

dr inż. ARTUR KOZŁOWSKI
mgr inż. TOMASZ GĄSIOR
mgr inż. JERZY ZDRZĄLEK
Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Układ sterowania i monitorowania pracy przekształtnikowego napędu maszyny wyciągowej z silnikiem asynchronicznym

Control and monitoring system of the operation of converter drive of winding machine with asynchronous motor

W artykule przedstawiono przekształtnikowe układy sterowania napędów, opracowane w Instytucie EMAG, ich podstawowe parametry oraz możliwości zastosowań w instalacjach przemysłowych. Zaprezentowano zalety, a także możliwości sterowania mikroprocesorowego tych napędów w zastosowaniu do maszyn wyciągowych i przepływowych. Omówiono sposób rozwiązania problemów związanych z koniecznością precyzyjnej regulacji momentu przy bardzo małych prędkościach obrotowych przez zastosowanie regulatora adaptacyjnego oraz problemy hamowania dynamicznego przy prędkościach maksymalnych. W krótkim podsumowaniu przedstawiono zalety zastosowania napędu przekształtnikowego zarówno w aspekcie oszczędności energii, jak i uzyskiwanych parametrów pracy maszyny czy zmniejszenia oddziaływania na sieć zasilającą.

In this article converter control systems of drives are presented, developed in the EMAG Institute, as well as their basic technical specifications and applicability in industrial installations. The control system of the converter drive has been described and the advantages and possibilities of these drives being microprocessor controlled have been presented, when applied to winding machines, as well as to fluid-flow machine drives. The solution for the issue of constructing the system and specific aspects of its application to control the driving system of winding machine have been described. The way of solving problems regarding the necessity of regulating the moment with precision when the rotational speed is very low, using the adaptive control, has been discussed, as well as issue of dynamic braking with maximum speeds. In a brief summary the advantages of the application of converter drive have been presented, regarding both energy saving and obtained parameters of machine operation or reducing the effect on power supply network.

1. WPROWADZENIE

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG zajmuje się problematyką regulacji napędów elektrycznych dużej mocy od kilkudziesięciu lat. Pierwsze prace

1. INTRODUCTION

Instytut Technik Innowacyjnych EMAG (The Institute of Innovative Technologies EMAG Katowice) has been tackling the issue of controlling high power

dotyczyły przekształtnikowych napędów prądu przemiennego z silnikami asynchronicznymi pierścieniowymi na napięcie 6 kV. Były to napędy maszyn przepływowych – w szczególności wentylatorów głównego przewietrzania o mocach do 2500 kW oraz pomocniczych maszyn wyciągowych o mocach do 1000 kW. W późniejszym okresie rozpoczęto prace konstrukcyjne nad przekształtnikiem do napędów prądu stałego głównych maszyn wyciągowych o mocach do 2 x 2400 kW na napięciu 650 i 800 V. Prace projektowe obejmowały zarówno część silnoprządową napędu przekształtnikowego, jak i układy sterowania.

W artykule przedstawiono ogólne założenia najnowszej generacji układów sterowania napędów przekształtnikowych zarówno prądu stałego, jak i prądu przemiennego, przeznaczonych do maszyn wyciągowych i maszyn przepływowych. W dalszej części został zaprezentowany układ sterowania napędu z silnikiem asynchronicznym pomocniczej maszyny wyciągowej, zastosowany w jednej z kopalń węgla kamiennego (rys. 1).

electrical drives for tens of years. The early works involved alternating current converter drives with asynchronous slip-ring motors of 6 kV voltage. Those were fluid-flow machine drives – in particular the drives of main ventilation fans with power up to 2500 kW and auxiliary winding machines with power up to 1000 kW. Later, the construction work started on converter for direct current drives, for main winding machines with power up to 2 x 2400 kW, 650 V and 800 V voltage. The design works included both the high current part of the converter drive and the control systems.

In the article the main concepts of the latest generation of converter drives control systems have been presented, regarding both direct and alternating current, intended for winding and fluid-flow machines. In the next part the drive control system with asynchronous motor has been presented, applied to an auxiliary winding machines, used in one of the hard coal mines. (Fig. 1).



