

DIAGNOZOWANIE ZAGROŻENIA POŻAROWEGO PRZENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH W KOPALNIACH ODKRYWKOWYCH

DIAGNOSING OF FIRE HAZARD IN BELT CONVEYORS IN OPEN-PIT MINES

Agnieszka Pustulka, Piotr Sokolski – Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn i Tribologii, Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Politechnika Wrocławska

W artykule przedstawiono zagadnienie zagrożenia pożarowego występujące w czasie eksploatacji górniczych przenośników taśmowych. Opisano czynniki mające wpływ na wystąpienie pożaru elementów przenośników. Scharakteryzowano przykładowe, możliwe do zastosowania procedury diagnozowania, stosując kryterium podziału oparte na lokalizacji testera: na zewnątrz przenośnika lub bezpośrednio na nim.

In the article a fire hazard problem occurring during the operation of mining conveyor belts is presented. Factors which influence the occurrence of fire of conveyors' elements are described. Exemplary diagnosing procedures using a criterion based on the location of a tester are characterized: outside the conveyors or directly on them.

Wprowadzenie

Dostarczenie urobku z odstrzelonego usypu bezpośrednio do zakładów przerobczych jest możliwe dzięki układom złożonym z mobilnych kruszarek oraz przenośników taśmowych. Rozwiązania te mają na celu obniżenie energochłonności prowadzonych procesów, a także obniżenie emisji zanieczyszczeń do środowiska [9].

Aktualnie w układach technologicznych wykorzystywanych w polskich kopalniach wprowadza się zmiany, w dużej mierze wynikające z [9]:

- Potrzeby obniżenia kosztów eksploatacji.
- Wymogu zmniejszenia ujemnego oddziaływania eksploatacji na środowisko.

Znaczący wpływ na koszty odkrywkowej eksploatacji surowców ma odpowiedni dobór środków transportu urobku do zakładu przerobczego.

Wprowadzanie układów z transportem przenośnikowym pozwala na uzyskanie znacznych korzyści, w szczególności:

- Zmniejszenie energochłonności układów transportowych.
- Ograniczenie emisji do środowiska gazów i pyłów podczas pracy tych układów.

Jednocześnie, zastosowanie transportu przenośnikowego wiąże się ze wzrostem początkowych kosztów inwestycyjnych oraz koniecznością wykonania bardziej skomplikowanego projektu kopalni. Niezbędny jest przy tym odpowiedni dobór poszczególnych podzespołów w celu zminimalizowania awaryjności układu i zachowania ciągłości produkcji zakładu górniczego [9].

Przenośniki taśmowe muszą być odpowiednio konserwowane i czyszczone, a także należy mieć na uwadze wykonywanie planowej wymiany taśm i kół napędowych, na zmianach remontowych. Jednym z głównych powodów powstawania awarii jest transportowanie nadawy ostrokrawędzistej o dużym uziarnieniu (do 350 mm) [9].

W związku z tym bardzo ważne jest wczesne wykrycie pojawiających się zagrożeń oraz zlikwidowanie ich, co przekłada się bezpośrednio na poprawę bezpieczeństwa w kopalni.



Rys. 1. Przenośnik taśmowy na wysięgniku koła czepakowego koparki kołowej (archiwum własne autorów)



Rys. 2. Przenośnik taśmowy jako element układu KTZ (archiwum własne autorów)

Założenia procesu diagnozowania zagrożeń pożarowych przenośników

Praca maszyn powiązana jest ze stałą degradacją, która to powoduje, że niezmiernie trudne jest całkowite wyeliminowanie powstawania usterek i uszkodzeń. Jednak, dzięki opracowaniu właściwej procedury diagnostycznej możliwe jest dobranie odpowiedniej strategii utrzymania obiektu, która umożliwi najefektywniejsze wykorzystanie czasu przewidzianego na jego pracę. Cel ten można zrealizować np. poprzez ustalenie przeprowadzenia koniecznych remontów, napraw oraz wymian poszczególnych podzespołów podczas naturalnych przerw w eksploatacji maszyn podstawowych. Procedura ta musi

jednak spełniać kilka fundamentalnych założeń, które wynikają z doświadczeń diagnozowania obiektów technicznych, jak również ze specyfiki działania przenośników taśmowych. Wśród najistotniejszych założeń, wyróżnić można:

- Łatwość obsługi i rejestracji danych.
- Brak wrażliwości na zanieczyszczenia mechaniczne.
- Jednoznaczność wartości sygnału diagnostycznego.
- Identyfikację typowych lokalizacji potencjalnych uszkodzeń oraz znajomość konkretnych wartości sygnału diagnostycznego odpowiadających im.
- Redundancję sygnałów diagnostycznych.

