

KONCEPCJA MODELU ZINTEGROWANEGO SYSTEMU STEROWANIA WĘZŁA OSADZARKOWEGO

SŁAWOMIR BARTOSZEK, SEBASTIAN JENDRYSIK, JOANNA ROGALA-ROJEK,
KRZYSZTOF STANKIEWICZ, MARIUSZ WOSZCZYŃSKI

InstituT Techniki Górniczej KOMAG

e-mail: sbartoszek@komag.eu, sjendrysik@komag.eu, jrogala@komag.eu, kstankiewicz@komag.eu, mwoszczyński@komag.eu

Streszczenie. W artykule przedstawiono koncepcję modelu zintegrowanego systemu sterowania węzła osadzarkowego projektowanego w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG. Węzeł osadzarkowy wchodzi w skład ciągu technologicznego systemu wzbogacania węgla w kopalnianych zakładach przeróbczych. W prezentowanym modelu powiązано obciążenia napędów przenośników, obciążenia napędu głównego oraz ilości dostarczanego surowca z sygnałem otwarcia szczelin przepustowych w osadzance. Przedstawiono strukturę, zasadę działania i funkcje systemu. Zaprezentowano aplikację systemu wizualizacji, sygnalizacji i archiwizacji parametrów mierzonych.

1. WSTĘP

Podstawową maszyną stosowaną w zakładach przeróbczych, wzbogacającą surowiec wydobywany w kopalniach węgla kamiennego, jest osadzarka pulsacyjna. Celem wzbogacania jest rozdzielenie nadawy (surowego urobku stanowiącego mieszaninę węgla, skały płonnej i przerostów) na frakcje koncentratu o małej zawartości popiołu i wysokiej wartości opałowej, odpadów o niewielkiej zawartości węgla oraz przerostów. W celu uzyskania wysokiej skuteczności wzbogacania i wydajności rozwiązania konstrukcyjne osadzarek powinny zapewniać [1]:

- odpowiedni przepływ wody,
- skuteczny system doprowadzenia powietrza pulsacyjnego i sterowania pneumatycznego,
- wydajne i precyzyjne sterowanie podawaniem materiału surowego oraz odprowadzaniem produktów wzbogacania.

W procesie automatycznego sterowania odbiorem produktów dąży się do uzyskania maksymalnej ilości odprowadzanego produktu ciężkiego w stosunku do jego zawartości w nadawie na wlocie osadzarki. Dlatego bardzo istotną rolę w procesie wzbogacania odgrywa system sterowania pracą urządzeń, który powinien zapewniać bezawaryjną pracę, bez zbędnych przestojów, maksymalną do uzyskania wydajność urządzeń, przy zmniejszonym zużyciu energii elektrycznej, a także pozwolić na zwiększenie żywotności układów wykonawczych w warunkach zmiennego obciążenia.

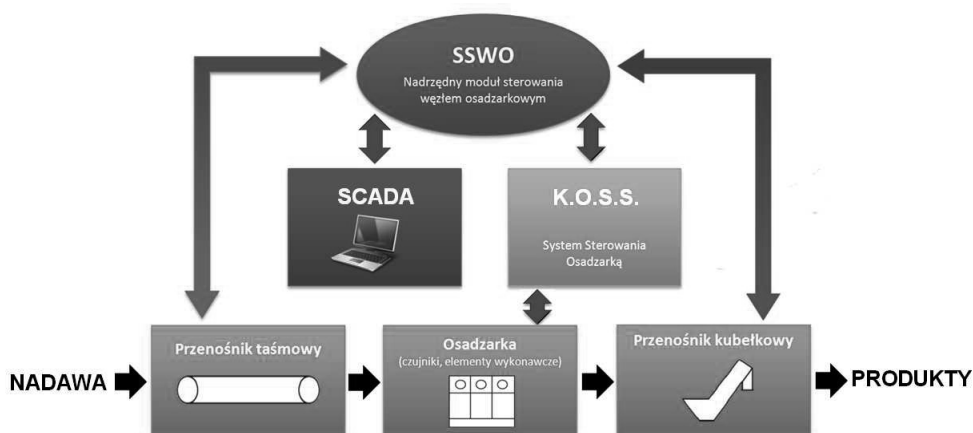
2. ZAŁOŻENIA DO BUDOWY MODELU ZINTEGROWANEGO SYSTEMU STEROWANIA WĘZŁA OSADZARKOWEGO

