

mgr inż. KRZYSZTOF GRALEWSKI
EMAG SERWIS
mgr inż. PIOTR DZIERŻAK
mgr inż. DAMIAN NOWAK
Instytut Technik Innowacyjnych EMAG

Typoszereg czujników do monitorowania parametrów fizykochemicznych atmosfery kopalnianej wyposażonych w cyfrowy interfejs komunikacyjny

Sensors for monitoring physical and chemical parameters of mine atmosphere equipped with a digital communication interface

W artykule omówiono typoszereg czujników przeznaczonych do pomiarów fizykochemicznych parametrów atmosfery kopalnianej, przeznaczonych do współpracy z systemem SMP-NT/A. Opisano cechy funkcjonalne czujników ze szczególnym uwzględnieniem ich modułowej budowy i nowatorskich konstrukcji komór pomiarowych. Wskazano na możliwość kontroli kilku parametrów jednocześnie oraz możliwość rozszerzenia typoszeregu o czujniki do pomiaru stężenia innych gazów.

The article presents a series of types of sensors for measuring physical and chemical parameters of mine atmosphere, designed to co-operate with the SMP-NT/A system. The functional features of the sensors were described, with the focus on their modular structure and state-of-the-art structure of measuring chambers. The possibility to monitor several parameters at a time was pointed out, along with the possibility to extend this sensor family by devices for measuring the concentration of other gases.

1. WSTĘP

Wynikiem realizacji projektu celowego ROW-II-240/270, którego zleceniodawcą była firma EMAG SERWIS a wykonawcą Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, jest typoszereg czujników do pomiarów parametrów fizykochemicznych atmosfery, wyposażonych w cyfrowy interfejs komunikacyjny.

Opracowana rodzina czujników, pod wspólnym oznaczeniem Dxx, składa się z siedmiu typów czujników. W jej skład wchodzi:

- czujnik DCH przeznaczony do pomiaru stężenia metanu,

1. INTRODUCTION

The ROW-II-240/270 specific-targeted project, carried out by the Institute of Innovative Technologies EMAG for the EMAG-SERWIS company, resulted in the development of a series of types of sensors for measuring physical and chemical parameters of atmosphere, equipped with a digital communication interface.

The developed family of sensors, marked Dxx, consists of seven types of sensors:

- DCH sensor for measuring the concentration of methane,

- czujnik DCH IR przeznaczony również do pomiaru stężenia metanu, lecz wyposażony w przetwornik pomiarowy działający na zasadzie pochłaniania w podczerwieni,
- czujnik DCD przeznaczony do pomiaru stężenia dwutlenku węgla,
- czujnik DCO przeznaczony do pomiaru stężenia tlenu węgla,
- czujnik DOX przeznaczony do pomiaru stężenia tlenu,
- czujnik DHT przeznaczony do pomiaru wilgotności, temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego,
- czujnik DRC przeznaczony do pomiaru różnicy ciśnień.

2. TYPOSZEREG CZUJNIKÓW DO POMIARÓW PARAMETRÓW ATMOSFERY KOPALNIANEJ

Zasadniczym celem opracowania nowego typoszeru czujników była poprawa parametrów metrologicznych oraz zwiększenie możliwości funkcjonalnych w porównaniu z dotychczas stosowanymi rozwiązaniami. Istotne było również rozszerzenie gamy oferowanych czujników o nieprodukowane dotychczas czujniki dwutlenku węgla oraz metanu wykorzystujące przetworniki pomiarowe pracujące na zasadzie pochłaniania w podczerwieni. Wszystkie czujniki rodziny Dxx przeznaczone są do bezpośredniej współpracy z systemem telemetrycznym typu SMP-NT/A (Rys.1) eksploatowanym w wielu kopalniach w Polsce i za granicą.