Rys. 1. Widok szaf sterowniczych układu sterowania maszyny wyciągowej [1]
Fig. 1. Control system of the winding machine [1]

2. UKŁAD STEROWANIA NAPĘDU PRZEKSZTAŁNIKOWEGO

Układy sterowania, kontroli i monitorowania pracy napędów przekształtnikowych mają istotne znaczenie w procesach technologicznych – głównych i wspierających – realizowanych w przemyśle wydobywczym. Są stosowane m.in. w maszynach wyciągowych, wentylatorach głównego przewietrzania, sprężarkach itp. Zastosowanie napędów przekształtnikowych w tego typu układach umożliwia ekonomiczną regulację prędkości obrotowej (bez strat regulacyjnych), zapewniając wymierne korzyści ekonomiczne. Układ sterowania, kontroli i monitorowania pracy napędów przekształtnikowych pełni w takich aplikacjach zasadniczą rolę i przeznaczony jest do układów napędowych z silnikami asynchronicznymi pierścieniowymi na napięcie 6 kV. Są to regulowane napędy, umożliwiające bezstratną regulację – w odróżnieniu od stosowanej tradycyjnie rezystorowej regulacji prędkości obrotowej w asynchronicznych maszynach wyciągowych czy dławienia w wentylatorach.

Sterowanie w tych napędach oparte jest na rozwiązaniach sprzed kilkunastu (bądź nawet kilkudziesięciu) lat. Rozwój układów mikroprocesorowych pozwala zastosować w obwodach sterowania sterowniki mikroprocesorowe, realizujące funkcje sterowania tyrystorów oraz regulacji i sterowania zarówno przekształtnika tyrystorowego, jak i całego układu napędowego.

Prezentowany układ sterowania przekształtnikowych napędów maszyn wyciągowych w części sterowania samego napędu przeznaczony jest w ogólności do napędów przekształtnikowych, niezależnie od napędzanej maszyny, czyli zarówno do asynchronicznych napędów maszyn wyciągowych, jak i innych napędów, zwłaszcza maszyn przepływowych – wentylatorów, pomp, sprężarek, a również do przekształtnikowych napędów prądu stałego.

Układ wyposażony w sterowniki mikroprocesorowe, spełniający dyrektywy EMC i LVD, realizuje funkcje sterowania i regulacji przekształtnika tyrystorowego i całego układu napędowego. Sterowniki generują impulsy fazowego sterowania tyrystorów przekształtnika, realizują funkcje regulatorów prądu i prędkości oraz sprawdzają prawidłowe przygotowanie urządzeń przekształtnikowych i całego układu napędowego przed załączeniem do pracy.

Możliwość ich stosowania zarówno w napędach prądu stałego, jak również w napędach z silnikiem indukcyjnym wynika z tego, iż w jednym i drugim przypadku w układzie napędowym stosowane są standardowe, trójfazowe przekształtniki tyrystorowe z komutacją sieciową.

W napędach prądu stałego silnik zasilany z przekształtnika tworzy obwód główny, przy czym w naj-

2. CONTROL SYSTEM OF THE CONVERTER DRIVE

Control and monitoring systems of converter drives are of great significance to technological processes – both main and auxiliary ones – which take place in the extractive industries. They are used in winding machines, main ventilating fans, compressors, etc., among others. Using converter drives in such systems enables inexpensive regulation of rotational speed (without any losses related with control), resulting in measurable economic benefits. Control, regulation and monitoring system of the operation of converter drives plays a vital role in this type of applications, and it is intended for drive systems with asynchronous slip-ring motors of 6 kV voltage. Those are regulated drives, enabling lossless control, in contrast to the traditional, resistor control of rotational speed in asynchronous winding machines or to throttle regulation in ventilating fans.

The control used in these drives is based on concepts from a dozen or more years ago. Development of microprocessor chips makes it possible to use microprocessor controls in control circuits performing control function for the thyristors, as well as regulating and controlling both thyristor converter and the whole drive system.

