nie jest to obszarem pacy. Na podstawie obliczeń analitycznych, uczenia maszynowego i pomiarów, w pierwszej kolejności zaproponowano metodę wykrywania ryzyka obrotu pasa. Następnie, opracowano metodę wykrywania zbyt dużego poślizgu pasa, również bazującą na analogicznych metodach przetwarzaniu danych. Jako ostatnią metodę zaproponowano innowacyjne rozwinięcie metody, detekcji krążników wymagających wymiany, zaproponowanej w literaturze naukowej, a nie możliwej do implementacji ze względu na jej ograniczenia.

Analizy i badania potwierdziły postawioną tezę, iż możliwe jest stworzenie w oparciu o pomiary, techniki uczenia maszynowego oraz obliczenia analityczne narzędzi wspomagających utrzymanie przenośników taśmowych.