Diagnozowanie zagrożeń pożarowych przenośników taśmowych

Główną przyczyną pożarów przenośników taśmowych eksploatowanych w kopalniach odkrywkowych są przede wszystkim:

- Tarcie taśmy przenośnikowej o zahamowane, uszkodzone krążniki dolne, krążniki nadawcy.
- Poślizg taśmy na bębnach, czyli tarcie „gumy o gumę”.

Do przyczyn pożarów powstałych w wyniku niepoprawnej eksploatacji przenośnika należy zaliczyć [2]:

- Poślizg taśmy w napędzie.
- Tarcie taśmy o konstrukcję lub urobek nagromadzony w rejonie zwrotni.
- Zatarcie łożysk.
- Zatarcie przekładni zębatych, hamulców, bębnow oraz krążników.

W każdym z wyżej wymienionych przypadków dochodzi do wzrostu temperatury w miejscu kontaktu, aż do poziomu odpowiadającemu temperaturze samozapłonu taśmy, tj. ok. 450 – 600°C [2].

Stosunkowo wczesne wykrycie pojawiającego się zagrożenia pożarowego wymaga kontroli temperatury potencjalnych miejsc inicjacji pożaru.

W przenośnikach taśmowych ciepło generowane jest przede wszystkim w strefie kontaktu [3]:

- Płaszcz krążnika z taśmą.
- Okładzin bębna z taśmą.

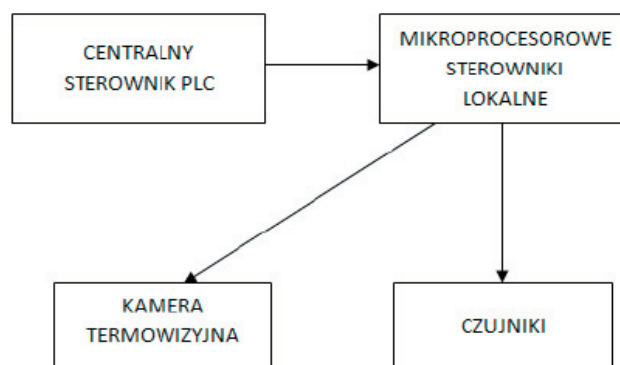
W celu określenia możliwości i optymalnych warunków pracy systemu identyfikującego uszkodzenia mogące stać się przyczyną pożaru przeprowadza się badania laboratoryjne. Zakłada się, że uszkodzenia w przenośnikach, przeważnie objawiają się znacznym wzrostem tarcia w łożyskach, aż do całkowitego zablokowania krążnika lub bębna napinającego.

Powstające w wyniku tarcia ciepło w obszarze styku taśmy z krążnikami może być rejestrowane w pobliżu tarcz bocznych. W tym celu możliwe jest zastosowanie np. mikroprocesorowych czujników temperatury [3].

Lokalizacja stałych czujników temperatury powinna być tak dobrana aby stosunkowo jak najlepiej umożliwić wykrywanie różnych uszkodzeń, przy ograniczonej (minimalnej) liczbie czujników.

W kontekście minimalizacji czasu reakcji najbardziej korzystna jest zabudowa czujnika w środku płaszcza krążnika, wirującego wraz z bębniem i przekazującego informacje w sposób bezprzewodowy, np. radiowo. W przypadku bębnow wystarczająca jest zabudowa czujnika na łożysku oraz w niewielkiej odległości przed bębniem [3].

W celu zapobiegania powstawaniu pożaru egzogenicznego, wywołanego pracą przenośnika taśmowego należy wyposażać przenośnik, a zwłaszcza jego napęd, w odpowiednie czujniki nadzorujące poprawną pracę przenośnika oraz poszczególnych jego elementów. Przykładowy schemat blokowy sterowania przenośnika przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat blokowy systemu sterowania przenośnika taśmowego [7]

Wśród możliwych do zastosowania czujników wyróżnić można przede wszystkim:

- Czujnik ognia, który uruchamia samoczynne urządzenie gaśnicze.
- Czujnik temperatury łożysk bębnow napędowych, zwrotnych i stacji napinającej.
- Czujnik ruchu taśmy.
- Czujnik obrotów bębna (porównanie prędkości bębna z prędkością taśmy umożliwia wskazania odnośnie do poślizgu taśmy).
- Czujnik spiętrzenia urobku.
- Czujnik bocznego zbiegania taśmy.
- Czujnik linkowy uszkodzenia taśmy.

W celu określenia ciągłego systemu monitoringu przenośnika taśmowego niezbędna jest analiza możliwych zanieczyszczeń i awarii, na które narażone są poszczególne elementy i zespoły przenośnika, a także podanie rozwiązania, w jaki przypadki te mogą być monitorowane. Następnym krokiem jest wybór punktów pomiarowych [1].

Zgodnie z przedstawionym w pracy [4-6] podziałem procesu diagnostycznego w oparciu o lokalizację urządzenia pomiarowego, wyróżnia się:

- Diagnozowanie testerem zewnętrznym.
- Diagnozowanie testerem wewnętrznym.