The control system of converter drive of winding machines, which is presented herein, has been designed in general for converter drives, regardless of the particular machine being driven. In other words, it has been designed both for asynchronous winding machine drives and other types of drives, in particular fluid-flow machine drives – ventilating fans, pumps, compressors, as well as for direct current converter drives.

The system is provided with microprocessor controls, compliant with EMC and LVD directives. It performs control and regulation functions for the thyristor converter and for the whole drive system. The controllers generate phase control impulses to control thyristors of the converter, regulate current and speed, and check whether converter devices have been prepared properly before turning them on for work.

The possibility of application both in direct current drives and drives with an induction motor arises from using standard thyristor converters in both cases, three-phase and with network commutation.

In direct current drives, the motor, supplied with power by the converter, creates the main circuit, and in the simplest case, it is made of single six-pulse converter controlling one motor. However, the system

prostszym przypadku stanowi go jeden przekształtnik sześciopulsowy sterujący jednym silnikiem. Układ może jednak być bardziej rozbudowany przez zastosowanie dwóch przekształtników połączonych szeregowo, tworzących układ dwunastopulsowy dla jednego silnika, i dalej – na skutek użycia dwóch przekształtników połączonych naprzemiennie szeregowo z dwoma silnikami prądu stałego, tworząc tzw. układ Punga. Tego typu układy napędowe przeznaczone są do maszyn wyciągowych głównych wyciągów szybowych (wydobyczych).

Inną strukturę posiadają układy napędowe z silnikami indukcyjnymi, w których przekształtnikowy układ regulacji włączony jest w obwód wirnika silnika. Ten sposób regulacji stosowany jest w istniejących napędach na napięciu 6 kV pomocniczych maszyn wyciągowych o mocach do 1000 kW oraz w istniejących napędach dużych maszyn przepływowych, takich jak wentylatory, pompy czy sprężarki. Silnik w tym układzie zasilany jest bezpośrednio z sieci 6 kV, zaś układ przekształtnikowy, zasilany przez transformator przekształtnikowy, włączony jest w obwód wirnika. Również i w tym przypadku można stosować jeden bądź dwa połączone szeregowo przekształtniki, tworzące układ dwunastopulsowy. Układ dwóch szeregowo połączonych przekształtników jest też korzystny m. in. ze względu na możliwość ograniczenia mocy biernej.

Układ sterowania we wszystkich opisanych wyżej aplikacjach realizuje te same funkcje sterowania tyrystorów i regulacji, a jedyne różnice wynikają z różnych wymaganych zakresów regulacji. W przypadku maszyn wyciągowych wymagany jest pełny zakres regulacji prędkości (od 0 do 100%) w obydwu kierunkach, zaś przy maszynach przepływowych regulacja prędkości jest jednokierunkowa i ograniczona najczęściej do zakresu $\sim 50\div 100\%$. Istotnym szczegółem jest również zapewnienie możliwości hamowania w układach napędowych maszyn wyciągowych, co nie jest wymagane w pozostałych napędach.

3. FUNKCJE REALIZOWANE PRZEZ UKŁAD STEROWANIA NAPĘDÓW PRZEKSZTAŁTNIKOWYCH

Do podstawowych funkcji układu sterowania przekształtników stosowanych w układach napędowych należą generowanie impulsów sterowania tyrystorów oraz realizacja regulatorów prądu i prędkości. Program sterujący pracą przekształtnika korzysta z programowej realizacji procedur regulatorów, opracowanych dla potrzeb sterowania przekształtników prądu stałego. Jednym z podstawowych modułów

can be further extended by the application of two converters connected in series, making twelve-pulse system for one motor and still further, two converters connected alternating in series, with two direct current motors, creating the so-called Pung system. This kind of drive systems is intended for haulage machines of the main shafts (coal pit ones).

The structure of drive systems with inductive motors is different. In this kind of drive systems, converter regulating system is embedded in the circuit of the engine rotor. This way of regulation is used in existing drives of 6 kV voltage of the auxiliary winding machines, with power up to 1000 kW and in existing drives of big fluid-flow engines, such as fans, pumps or compressors. In this type of system, the motor is supplied with power directly from a network, provided with 6 kV, and the converter system is supplied with power by a converter transformer, embedded in the rotator circuit. However, in this case, one or two converters connected in series can also be used, which create a twelve-pulse system. System of two converters connected in series can always be useful, due to the possibility of reducing the passive power, among other reasons.

