ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: ENERGETYKA z. 99 Nr kol. 918

Andrzej WIKLIK, Eugeniusz BĄK, Andrzej ZAMORSKI

Główny Instytut Górnictwa - Katowice

APARATURA GIG-2P DO KOMPLEKSOWEGO POMIARU PARAMETRÓW PROCESU HYDRAULICZNEGO PODSADZANIA

Streszczenie. Przedstawiono zasadę działania oraz budowę oryginalnego urządzenia pomiarowego do ciągłego pomiaru i rejestracji parametrów procesu hydraulicznego podsadzania wyrobisk. Przez równoczesny pomiar przepływomierzami elektromagnetycznymi natężeń przepływu mieszaniny podsadzkowej oraz wody wytwarzającej tę mieszaninę i obróbkę tych wielkości w odpowiednim integratorze, uzyskuje się ciągłe informacje w zakresie gęstości mieszaniny, wydajności podsadzania, prędkości przepływu, zużycia wody i materiału podsadzkowego. Opisano przykład przemysłowego zastosowania w kopalni i przedstawiono zarejestrowany wykres przebiegu podstawowych parametrów procesu podsadzania.

1. Wstęp

Obecnie w instalacjach podsadzki hydraulicznej w PW nie są stosowane urządzenia pomiarowo-kontrolne, co powoduje, że proces podsadzania jest mało efektywny i przebiega w sposób żywiołowy. Przede wszystkim niezbędny jest pomiar gęstości mieszaniny wytworzonej w podsadzkowniach, co pozwoli na kontrolę i korektę tej wielkości do stanu optymalnego. Pewne i niezawodne prowadzenie procesu podsadzania wymaga ścisłej informacji również o pozostałych parametrach pracy podsadzkowni. Zastosowanie aparatury kontrolno-pomiarowej przyniesie efekty ekonomiczne związane między innymi z minimalizacją ilości zużywanej wody i wzrostem wydajności podsadzania. Istnieje więc pilna potrzeba wprowadzenia w tej dziedzinie podstawowej aparatury pomiarowej. W GIG z tego względu opracowano oryginalne urządzenie pomiarowe, /pat.GIG 117688/, które umożliwia ciągły pomiar i rejestrację gęstości mieszaniny podsadzkowej oraz pozostałych parametrów procesu podsadzania.

2. Zasada działania urządzenia pomiarowego

Zasada pomiaru polega na równoczesnym i ciągłym pomiarze w podsadzkowni natężenia przepływu mieszaniny podsadzkowej "Qm" i natężenia przepływu wody "Qw" wytwarzającej tę mieszaninę oraz odpowiednim przetworzeniu uzyskanych danych na wielkości gęstości mieszaniny, wydajności podsadzania i innych parametrów procesu./1/

Dane Qm i Qw są przetwarzane w sposób ciągły z uwzględnieniem poniższych zależności:

a/ Określenie natężenia przepływu materiału podsadzkowego Qp /stan zwarty/

$Qp = Qm - Qw$

b/ Określenie wydajności podsadzania Qpn

$Qpn = Qp \cdot a$) gdzie: a - współczynnik "rozluźnienia" materiału

c/ Określenie prędkości przepływu mieszaniny w rurociągu podsadzkowym

$V_m = \frac{Qm}{F}$) gdzie: F - przekrój poprzeczny rurociągu podsadzkowego

d/ Określenie gęstości mieszaniny podsadzkowej w rurociągu

$G = \frac{Qw}{Qpn}$

Gęstość jest wyrażona w tym przypadku ilością wody przypadającą na jednostkę /m^3/ transportowanego materiału podsadzkowego.

