

Aleksander LUTYŃSKI
Politechnika Śląska, Gliwice
Jan GOLONKA
PKiMSA Carboautomatyka SA

BADANIA URZĄDZENIA 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 Śmiały Coal Mine showed that the device is working correctly.

1. Wprowadzenie

Pobieranie w zakładach przeróbczych prób węgla do badań kontrolnych jego jakości jest zagadnieniem niezwykle istotnym. Do badań tych koniecznym jest bowiem pozyskiwanie materiału, 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 przerobczego. To zagadnienie jest przedmiotem normy PN-ISO 13909.

Automatyczne pobieranie próbek, bezpośrednio z ciągu technologicznego, wykonuje się wykorzystując odpowiednie urządzenie, instalowane w różnych miejscach tego ciągu. Urządzenie takie było przedmiotem projektu celowego 6T12 2003C/06133 finansowanego z funduszy Komitetu Badań Naukowych. Zleceniodawcą w tym projekcie było Przedsiębiorstwo Komplektacji i Montażu Systemów Automatyki CARBOAUTOMATYKA SA, a wykonawcą badań stosowanych i prac rozwojowych Katedra Przeróbki Kopalni i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej. Badania i prace rozwojowe zakończone zostały w czerwcu br.

Urządzenie będące przedmiotem projektu wykonuje następujące czynności:

- pobiera, według opracowanego programu, pierwotną próbę węgla w ilości określonej normą,
- pomniejsza próbę pierwotną,
- kruszy, rozdrabnia i uśrednia pomniejszoną próbę węgla,
- napędza 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, jak i 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 kopalni 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,

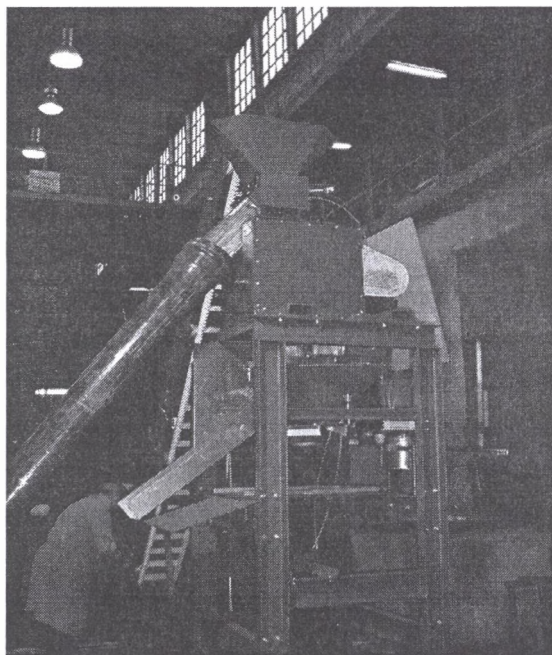
- wzrost reprezentatywności i wiarygodności prób, przez pobieranie ich w sposób obiektywny, w ustalony i powtarzalny sposób z całej szerokości strugi urobku,
- wyeliminowanie zagrożeń dla zdrowia i życia ludzkiego, które wynikają obecnie z ręcznego pobierania prób,
- skrócenie czasu oceny jakości wzbogacanego 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 weryfikujące poprawność jego działania, co opisano w dalszej części referatu.

2. Budowa urządzenia do pobierania prób węgla z ciągu technologicznego w zakładzie przeróbki

Urządzenie do automatycznego pobieranie 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 na stanowisku badawczym w hali technologicznej Katedry Przeróbki Kopalni i Utylizacji Odpadów przedstawiono na rys. 1. Na rys. 2 przedstawiono urządzenie w miejscu pierwszej jego lokalizacji w KWK Bolesław Śmiały.

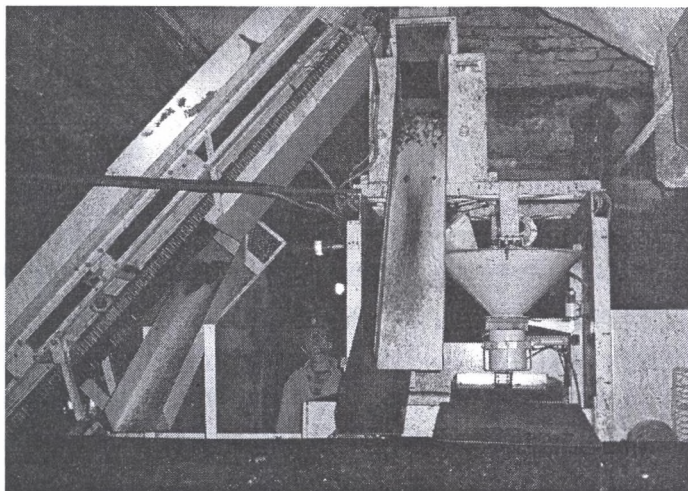
Próbobiornik urządzenia składa się z konstrukcji wsporczej oraz łyżki obrotowo zamocowanej na wahliwym ramieniu, w której znajduje się element wygarniający pozostałe na jej ściankach drobiny urobku. Ramię łyżki, łyżka oraz element wygarniający napędzane są siłownikami pneumatycznymi.