The control system performs the same functions in all above applications – it controls thyristors and regulates the system, and the only differences stem from the differences in the range of control required. In case of winding machines, full range of speed regulation is required (from 0 to 100%) in both directions, and in case of fluid-flow machines, speed regulation can be performed only one-way and it is most often limited to the range of $\sim 50\div 100\%$. The necessity to ensure the possibility of braking in the drive systems of winding machines is a significant detail, as it is not required in the other types of drives.

3. FUNCTIONS PERFORMED BY THE CONTROL SYSTEM OF CONVERTER DRIVES

Main functions of the control system of converters used in drive sets are generating control impulses of the thyristors and regulating current and velocity. The software controlling operations of the converter uses planned implementation of procedures of controllers, developed to control direct current converter. Control module of the thyristors is one of the crucial modules in the software which controls the operation of the converter. Performing this task is not so difficult in case of microprocessor controller, however its

w programie sterującym pracą przekształtnika jest moduł sterowania tyrystorów. Realizacja tego zadania w sterowniku mikroprocesorowym nie stanowi większej trudności, jednak w jej algorytmie należy uwzględnić pewne wymagania normy PN-EN 61800-3 [2] w zakresie odporności na zaburzenia niskiej częstotliwości. Jednym z istotnych wymogów tam zawartych jest zapewnienie odporności na wahania częstotliwości w zakresie dopuszczalnym przez normę ($\pm 1\%$), przy uwzględnieniu szybkości tych zmian.

Poza trybem pracy podstawowej, dla sprawdzenia i ułatwienia diagnostyki układu sterowania napędu, układ posiada dodatkowe tryby serwisowe. Jednym z nich jest tryb kontroli prądowej, który umożliwia przeprowadzenie kompleksowej kontroli obciążeniowej przekształtnika przez wymuszenie przepływu pełnego prądu w przekształtniku.

Wyposażenie układu sterowania w graficzny pulpit operatorski, przełączany automatycznie w zależności od stanu napędu tak, aby pokazywał najistotniejsze w danym momencie informacje, zapewnia łatwą i przyjazną komunikację z obsługą. Odpowiednie komunikaty wyświetlane na pulpicie przekazują najważniejsze informacje dotyczące stanu napędu, układu sterowania, układu zasilania, pracy napędu bądź stanów awaryjnych, w tym historii awaryjnych wyłączeń. Standardowo sterownik umożliwia wymianę danych poprzez magistralę CAN lub RS485 z protokołem MODBUS (opcjonalnie MODBUS TCP), co pozwala na komunikację z nadrzędnym układem sterowania (np. regulatorem jazdy) lub systemem wizualizacji.

4. UKŁAD STEROWANIA WDROŻONY W NAPĘDZIE MASZYNY WYCIĄGOWEJ

W układzie sterowania maszyny wyciągowej zostały zastosowane dwa sterowniki mikroprocesorowe – sterownik programowalny Modicon M340 (jako sterownik napędu) oraz opracowany w Instytucie EMAG sterownik mikroprocesorowy przekształtnika tyrystorowego MISTER.

Sterownik przekształtnika, w którym realizowane są pętle regulacji prądu i prędkości oraz sterowania tyrystorów, jest podzielony na dwa niezależne bloki sprzętowe: blok sterujący przekształtnika głównego oraz blok sterujący wzbudzeniem silnika napędowego podczas hamowania dynamicznego. Schemat strukturalny obwodów regulacji jest pokazany na rys. 2. Cechą napędu przekształtnikowego maszyny wyciągowej, w odróżnieniu od napędów maszyn przepływowych, jest pełny zakres regulacji ($0 \div 100\%$), przy czym istotne jest zapewnienie możliwości jazdy z małą prędkością (poniżej 1 m/s) przy

algorithm has to comply with some PN-EN 61800-3 [1] standard requirements on resistance to low frequency distortions. One of the important requirements therein is the one of providing resistance to frequency fluctuations within the range acceptable according to the standard ($\pm 1\%$), taking into account the rate of these changes.