3. Budowa urządzenia pomiarowego

Urządzenie pomiarowe w wersji podstawowej składa się z układu dwóch przepływomierzy elektromagnetycznych połączonych z integratorem elektronicznym "2p" /2/ Schemat urządzenia przedstawiono na rys. 1.
Urządzenie składa się z następujących elementów:

- czujnika /1/ przepływomierza wody zabudowanego na głównym rurociągu wodnym w podsadzkowni,
- czujnika /2/ przepływomierza mieszaniny zabudowanego na rurociągu podsadzkowym,
- przetworników przepływomierzy /3/ i /4/,
- elektronicznego integratora "2p" z wskaźnikami mierzonych wielkości i sygnalizacją ich stanów charakterystycznych oraz wyjściami do rejestracji /5/,
- rejestratorów /6/,
- kabli zasilających i sygnałowych łączących poszczególne elementy /7/,
- miernika poziomu mieszaniny w leju podsadzkowym /8/ z przekaźnikiem /8a/ /kontrola dwufazowych warunków przepływu mieszaniny w rurociągu- pełnego zasilania/.

Zastosowane w urządzeniu przepływomierze elektromagnetyczne przeszły długą drogę ewolucji od pierwszych rozwiązań małosprawnych do aktualnych charakteryzujących się dobrym poziomem technicznym. Są one dogodne zwłaszcza do pomiaru natężeń przepływu mieszanin ciał stałych z wodą /np. nie wymagają zwężania średnicy odcinka rurociągu jak np. przepływomierze "zwężkowe"/.
Do konstrukcji doświadczalnej urządzenia "2p" wybrano przepływomierze produkcji krajowej firmy "Metalchem" typu EMF 51-12. /3/ Możliwe jest wykorzystanie do tego celu również przepływomierzy elektromagnetycznych firm zagranicznych.
Przepływomierze zagraniczne mają w wielu przypadkach odpbwiednie sygnalizatory informujące o przepływie w rurociągu mieszaniny z powietrzem,

niewłaściwych wskazaniach przepływomierza lub w ogóle braku mierzanego medium w rurociągu. Wtedy nie jest konieczne doprowadzenie sygnalizacji ww stanów z miernika poziomu mieszaniny w leju podsadzkowym do urządzenia "2p".

Podstawowe parametry przepływomierzy EMF 51-12 są następujące:

- uchyb podstawowy $\pm$ 1%,
- napięcie zasilania 220V $^{+\ 10\%}_{-\ 15\%}$ 50 H_z $\pm$ 2%,
- sygnał wyjściowy stałoprądowy 0 - 5 mA przy $R_{obc} \leq 2000\ \Omega$,
- tłumienie regularne skokowe 1s i 10s,
- praca ciągła,
- nastawialny zakres pomiarowy prędkości przepływu 0-10 m/s lub 0-20 m/s przy średnicy czujnika przepływomierza D = 200 mm.

Elektroniczny integrator "2p" ma następujące podstawowe dane techniczne:

- sygnały wejściowe - sygnały prądowe 0-5 mA,
- sygnały wyjściowe do rejestratorów - sygnały napięciowe 0 - +10V,
- napięcie zasilania 220 V $\pm$ 15%, 50 H_z,
- moc pobierana 60 VA,
- uchyb - podstawowy zmierzony $\pm$ 2%.

Płyta czołowa integratora przedstawiona jest na rys. 2.

Z poszczególnych wskaźników płyty otrzymuje się następujące informacje:

/1/ - natężenie przepływu wody Qw /m^3/h/ - zużywanej do procesu podsadzania,

/2/ - natężenie przepływu mieszaniny podsadzkowej Qm /m^3/h/ w rurociągu podsadzkowym,

/3/ - prędkość przepływu mieszaniny podsadzkowej w rurociągu /Dw = 185mm/ - V /m/s/,

/4/ - wydajność podsadzania - Qpn /m^3/h/ - natężenie przepływu materiału podsadzkowego w jednostkach objętości "nasypowej" o stanie, jak w podsadzanym wyrobisku lub w zbiorniku podsadzkowni,

/5/ - wielkość gęstości mieszaniny podsadzkowej-G /$\frac{m^3\ wody}{m^3\ mat.\ pods.}$/ /wyrażona wskaźnikiem ilości wody przypadającej na 1 m^3 materiału podsadzkowego,

/6/ - sumaryczną ilość wody zużytą w procesie podsadzania-ΣQw - licznik sumujący 0-900.000 m^3 z możliwością zerowania,

/7/ - sumaryczną objętość materiału podsadzkowego przetransportowanego rurociągiem w procesie podsadzania - ΣQpn - licznik sumujący 0-100.000 m^3 z możliwością zerowania.