Czujniki zasilane są zdalnie z zasilaczy liniowych typu ZL montowanych w kasetach MZT-10/60M. Przystosowane są również do cyfrowej transmisji danych w standardzie stosowanym w tym systemie, przy czym zasilanie i transmisja danych – tak jak w innych urządzeniach współpracujących z systemem SMP – odbywają się po tej samej parze przewodów. Zastosowanie cyfrowej transmisji danych w istotny sposób zwiększyło odporność na ewentualne przekłamanie, wynikające ze złego stanu linii transmisyjnych. Istotną cechą odróżniającą czujniki rodziny Dxx od dotychczas stosowanych jest możliwość pracy więcej niż jednego czujnika na jednej parze przewodów. W zależności od typu, istnieje możliwość przyłączenia do czterech czujników do jednej linii transmisyjno-zasilającej. Pozwala to na znaczące oszczędności sieci kablowej. Liczba czujników, które mogą być przyłączone do jednej linii jest limitowana zapotrzebowaniem energetycznym poszczególnych przetwor-

- DCH IR sensor also for measuring the concentration of methane but equipped with a measuring converter based on infrared absorption,
- DCD sensor for measuring the concentration of carbon dioxide,
- DCO sensor for measuring the concentration of carbon monoxide,
- DOX sensor for measuring the concentration of oxygen,
- DHT sensor for measuring humidity, air temperature and air pressure,
- DRC sensor for measuring pressure differences.

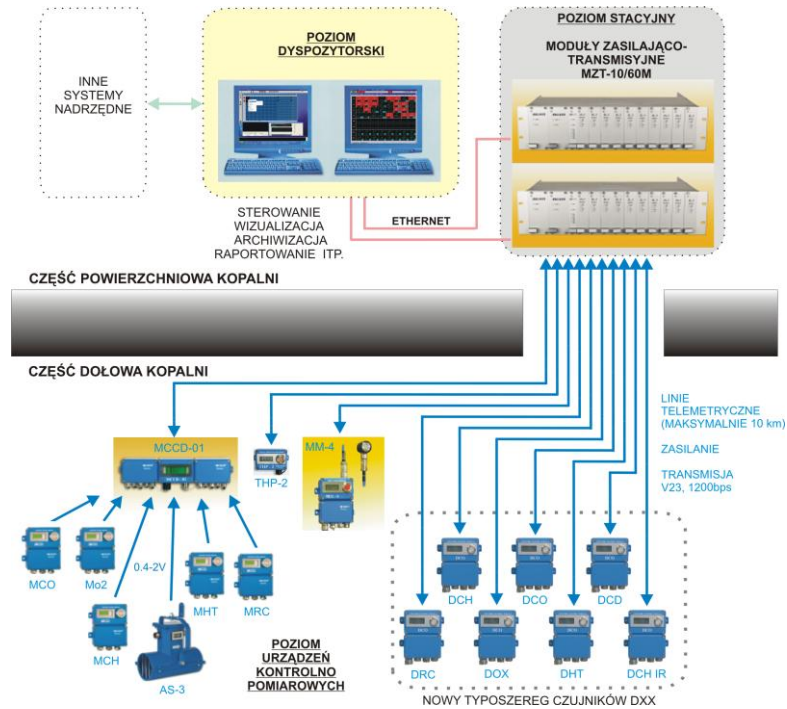
2. SERIES OF TYPES OF SENSORS FOR MEASURING MINE ATMOSPHERE PARAMETERS

The basic objective for developing a new series of types of sensors was to improve their metrological parameters and increase functional capacities with respect to the solutions used so far. It was also important to extend the range of offered sensors by carbon dioxide and methane sensors, not manufactured so far, which make use of measuring converters based on infrared absorption. All sensors of the Dxx family can co-operate directly with the SMP-NT/A telemetric system (Fig. 1) used in many coal mines in Poland and abroad.

