

Ocena możliwości redukcji kosztów serwisowania urządzeń poprzez zastosowanie zdalnej diagnostyki górniczych maszyn mobilnych przy wykorzystaniu protokołu CANbus oraz technologii GSM

Niniejsza publikacja porusza aspekty zdalnej diagnostyki maszyn górniczych oraz korzyści, jakie daje wprowadzenie tego typu rozwiązań. Szczególny nacisk został położony na wozy wierzące i kotwiące pracujące w kopalniach, w których nie ma rozwiniętej infrastruktury sieci wewnętrzzkopalnianej. Takich kopalni na świecie jest bardzo dużo. Co za tym idzie, trzeba zaspokajać potrzeby klientów przy uwzględnieniu jak najniższych kosztów serwisowania oraz utrzymania maszyn w ruchu.

1. WSTĘP

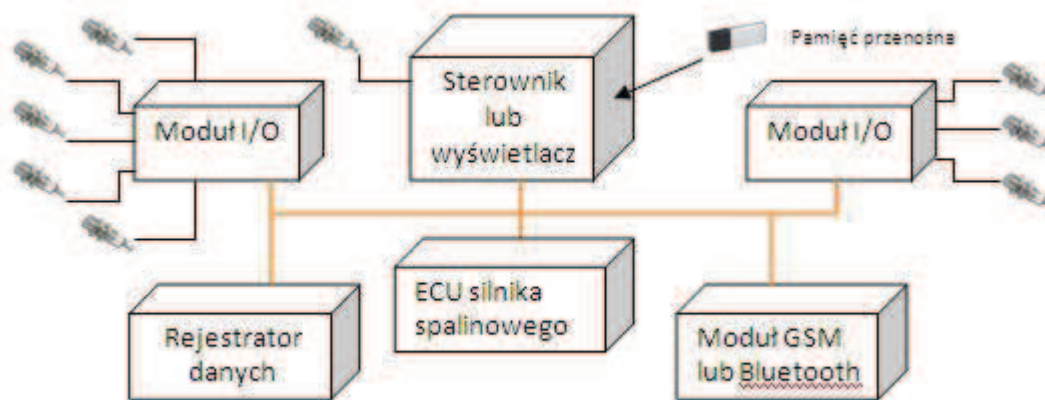
Infrastruktura sieci komunikacyjnych w wielu kopalniach i tunelach na świecie nie jest jeszcze rozwinięta i cały czas technologia ta ma wielu przeciwników. Głównie ze względu na to, że ich właściciele nie chcą inwestować w urządzenia, które, według nich, nie nadają się do kopalni lub są na tyle małe, że nie opłaca się wyposażać je w te systemy. Są oczywiście wyjątki. Istnieją kopalnie, gdzie poziom technologiczny jest na bardzo wysokim poziomie. Niniejszy referat skupia się jednak na sposobach diagnostyki maszyn pracujących w tych tunelach i kopalniach, gdzie niemożliwe jest wykorzystanie sieci wewnętrzzkopalnianej do przekazywania danych „na zewnątrz”.

Wiele samojezdnych wozów wierzących i kotwiących sprzedawanych jest w odległe zakątki świata. Część z nich stanowią maszyny wyposażane w konwencjonalne systemy sterowania, w których, w przypadku usterki lub awarii, niewyspecjalizowany personel utrzymania ruchu byłby w stanie sobie poradzić ze znalezieniem tego przyczyny oraz ich naprawą. Sytuacja wygląda gorzej w przypadku maszyn nowych, prototypowych i takich, których układy sterowania są bardziej skomplikowane, np. zawierają dużo elektroniki. Często też klient kupujący specjalistyczną maszynę nie dysponuje kompetentnym ser-

wisem mogącym szybko reagować, jeśli zajdzie taka potrzeba. Ruch w takim przypadku pozostaje po stronie producenta i jego serwisu. Bardzo kłopotliwym i kosztownym działaniem jest wysyłanie serwisanta do miejsc oddalonych często tysiące kilometrów wraz z niezbędnymi narzędziami i aparaturą diagnostyczną po to, żeby znalazł przyczynę nieprawidłowego funkcjonowania maszyny. Do tego niejednokrotnie przyczyniają się czynności takiego specjalisty. Znalezienie powodu awarii jest najtrudniejsze. Samą naprawę wykonać już może bardzo często każdy mechanik lub elektryk. Żeby ograniczyć czas i koszty, zarówno klienta jak i producenta, opracowano system zdalnej diagnostyki i monitorowania maszyn pracujących tam, gdzie warunki nie pozwalają na dostęp do tych danych w sposób bezpośredni.