Apart from the normal operating mode, designed to check and simplify testing the drive control system, the system is equipped with additional service modes. One of them is the mode of current control, which enables performing comprehensive load control of the converter by enforcing full current flow in the converter.

Equipping the control system with pictorial operating board, switched automatically according to condition of the drive, so as to show currently most important information, ensures easy and user-friendly way of communicating with the service crew. Relevant communicates are displayed on the board, presenting the most important information on the condition of drive, control system, power supply system, operation of the drive or states of emergency, including the record of emergency shutdowns. As a default, controls enable data interchange via CAN bus or RS485 with the MODBUS protocol (MODBUS TCP as an option), which enables communication with master control system (e.g. speed controller) or visualisation system.

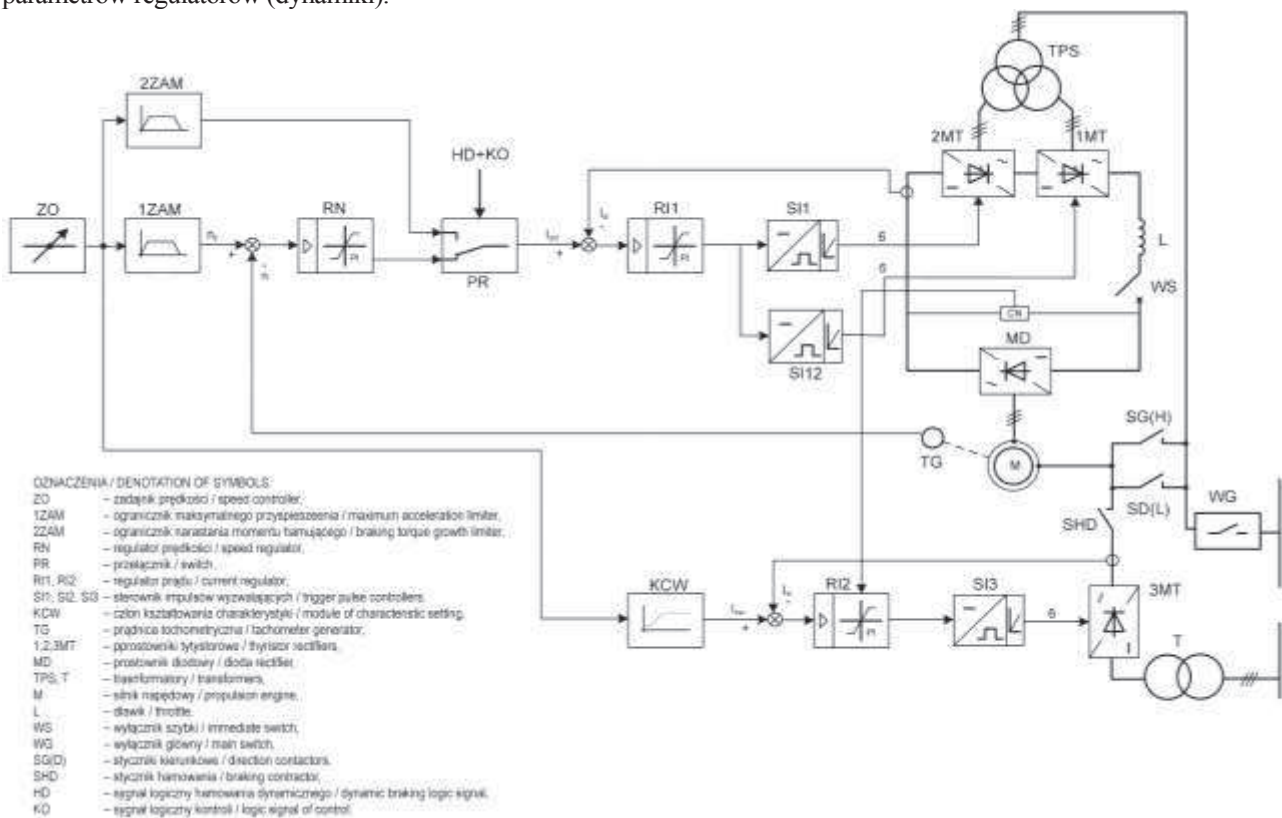
4. CONTROL SYSTEM INTRODUCES IN WINDING MACHINE DRIVE

Two microprocessor controllers have been implemented in the control system of the winding machine – Modicon M340 programmable controller as controller of the drive and microprocessor controller of the MISTER thyristor converter developed in the EMAG Institute.

