

Aleksander LUTYŃSKI, Jan GOLONKA  
Politechnika Śląska, Gliwice

## URZĄDZENIE DO AUTOMATYCZNEGO POBIERANIA PRÓB W ZAKŁADACH PRZERÓBCZYCH WĘGLA KAMIENNEGO

**Streszczenie.** W referacie przedstawiona została budowa i zasada działania urządzenia do pobierania prób węgla z ciągów technologicznych zakładów przeróbczych. Urządzenie to zostało wykonane w ramach projektu celowego 6T12 2003C/06133 finansowanego z funduszy Komitetu Badań Naukowych. W referacie przedstawiono także wyniki badań weryfikujących poprawność działania urządzenia pracującego w ciągu technologicznym zakładu przeróbczego KWK Bolesław Śmiały

## DEVICE FOR AUTOMATIC SAMPLE TAKING USED IN COAL PROCESSING PLANTS

**Summary.** In the paper the construction and principle of operation of an automatic sample taking device used in coal processing plants is presented. This device was made within the project 6T12 2003C/06133 which was financed by the State Committee for Scientific Research. Results of verification testing conducted at the Boleslaw Smialy Coal Mine showed that the device is working correctly.

### 1. Wprowadzenie

Problem pobierania prób węgla z ciągu technologicznego zakładów przeróbczych jest zagadnieniem niezwykle istotnym. Konieczne jest bowiem pozyskiwanie materiału do badań laboratoryjnych, który jest wiarygodny i w pełni oddaje właściwości badanej partii węgla. Wiarygodność próby węgla kierowanej do badań laboratoryjnych zapewnić można przez obiektywne, niczym nie obciążone pobranie ze strugi urobku, która przemieszcza się w układzie technologicznym zakładu przeróbczego. To zagadnienie jest przedmiotem normy PN-ISO 13909.

Automatyczne pobieranie próbek bezpośrednio z ciągu technologicznego przez odpowiednie urządzenie, instalowane w różnych miejscach ciągu technologicznego zakładów przeróbki w kopalniach węgla kamiennego, było przedmiotem projektu celowego 6T12 2003C/06133 finansowanego z funduszy Komitetu Badań Naukowych. Zleceniodawcą w tym projekcie było Przedsiębiorstwo Kompletacji i Montażu Systemów Automatyki CARBOAUTOMATYKA S.A., a wykonawcą badań stosowanych i prac rozwojowych Katedra Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej. Badania i prace rozwojowe zakończone zostały w czerwcu br.

Urządzenie będące przedmiotem projektu ma wykonywać następujące czynności:

- pobiera, według opracowanego programu, pierwotną próbę węgla w ilości określonej normą,
- pomniejsza próbę pierwotną,
- kruszy, rozdrabnia i uśrednia pomniejszoną próbę węgla,
- napełnia i znakuje pojemnik transportowy,
- rejestruje czas i miejsce pobierania próby,
- odprowadza pozostałości pobranego materiału do ciągu technologicznego.

Wymienione zadania są wykonywane automatycznie, pod nadzorem własnego, wbudowanego sterownika mikroprocesorowego, zgodnie z ustalonym algorytmem jego oprogramowania. Częstotliwość pobierania prób jest parametrem programu wprowadzanym przez obsługę z lokalnego pulpitu sterowniczego lub wprowadzanym zdalnie przez system sterowania nadrzędnego. Zgodnie z założeniem urządzenie może bowiem pracować zarówno samodzielnie, jako lokalny automat, lub w trybie sterowania zdalnego, jako element komputerowego systemu zarządzania jakością produkcji zakładu wzbogacania.

Próby węgla zdeponowane w pojemnikach transportowych nadają się do natychmiastowej analizy w kopalnianym laboratorium badań jakości węgla.