Ponadto na płycie czołowej znajdują się:

/8/ - wskaźnik świetlny sygnalizujący zmniejszenie się prędkości przepływu mieszaniny w rurociągu poniżej nastawionej prędkości minimalnej-prędkości krytycznej /do wskaźnika dołączony jest sygnał akustyczny/;

/8a/ - pokrętło nastawcze minimalnej prędkości przepływu mieszaniny $V_{m\ min}$,

/9-10/ - wskazniki świetlne sygnalizujące odpowiednio wzrost lub spadek gęstości mieszaniny w stosunku do jej zakresu optymalnego /również z dołączeniem sygnału akustycznego/,

/11-12/- odpowiednio przełączniki zakresów Qw i Qm,

/13/ - sygnalizacja obniżenia poziomu mieszaniny w leju w podsadzkowni poniżej poziomu dopuszczalnego /z poziomowskazu w leju/,

/14-15/- odpowiednio pokrętła nastawcze minimalnej i maksymalnej dopuszczalnej gęstości mieszaniny,

/16/ - przełącznik pomiar-kalibracja /pozycja pomiar podczas pracy urządzenia, pozycja kalibracja - podczas ustawiania wartości granicznych $V_{m\ min}$ G_{min} i G_{max}/,

/17/ - pokrętło nastawcze współczynnika "rozluźnienia "a" materiału podsadzkowego z stanu "zwartego" do objętości nasypowej,

/18/ - przełącznik dla pozycji kalibracja: dla ustawiania $V_{m\ min}$ lub G_{max}, G_{min}.

Oprócz odczytów z wskaźników tablicowych i liczników urządzenia, podstawowe parametry procesu podsadzania jak: gęstość mieszaniny "G", wydajność podsadzania Qp, natężenie przepływu mieszaniny Qm /prędkość przepływu V_m/, natężenie przepływu wody Qw mogą być jednocześnie rejestrowane na rejestratorach /osobne wyjścia napięciowe dla każdego z parametrów/. Świetlna i akustyczna sygnalizacja stanów "granicznych" gęstości i prędkości przepływu mieszaniny może być zdublowana w innych miejscach podsadzkowni. Zakresy działania sygnalizacji są regulowane i nastawiane w zależności od charakterystyki trasy rurociągu podsadzkowych, rodzaju materiału podsadzkowego oraz warunków techniczno-górniczych kopalni.

4. Przykładowe zastosowanie urządzenia

Urządzenie pomiarowe "2p" zabudowano w wybranej podsadzkowni /szyb "Wschodni"/ KWK Mysłowice oraz przeprowadzono jego weryfikację w warunkach przemysłowych z wynikiem pozytywnym. Schemat zabudowy urządzenia przedstawiono na rys.3. Podstawowe elementy układu pomiarowego zostały umiejscowione:

- czujnik przepływomierza dla wody /M_1/ w głównym rurociągu wodnym /2/ D = 350 mm zasilającym podsadzkownię, pomiędzy zbiornikami wodnymi /1/ a pompami monitorowymi /3/,
- czujnik przepływomierza dla mieszaniny /M_2/ w rurociągu podsadzkowym /8/ - D = 185 mm, w lunecie,
- przetworniki przepływomierzy wody /P_1/ i mieszaniny /P_2/, integrator systemu "2p" /J/ oraz rejestratory /"R"/ w dyspozytorni podsadzkowej na specjalnej konsoli.