The sensors are supplied in a remote manner from ZL line power supply devices installed in MZT-10/60M cassettes. Additionally, the sensors are adapted to digital data transmission in the standard used in the system, yet both power supply and data transmission are executed along the same pair of cables, just as it happens in other devices co-operating with the SMP system. The use of digital data transmission significantly improves the resistance to possible distortions resulting from bad condition of transmission lines. An important feature distinguishing the Dxx sensors from those used up until now is the possibility to have more than one sensors working on one pair of cables. Depending on the type, it is possible to connect up to four sensors to one transmission and power-supply line. This allows to have significant savings within the cable network. The number of sensors which can be connected into a single line is limited with respect to the energy needs

ników pomiarowych. Konstrukcja układu elektronicznego pozwala także na wykorzystanie rezerwy energetycznych, które powstają, gdy używane linie transmisyjno-zasilające są krótsze niż 10 km – np. skrócenie linii do 8 km pozwala na przyłączenie dodatkowego czujnika tlenu, tlenku węgla lub różnicy ciśnień.

of particular measuring converters. The structure of the electronic system allows to use spare energy which is produced when the used transmission and power-supply lines are shorter than 10 km. For example, shortening a line to 8 km allows to connect an extra oxygen sensor, carbon monoxide sensor or pressure-difference sensor.



Rys. 1. Schemat poglądowy systemu telemetrycznego SMP-NT/A, poszerzonego o nowy typoszereg czujników dołowych typu Dxx

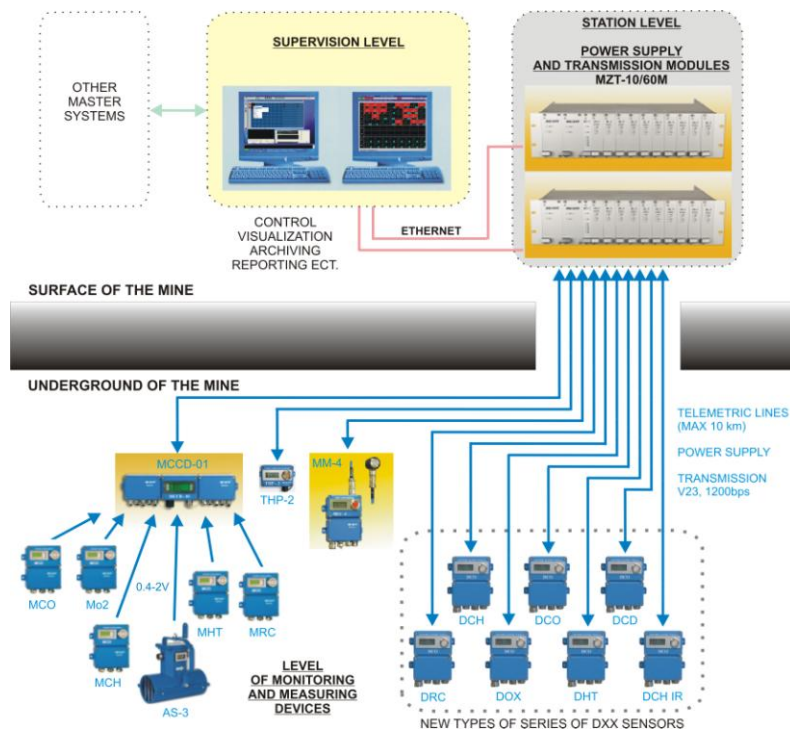


Fig.1. Diagram of the SMP-NT/A telemetric system with new Dxx sensors



Rys.2. Typoszereg czujników Dxx – wykonanie podstawowe
 Fig. 2. Series of types of Dxx sensors – basic version

Wszystkie czynności konfiguracyjne dla danego czujnika z rodziny Dxx, jak np. ustalanie wartości progów alarmowych, ustalanie wyłączeń automatycznych, konfigurowanie wejść dwustanowych itp. realizowane są z poziomu stanowiska dyspozytora systemu monitorowania.

Wszystkie czujniki wyposażone są w lokalny wyświetlacz umożliwiający odczyt bieżących wyników pomiarów oraz dodatkowych informacji o stanie czujnika. Wszystkie też wyposażone zostały w dwa wyjścia oraz dwa wejścia dwustanowe. Stan wyjść dwustanowych może być zmieniany po wykryciu przez czujnik przekroczenia ustawionego progu lub na polecenie ze stacji powierzchniowej. Stany wejść dwustanowych są transmitowane do stacji powierzchniowej. Mogą być także użyte do bezpośredniego sterowania wyjściami dwustanowymi.