Controller of the converter which creates current and speed control loop, and also controls loops of controls of the thyristors, is divided into two independent sets of devices: the control block of the main converter and block controlling the excitation of propulsion engine during the dynamic braking. The structure chart of control circuits is presented in Fig. 2. What is the characteristic feature of the converter drive of the winding machine against fluid-flow machine drives is a full range of regulation ($0 \div 100\%$), and ensuring the possibility of moving with a small speed (below 1 m/s) with minimum load is crucial here. At the same time, when the machine “starts”

minimalnym obciążeniu. Równocześnie w momencie „ruszania” maszyny z dużym obciążeniem konieczne jest zapewnienie odpowiednio dużego momentu elektromagnetycznego napędu w celu zapobieżenia niebezpieczeństwu tzw. „uciekania maszyny” (cofania się). Są to wymagania wzajemnie „sprzeczne”, wymagające kompromisowych ustawień napędu. Zastosowanie mikroprocesorowego układu sterowania daje w tym przypadku wiele możliwości nie do przecenienia w zakresie precyzyjnego ustawienia maksymalnych kątów wysterowania falownikowego przekształtników, decydujących o prędkości minimalnej, o prądzie (momencie obrotowym) w chwili włączenia maszyny, możliwości kształtowania charakterystyk zadawania prędkości (szerokość początkowej strefy martwej, różnego nachylenia na poszczególnych odcinkach charakterystyki) czy możliwości przełączania regulatora pomiędzy P i PI oraz precyzyjnego ustawiania parametrów regulatorów (dynamiki).

with a big load, it is necessary to ensure that the electromagnetic momentum is big enough to avoid the risk of so-called “machine escaping” (rewinding). The above requirements “contradict” each other, so some compromise settings of the drive are needed. The application of microprocessor control system offers in this case a multitude of possibilities that cannot be overestimated, regarding precise setting of maximum angle of firing of the converters, on which the minimum speed depends, as well as in case of current (torque) upon turning on the machine, possibility of adjusting the parameters of setting the speed (the width of initial dead area, different angles of slopes on different sections of the characteristic) or the possibility to switch the regulator between P and PI and setting precisely the parameters of the regulators (dynamics).



Rys. 2. Diagram sterowania maszyny wyciągowej [1]
Fig. 2. Control diagram of the winding machine [1]

Jedną ze specyficznych procedur realizowanych w układach sterowania przekształtnikowych napędów maszyn wyciągowych jest zabezpieczenie wykrywające pojawienie się składowej o częstotliwości 50 Hz w przebiegu prądu stałego (lub w napięciu). Jest to jeden z wymogów stawianych układom sterowania napędów przekształtnikowych. Składowa taka pojawia się w przypadku braku impulsu wyzwalającego któregoś z tyrystorów bądź uszkodzenia jednego z tyrystorów. Stwierdzenie wystąpienia tej składowej, która jest

One of the specific procedures performed in the control systems of converter drives of winding machines is a protection that detects components appearing at the moment, with a frequency of 50 Hz, in the flow of direct current (or in voltage). This is one of the requirements imposed on the control systems of converter drives. This components appears in case when the trigger pulse of one of the thyristors is missing or one of the thyristors is broken. Detecting such a component, which is calculated by running the

wyznaczana poprzez realizację algorytmu odpowiedniego filtra cyfrowego pasmowego o częstotliwości środkowej 50 Hz [3], powoduje zadziałanie tego zabezpieczenia.