W Instytucie Techniki Górniczej KOMAG powstała koncepcja modelu systemu sterowania procesem wzbogacania węgla surowego, składającego się z trzech podstawowych modułów:

- sterowania węzłem wzbogacania (SSWO) – moduł nadrzędny,
- sterowania osadzką pulsacyjną (K.O.S.S.),
- sterowania i wizualizacji (SCADA).

Zadaniem systemu sterowania jest zintegrowanie i zarządzanie działaniem węzła osadzkowego, uwzględniającego przenośnik nadawy i przenośniki odbierające produkty, jako urządzeń współpracujących z osadzką pulsacyjną. Koncepcja wymaga określenia technik umożliwiających wyznaczenie masy produktów odpadowych i półproduktów z osadzkowego węzła wzbogacania na podstawie interpolacji w oparciu o dane napływające z układu sterowania węzła.

Strukturę systemu przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Struktura zintegrowanego systemu sterowania węzłem osadzkowym [źródło własne].

Projektowany, doświadczalny model systemu sterowania zaimplementowany został w postaci trzech modułów. Jednostka centralna stanowi moduł nadrzędny systemu sterowania. W kolejnych dwóch modułach zaimplementowane zostały przemienniki i elementy elektryczne niezbędne do sterowania napędami przenośników.

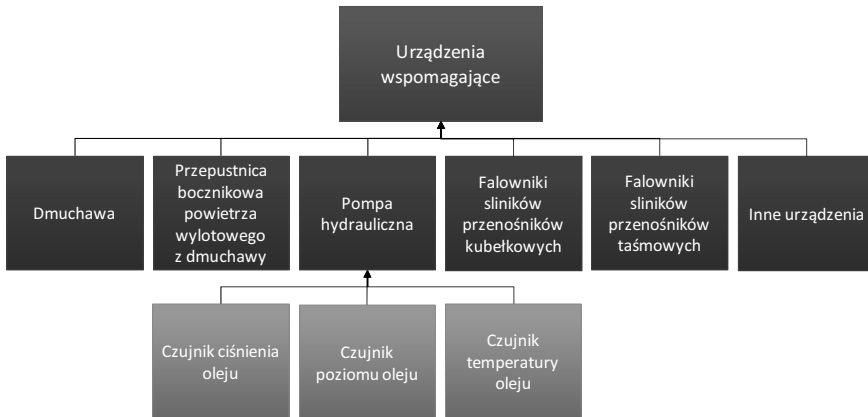
System posiada również stanowisko dyspozytorskie, na którym zaimplementowany jest moduł wizualizacji i sterowania SCADA.

Główne funkcje, które charakteryzują projektowany system, to:

- możliwość zintegrowanego sterowania urządzeniami wchodzącymi w skład węzła, tj.: przenośnik taśmowy, przenośnik (podnośnik) kubełkowy, osadzarka, przepustnice wody, przepustnice powietrza itp.,
- możliwość sterowania węzłem za pomocą interfejsu HMI wyposażonego w ekran dotykowy,
- ograniczenie zużycia energii elektrycznej o 10-20%,
- zwiększenie żywotności mechanicznej przenośników (podnośników) kubełkowych.

