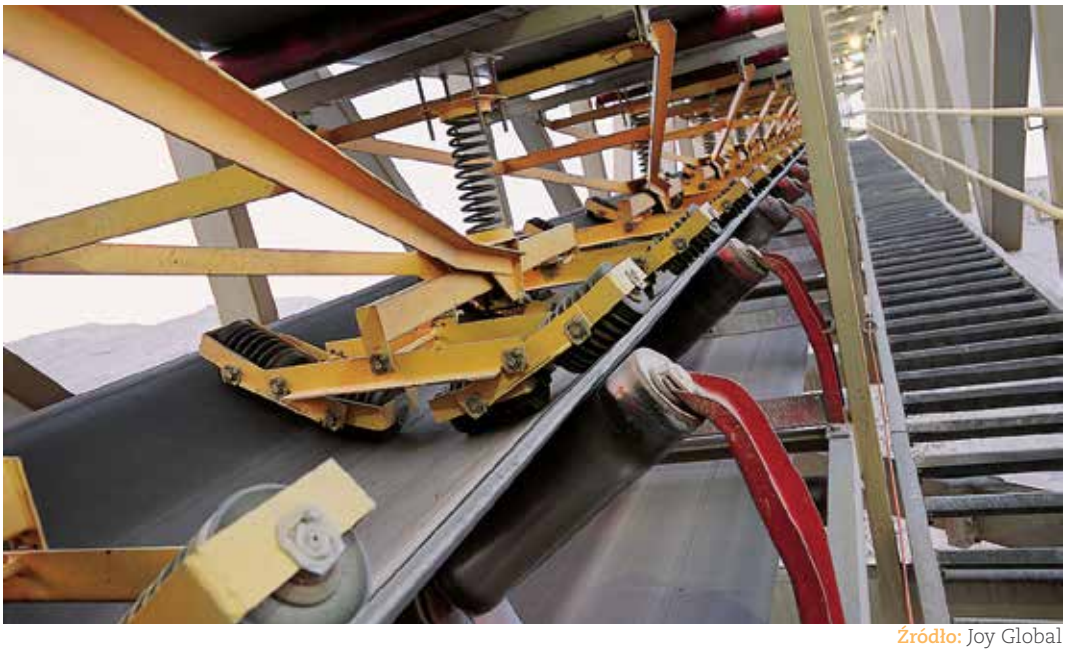

Źródło: Joy Global

Eksploatacja przenośników taśmowych

Przenośniki taśmowe wyróżnia przede wszystkim prosta budowa i wysoki poziom niezawodności przy stosunkowo niskim zapotrzebowaniu na energię elektryczną. Tym sposobem przenośniki taśmowe stanowią wiodący środek transportowy materiałów ziarnistych i sypkich. Użytkując urządzenia tego typu należy pamiętać o kilku zasadach eksploatacyjnych i serwisowych. Niejednokrotnie zastosowanie znajdują systemy ciągłego monitorowania przenośników.

Damian Żabicki

Przenośniki taśmowe są nieodzownym elementem infrastruktury hut oraz zakładów energetycznych, chemicznych, górniczych, przeróbczych i portów przeładunkowych. Dzięki nowoczesnym, niezawodnym technikom łączenia taśmy przenośników osiągają wytrzymałość do 8100 kN/m umożliwiając przy tym transport z wydajnością do 50 tys. t/godz. W praktyce przemysłowej niektóre przenośniki taśmowe osiągają długość nawet 30 km przy różnicy poziomów do 1 km.

Charakterystyka przenośników taśmowych

Jako zalety przenośników taśmowych wymienia się przede wszystkim wysoką wydajność przy transporcie różnego rodzaju materiałów o zróżnicowanych właściwościach fizyczno-mechanicznych. Ważna jest przy tym możliwość dostosowania konstrukcji przenośnika do ukształtowania terenu zabudowy, standaryzacja poszczególnych elementów budowy oraz lekka konstrukcja, przez co przenośnik można łatwo przemieszczać lub przebudować. W razie potrzeby trasę przenośnika skraca się lub wydłuża w stosunkowo krótkim czasie.

Konstrukcja przenośników najczęściej wykorzystuje taśmę transportową połączoną w pętlę podpartą na rolkach zwanych krążnikami. Przenośniki są napędzane za pomocą jednego lub wielu bębnów napędowych. System napięcia taśmy bazuje na urządzeniach napinających takich jak śruby rzymskie oraz napinacze: sprężynowe, nadążne, grawitacyjne,

hydrauliczne, pneumatyczne. Przy transporcie materiałów mogących oblepiać taśmę (szlam, stłuczka szklana, cukier) montuje się urządzenia do czyszczenia taśmy (szczotki, noże, skrobaki itp.).