Obydwa czujniki przepływomierzy /M_1, M_2/ połączono z przetwornikami przepływomierzy /P_1, P_2/ kablami zasilającymi oraz ekranowymi kablami sygnałowymi /10/.
Numeracja pozostałych pozycji na rys. 3 oznacza: /4/- monitory zmywcze, /5/ - most samowyładowczy w podsadzkowni, /6/ - skarpa materiału podsadzkowego, /7/ - lej podsadzkowy.
Lokalizacja elementów wchodzących w skład aparatury pomiarowej wynika bezpośrednio z zasady pomiaru, lokalnych warunków technicznych oraz instrukcji fabrycznych wytwórców przepływomierzy. Możliwe było stosunkowo korzystne umiejscowienie elementów aparatury. Elementy elektroniczne o większym stopniu "skomplikowania" są zgrupowane w suchym i o małych zmianach temperatury pomieszczeniu dyspozytorni podsadzkowej. W trudniejszych warunkach umiejscowiono czujniki przepływomierzy, są to jednak elementy aparatury przystosowane do pracy przy większej wilgotności "otoczenia".
Przy pomocy aparatury GIG "2p" udało się po raz pierwszy w PW zmierzyć i zarejestrować jednocześnie wszystkie podstawowe parametry procesu hydraulicznego podsadzania. Charakterystyczne wykresy przebiegów "czasowych" natężenia dopływu wody wytwarzającej mieszaninę Qw, natężenia przepływu mieszaniny podsadzkowej "Qm", wydajności podsadzania "Qp" oraz gęstości mieszaniny "G" przedstawiono na rys.4.
Dane uzyskane z urządzenia "2p" umożliwiają również korektę gęstości mieszaniny do stanu optymalnego oraz szybkie przeciwdziałanie stanom awaryjnym procesu podsadzania.
Dla uniknięcia powstania "zatkania" rurociągów podsadzkowych lub ograniczenie jego skutków przydatna jest sygnalizacja alarmowa spadku prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej w rurociągu, w zakres zbliżony do prędkości "krytycznej" przepływu.

5. Zakończenie

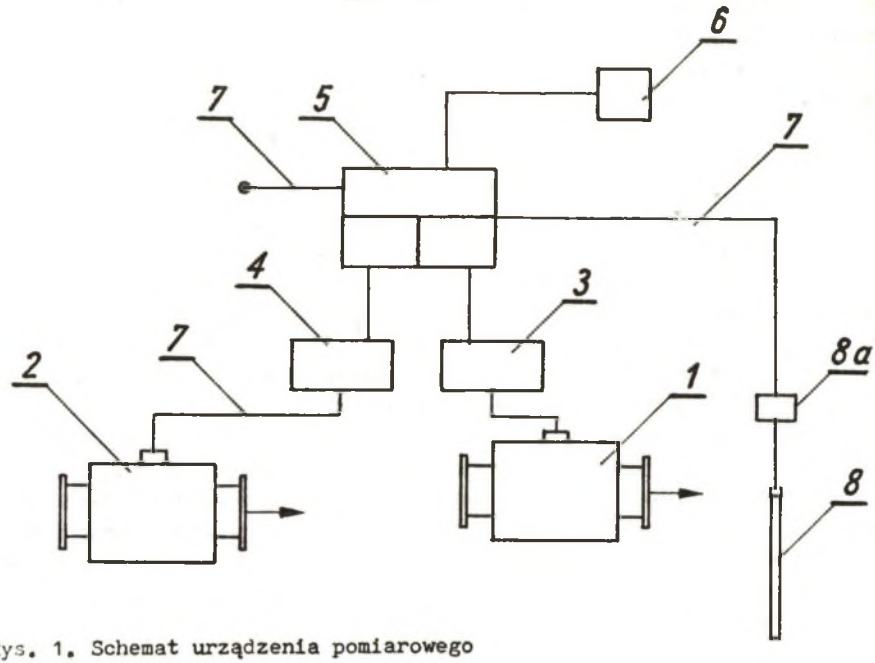
Aparatura GIG-2p jest dalej poddawana obserwacjom przemysłowym, głównie w zakresie wpływu czasu użytkowania na jej awaryjność i "odporność". Oprócz zastosowania w procesie hydraulicznego podsadzania aparatura ta może być wykorzystana w innych rodzajach rurociągowego hydrotransportu ciał stałych.