Innym specyficznym zagadnieniem występującym w napędach maszyn wyciągowych jest konieczność zapewnienia możliwości hamowania. W maszynach z napędem asynchronicznym jest to hamowanie dynamiczne, polegające na wytworzeniu przez uzwojenie stojana nieruchomego pola magnetycznego (wzbudzenie stojana prądem stałym), indukującego w obracającym się wirniku napięcie powodujące przepływ prądu przez uzwojenie wirnika. Ze względu na to, że przepływający przez uzwojenie wirnika prąd wytwarza strumień przeciwny, osłabiając pole wytwarzane przez stojan (odpowiednik „oddziaływania twornika”), konieczne jest forsowanie prądu wzbudzenia w funkcji zadanego momentu hamowania. Dla zapewnienia możliwości precyzyjnego zadawania małych momentów hamowania początkowy prąd wzbudzenia jest również mały. Za kształtowanie prądu wzbudzenia silnika podczas hamowania jest odpowiedzialny moduł sterujący wzbudzeniem. Jednak możliwość forsowania prądu wzbudzenia stwarza niebezpieczeństwo przekroczenia, przy maksymalnej prędkości, dopuszczalnej wartości napięcia wirnika, powyżej maksymalnego napięcia falownikowego przekształtnika, co może powodować przetężenie prądu w obwodzie pośrednim w momencie włączenia hamowania. W celu ochrony przed tym niebezpieczeństwem do regulatora prądu wzbudzenia został dodatkowo wprowadzony sygnał wyprostowanego napięcia wirnika z przetwornika CN (rys. 2) do kontroli maksymalnej wartości tego napięcia. W czasie pracy silnikowej blok programu odpowiedzialny za sterowanie prądem wzbudzenia jest unieruchomiony.

Na zastosowanym w układzie sterowania napędu maszyny wyciągowej pulpicie operatorskim, poza najistotniejszymi w danym momencie informacjami dotyczącymi stanu pracy napędu, dodatkowo wyświetlany jest na bieżąco diagram jazdy maszyny (rys. 3).

algorithm of a suitable digital pass filter with a centre frequency of 50 Hz [2], results in this protection starting to work.

Another specific issue present in the drives of winding machines is the necessity to ensure the possibility of braking. In case of machines with asynchronous drive it is dynamic braking, which means in fact creating a static magnetic field by winding of the stator (excitation of the stator with direct current), inducing voltage in moving rotor, resulting in current flowing through the winding of the stator. Because the current flowing through the stator winding creates the opposite flow, weakening the field created by the stator (counterpart of “armature reaction”), it is necessary to push the current through in the function of the braking torque, that has been set before. In order to ensure the possibility of setting small braking torques with precision, excitation current is also weak. The module which controls the excitation is responsible for creating the proper form of the current of motor excitation. However, the possibility of pushing the current of excitation through creates a risk of overrunning the acceptable rotor voltage value, when the speed is maximal, above the maximum inverter voltage, which can result in current overload in intermediate circuit upon turning on the braking. In order to avoid this risk, the signal of straightened voltage of the rotor from CN converter has been also implemented (Fig. 2) for the maximum control of the level of this voltage. During the motor action, the block of the program responsible for controlling the excitation current is stopped.

On the control board, used in the control system of the drive of the machine, apart from the key information at the moment, regarding the current state of the operation of the drive, the diagram of the movement of the machine is also displayed regularly (Fig.3).



Rys. 3. Pulpit układu sterowania maszyny wyciągowej [1]
Fig. 3. Control board of the control system of the winding machine [1]

5. PODSUMOWANIE

Prezentowane rozwiązanie zapewnia przede wszystkim wysoką precyzję regulacji. Nie bez znaczenia jest również wprowadzenie szeregu dodatkowych funkcji umożliwiających obsługę, w tym służbom serwisowym, szybkie zdiagnozowanie przyczyn usterek (stanów awaryjnych) układu napędowego.

Wartość użytkowa rozwiązania została potwierdzona przez opinie użytkowników, jak również potencjalnych zainteresowanych oraz poprzez spełnienie wymagań dyrektyw UE (m.in. LVD czy EMC).