Podstawowym celem, jaki sformułowano przy opracowywaniu poszczególnych czujników, była jak najdalej idąca unifikacja stosowanych rozwiązań, zarówno mechanicznych jak i elektronicznych. Miało to uprościć proces produkcji, uruchamiania, testowania oraz serwisu urządzeń i, w efekcie, doprowadzić do obniżenia kosztów zarówno wytwarzania jak i serwisu. Wszystkie czujniki zbudowano z wykorzystaniem standardowej obudowy typu OB-1, odlewanej ze stopu cynku i aluminium. Obudowa ta była stosowana w większości wcześniejszych rozwiązań czujników produkcji EMAG, a zebrane doświadczenia eksploatacyjne potwierdziły jej odporność na narażenia mechaniczne. Wyposażone w tę obudowę czujniki metanu stosowane były między innymi w KWK Śląsk, w ścianie, w której doszło do wybuchu metanu.

Badania wykazały, że na ok. 20 czujników zainstalowa-

All configuration operations for a given Dxx sensor, such as determining the values of alarm thresholds, automatic switch-offs, configuration of bi-stable inputs, etc. are carried out from the supervision level of the monitoring system.

All sensors have displays which enable the user to read current measurement results and other information about the sensor condition. Additionally, all sensors were given two bi-stable inputs and two bi-stable outputs. The status of bi-stable outputs can be changed after the sensor detects an exceeded threshold value, or following the order from the surface station. The statuses of bi-stable inputs are transmitted to the surface station. They can also be used for direct control of the bi-stable outputs.

The basic objective formulated while developing particular sensors was a far-reaching unification of the used solutions, both mechanical and electronic ones. This was to simplify the processes of production, start-up, testing and maintenance and, as a result, lower the costs of both production and maintenance. All sensors were made with the use of standard OB-1 cases from a zinc-aluminium alloy. Such cases were used in the majority of EMAG's earlier sensor solutions and the gathered experience shows their resistance to mechanical hazards. Sensors in such cases were applied, among others, in the Śląsk coal mine, in a face where there was a methane explosion. The cases are resistant to corrosion and secure a high level of protection against water and dust.

Similarly to previous solutions, the case was divided into two parts: a chamber with an electronic system



Rys. 3. Klawiatura kalibracyjna KB-1
Fig. 3. KB-1 calibration keyboard

nych w rejonie wybuchu, tylko jeden został uszkodzony. Obudowy te charakteryzują się także dużą odpornością na korozję oraz zapewniają wysoki poziom zabezpieczenia przed wpływem wody i pyłu. Tak jak w dotychczasowych rozwiązaniach, obudowa podzielona została na dwie części: niedostępną dla użytkownika komorę mieszczącą układ elektroniczny i przetwornik pomiarowy oraz komorę przyłączową służącą do wprowadzania przewodów łączących czujnik z otoczeniem. Każdy czujnik jest dostępny w dwóch wykonaniach: w zależności od wymagań użytkownika, komory pomiarowe czujników mogą być montowane bezpośrednio na obudowie lub przyłączane za pomocą kabla o długości do 30 m. Czujniki wymagające okresowej kalibracji zostały ponadto wyposażone w złącze umożliwiające podłączenie klawiatury kalibracyjnej typu KB-1 (Rys. 3), stosowanej powszechnie w dotychczas produkowanych urządzeniach.

Przetworniki pomiarowe są umieszczone w komorach pomiarowych, których wloty wyposażono w specjalne, wymienne filtry zabezpieczające przed działaniem wody, zapylenia i substancji chemicznych, mogących negatywnie wpływać na własności metrologiczne przetworników. Zachowano pełną kompatybilność mechaniczną filtrów z dotychczas produkowanymi czujnikami.