Literatura

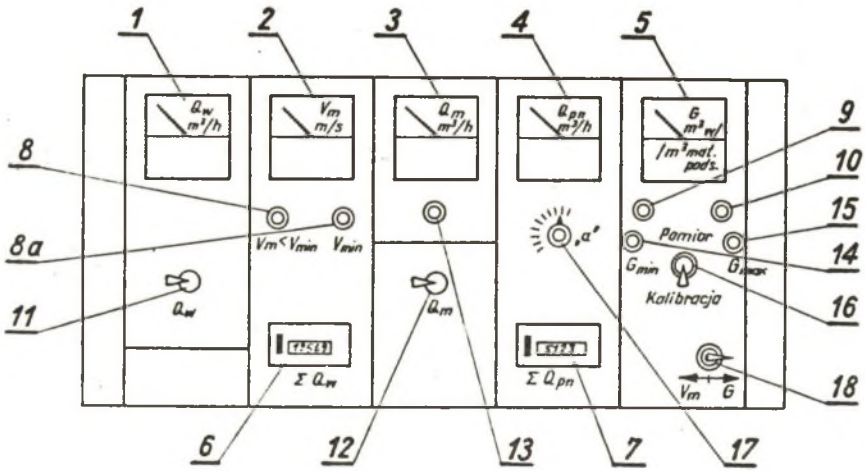
/1/ Patent GIG nr 117688 "Sposób pomiaru zagęszczenia mieszaniny podsadzkowej wytwarzanej w podsadzkowni oraz urządzenie do pomiaru zagęszczenia mieszaniny podsadzkowej wytwarzanej w podsadzkowni"
/2/ Dokumentacja wewnętrzna GIG "Urządzenie do pomiaru gęstości mieszaniny w podsadzkowniach kopalnianych metodą "2p"-1986
/3/ Instrukcja obsługi "Przepływomierz elektromagnetyczny EMF-51-12 -Metalchem, Gliwice 1981