Zsypywanie materiału z przenośnika stałego niejednokrotnie odbywa się poprzez otwory w podłodze. Ważne jest wtedy zabezpieczenie otworu za pomocą krat, poręczy i krawężników.

Trzeba zadbać o odpowiedni rozstaw kół przenośnika taśmowego zapobiegając przewróceniu konstrukcji, przy czym ustawienie i zamocowanie przenośnika nie może powodować jego samoczynnej zmiany położenia. Zasypywanie powinno odbywać się za pomocą specjalnego kosza zasypowego. W przypadku, gdy w przenośniku przewidziano mechanizm do podnoszenia ramy, jego konstrukcja musi zapobiegać samoczynnemu jej opuszczeniu.

Czynniki wpływające na pracę taśmy

Na etapie doboru taśmy trzeba mieć na uwadze to, że jest ona narażona na zmienne obciążenia. Należy zatem przeanalizować siły rozciągające w ruchu ustalonym zmieniające się w zależności od chwilowej strugi urobku oraz miejsca na trasie. Ponadto trzeba uwzględnić naciski i zginanie poprzeczne powstające w sposób cykliczny na każdej podporze z krążnikami. Ważna jest zmiana modułu sprężystości taśmy podczas eksploatacji oraz zależność modułu sprężystości od szybkości narastania naprężeń. Dobierając taśmę analizuje się oscylacje sił o różnym charakterze w zależności od miejsca położenia na przenośniku zarówno przy rozruchu jak i hamowaniu.

Ponadto taśma jest narażona na zmianę sił rozciągających w ruchu ustalonym zależnie od miejsca na trasie przenośnika oraz chwilowej strugi materiału. Oprócz tego na taśmę działają odkształcenia trwałe, które również narastają w efekcie wielokrotnych powtarzalnych obciążeń. Na taśmę wpływają nierównomierności obciążeń rdzenia taśmy na krzywiznach trasy i na odcinkach przejściowych. Warto również mieć na uwadze wielokrotne zginanie taśmy na bębnach oraz nierówności obciążeń rdzenia taśmy w miejscach gdzie znajdują się odcinki przejściowe i krzywizny trasy.

Nowoczesne rozwiązania – bezpieczny przenośnik

W nowoczesnych przenośnikach taśmowych stawia się na szereg rozwiązań zapobiegających nieprawidłowościom w pracy urządzeń. Przydatne są chociażby systemy luzowania taśmy w przenośnikach ułatwiające wykonywanie napraw bębnów napędowych przenośnika. Stacja luzowania jest zabudowywana za napędem a dzięki zastosowaniu dwóch zacisków w konstrukcji stacji i wciągarki liniowej można przeciągać taśmę dolną po to, aby wytworzyć odpowiedni luz. W efekcie nie ma potrzeby wyciągania bębnów napędowych przy rozłączaniu taśmy.

Przenośniki niejednokrotnie wyposaża się w stacje wprowadzania taśmy pozwalające na łatwe wprowadzanie taśmy do układu przenośnika umożliwiając przy tym szybkie usuwanie poprzedniej taśmy. Konstrukcja typowej stacji bazuje na stalowej klatce montowanej na wózku przejezdnym, gdzie ustawia się balot z nową taśmą. W efekcie prace związane z demontażem starej oraz wprowadzaniem nowej taśmy w osi przenośnika przebiegają bardzo szybko, bowiem nie ma potrzeby demontowania konstrukcji nośnej trasy przenośnika.

Przydatne rozwiązanie techniczne stanowią elektryczne stacje napinające, które zapewniają wstępne

System diagnostyczny taśm przenośnikowych LRM MH-400 firmy NDT Instruments. Źródło: NDT Instruments

napięcie taśmy eliminując przy tym poślizgi jakie mogą wystąpić w efekcie wydłużeń taśmy.

Czujniki zbiegania taśmy

Przenośniki można wyposażyć w czujniki zbiegania taśmy. Montuje się je po obu stronach przenośnika w bliskiej odległości od krążników odchylających i bębna napędowego. Jeżeli przenośniki są długie, to liczba czujników musi być odpowiednio większa. Czujniki zbiegania wykrywają krzywobieżność taśmy transportowej.

Skutki zbiegania taśmy mogą być daleko idące i bardzo często są przyczyną zatrzymania procesu produkcji. Niejednokrotnie dochodzi do uszkodzenia lub zniszczenia przenośnika taśmowego, nieprawidłowego zasypywania transportowanego medium na przenośnik i niewłaściwej pracy krążników.

Typowe czujniki zbiegania taśmy generują sygnał w chwili, gdy taśma przenośnika odchyla się od prawidłowego toru. W efekcie wystąpienia takiego zdarzenia czujnik generuje sygnał zatrzymania przenośnika lub uruchomienia systemu automatycznej korekcji biegu taśmy. W praktyce przemysłowej sekwencja działań korygujących po wykryciu krzywobieżności taśmy może być inna. Działaniom prowadzonym po wykryciu zbiegu towarzyszy również odpowiednio dobrana sygnalizacja dźwiękowa i świetlna.

