

STRESZCZENIE

Wiesław Migdał

ROZPRAWA DOKTORSKA

Wykorzystanie systemów automatyki przemysłowej do oceny energochłonności transportu ciągłego urobku w kopalni odkrywkowej

W kopalniach odkrywkowych węgla brunatnego najbardziej rozpowszechnionym środkiem transportu ciągłego urobku są przenośniki taśmowe, głównie dzięki wysokim wydajnościom i dużej niezawodności ruchowej w ciężkich warunkach eksploatacyjnych. Przez dziesięciolecia przenośniki taśmowe doskonalono pod względem konstrukcyjnym. Obecna era rozwoju transportu taśmowego zorientowana jest na efektywność, w szczególności chodzi o energochłonność. Oczywiście poprawa efektywności transportu taśmowego dalej bazuje na poszukiwaniu nowych rozwiązań konstrukcyjnych poszczególnych elementów przenośnika (krążniki o obniżonych oporach obracania, taśmy energooszczędne czy napędy o wysokiej sprawności), ale wobec wysokiego poziomu technologicznego innych rozwiązań coraz większego znaczenia nabiera zarządzanie eksploatacją transportu taśmowego czy stosowanie tzw. diagnostyki predykcyjnej.

Głównym wątkiem pracy jest możliwość wykorzystania zasobów informacyjnych dostępnych w ramach pracujących systemów automatyki przemysłowej do szczegółowej identyfikacji zużycia energii elektrycznej pobieranej przez systemy transportu taśmowego z docelową możliwą minimalizacją energochłonności transportu przenośnikowego.

Główne składowe rozprawy to: w **części pierwszej** - wprowadzenie do tematyki z uwypukleniem jej specyfiki, analiza stanu wiedzy, uszczegółowienie zadań badawczych i sformułowanie tezy a następnie w **części drugiej** - identyfikacja kluczowych elementów procesu transportu wpływających na energochłonność, analiza możliwości technologicznych narzędzi do osiągnięcia postawionych celów (infrastruktura pomiarowa, oprogramowanie do gromadzenia danych i zaawansowanej analityki oraz raportowania w systemie hurtowni danych). Syntezująca **trzecia część** pracy dotyczy zagadnień budowania strumienia informacji dedykowanej konkretnemu odbiorcy i wspomaganie decyzji operacyjnych, oceny efektywności rozwiązań oraz analizy procesu transportu zorientowanej na poprawę efektywności energetycznej.

Oryginalnym osiągnięciem autora jest kompleksowe zdefiniowanie i analizowanie problemu efektywności energetycznej procesu technologicznego (wcześniejsze prace dotyczyły pojedynczych elementów systemu), propozycje wskaźników efektywności i ich długoterminowa analiza i wreszcie propozycje algorytmów i ich praktyczna implementacja w środowisku informatycznym hurtowni danych stosowanej w kopalni.

Wykazano, że mimo ogromnego postępu w technikach kontrolno-pomiarowych istnieje uzasadniona potrzeba **weryfikacji jakości danych** i analiz dotyczących walidacji parametrów akwizycji danych. Wyniki tych analiz pozwoliły na sformułowanie kierunków modyfikacji układów kontroli i pomiarów (do realizacji w przyszłych inwestycjach kopalni).

Jednym z ważniejszych osiągnięć w pracy jest propozycja **wskaźników energochłonności** i wykonanie analiz bazujących na tych wskaźnikach. Przeprowadzone w ramach eksperymentu analizy energochłonności dla wybranych przenośników z drogi odstawy urobku w przedmiotowej kopalni, wskazały, że uniwersalnym i miarodajnym parametrem wspierającym decyzje eksploatacyjne może być *współczynnik energochłonności* w_e .

Współczynnik w_e został zdefiniowany jako energia potrzebna na przetransportowanie jednostki masy lub jednostki objętości urobku na trasie jednego metra.

Kolejne, szczegółowe osiągnięcia autora w dysertacji to:

- **procedury przetwarzania danych** (w tym szczególnie algorytmy symulacji przemieszczania urobku od koparki, na której mierzona jest jego objętościowa wielkość, poprzez poszczególne przenośniki drogi transportu do miejsc jego odbioru),
- procedury **agregacji** danych pierwotnych,
- **metoda** bieżącej **analizy energochłonności** transportu ciągłego urobku za pomocą współczynnika energochłonności. Znajomość współczynnika energochłonności pozwala: porównywać efektywność pracy różnych przenośników, dostrzegać na bieżąco nienormalne stany w systemie automatyki jak i w systemie transportu oraz identyfikować źródła powstawania nadmiernych energochłonności w transporcie, może być również pomocna w analizach wariantowych rozwiązań konstrukcyjnych przenośnika (np. przy doborze napędu, taśmy lub krążników),
- **modyfikacja metody pomiarowej** kluczowych wielkości i sposobu archiwizowania danych w hurtowni danych, tak by wyniki pomiarów służyły nie tylko do kontroli współczynnika energochłonności, ale również były wykorzystane w diagnostyce predykcyjnej,
- **innovacyjna metoda pomiaru**, na każdym przenośniku, energii elektrycznej i wielkości transportowanej masy urobku tak by można było między innymi wykorzystywać pomiar energii "biegu jałowego" przenośnika (pracy bez obciążenia) do wstępnej oceny bieżącego stanu technicznego tegoż przenośnika,
- identyfikacja **relacji - "energia - wydajność"**, a także wskazanie możliwości wariantowego wyznaczania optymalnych dróg odstawy urobku i zmian w systemie sterowania przenośnikami taśmowymi,
- wskazanie, że w danych pomiarowych z automatyki przemysłowej zawarte są wielorakie **informacje diagnostyczne**. Ekstrakcja tej informacji, właściwa jej interpretacja to olbrzymie pole działania dla nauki, co w konsekwencji powinno dostarczyć praktyce gospodarczej wielu narzędzi diagnostycznych.

Dodatkowo zdefiniowano **kierunki dalszych badań**, w zakresie:

- analizy zmiany sposobu sprzęgania silników z przekładnią napędu głównego przenośnika z obecnie stosowanego stałego, na dynamiczny,
- prac studialnych w obszarze projektowania przenośników energooszczędnych ze szczególnym uwzględnieniem pracy przenośników w zmiennych warunkach atmosferycznych oraz doboru i sposobu zabudowy czujników.