Za uzasadnienie wprowadzenia do zakładów przeróbki kopalini urządzenia do automatycznego pobierania prób uznać należy następujące elementy:

- wyeliminowanie ręcznego pobierania i przenoszenia pierwotnych prób urobku o dużej masie,
- wyeliminowanie uciążliwych i pracochłonnych czynności przygotowywania prób urobku w laboratorium,
- wzrost reprezentatywności i wiarygodności prób, przez pobieranie ich w sposób obiektywny, w ustalony i powtarzalny sposób z całej szerokości strugi urobku,

- wyeliminowanie zagrożeń dla zdrowia i życia ludzkiego, które wynikają obecnie z ręcznego pobierania prób,
- skrócenie czasu oceny jakości wzbogacanego produktu, a tym samym stworzenie możliwości szybkiego reagowania na zaistniałe nieprawidłowości oraz odstępstwa od przyjętych parametrów procesu,
- poprawę jakości produktu handlowego,
- zmniejszenie liczności osób obsługujących proces wzbogacania,
- szybkie kalibrowanie czujników pomiaru wielkości wybranych parametrów urobku (jeżeli znajdują się one w ciągu technologicznym zakładu).

Urządzenie do automatycznego pobierania prób przeszło etap badań laboratoryjnych. Zostało wykonane jako prototypowe i pracuje w układzie technologicznym zakładu przerobczego KWK Bolesław Śmiały. W naturalnych warunkach pracy tego urządzenia wykonane zostały badania weryfikujących poprawność jego działania, co opisano w dalszej części referatu.

## 2. Budowa urządzenia do automatycznego pobierania prób węgla

Urządzenie do automatycznego pobierania prób węgla bezpośrednio z ciągu technologicznego posiada budowę modułową. Daje to możliwość adaptacji urządzenia do istniejących warunków jego lokalizacji. Podstawowymi zespołami opisywanego urządzenia są: próbobiornik, przenośnik podający pobraną próbę, zespół pomniejszania pobranej próby węgla, zespół przygotowania powietrza zasilającego siłowniki, zespół sterowania elektrycznego, zespół sterowania pneumatycznego. Widok urządzenia w miejscu pierwszej jego lokalizacji w KWK Bolesław Śmiały przedstawiony został na rys. 1.

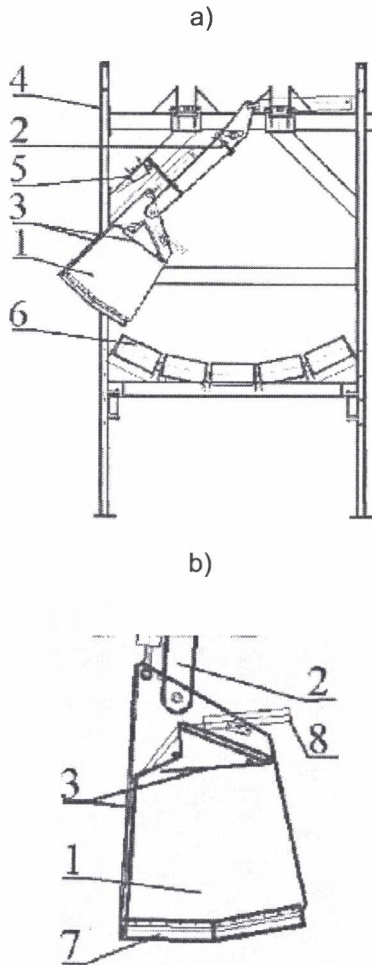
*Próbobiornik* urządzenia, pokazany na rys. 2, składa się z konstrukcji wsporczej oraz łyżki obrotowo zamocowanej na wahliwym ramieniu, w której znajduje się element wygarniający pozostałe na jej ściankach drobiny urobku. Ramię łyżki, łyżka oraz element wygarniający napędzane są siłownikami pneumatycznymi. W konstrukcji wsporczej zamocowana jest blokada położenia skrajnego, a na krawędziach łyżki znajdują się elementy elastyczne zapewniające pobranie próby bez pozostawiania urobku na taśmie przenośnika. Elementem wyposażenia urządzenia jest zestaw pięciu krażników nadających taśmie przenośnikowej łuk kołowy, w który wpisuje się dolna krawędź łyżki, podczas ruchu urządze-