2. ROZWIĄZANIE SYSTEMOWE

Maszyny pracujące w górnictwie narażone są na działanie takich czynników jak: pyły, wilgoć, błoto, gwałtowne zmiany temperatury, itd. Z tego też względu, dla omawianego systemu, starano się dobrać urządzenia mogące zapewnić prawidłowe i bezawaryjne funkcjonowanie w takim środowisku. Skupiono się zatem tylko i wyłącznie na układach dedykowanych dla maszyn mobilnych, zapewniających



Rys. 1. Schemat blokowy układu diagnostycznego

wysoki stopień ochrony IP oraz podwyższoną odporność na drgania i wahania temperatury. Biorąc pod uwagę fakt, że kopalnia może nie być wyposażona w żaden system łączności, opracowano dwa sposoby przesyłania danych z maszyny:

- zapisywanie danych na jednym z rodzajów pamięci przenośnej (bezpośrednio lub za pomocą Bluetooth), po czym wysyłanie ich periodycznie drogą internetową z biura klienta do serwisu;
- nawiązywanie połączenia poprzez sieć GSM podczas każdorazowego wyjazdu maszyny z tunelu lub z kopalni (maszyny pracujące w omawianych kopalniach i tunelach wyjeżdżają co najmniej raz tygodniowo, a czasem nawet kilka razy dziennie) – połączenie może być wtedy nawiązywane automatycznie lub na żądanie operatora (np. poprzez naciśnięcie odpowiedniego przycisku), a wysyłane pakiety danych trafiają do serwera. Możliwe jest również diagnostyczne połączenie „on-line”, jeśli zachodzi taka potrzeba (diagnostyka, rekonfiguracja, przeładowanie lub upgrade programu).

Zanim układ sterowania, zainstalowany na maszynie, zacznie przysyłać dane „na zewnątrz”, istnieje konieczność ich wcześniejszego zebrania lub odpowiedniego przetworzenia na podstawie sygnałów z czujników i urządzeń. System powinien również dysponować algorytmem, który zapewni:

- dostęp do danych tylko dla uprawnionych odbiorców;
- wysyłanie danych w postaci pakietów zgodnie z wykorzystywanym protokołem komunikacyjnym.

Do tego celu wykorzystany został układ przedstawiony na rysunku 1.

Do sterowników i modułów I/O wpływają sygnały z czujników zainstalowanych:

- w układzie hydraulicznym – wartości ciśnień i przepływu;
- w układzie elektrycznym – wartości napięć i prądu, stany logiczne poszczególnych aparatów;

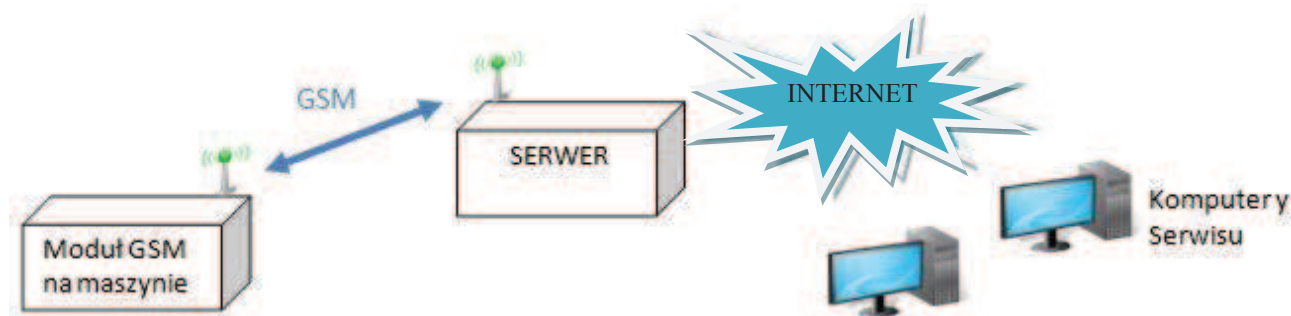
- w układzie roboczym (inclinometry, czujniki obrotu);
- inne (czujniki temperatury, poziomu, itd.).

Dodatkowo, wykorzystując protokół J1939 i sieć CANbus, monitorowana jest praca silnika spalinowego. Dzięki zastosowaniu powyższego układu uzyskuje się zatem dostęp do wszystkich interesujących nas wielkości, które zapisywane w określonych odstępach czasu pozwalają na pełną diagnostykę maszyny od strony układu elektrycznego i hydraulicznego.