Zastosowanie podzespołów wysokiej jakości przyczynia się do osiągnięcia podwyższonych parametrów technicznych, a również zapewnia efekty ekologiczne – takie jak ograniczenie hałasu czy zmniejszenie zawartości harmonicznnych niecharakterystycznych w prądzie obciążenia. Opisany wyżej układ jest przeznaczony do modernizacji istniejących napędów maszyn wyciągowych, a także wentylatorów, pomp, sprężarek. Jego podstawowe zalety wynikają z zastosowania sterowników mikroprocesorowych oraz procesorów sygnałowych. Wykorzystanie graficznego pulpitu operatorskiego daje obsługę pełną informację o stanie pracy napędu i jego sprawności, a także umożliwia wprowadzanie nastaw regulatorów, precyzyjne kształtowanie charakterystyk oraz dostęp do historii zdarzeń i awarii.

Identyfikacja przyczyn awarii pozwala na skrócenie czasów postoju, a pełna informacja o stanie napędu zapewnia podniesienie komfortu jego obsługi. Układ stwarza również możliwości zastosowania innych nowoczesnych rozwiązań. Dla użytkowników szczególnie istotna jest uniwersalność prezentowanego rozwiązania, ponieważ można je zastosować zarówno w nowych, jak i w modernizowanych instalacjach (co przyczynia się do znacznego obniżenia kosztów inwestycji).

Literatura

1. *Opracowanie Zespołu Sterowania US/M dla maszyn wyciągowych kopalń głębinowych*, Dokumentacja Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice, 2010, niepublikowana.
2. PN-EN 61800-3. *Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości – Cz. 3: Wymagania dotyczące EMC i specjalne metody badań*.
3. Smith S.W.: *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*, Analog Devices 1998.

Artykuł został zrecenzowany przez dwóch niezależnych recenzentów.

5. SUMMARY

The solution described herein provides high precision of control above all. Introducing a couple of extra functions enabling the service crew, and maintaining services, to find quickly the reasons of defects (states of emergency) of the control system, is also important.

The use value of the solution has been proved by the opinions of users, as well as of those potentially interested in using the machine, and by compliance with UE directives (LVD or EMC among others).

Application of high quality components results in reaching higher technical parameters, while providing with some ecological effects – such as reducing the noise or the amount of harmonic distortions, nonspecific in the current of load. The system described above is intended for modernization of the existing drives of winding machines, as well as ventilating fans, pumps and compressors. Its main strengths stem from introducing microprocessor controllers and signal processors. Using graphical control board provides the operating crew with the full information on the condition of drive operation and its performance and enables them to adjust the regulators, shape characteristics with precision and gives them the access to the record of breakdowns and other important events.

Identification of the reasons of breakdowns makes it possible to shorten the duration of stoppage, and full information on the condition of drive makes controlling it more comfortable. The system makes it also possible to introduce other modern solutions. What is of particular significance for the users is the versatility of the solution presented herein, because it can be applied both to new installations and installations undergoing modernization (which makes it possible to reduce the investment costs significantly).

References

1. *Opracowanie Zespołu Sterowania US/M dla maszyn wyciągowych kopalń głębinowych*, Dokumentacja Instytutu Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice, 2010, niepublikowana.
2. PN-EN 61800-3. *Elektryczne układy napędowe mocy o regulowanej prędkości – Cz. 3: Wymagania dotyczące EMC i specjalne metody badań*.
3. Smith S.W.: *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing*, Analog Devices 1998.

The article was reviewed by two independent reviewers.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА РАБОТЫ ПРИВОДА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

В статье освещены системы управления приводами с преобразователями, разработанные в Институте EMAG, их основные параметры и возможности применения в промышленных установках. Представлена система управления приводом с преобразователем, а также преимущества и возможности микропроцессорного управления, применимые как к приводам подъемных, так и турбомашин. Показано решение системы и конкретные аспекты его применения для управления системой привода подъемной машины. Рассмотрен способ решения проблем, связанных с необходимостью точного регулирования крутящего момента при очень низких оборотах, с помощью адаптивного регулятора, а также проблем динамического торможения на максимальных оборотах. В коротком резюме представлены преимущества применения привода с преобразователем, как с точки зрения экономии энергии, так и рабочих характеристик машины или снижения влияния на питающую сеть.