Rys. 1. Widok prototypu urządzenia zainstalowanego w KWK Bolesław Śmiały  
Fig. 1. View of a prototype device installed at the Boleslaw Smialy Coal Mine

nia przy pobieraniu próbki. Kształt i wymiary całego urządzenia, a przede wszystkim pojemność łyżki dobrane są do wielkości przenośnika taśmowego, z którego pobierana jest próba węgla. Wskutek ruchu wahadłowego łyżki, z pełnego przekroju poprzecznego strugi węgla znajdującej się na taśmie będącej w ruchu, wygarniana jest próba pierwotna. Próba ta lokowana jest w koszu zasypowym przenośnika z taśmą progową, którego zadaniem jest równomierne podanie urobku do dalszych operacji technologicznych wykonywanych w urządzeniu. Po ulokowaniu próbki w koszu zasypowym wygarniane są z łyżki pozostałe na jej ściankach drobiny urobku. Łyżka wykonuje na ramieniu ruch obrotowy (składa się), by móc się przemieścić w położenie wyjściowe nad taśmą przenośnika wypełnionego urobkiem. W celu zminimalizowania siły bocznej działającej na łyżkę oraz cały układ kinematyczny urządzenia podczas jej przechodzenia przez strugę urobku, łyżkę sytuuje się pod kątem w stosunku do kierunku ruchu taśmy przenośnika.

*Przenośnik podający* pobraną próbę do dalszych operacji technologicznych wykonywanych w urządzeniu posiada taśmę z obrzeżami i progami poprzecznymi, elektrobęben napędowy i bęben napinający taśmę oraz krążniki, które tę taśmę podtrzymują w konstrukcji nośnej. Długość i kąt pochylenia (max. 60°) są dobierane do indywidualnych rozwiązań lokalizacyjnych urządzenia.



Rys. 2. Próbobiornik urządzenia do automatycznego pobierania prób: a) konstrukcja próbobiornika, b) konstrukcja łyżki próbobiornika; 1 – łyżka próbobiornika, 2 – ramię łyżki, 3 – elementy wygarniające, 4 – konstrukcja wsporcza, 5 – wyłącznik krańcowy, 6 – zestaw krążnikowy, 7 – elementy elastyczne, 8 – siłownik napędzający element wygarniający

Fig. 2. Sample collector of an automatic sample taking device: a) sample collector, b) shovel of a sample collector

W skład zespołu pomniejszania próby wchodzi dwa podzielniki, kruszarka i zbiornik buforowy. Pobrana z ciągu technologicznego próba pierwotna podawana jest przenośnikiem do pierwszego podzielnika, który pomniejsza ją w założonym zakresie. Pomniejszenie to dokonywane jest przez napędzaną siłownikiem pneumatycznym klapę kierownicy, która kieruje strugę urobku do kruszarki lub zawraca ją do układu technologicznego. Czasy położenia klapy kierownicy decydujące o kierunku przepływu strugi urobku stanowią o zakresie jej podziału. Stała czasowa sterowania podzielnikiem wynosi 0,3 s. Minimalny rzeczywisty czas

przebywania kłapy kierownicy w danym położeniu wynosi 0,9 s. Struga urobku skierowana do czterowalcowej kruszarki jest w niej kruszona w standardowym zakresie 6 – 0 mm. Stopień rozdrobnienia próby jest regulowany i może być dostosowany do potrzeb użytkownika. Skruszona próba pierwotna kierowana jest do drugiego podzielnika o takiej samej budowie jak pierwszy. Na podzielniku tym dokonywany jest ostateczny podział próby. Wydzielona z próby część materiału kierowana jest do zbiornika buforowego, a pozostała część zostaje zawrócona do układu technologicznego. Materiał z poszczególnych pobrań prób pierwotnych deponowany w zbiorniku buforowym, posiadającym kształt odwróconego stożka, jest mieszany, a po zakończeniu procesu pobierania określonej partii prób, po otwarciu zasuw, przesypany do pojemnika transportowego. Napęczniony pojemnik transportowy jest przestawiany w położenie pozwalające na dogodne podjęcie go przez pracownika obsługi. Ta część materiału, który nie zmieści się w pojemniku transportowym i zostaje przesypany na wahlwie mocowaną podstawę, jest zwracana do układu technologicznego.