Do całości układu dołączono rejestrator danych o niewielkich gabarytach, który, dzięki swojej dużej pojemności, może zapisywać informacje na karcie pamięci. Informacje te mogą być w każdej chwili odczytane i przesłane do odpowiednich jednostek serwisowych. Bardzo duże rozmiary dostępnej pamięci pozwalają na zapis danych praktycznie przez cały cykl życia maszyny. Dodatkowym atutem jest tutaj możliwość wymiany karty pamięci na nową w przypadku zapelnienia miejsca zapisu. Urządzenie to zostało wykorzystane również do realizacji tzw. czarnej skrzynki maszyny. Zarchiwizowane dane w tym urządzeniu i zamknięte w odpowiednio zabezpieczonej obudowie pozwalają na sprawdzanie, czy maszyna jest użytkowana i serwisowana w sposób prawidłowy i zgodny z dokumentacją techniczno-ruchową. Ponadto, w przypadku poważnej awarii, dane odczytane z nośnika pamięci są nieocenionym źródłem informacji do zbadania przyczyn zaistniałej sytuacji.

Na tej drodze zrealizowano pierwszy sposób gromadzenia i przenoszenia informacji z maszyny.

Elementem służącym do transmisji danych z maszyny jest moduł komunikacji GSM i/lub WLAN. Urządzenie to, w zależności od zaimplementowanego algorytmu sterowania, wysyła pakiety danych automatycznie po wyjechaniu maszyny z tunelu i wykryciu sygnału lub na żądanie operatora. Dane te archiwizowane są następnie na serwerze, gdzie czekają na



Rys. 2. Transmisja danych poprzez sieć GSM

pobranie ich przez uprawnioną osobę z firmy producenta lub serwisu. Pozyskiwane w ten sposób informacje (np. cyklicznie) są wprowadzane do wcześniej przygotowanej aplikacji, która w graficzny sposób pozwala na ich analizę w funkcji czasu (Rysunek 2).

Wszystkie powyższe urządzenia połączone są za pomocą jednej magistrali komunikacyjnej CAN. W niedalekiej przyszłości, dla zapewnienia bardziej bezawaryjnej pracy układu, zastosowana będzie redundantna struktura sieci.

Jeśli zajdzie taka potrzeba, można nawiązać połączenie on-line z maszyną i wykonać diagnostykę systemu. Możliwe jest również zdalne przeładowanie programu sterującego, a więc dokonanie operacji, których klient przeważnie nie wykonuje, gdyż nie jest do tego ani uprawniony, ani przeszkolony. Aktualizacja oprogramowania bardzo często jest niezbędna w celu wyeliminowania ewentualnych błędów programowych lub poprawy funkcjonalności systemu sterowania.

3. PODSUMOWANIE

Zbudowany układ diagnostyczny został przetestowany. Rezultatem tego było osiągnięcie zamierzonego celu, a mianowicie: zapisu wybranych danych na karcie pamięci, wysłaniu przez moduł GSM zabudowany na maszynie danych na serwer oraz nawiązanie komunikacji on-line z systemem sterowania maszyny poprzez sieć GSM. Na podstawie zbieranych cyklicznie danych serwis producenta będzie w stanie z wyprzedzeniem przewidzieć wystąpienie usterki, zwrócić uwagę na zużywające się elementy oraz w szybki sposób znaleźć przyczynę awarii. W znaczny sposób ograniczy to czasy przestoju maszyn, co jest, oprócz wysokiej jakości oferowanych maszyn, niewątpliwie jednym z priorytetów dla naszych klientów. Dla producenta sprzętu górniczego natomiast redukcja kosztów serwisowania maszyny

i możliwość szybkiego reagowania nawet w przypadku maszyn sprzedawanych w odległe zakątki świata jest niezwykle istotna.

Literatura

1. Możliwości współpracy Katedry Maszyn Górniczych AGH z DFM Zanam-Legmet w celu generowania innowacyjnych i konkurencyjnych produktów, J. Reś, P. Gospodarczyk (2009), Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwięzłych, TUR2009.
2. Tutorial on Wireless Communications & Electronic Tracking, Mine Safety and Mine Research (2009).
3. Wireless Communication in Underground Mines, Bandyopadhyay, L. K., Chaulya, S. K., Mishra, P. K. (2010).

Artykuł został zrecenzowany przez dwóch niezależnych recenzentów.