

# System sterowania silnikami dużych mocy

Wymogi ekonomiczne i prawne zmuszają zakłady przemysłowe do prowadzenia rzetelnej gospodarki energetycznej. Aby była ona możliwa i efektywna, konieczne jest stosowanie nowoczesnych rozwiązań umożliwiających precyzyjną kontrolę poboru energii przez urządzenia przemysłowe. W poniższym artykule przedstawiony jest system monitorowania i sterowania dużymi napędami (do 2MW), który został w Zakładach Wzbogacania Rudy w Polkowicach i Rudnej należących do KGHM Polska Miedź S.A.

Ważnym elementem uzyskiwania miedzi, srebra jest wstępne przygotowanie rudy. Proces wzbogacania rudy obejmuje następujące fazy: rozdrabnianie, mielenie, flotację, zagęszczanie, odwadnianie i suszenie koncentratu.

Rozdrabnianie odbywa się na mokro w młynach kulowych, prętowych lub cylpepsowych (metalowe elementy w kształcie ściętych stożków). Młyn kulowy jest to walec w poziomej pozycji o średnicy 5 m posiadający wlew z jednej oraz wylew z przeciwległej strony. Wewnątrz młyna znajdują się kule stalowe o średnicy do 100 mm. Średnica kul uzależniona jest od stopnia ich zużycia. Wlewem dostaje się ruda wraz z wodą, a wypływ zmielonej pulpy następuje poprzez przelew. Na zewnętrznej stronie młyna znajduje się zębata stanowiąca część przekładni ślimakowej.

Ślimak napędzany jest poprzez sprzęgło silnikiem synchronicznym. Średnica silnika wynosi **3 m**, długość **1 m**. Silniki napędów mają moce od **0,9 MW** do **2 MW**. Jako element napędzający stosuje się silniki synchroniczne, w których stojan zasilany jest napięciem zmiennym **6 kV**. Wirnik zasilany jest prądem stałym o natężeniu do **1500 A**. Zastosowane silniki synchroniczne charakteryzują się stałą prędkością kątową niezależną od obciążenia.

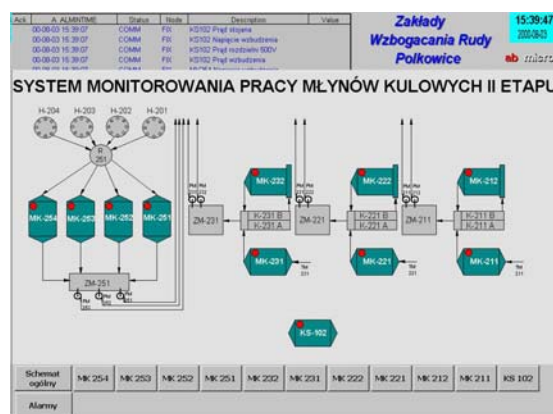


Rys.1 Młyny kulowe

System sterowania składa się ze sterownika PLC **GE-FANUC 90-30** pełniącego rolę centralnej jednostki sterującej: wzbudnicą tyrystorową, zabezpieczeniem silnikowym **REF-541**, panelem operatorskim **Datapanel 160**.

Systemem nadrzędnym SCADA umożliwiającym kontrolę i zmianę parametrów pracy silnika jest aplikacja wykonana w systemie **iFIX firmy Intellution**.

System sterowania silnikami umożliwia włączenie młyna do pracy, test układu oraz funkcję suszenia silnika. Ponieważ synchronizacja jest skomplikowaną czynnością wymagającą użycia silnika pomocniczego stosowany jest rozruch asynchroniczny.



Rys.2 Ekran główny wizualizacji

Instalacja sterująca silnikiem napędzającym młyny kulowe została wykonana w ramach wymiany układu sterowania. W starym układzie do rozruchu silnika wykorzystywane były wzbudnice elektromaszynowe oraz układy stycznikowe do realizacji funkcji logicznych. W nowym układzie wzbudnice elektromaszynowe zastąpione zostały wzbudnicami tyrystorowymi, które zaprojektowane zostały dla potrzeb uruchamiania silników synchronicznych dużej mocy, a układy stycznikowe zastąpione sterownikiem PLC. Ponadto, nowy układ wyposażony został w urządzenia monitorujące rozdzielnię 6kV, z której zasilany jest silnik.

Głównym celem działania programu sterownikowego jest sterowanie sekwencjami rozruchowymi silnika asynchronicznego, podobnych do tego, jaki umożliwiał poprzedni układ ze wzbudnicą elektromaszynową.

Etapy rozruchu silnika synchronicznego są następujące:

- po włączeniu napięcia stojana (6kV) silnik zaczyna wirować i pracuje jak silnik asynchroniczny,
- obwód wirnika zwarty jest przez opór rozruchowy, przez który przepływa prąd, wymuszany indukującym się w wirniku napięciem,
- po osiągnięciu przez silnik prędkości pod synchronicznej rozłączany jest opór rozruchowy, a w jego miejsce włączane jest źródło prądu stałego zasilającego wirnik, dzięki czemu silnik osiąga synchronizm.