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan PALARSKI

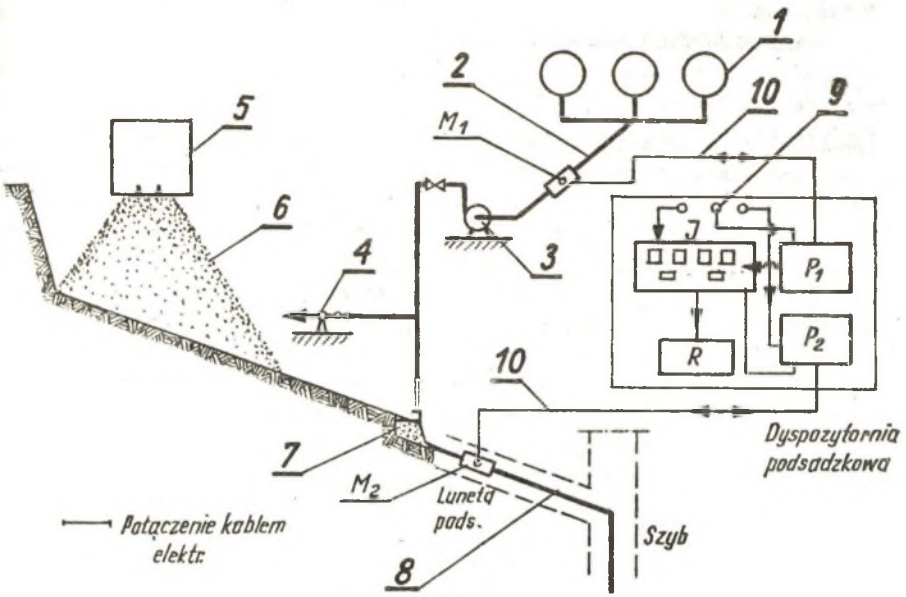
Wpłynęło do Redakcji 1987.02.23



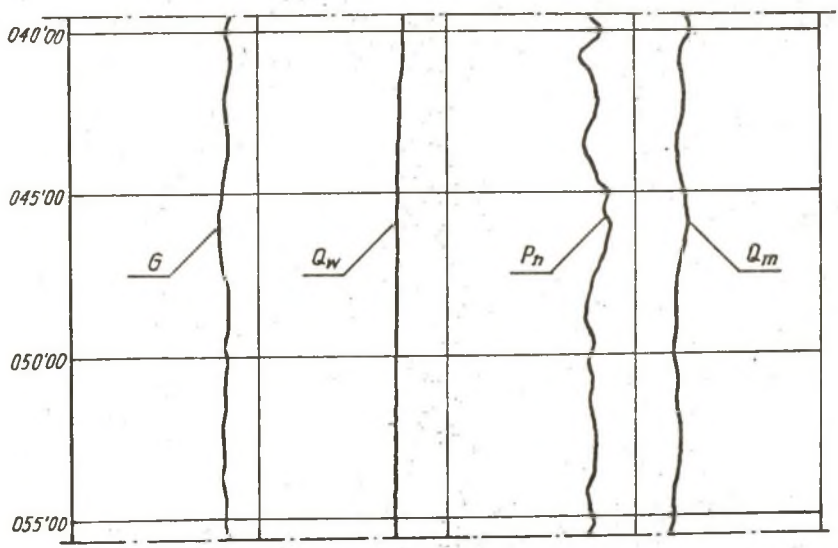
Rys. 1. Schemat urządzenia pomiarowego



Rys. 2. Wygląd płyty czołowej integratora "2p"



Rys. 3. Przykład zastosowania urządzenia w warunkach przemysłowych.



Rys. 4. Wykres wielkości podstawowych parametrów procesu hydraulicznego podsadzania

АППАРАТУРА GIG-2P ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЗАКЛАДКИ

Р е з ю м е

Изображено принцип действия, а также строительство оригинального устройства для непрерывного измерения и регистрации параметров процесса гидравлической закладки выработок.

Принцип действия заключается в непрерывном и одновременном измерении расхода закладочноф смеси и расхода воды, изготовляющей эту смесь а также "отработке" вышеуказанных данных. В конечном результате устройство "даёт" непрерывные информации в пределах плотности, скорости и расхода закладочной смеси в трубопроводе, производительности закладочных работ, водопотребления и материалоёмкости. В начальном варианте устройство это состоим из системы двух электромагнитных расходомеров, которых датчики построены соответственно в главном водном трубопроводе смесительной установки и в закладочном трубопроводе электронного интегратора системы 2P, а также регистраторов. В интеграторе происходит переработка данных из расходомеров на остальные, характерные параметры процесса закладки.

Измерительное устройство имеет тоже световую и акустическую сигнализации для обозначения состояния "предельных" плотностей и скоростей расхода смеси. Пределы действия сигнализации регулируются и наводятся в зависимости от местных условий.

Представлено тоже пример практического применения устройства в промышленных условиях. Его застроено в закладочном комплексе у "Восточного" ствола в каменноугольной шахте "Мысловице", где были проведены измерения и проверочные наблюдения с положительным результатом. Впервые в угольной промышленности были представлены измеренные и зарегистрированные основные параметры процесса гидравлической закладки.

Устройство GIG-2P в дальнейшем подвергается промышленным наблюдениям, особенно в области влияния времени пользования на его аварийность и качество показаний.

GIG-2P UNIT FOR INTEGRATED MONITORING OF HYDRAULIC STOWING PARAMETERS

S u m m a r y

The paper presents operation principles and construction of the original unit for continuous monitoring and recording fo parameters of the hydraulic stowing in mine headings.

The operation principle bases upon continuous and simultaneous measurement of the flow rate of the stowing mixture and of the feed water as well as processing of the above data. As a result, the unit provides permanent information on density, velocity and flow rate of the stowing material in

pipelines, stowing efficiency, consumption of water and of the stowing material. A basic type of the unit incorporates: a system of two electromagnetic flow-meters with sensors placed respectively in the main water pipeline and in the stowing pipeline, electronic integrator of 2P system and recorders. The integrator processes flow-meter data to provide characteristic stowing parameters.

The measurement unit includes also visual and acoustic signal when reaching peak values of density and mixture flow rate. The system's operation range may be adjusted depending on the local conditions.

An example of practical application in industrial conditions is also presented. The unit was employed at the stowing plant by "Wschodni" (Eastern) shaft of "Mysłowice" mine. The carried out measurements and verifying observation proved successful performance. For the first time in the mining industry, all basic parameters of hydraulic stowing were simultaneously monitored and recorded.

GIG-2P unit is still being tested for evaluation of the influence of operation time on reliability and accuracy of indications.