W przypadku diagnozowania testerem zewnętrznym pozyskiwanie informacji o stanie przenośnika taśmowego odbywać się może poprzez zastosowanie pomiarów wielkości termicznych, które wykonywane mogą być przy użyciu kamery termowizyjnej.

Pomiary przy użyciu tej kamery polegają na przemieszczaniu się kamery wzdłuż trasy przenośnika taśmowego i obserwacji krążników. Wszelkie odchyły od normy, którym towarzyszy wydzielanie się ciepła podczas pracy są tą metodą szybko wykrywane i lokalizowane. Metoda ta umożliwia wykrycie miejsc tarcia taśmy o konstrukcję lub też obecność wadliwych krążników. Symptomy uszkodzeń krążnika przeważnie nie pokrywają się wzajemnie. Zdarzają się przypadki, gdzie krążniki, których uszkodzenie objawia się wzrostem temperatury lub hałasem emitowanym do otoczenia albo drganiami. Nie można

więc dopatrywać się jakiegokolwiek reguły, ponieważ najczęściej występuje tylko jeden z symptomów, którym najczęściej jest temperatura [1].

W przypadku badania testerem wewnętrznym czujniki pomiaru temperatury można umieścić w pobliżu miejsca styku krążnika z taśmą.

Podsumowanie

Proces diagnozowania stanu technicznego przenośników taśmowych eksploatowanych w kopalniach węgla brunatnego wpływa bezpośrednio na bezpieczeństwo oraz niezawodność pracy jego podzespołów. Z tego powodu zagadnienie to jest niezwykle istotne i wpisuje się w tendencje rozwoju monitoringu maszyn podstawowych i urządzeń eksploatowanych w kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego.

Typowym zjawiskiem jest niejednokrotne przejawianie się zmian stanu technicznego badanego obiektu w postaci różnych

sygnałów diagnostycznych. Z tego powodu szczególnie uzasadniony jest dobór redundantnych sygnałów. Rozwiązanie takie pozwala na zmniejszenie liczby uszkodzeń, które nie zostały zarejestrowane. Ponadto taki wariant monitoringu redukuje możliwość błędu podczas określania stanu technicznego badanego elementu. Czynniki te zwiększają prawdopodobieństwo sformułowania poprawnej diagnozy.

Opisane w pracy strategie diagnozowania zagrożeń pożarowych przenośników taśmowych umożliwiają różne możliwości przeprowadzenia procesu monitoringu poszczególnych elementów. Dzięki temu możliwe jest dostosowanie metody badawczej do posiadanych narzędzi pomiarowych. Zaletą takiego rozwiązania jest również możliwość zbudowania kompleksowego postępowania diagnostycznego, który będzie opierał się na zastosowaniu komplementarnych i redundantnych sygnałów. Implementacja takiej procedury diagnozowania zagrożeń pożarowych górniczych przenośników taśmowych zwiększy poziom bezpieczeństwa ich eksploatacji.

Literatura

- [1] Antoniak J., *Przenośniki taśmowe w górnictwie podziemnym i odkrywkowym*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007
- [2] Babiarz S., Dudek D., *Kronika awarii i katastrof maszyn podstawowych w polskim górnictwie odkrywkowym*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007
- [3] Dudek D., Dudek K., Figiel A., *Rozkład temperatur w krążnikach i bębnach przenośników taśmowych w warunkach zagrożenia pożarowego*. Górnictwo Odkrywkowe, R. 53, nr 3-4, 2013, s. 110-113
- [4] Przystupa F. W., Sokolski P., *Strategie diagnozowania podwozi gąsienicowych*. Górnictwo Odkrywkowe, R. 52, nr 3-4, 2011, s. 34-37
- [5] Przystupa F. W., *Diagnostic equivalent for widespread manufacturing system*. Archives of Civil and Mechanical Engineering, Vol. X, No. 3. 2010, s. 111-122
- [6] Przystupa F. W., *Diagnozer w systemie technicznym: od ontologii i aksjologii do praktyki*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Seria: Monografie, Wrocław, 2010
- [7] Pustułka A., *Mechatroniczny system wykrywania kamieni w procesie urabiania koparką wielonaczyniową*. Praca dyplomowa – niepublikowana, Wrocław, 2013
- [8] Sobczyński E., *Innowacyjny system sygnalizacji zagrożeń pożarowych dla koparek wielonaczyniowych na przykładzie SRs 2000*. Górnictwo Odkrywkowe, R. 53, nr 3-4, 2012, s. 32-37
- [9] Witt A., *Możliwości zastosowania innowacyjnych układów wyposażonych w mobilne maszyny krusząco-sortujące i transportowe w Polskim górnictwie skalnym*. Górnictwo Odkrywkowe, R. 52, nr 6, 2011, s. 129-134