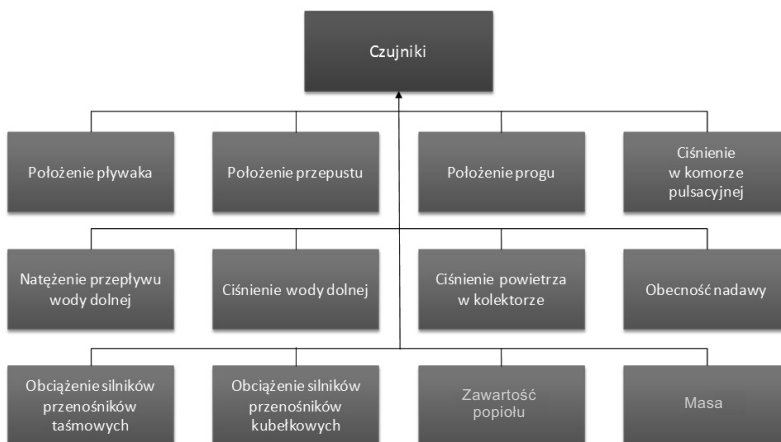
3. MODEL ZINTEGROWANEGO SYSTEMU STEROWANIA WĘZŁA OSADZARKOWEGO

Zbiór urządzeń z otoczenia technologicznego osadzarki, oraz oprzyrządowanie pomiarowe przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Urządzenia wspomagające i oprzyrządowanie pomiarowe wchodzące w skład systemu sterowania węzła osadzarkowego [źródło własne].

Centralna jednostka sterująca stanowi sterownik programowalny wraz z zespołem kart wejścia/wyjścia i kart komunikacyjnych, który zapewnia odczyt wielkości mierzonych, odbiór sygnałów indykacyjnych i przesył sygnałów sterujących do obiektu, sygnalizację i wyłączenia alarmowe, realizację pętli regulacyjnych, oraz procedur obsługi urządzeń i sekwencji przełączających wraz z komunikacją ze stacją i panelami operatorskimi. Podstawowy zakres czujników i przetworników pomiarowych przewidzianych w system sterowania przedstawiono na rys.3.



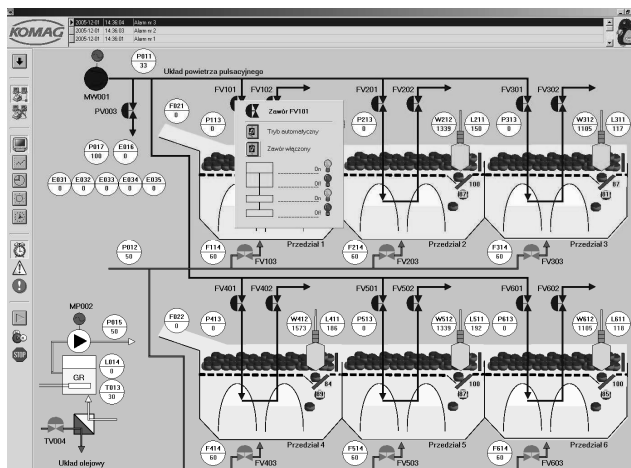
Rys. 3. Zespół przetworników i czujników pomiarowych wchodzących w skład systemu sterowania węzłem osadzarkowym [źródło własne].

Podstawowe funkcje realizowane przez system sterowania węzła osadzarkowego są następujące [2]:

- obsługa urządzeń wykonawczych w tym:
 - przełączanie powietrznych zaworów talerzowych, z kontrolą i alarmowaniem nieprawidłowego działania siłowników,
 - ustawianie przepustów oraz progów ruchomych w określonym położeniu, z blokadą ruchu przepustu w określonym kierunku, po osiągnięciu pozycji skrajnych, z kontrolą mierzonego stopnia otwarcia i sygnalizacją alarmową przy braku ruchu,
 - sterowanie zaworami regulacyjnymi stabilizującymi dopływ wody dennej oraz zaworem bocznikowym regulującym ciśnienie w układzie zasilającym komory powietrzne, z kontrolą zgodności wymaganego i uzyskiwanego położenia zaworu oraz przepływu lub ciśnienia wody, oraz z odpowiednią sygnalizacją alarmową,
 - przełączanie dmuchawy powietrznej, z sygnalizacją awarii przy braku sygnału o poprawnej pracy, i ewentualne przełączanie dmuchaw rezerwowych w układzie skolektorowanym, obsługującym zespół osadzarek,
 - przełączanie pompy hydraulicznej, zasilającej obiegi zaworów hydraulicznych, z sygnalizacją awarii przy braku sygnału pracy i spadku ciśnienia,
 - kontrola położenia pływaka, z sygnalizacją nieprawidłowości wynikających z błędnej pulsacji, lub z zatopienia pływaka, gdy ruch nie następuje mimo poprawnej pulsacji wartości ciśnienia w komorze pulsacyjnej,
 - kontrola ciśnienia powietrza, obejmująca: amplitudy zmian, odniesione do ruchu pływaka oraz wartości ciśnienia w kolejnych fazach cyklu, wskazujące na poziom wody w komorze, z odpowiednią sygnalizacją alarmową,
 - regulacja temperatury oleju w układzie hydraulicznym poprzez włączenie grzałki elektrycznej w zbiorniku oleju, lub elektromagnetycznego zaworu, odcinającego dopływ wody do chłodnicy oleju,
 - kontrola i sygnalizacja parametrów obejmujących: ciśnienie dopływu wody dennej, ciśnienie oleju w obiegu siłowników hydraulicznych, poziom oleju w zbiorniku, poziom napięcia, ciśnienie powietrza sterującego zaworami, przepływ nadawy oraz stan zespołów bezpieczników i zasilaczy w szafie sterownika,
- sterowanie pulsacją, w tym:
 - przełączanie zaworów dopływu i odpływu powietrza do/z komór pulsacyjnych, zgodnie z zadaniem cyklem czasowym, o określonej długości cyklu oraz faz pauzy, opróżniania i napełniania,
 - stabilizacja średniego ciśnienia powietrza w kolektorze dopływowym do zaworów pulsacyjnych, poprzez zawór bocznikowy, poprawiająca warunki pracy dmuchawy, poprzez zmniejszenie oscylacji przepływu i umożliwiającą wyłączenie pulsacji w przypadku krótkotrwałego zaniku nadawy (bez wyłączania dmuchawy),
 - automatyczna korekta długości fazy napełniania i opróżniania oraz/lub korekta wartości zadanej stabilizowanego ciśnienia powietrza w kolektorze dopływowym, zmieniająca ilość powietrza wtłaczanego i usuwanego w pojedynczym cyklu pulsacji, wykonywana w przypadku nieprawidłowej amplitudy pulsacji pływaka, przy dopuszczalnych granicach zmian,
 - automatyczna korekta stosunku długości fazy napełniania i opróżniania, wykonywana w przypadku nieprawidłowego średniego poziomu wody w komorze pulsacyjnej, wskazywanego przez mierniki ciśnienia, w celu zmiany ilości powietrza retencjonowanego w komorach,
- sterowanie przepustem, w skład którego wchodzi:

- pętla regulacyjna, krokowo zmieniająca położenie przepustu, w celu utrzymania zadanego położenia pływaka, najniższego lub średniego, w trakcie cyklu pulsacji, związanego zwykle z położeniem progu spustowego, zwłaszcza w przypadku stosowania progu ruchomego,
- automatyczna korekta zadanego położenia pływaka w funkcji symulowanych zmian zastępczej gęstości, wprowadzanych przez operatora, które w ograniczonym zakresie zastępują rzeczywistą zmianę mas obciążających pływak,
- automatyczna korekta mierzonego położenia pływaka w funkcji mierzonego stopnia otwarcia przepustu, przepływu wody dennej i zanurzenia pływaka względem progu spustowego, uwzględniająca skutki sił hydrodynamicznych i inercyjnych, wpływających na ruch pływaka,
- doradztwo dotyczące wartości wskaźników korekcyjnych, wstępnie określonych przez technologa podczas prób rozruchowych,
- automatyczna korekta symulowanej gęstości pływaka, w przypadku rozbieżności między zadaną i mierzoną zawartością popiołu w koncentracie lub jego wartością opałową,
- płukanie mające na celu usunięcie ziaren blokujących przepływ i uniemożliwiających zamykanie przepustu, wykonywane w przypadku stwierdzenia zaburzeń zamykania lub obejmujące kilkukrotne szybkie otwarcie i przymknięcie przepustu, z ponowną próbą zwiększonego przemykania poniżej poprzedniego położenia i sygnalizacją awarii w przypadku nieskuteczności próby,
- sterowanie ilością nadawy,
- sterowanie prędkością silników przenośników kubełkowych,
- sekwencja wyłączania instalacji, realizowana na żądanie operatora lub automatycznie,
- sekwencja włączania instalacji, na żądanie operatora.

Stacja operatorska, obejmująca komputer, monitor, klawiaturę i drukarkę, przeznaczona jest do zainstalowania w dyspozytorni zakładu przerobczego. Zapewnia ona możliwość zdalnego i ręcznego sterowania poszczególnymi urządzeniami oraz dokonywania zmian nastaw pętli regulacyjnych, podstawowych parametrów procesu, jak również sygnalizację alarmową, archiwizację parametrów mierzonych, generację raportów, prezentację przebiegów czasowych parametrów, a także bieżącą wizualizację pracy osadzarki na ekranie synoptycznym. Główne okno projektowanej aplikacji przedstawiono na rys.3.



Rys.3. Główne okno systemu wizualizacyjnego [3].

4. PODSUMOWANIE

Opracowywana w KOMAG-u koncepcja systemu sterowania węzła osadzarkowego zawiera w pełni sparametryzowany, elastyczny i modyfikowalny algorytm automatyzujący pracę węzła osadzarkowego, zapewniający monitoring i kontrolę prawidłowości jego działania. Ponadto umożliwi automatyczne awaryjne wyłączenie oraz zdalne i manualne zatrzymywanie oraz uruchamianie osadzarki i urządzeń z nią współpracujących. Praca całego węzła jest monitorowana, pozwalając na pełny przegląd stanów sygnałów z czujników zainstalowanych w systemie, m.in. ruchu pływaka, przepustu, progów, wartości ciśnienia w komorach pulsacyjnych, obciążenia przenośników, ilości nadawy. Obecnie przy współpracy z KWK „Budryk” prowadzone są prace nad zaimplementowaniem systemu w warunkach przemysłowych.

LITERATURA:

1. Kowol D.: Wpływ zmian parametrów nadawy na efekty działania pływakowego układu sterowania odbiorem produktów osadzarki. Praca doktorska. Politechnika Śląska 2010.
2. Praca statutowa E/BDT-9648/OR3 - System sterowania osadzarki pulsacyjnej. Algorytmy i oprogramowanie systemu sterowania osadzarki pulsacyjnej. Materiały niepublikowane ITG KOMAG Gliwice 2006.
3. Tejszerski J., Jasiulek D., Pająk T., Osoba M.: System sterowania osadzarką KOMAG. KOMEKO 2008 : Innowacyjne i przyjazne dla środowiska systemy przerobcze surowców mineralnych. Gliwice: Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, 2008, s. 195-204.

MODEL OF INTEGRATED CONTROL SYSTEM OF JIG NODE

Abstract. Model of innovative control system of a jig node, was presented in the paper. Jig node is included in a technological line of the system for coal beneficiation in mine processing plants. In a presented model loads to conveyors' drives, loads to main drive and volume of delivered raw material were combined with a signal for opening of throttle gaps in a jig. Equipment solutions, range of functions realized by the control system and visualization application, which is also responsible for functions associated with recording of obtained control results, were presented in the paper.