*Zespół przygotowania powietrza zasilającego siłowniki* składa się ze sprężarki oraz układu filtrów sprężonego powietrza. Ma on budowę kompaktową i może być lokowany poza miejscem pobierania prób urobku. Układ jest stosowany opcjonalnie w zakładach lub miejscach, gdzie nie ma instalacji sprężonego powietrza. Zespół powinien spełniać następujące wymagania: ciśnienie zasilania 0,7 – 1 MPa, minimalna wydajność – 300 l/min, wielkość cząstek stałych – 20  $\mu\text{m}$ , powietrze wolne od wody.

*Zespół sterowania elektrycznego* składa się z aparatów elektrycznych sterujących i zabezpieczających napędy elektryczne urządzeń wchodzących w skład układu automatycznego pobierania próbek, sterownik przemysłowy PLC, panel komunikacyjny posiadający wyświetlacz i zespół przycisków, umożliwiających użytkownikowi wprowadzenie do pamięci sterownika PLC zadanych parametrów pracy urządzenia.

*Zespół sterowania pneumatycznego* składa się z elektrozaworów sterujących ruchem poszczególnych napędów pneumatycznych, zaworu odcinającego dopływ sprężonego powietrza do układu, reduktora ciśnienia z odwadniaczem, przekaźnika pneumatycznego sygnalizującego spadek ciśnienia w układzie. Zespół sterowania pneumatycznego zasilany jest z zespołu przygotowania powietrza. Podłączenia przewodów zasilających powietrzem poszczególne siłowniki realizowane są z użyciem szybkozłączy wtykowych.

Urządzenie do automatycznego pobierania prób zgodnie z PN-ISO 13909-2 metodą na podstawie masy lub czasu posiada następujące parametry techniczne: zasilanie elektryczne - moc zainstalowana 5,5 kW, napięcie zasilania – 3x400V, wielkość opróbowywanej partii

urobku z jednego wprowadzenia danych 60 – 2400 t, uziarnienie nadawy 30 – 0 mm (wersja podstawowa), zawartość wilgoci w nadawie – max. 30%, szerokość taśmy przenośnika, z którego pobierane są próby 600 – 2000 mm, pochylenie krążników bocznych zestawów krążnikowych przenośnika – max. 30°, wielkość próby o uziarnieniu 6 – 0 wydzielanej do analizy, minimalny czas pomiędzy pobraniami prób pierwotnych – 1 min.

Urządzenie jest przedmiotem zgłoszeń patentowych [1], [2], [3]. Opis jego działania znaleźć można w [4], a komunikat dotyczący jego funkcjonowania wygłoszony został w czasie XV Szkoły Jesiennej Pol. Wrocławskiej [5].

### 3. Badania weryfikujące poprawność działania prototypu urządzenia do automatycznego pobierania prób węgla

Przyjęto, że wstępne badania poprawności działania prototypowego urządzenia do automatycznego pobierania prób będą polegały na analizie wyników zawartości popiołu w poszczególnych, wydzielonych w tym urządzeniu, próbkach węgla. W tym celu pobrano do badań próbki węgla, który był odprowadzany do układu technologicznego po pierwszym podzielniku, po drugim podzielniku i pomniejszoną próbkę węgla z pojemnika transportowego. Wyniki badań miały dać odpowiedź na pytanie, czy dokonywany w urządzeniu podział próby pierwotnej przebiega w sposób właściwy, a wydzielona z próby pierwotnej próbka do badań laboratoryjnych jest reprezentatywna. Reprezentatywność tę badano porównując zawartość popiołu w poszczególnych próbkach pobranych do badań. Probki do badań pobrano dwukrotnie, w różnych terminach. Wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tablicach 1 i 2.

Tablica 1

Zawartość popiołu w próbkach pobranych próbobiornikiem

Badany materiał	Masa, g		Zawartość popiołu, A <sup>a</sup> , %	
	Pierwsza próbka	Druga próbka	Pierwsza próbka	Druga próbka
Po pierwszym podzielniku	6 362	10 123	17,56	17,66
Po drugim podzielniku	1 937	2 086	17,12	19,10
Pojemnik próbobiornika	670	467	18,20	17,09
Suma mas / Średnia zawartość popiołu	8 969	12 676	17,51	17,87