Obsługa ma również możliwość przeprowadzenia testu załączenia, w którym wykonywane są wszystkie operacje jak w normalnym rozruchu, z wyjątkiem włączenia napięcia 6kV. Test może być wykonany automatycznie lub krokowo. Przy pracy krokowej osoba obsługująca dostaje informacje, jaki jest wynik kontroli aktualnie sprawdzanego urządzenia oraz o tym, które urządzenie będzie sprawdzane jako następne.

Bezpieczeństwo pracy oraz aspekty energetyczne wymagają kontroli szeregu parametrów silnika.

Jednym z ważniejszych jest  $\cos \varphi$ . Zmiana wartości prądu wzbudzenia (prądu stałego wirnika) powoduje zmianę cosinusa. Możliwa jest zmiana charakteru obciążenia z indukcyjnego na pojemnościowe. Zwykle z uwagi na kompensację mocy biernej warunkiem poprawnej pracy jest utrzymywanie cosinusa na poziomie 0.99 po stronie indukcyjnej. Wartość taką można uzyskać poprzez ręczną zmianę prądu wzbudzenia lub włączenie regulatora PID zaprogramowanego w sterowniku PLC, którego zadaniem jest taki dobór prądu wzbudzenia, który zapewni osiągnięcie zadanej wartości  $\cos \varphi$ .

Prąd wzbudzenia czy cosinus może być zmieniany automatycznie wg stref czasowych. Sterownik w takim przypadku na podstawie daty i czasu (synchronizowanej z systemem nadrzędnym) dobiera zapisaną wcześniej w konfiguracji wartość prądu lub cosinusa.

Strefy Doby MK254					
Strefa	Lato kwiecień - wrzesień		Zima październik - marzec		Nastawy prądów wzbudzenia
● Strefa I	07:00	13:01	07:00	13:00	230.0 A
● Strefa II	19:00	22:00	16:00	21:00	220.0 A
● Strefa III	13:01	19:00	13:00	16:00	250.0 A
	22:00	07:00	21:00	07:00	
Do strefy trzeciej zaliczane są kalendarzowe dni świąteczne, soboty, niedziele (cała doba)					Aktualna nastawa prądu wzbudzenia 230.0 A
Dni świąteczne					
Święta stałe		Święta ruchome		Sterowanie prądem wzbudzenia	
Miesiąc, dzień		Miesiąc, dzień		● Sterowanie automatyczne	
01.01	11.01	04.23		Zadany prąd wzbudzenia	0.0 A
05.01	11.11	04.24		Aktualny prąd wzbudzenia	0.3 A
05.03	12.25	06.22			
08.15	12.26	00.00			
		00.00			

Rys.3 Ekran edycji parametrów

Innym również ważnym parametrem jest stopień wilgotności uzwojeń. Przed uruchomieniem silnika (zwłaszcza po dłuższym postoju) wymagane jest jego osuszenie. Funkcję tę również zapewnia system sterowania układem. Suszenia polega na włączeniu w obwód wirnika prądu stałego kilkakrotnie mniejszego niż znamionowy i pozostawienie silnika w takim stanie na kilka, kilkanaście godzin.

Jakiegokolwiek odstępstwo parametrów zadanych w systemie powoduje wyłączenie silnika z równoczesną rejestracją przyczyny wyłączenia. System posiada bufor 10-ciu ostatnich wyłączeń, którego zawartość udostępniana jest z poziomu operatora (poprzez panel operatorski) jak i administratora (system nadrzędny iFIX).



Rys.4 Młyny kulowe i klasyfikatory

W Zakładach Wzbogacania Rudy Polkowice i Rudna wdrożonych zostało łącznie kilkanaście układów sterowania młynami kulowymi.

Opracowany system monitorowania i sterowania został włączony do ogólnozakładowego systemu rozliczeń energii elektrycznej i stanowi zawansowane narzędzie efektywnie wykorzystywane w gospodarce energetycznej.

Firmy biorące udział w realizacji projektu:

**AmePlus Sp. z o.o.**  
44-100 Gliwice, ul. Wieczorka 33  
tel. (032) 231 85 30  
tel./fax (032) 231 82 92  
[www.ameplus.pl](http://www.ameplus.pl)

**Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe "Elektromontaż-Export" S.A.**  
00-896 Warszawa, ul. Ogródowa 28/30  
tel. (022) 620 30 25

**Zakłady Urządzeń Okrętowych "Famor" S.A.**  
85-048 Bydgoszcz, ul. Kaszubska 25  
tel. (052) 322 12 91  
tel./fax (052) 322 27 59