Czujniki Dxx produkowane są obecnie w wersji podstawowej, przedstawionej na Rys.2, oraz w wersji z komorami pomiarowymi przyłączanymi do monitora za pomocą kabla. Podstawowe dane techniczne czujników przedstawiono w tabeli 1.

and measuring converter (unavailable to the user) and a chamber where the cables connecting the sensor with the environment are placed. Each sensor is available in two versions: depending on the user's needs, the measuring chambers of the sensors can be installed directly on the housing or connected by means of a 30 m cable. The sensors which require periodical calibration are additionally equipped with a connection enabling to connect a KB-1 calibration keyboard (Fig. 3) which is commonly used in the devices manufactured so far.

Measuring converters are placed in measuring chambers whose inlets have special exchangeable filters protecting against water, dust and chemical substances that can negatively impact the metrological characteristics of the converters. There is full mechanical compatibility of the filters with the manufactured sensors.

The Dxx sensors are currently manufactured in the basic version presented in Fig. 2 and the version with measuring chambers connected to the monitor with a cable. Table 1 features basic technical data of the sensors.

Tabela 1/ Table 1

Podstawowe dane techniczne czujników Dxx
Basic technical data of Dxx sensors

Lp. No	Nazwa Czujnika Sensor	Zakres Pomiarowy Measurement range	Jednostka Unit	Rozdz. Resolution	Błąd podstawowy Accuracy
1	DCH	0÷5 5÷100	% CH ₄	0,01 1	± 0.1 % CH ₄ dla zakr. 0÷5 % CH ₄ ± 0.1 % CH ₄ for the range 0÷5 % CH ₄ ± 3 % CH ₄ dla zakr. 0÷100 % CH ₄ ± 3 % CH ₄ for the range 0÷100 % CH ₄
2	DCH IR	0÷5 5÷100	% CH ₄	0,01 1	± 0.1 % CH ₄ dla zakr. 0÷5 % CH ₄ ± 0.1 % CH ₄ for the range 0÷5 % CH ₄ ± 3 % CH ₄ dla zakr. 0÷100 % CH ₄ ± 3 % CH ₄ for the range 0÷100 % CH ₄
3	DCO	0÷200 200÷1000	ppm CO	1	± 3 ppm dla zakresu 0÷200 ppm CO ± 3 ppm for the range 0÷200 ppm CO ± 25 ppm dla zakresu 0÷1000 ppm CO ± 25 ppm for the range 0÷1000 ppm CO
4	DCD	0÷5	% CO ₂	0,01	± 0.1 % CO ₂
5	DOX	0÷25	% O ₂	0,1	± 0.5 % O ₂
6	DHT	T: -10÷40 H: 0÷95 P: 800÷1200	°C % hPa	0,1 1 1	± 1 °C ± 3 % ± 1 hPa
7	DRC 10 DRC 25 DRC 50 DRC 100	±1000 ±2500 ±5000 ±10000	Pa	1	maks. ± 5 % zakresu pomiarowego max ± 5 % of the measuring range
Dane techniczne wspólne dla wszystkich czujników Dxx: Technical data for all Dxx sensors					
Indykacja wyniku pomiaru Measuring result indication		na wyświetlaczu LCD on an LCD display			
Zasilanie Power supply		zdalne, z modułu MZT-10/60M remote power supply from the MZT-10/60M module			
Interfejs wyjściowy Input interface		cyfrowy, z modulacją FSK digital, with FSK modulation			
Wyjścia dwustanowe Bi-stable outputs		2 separowane galwanicznie 2 galvanically separated			
Wejścia dwustanowe Bi-stable inputs		2 z kontrolą sprawności obwodu 2 with the circuit efficiency monitoring			
Zakres temperatur pracy Working temperature range		-10°C ÷ +40°C			
Zakres wilgotności wzgl. Relative humidity range		0 ÷ 95% bez kondensacji 0 ÷ 95% without condensation			
Gabaryty Size		123 × 180 × 58 mm			
Masa Weight		ok. 2 kg about. 2 kg			
Stopień ochrony obudowy Case protection degree		IP54			
Cecha budowy przeciwwybuchowej Anti-explosion structure characteristics		I M1 Exia I			

3. UKŁAD ELEKTRONICZNY CZUJNIKÓW

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, podstawowym dążeniem konstruktorów, było maksymalne ujednoczenie układów elektronicznych poszczególnych czujników. W rezultacie układ elektroniczny każdego z czujników został podzielony na dwie zasadnicze części: komorę pomiarową, specyficzną dla danego typu czujnika, oraz monitor, wspólny dla wszystkich typów czujników.