Tablica 2

Zestawienie zawartości popiołu w próbkach pobranych próbobiornikiem

Badany materiał		Zawartość popiołu, A <sup>a</sup> , %	Średnia zawartość popiołu z obu prób, A <sup>a</sup> <sub>sr</sub> , %
Pojemnik próbobiornika	Pierwsza próbka	18,20	17,64
	Druga próbka	17,09	
Wartość średnia z całej próby	Pierwsza próbka	17,51	17,69
	Druga próbka	17,87	

Analizując wyniki przedstawione w tablicach, stwierdzić można, że istnieją pewne niewielkie różnice w wyznaczonych wartościach zawartości popiołu poszczególnych prób. Wydaje się, że różne wartości zawartości popiołu w próbkach mają charakter losowy. W przypadku pierwszej próby maksymalna wartość zawartości popiołu wystąpiła w próbce węgla pobranej z pojemnika próbobiornika, a wartość minimalna w próbce węgla odprowadzanego do układu technologicznego po drugim podzielniku. W przypadku próbki drugiej maksimum wartości odnotowano w próbce węgla odprowadzanego do układu technologicznego po drugim podzielniku, a minimum w próbce węgla pobranej z pojemnika próbobiornika. Różnica pomiędzy średnimi zawartościami popiołu w całych próbach, a więc takich, które odpowiadają pobieraniu ręcznemu z całego przekroju taśmy, i próbach z pojemnika urządzenia, wynosi 0,05%. Wobec powyższego błąd pomiaru liczony jako iloraz różnicy zawartości popiołu w całych próbach i próbkach pomiaru pojemnika wynosi 0,28%. Uzyskane wyniki wydają się być zadowalające zarówno dla konstruktorów, projektantów urządzenia, jak i dla jego użytkowników.

#### 4. Podsumowanie

Prototyp przedstawionej w referacie konstrukcji urządzenia do automatycznego pobierania prób, wykonany w ramach projektu celowego, przeszedł pomyślnie badania laboratoryjne oraz próby ruchowe w Kopalni Węgla Kamiennego Bolesław Śmiały. Spełnił założone funkcje, a przeprowadzone badania wstępne wykazały, że podział pobranej próby pierwotnej przebiega w sposób właściwy. Wydzielona z próby pierwotnej próbka do badań laboratoryjnych jest dla tej próby reprezentatywna. Przedstawione w referacie urządzenie



stanowi odpowiednie i wygodne narzędzie do zastosowania w zakładach przeróbczych kopalń, co jest wymagane normą PN-ISO 13909.

## LITERATURA

1. Sposób i układ do uzyskiwania jednorodnej i pomniejszonej próbki materiału sypkiego, zwłaszcza węgla kamiennego. P 371695 z dn. 10.12.2004.
2. Urządzenie i sposób podziału próbek materiału sypkiego. P 371696 z dn. 10.12.2004.
3. Urządzenie do pobierania z przenośnika próbek materiałów sypkich. P 371694 z dn. 10.12.2004.
4. Golonka J., Dyllus W.: Urządzenie do automatycznego pobierania próbek węgla bezpośrednio z ciągu technologicznego typu PROB-1. Transport Przemysłowy 1/2005.
5. Lutyński A.: Urządzenie do automatycznego pobierania prób z ciągów technologicznych zakładów przeróbczych. XV Szkoła Jesienna „Podstawowe Problemy Transportu Kopalnianego”. Wrocław październik 2004 (komunikat).

Recenzent: Dr hab. inż. Tadeusz Tumidajski  
Profesor AGH

## Abstract

In the paper the construction and principle of operation of an automatic sample taking device used in coal processing plants is presented. This device was made within the project 6T12 2003C/06133 which was financed by the State Committee for Scientific Research. The ordering party of this project was Plant for the Composite Supply and Assembly of Systems “Carboautomatyka” and the contractor of research and development work was Department of Mineral Processing and Waste Treatment of the Silesian University of Technology. The device takes automatically from production line the basic coal sample in the standardized amount then the sample is crushed, comminuted and averaged. Next, it is automatically poured into a marked transportation can. The time and place where the sample is taken is registered and the rest of the material is returned into a production line. Results of verification testing conducted at the Boleslaw Smialy Coal Mine showed that the device is working correctly.