W wielu zakładach przemysłowych wykorzystuje się czujniki zbiegania wykonane w technologii przeciwwybuchowej. Niektóre urządzenia tego typu mają zestyk rozwierny z funkcją wymuszonego rozwarcia. Oprócz tego czujniki dodatkowo wyposaża się w blokadę mechaniczną, która jest odblokowywana za pomocą przycisku lub dźwigni. Po aktywacji czujnika zestyki przełączają się i blokują w tej pozycji. Odblokowanie czujnika może wykonać jedynie obsługa przenośnika. Tym sposobem zapobiega się niezamierzonemu i ponownemu uruchomieniu taśmociągu bez ustalenia przyczyny jego zatrzymania.

Źródło: Joy Global

Monitorowanie ciągłe pracy przenośnika

Dzięki nowoczesnym technikom pomiarowym oraz szerokim możliwościom w zakresie przesyłu i analizy sygnałów można śledzić rozwój uszkodzenia oraz zużycia poszczególnych elementów przenośnika taśmowego, a w konsekwencji zapobiegać jego awariom. Ponadto zyskuje się pełną kontrolę nad maszyną i niższe koszty remontów.

Systemy ciągłego monitorowania są projektowane ściśle pod kątem konkretnego przenośnika taśmowego, przy czym najczęściej analizuje się stan techniczny łożysk silników, przekładni i bębnów. Ważny jest również monitoring pracy wału wejściowego i wyjściowego przekładni zębatej pod kątem ukosowania, niewyważenia i bicia. Monitorowaniu poddaje się koła zębate oraz współpracę kół zębatych przekładni. Analizowane są sygnały drganiowe (przyspieszenie drgań), a także prędkości obrotowe wału wejściowego przekładni. Chodzi tutaj o sprawdzenie czy wał bębna napędowego wiruje tak samo jak wał wyjściowy przekładni. Oprócz tego analizowana jest prędkość obrotowa wału bębna napinającego poprzez szacowanie na podstawie poślizgów na bębnach. Ważny wskaźnik poprawności działania przenośnika taśmowego to wartość prądu pobieranego przez silnik oraz temperatura silnika.

Do pomiaru wielkości wykorzystuje się odpowiednie czujniki i aparaturę pomiarową taką jak chociażby czujniki (temperatury, drgań, prędkości obrotowej), a także karty do rejestracji sygnałów drganiowych i rejestracji sygnałów pomocniczych. Ważna jest również odpowiednia transmisja danych, która bardzo często wykorzystuje technologię bezprzewodową. Oprócz tego przesył informacji niejednokrotnie bazuje na sieci Ethernet.

W praktyce przemysłowej zastosowanie znajduje kilka metod diagnostyki ciągłej przenośników taśmowych. W pierwszej kolejności identyfikowane są warunki eksploatacyjne a dopiero potem przetwarza się i analizuje sygnały zebrane podczas diagnostyki. Ostatni etap diagnostyki ciągłej to wnioskowanie z uwzględnieniem określonych warunków eksploatacyjnych. Ponadto warunki eksploatacyjne mogą wykorzystywać sygnały pomocnicze lub nie brać pod uwagę sygnałów pomocniczych a jedynie sygnały drganiowe.

Wiele przenośników taśmowych wyposaża się czujniki zerwania taśmy. Typowe urządzenie tego typu bazuje na lince, dwóch zaciskach linkowych, kotwicy hakowej oraz czujniku indukcyjnym.

Jak określić stan przenośnika taśmowego?

Skuteczna diagnostyka przenośników taśmowych sprowadza się do oceny parametrów pracy, parametrów bezpieczeństwa, parametrów technologicznych oraz symptomów diagnostycznych.

Określając stan przenośnika taśmowego bierze się pod uwagę przede wszystkim historię jego pracy oraz przebieg obciążeń. W fabrykach, gdzie nie moż-

na dopuścić do nieplanowanych przestojów maszyn wykorzystuje się działania obejmujące wymiany prewencyjne. Tym sposobem np. taśma jest wymieniana w odpowiednich odstępach czasu co zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa pracy przenośnika.