3. ELECTRONIC SYSTEM OF THE SENSORS

As it was mentioned in the previous chapter, the basic objective of the developers was maximum unification of the electronic systems of particular sensors. As a result of that, the electronic system of each sensor was divided into two basic parts: a measuring chamber specific for the given sensor and a monitor which is common for all sensor types.



Rys. 4. Przykładowe rozwiązania komór pomiarowych oraz zabezpieczeń zewnętrznych komór
 Fig. 4. Sample solutions of measuring chambers and outer protection of the chambers

Na potrzeby projektu został opracowany typoszereg komór pomiarowych dla poszczególnych wielkości fizykochemicznych, wyposażonych, oprócz odpowiedniego przetwornika pomiarowego, także w elektroniczny układ wzmacniania i przetwarzania sygnału na postać cyfrową, zintegrowany z przetwornikiem. Zastosowany tu mikrokontroler umożliwia precyzyjne przetworzenie sygnału wyjściowego przetwornika pomiarowego na wartość podawaną w jednostkach fizycznych odpowiednich dla mierzonego parametru oraz wprowadzenie kompensacji termicznej i linearyzacji (jeśli są one niezbędne). W pamięci mikrokontrolera przechowywane są także dane kalibracyjne oraz informacje o początkowych parametrach przetwornika pomiarowego, zapisywane w trakcie procesu produkcyjnego. Pozwala to na bieżąco oceniać stan przetwornika i ostrzegać użytkownika przed przewidywanym spadkiem czułości, zanim jeszcze ten spadek uniemożliwi poprawną pracę komory. W pamięci tej znajduje się także unikalny numer komory pomiarowej, pozwalający na jej jednoznaczną identyfikację, oraz zestaw fabrycznych danych kalibracyjnych pozwalający na przywrócenie poprawnego funkcjonowania czujnika w przypadku błędnego przeprowadzenia procesu kalibracji. Układy elektroniczne komór pomiarowych są na stałe zintegrowane z przetwornikami pomiarowymi. Zmontowane są na obwodach drukowanych o wymiarach nie przekraczających gabarytów samych przetworników i wyposażone w interfejs szeregowy, służący do połączenia komory z układem monitora. Opracowane komory pomiarowe stanowią kompletne czujniki, które do funkcjonowania wymagają jedynie odpowiedniego zasilania.

For the purpose of the project a series of types of measuring chambers was developed for particular physical and chemical quantities. Apart from a proper measuring converter, each chamber is equipped with an electronic system for the signal amplification and conversion into a digital form. The system is integrated with the converter. The use of a microcontroller enables precise conversion of the output signal from the measuring converter into a value given in physical units proper for the measured parameter. It also enables thermal compensation and linearization (if both are necessary). Additionally, the microcontroller memory stores calibration data and information about preliminary parameters of the measuring converter saved during the production process. This allows on-line assessment of the converter status and warns the user against expected drops in sensitivity before these drops hinder the correct functioning of the chamber. The memory also stores a unique number of each measuring chamber which allows its unambiguous identification, as well as a set of factory default calibration data allowing to reset the sensor to proper operations when the calibration process goes wrong. The electronic systems of the measuring chambers are permanently integrated with the measuring converters. They are installed on printed circuits whose size is smaller than the size of the converters and equipped with a serial interface for connecting the chamber with the monitor system. The developed measuring chambers are complete sensors which only need proper power supply to operate.

Monitor czujnika zapewnia zasilanie, transmisję danych pomiarowych do/z komory pomiarowej, komunikację z systemem telemetrycznym SMP-NT/A, obsługę wyświetlacza, klawiatury kalibracyjnej, sygnalizacyjnych diod LED oraz wejść i wyjść dwustanowych. Jak wcześniej wspomniano, monitor jest identyczny dla wszystkich czujników rodziny Dxx. Na życzenie użytkownika, monitor może zostać wyposażony w baterię akumulatorów podtrzymującą pracę czujnika w przypadku awarii linii transmisyjno-zasilającej. W zależności od typu czujnika bateria zapewnia podtrzymanie na okres od czterech do osiemnastu godzin.

4. MOŻLIWOŚCI ROZWOJU RODZINY CZUJNIKÓW Dxx

W ramach projektu opracowano kilka czujników, które znajdują najszersze zastosowanie w górnictwie. Jednak konstrukcja zarówno układu elektronicznego jak i części mechanicznej pozwala na stosunkowo nieskomplikowaną rozbudowę gamy oferowanych czujników o inne typy, przeznaczone do pomiarów stężeń gazów, takich jak: wodór, dwutlenek siarki, chlorowodór, tlenki azotu i inne. Dla wszystkich tych gazów dostępne są elektrochemiczne przetworniki pomiarowe działające na identycznej zasadzie jak przetwornik do pomiaru tlenku węgla. W celu przystosowania czujnika DCO do pomiaru stężenia innego gazu, wymagana jest jedynie wymiana przetwornika pomiarowego oraz niewielkie zmiany w oprogramowaniu komory, uwzględniające przeliczenie sygnału wyjściowego na inne jednostki.

Czujnik DCH IR, po wyposażeniu go w odpowiedni układ pobierania próbek, może służyć do pomiarów stężenia metanu w rurociągach odmetanowania. Taki czujnik powinien cechować się znacznie lepszą dokładnością i selektywnością pomiarów niż stosowane obecnie czujniki termokonduktometryczne lub przyrządy interferencyjne.

Komory pomiarowe opracowane w ramach projektu, ze względu na swoją budowę i niewielkie gabaryty, mogą być z powodzeniem używane w innych rozwiązaniach przyrządów gazometrycznych, w tym w przyrządach przenośnych.

Dodatkową zaletą czujników Dxx jest możliwość tworzenia, na bazie zastosowanych w nich rozwiązań układowych, czujników stacjonarnych umożliwiających pomiar więcej niż jednego parametru. Zarówno konstrukcja układu elektronicznego jak i konstrukcja mechaniczna zostały przystosowane do jednoczesnego montażu trzech komór pomiarowych. Możliwe

The monitor of a sensor ensures power supply; transmission of measuring data to/from the measuring chamber; communication with the SMP-NT/A telemetric system; operations of the display, calibration keyboard, LED signalling diodes, as well as bistable inputs and outputs. As it was mentioned earlier, the monitor is identical for all sensors of the Dxx family. Upon the user's request, the monitor can be equipped with a battery for the sensor backup in case of a failure in the power-supply and transmission line. Depending on the type of the sensor, the battery ensures backup from 4 to 18 hours.

4. DEVELOPMENT POSSIBILITIES OF Dxx SENSORS

Within the project several sensors were developed which can be widely used in the mining industry. Still, the structures of their electronic systems and mechanical parts allow relatively easy development of the sensors into new versions for measuring the concentration of such gases as hydrogen, sulphur dioxide, hydrogen chloride, nitric oxides, and others. For all these gases there are electrochemical measuring converters available, operating in the same way as the converter for measuring carbon oxide. In order to adapt the DCO sensor to the measurement of a different gas, it is only necessary to exchange the measuring converter and make some minor changes in the chamber software that would consider the conversion of the output signal into different units.

The DCH IR sensor, after being equipped with a proper samples drawing system, can be used to measure the concentration of methane in methane drainage pipelines. Such a sensor should have better preciseness and measuring selectivity than currently used thermal conductivity meters or interferometers.

The measuring chambers developed within the project, due to their structure and small size, can be successfully used in other gas monitoring solutions, including portable meters.