W innym wariancie przeprowadzana jest diagnostyka poszczególnych elementów przenośnika. Przede wszystkim należy zadbać o wizualną ocenę stanu taśmy a zwłaszcza jej połączeń. Praktycy zwracają jednak uwagę, że taka metoda wymaga dużych nakładów czasu pracy i nie zawsze jest skuteczna. Ponadto dla jej prawidłowego wykonania trzeba dysponować odpowiednio wyszkolonym personelem. Dąży się więc do tego aby taką metodę zastąpić zdecydowanie bardziej skutecznymi narzędziami diagnostycznymi. Chodzi tutaj o monitorowanie podzespołów przenośnika w sposób ciągły przy użyciu odpowiednich systemów pomiarowych zarówno stacjonarnych jak i mobilnych, które zapewnią zbieranie danych, ich analizę oraz prezentację w czasie rzeczywistym i w oparciu o dane historyczne. Wiele systemów jest w stanie poddać analizie właściwości taśmy przenośnikowej pod kątem jej wytrzymałości wykorzystując do tego badania rentgenograficzne struktury włókna. Oprócz tego ocenie poddaje się wydłużenie względne taśmy przy odpowiednim obciążeniu.

W odniesieniu do przenośników taśmowych analizie trzeba również poddać parametry i zjawiska takie jak zbieganie taśmy, prędkość przesuwu taśmy, stan zużycia taśmy oraz temperatura elementów współpracujących z taśmą. Ponadto mierzy się wydajność przenośnika i prędkość obrotową bębna.

Monitorowanie prędkości przesuwu taśmy i drgań przenośnika

Dzięki specjalnym urządzeniom można mierzyć prędkość przesuwu taśmy. W aplikacjach pomiarowych bardzo często wykorzystuje się czujniki indukcyjne, które określają prędkość obracających się elementów metalowych podzespołów maszyny. System informuje o zbyt niskiej lub zbyt wysokiej prędkości a w razie potrzeby przeprowadzana jest korekta prędkości.

Specjalne systemy zaprojektowano z myślą o monitorowaniu i diagnostyce przenośników taśmowych. Bezprzewodowe czujniki drgań mierzą wartości przyspieszeń z uwzględnieniem różnych zakresów pomiarowych w paśmie 5,3 kHz. Niektóre czujniki tego typu wykorzystują zasilanie bateryjne, z kolei w strefach narażonych na działanie mieszaniny wybuchowej zastosowanie znajdą czujniku w wykonaniu iskrobezpiecznym. Czujniki mogą monitorować np. stan techniczny krążników i bębnów napędowych.

Jak opracować ścieżkę diagnostyczną przenośnika taśmowego?

Na etapie tworzenia ścieżki kontroli przenośnika taśmowego w pierwszej kolejności ustala się zakres

Źródło: Joy Global

czynności przygotowawczych. W przypadku większej ilości przenośników warto stworzyć komputerową bazę maszyn. Powinny być zidentyfikowane i wykalibrowane przyrządy pomiarowe oraz zgromadzona kompletna dokumentacja techniczna przenośnika. W przypadku gdy diagnozowanych jest kilka różnych rodzajów przenośników najlepiej podzielić je na grupy uwzględniając typ oraz odpowiedzialność maszyny. Ponadto przenośnikom przypisuje się charakterystyki techniczne z uwzględnieniem dokumentacji i oględzin. Np. tworząc ścieżkę diagnostyki wykorzystującą analizę drgań konieczne jest zidentyfikowanie zakresu pomiarów. Chodzi tutaj chociażby o parametry stanu łożysk, sumaryczny pomiar łożysk, obroty, temperaturę czy współczynnik kawitacji.

Oprócz tego analizuje się progowe wartości, które kwalifikują stan techniczny maszyny. W ścieżce opracowywane są również mapy punktów pomiarowych oraz wyznaczane optymalne ścieżki diagnostyczne. Zarządzanie mapą urządzeń i punktów pomiarowych oraz charakterystyk technicznych łącznie z obrotami, oznaczeniami katalogowymi łożysk, liczbą zębów przekładni, liczbą łopatek pomp itp. mogą wspomagać komputerowe bazy danych.

W następnej kolejności planuje się odpowiednie działania korygujące uwzględniając dane wejściowe w postaci przyczyn nieprawidłowości. Analiza drganiowa uwzględnia nie tylko wyniki analizy drgań ale również szereg pomiarów dodatkowych analizujących szereg czynników takich jak krzywizny wałów, luzy, bicia wirników, naciągi pokryw, szczeliny dylatacyjne łożysk tocznych czy luzy między elementami ruchomymi i stałymi. Niejednokrotnie uwzględniane jest laserowo-optyczne centrowanie sprzęgieł.

Na etapie projektowanie ścieżki diagnostycznej trzeba uwzględnić działania korygujące. Mogą to być np. działania mające na celu poprawę naciągów pokryw łożyskowych, wyważanie układów wirujących w łożyskach, wymianę łożysk, przesunięcie geometryczne elementów itp. ■

Dzięki nowoczesnym technikom pomiarowym oraz szerokim możliwościom w zakresie przesyłu i analizy sygnałów można śledzić rozwój uszkodzenia oraz zużycia poszczególnych elementów przenośnika taśmowego, a w konsekwencji zapobiegać jego awariom.