An extra advantage of the Dxx sensors is the possibility to develop, on the basis of the used firmware, stationary sensors to measure more than one parameter. Both the structure of the electronic system and mechanical parts were adapted to the installation of three measuring chambers at a time. Thus it is possible to construct a sensor which would measure, for example, the concentration of oxygen, carbon oxide and methane at the same time. Due to limited power supply capacity it is not possible to use free

jest zatem zbudowanie czujnika mierzącego jednocześnie np. stężenie tlenu, tlenku węgla i metanu. Ze względu na ograniczone możliwości energetyczne nie jest możliwe stosowanie dowolnych kombinacji komór pomiarowych. Nie można np. połączyć w jednym przyrządzie komór do pomiaru stężenia metanu i dwutlenku węgla. Jednakże wszelkie inne zestawy komór, w liczbie nie przekraczającej trzech, są możliwe do realizacji.

Ta cecha została już wykorzystana do skonstruowania specjalistycznych czujników do pomiarów stężeń gazów w zrobach. Pomiaru te prowadzone były w ramach projektu badawczego R09000404 „Badania rozkładu stężeń gazów w zrobach ścian zawałowych w aspekcie zagrożeń zapaleniami i wybuchami metanu”, którymi kierował prof. dr hab. inż. Stanisław Wasilewski z IMG PAN. Na potrzeby badań, opracowane zostały zintegrowane czujniki do pomiarów stężeń dwutlenku węgla i tlenku węgla oraz metanu i tlenu. Czujniki te przeszły z powodzeniem badania w KWK Wesoła, a jedyną modyfikacją, jaka została wprowadzona w porównaniu z czujnikami Dxx, była dodatkowa obudowa pozwalająca na ich zamontowanie w perforowanej rurze umieszczonej w zrobach.

5. PODSUMOWANIE

Modułowa konstrukcja, dobre parametry metrologiczne i odporność na narażenia środowiskowe sprawiają, że nowo opracowane czujniki rodziny Dxx stanowią istotne uzupełnienie zestawu urządzeń współpracujących z systemem SMP-NT/A. Daleko posunięta unifikacja podzespołów oraz możliwość pracy wielu czujników na jednej linii transmisyjno-zasilającej powinna zaowocować obniżeniem zarówno kosztów zakupu jak i eksploatacji.

Recenzent: dr inż. Zdzisław Krzystanek

РАЗНОВИДНОСТЬ ДАТЧИКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИКОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШАХТНОЙ АТМОСФЕРЫ, ОСНАЩЁННЫХ ЦИФРОВЫМ КОММУНИКАЦИОННЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ

В статье рассмотрена разновидность датчиков, предназначенных для измерений физикохимических параметров шахтной атмосферы и работающих совместно с системой SMP-NT/A. Описаны функциональные свойства датчиков с особым учётом их модульного строения и новаторской конструкции измерительных камер. Указана возможность контроля нескольких параметров одновременно и возможность расширения разновидности на датчики для измерения концентрации других газов.

combinations of measuring chambers. For example, it is not possible to have chambers for measuring the concentration of methane and carbon dioxide in one device. However, all other combinations of chambers, provided there are not more than three of them, are available.

These characteristics have already been used to develop specialized sensors for measuring the concentration of gases in gobs. These measurements were carried out within the R09000404 research project “Research on the distribution of gases concentrations in the gobs of heavy roof falls with respect to methane ignitions and explosions” supervised by Prof. Stanisław Wasilewski from the Strata Mechanics Research Institute of the Polish Academy of Sciences. For the purpose of this research there were integrated sensors developed for measuring the concentration of carbon dioxide and carbon oxide, as well as methane and oxygen. These sensors were successfully tested in the Wesoła coal mine and the only modification which was introduced with respect to the Dxx sensors was an extra case that enabled to install the sensors in a perforated pipe placed in the gobs.

5. CONCLUSIONS

The modular structure, good metrological parameters and resistance to mechanical hazards make the newly developed Dxx sensors an important supplement to the set of devices co-operating with the SMP-NT/A system. Far-reaching unification of sub-assemblies, along with the possibility of several sensors working on one power-supply and transmission line, should result in lower costs of both purchase and exploitation of these devices.