Rys. 1. Widok prototypu urządzenia na stanowisku badawczym
Fig. 1. View of a prototype device installed at the testing stand

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 doposażenia urządzenia jest zestaw pięciu krążników nadających taśmie przenośnikowej łuk kołowy, w który wpisuje się dolna krawędź łyżki, podczas ruchu urządzenia 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 próby 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.



Rys. 2. Widok prototypu urządzenia zainstalowanego w KWK Bolesław Śmiały
Fig. 2. View of a prototype device installed at the Bolesław Śmiały Coal Mine

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.

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 zwraca 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 klapy 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 zwrócona

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. Napelnięty pojemnik transportowy jest przestawiany w położenie pozwalające na dogodne podjęcie go przez pracownika obsługi. Ta część materiału, która nie zmieści się w pojemniku transportowym zostaje przesypana na wahliwie umocowaną podstawę i 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 μm , 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 szybkozłączki 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 – $3 \times 400\text{V}$, 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] i [5], a komunikat dotyczący jego funkcjonowania wygłoszony został na XV Szkole Jesiennej Politechniki Wrocławskiej [6].

3. Badania weryfikujące poprawność działania prototypu urządzenia

Przyjęto, że badania poprawności działania prototypowego urządzenia do automatycznego pobierania prób polegały będą na analizie wyników z poszczególnych, wydzielonych w tym urządzeniu, próbach 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 podstawowe parametry fizykochemiczne węgla w poszczególnych próbkach pobranych do badań. Za parametry podstawowe przyjęto: zawartości wilgoci, popiołu, siarki, wartość opałową i ciepło spalania. Oznaczenia wykonano zgodnie z przedmiotowymi normami: PN – 80/G-04511 Paliwa stałe. Oznaczanie zawartości wilgoci, PN – G – 04560 ; 1998 Paliwa stałe. Oznaczanie zawartości wilgoci, części lotnych oraz popiołu analizatorem automatycznym, PN – G – 04584 ; 2001 Paliwa stałe. Oznaczanie zawartości siarki całkowitej i popiołowej automatycznym analizatorem firmy LECO, PN – 81/G – 04513 Paliwa stałe. Oznaczanie ciepła spalania i obliczanie wartości opałowej

Próby węgla pobrano dwukrotnie w różnych terminach i przekazano do badań w Centralnym Laboratorium Pomiarowo Badawczym w Jastrzębiu Zdroju. W terminie pierwszym wykonano dwie serie pobrań 1 i 2, a w terminie drugim kolejne dwie serie 3 i 4. Próbki przekazane do badań w CLPB oznaczono jak w tabl. 1

Tablica 1

Oznaczenie próbek węgla przekazanych do CLPB

Miejsce pobrania	Numer serii / Numer próbki			
	Seria 1	Seria 2	Seria 3	Seria 4
Pojemnik próbobiornika	8	4	6	14
Po pierwszym podzielniku	10	5	7	9
Po drugim podzielniku	13	12	1	11

Ponadto z taśmy przenośnika pobrano ręcznie próbki węgla, sugerując się jego wyglądem, wskazującym lepszą i gorszą jego jakość. Próbki te oznaczono jako 2 i 3.

Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych, zamieszczone w tabl. 2, były podstawą analizy matematycznej, dającej odpowiedź na pytanie, czy uzyskane wyniki pochodzą z jednej populacji.

Analiza matematyczna dla poszczególnych badanych parametrów fizykochemicznych węgla prowadzona była przy następujących założeniach:

- próbki pochodzące z jednej populacji o rozkładzie $N(\mu, \sigma)$ są charakteryzowane: licznoscią prób n_1, n_2 (po 2), wartoscią srednią R i Q oraz wariancją zmiennej losowej s_r^2, s_q^2 .
- w badaniu statystycznym weryfikowana jest hipoteza $H_0; \mu_q = \mu_r$ na przyjętym poziomie istotności $\alpha=0,01$;
- weryfikacja hipotezy polega na wyznaczeniu

$$s_{q,r} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_q^2 + (n_2 - 1)s_r^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}}$$

oraz statystyki

$$t = \frac{Q - R}{s_{q,r} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

i porównaniu z wartoscią krytyczną statystyki t-Studenta.

Jeżeli zachodzi

$$|t| \geq t_{\alpha, n_1 + n_2}$$

to hipotezę roboczą odrzuca się uznając, że różnica pomiędzy średnimi nie jest przypadkowa.

Wyniki zawarte w tabl. 2 poddano analizie zgodnie z procedurą zapisaną powyżej, porównując wyniki badań zawartości popiołu w stanie analitycznym A^a , zawartości wilgoci w stanie roboczym W_r^r , zawartość siarki w stanie roboczym S_r^r i ciepło spalania Q_s^r w poszczególnych seriach dla określonych miejsc pobrania.

We wszystkich przypadkach nie znaleziono podstaw do odrzucenia hipotezy roboczej $H_0; \mu_q = \mu_r$ na przyjętym poziomie istotności $\alpha=0,01$, a więc dla wartości krytycznej statystyki t-Studenta $t_{\alpha, n_1 + n_2} = 9,925$. Daje to podstawy do twierdzenia, że urządzenie do automatycznego pobierania próbek węgla bezpośrednio z ciągu technologicznego pobiera te próbki w sposób reprezentatywny dla strugi urobku znajdującej się na taśmie przenośnika.

Przeprowadzone badania próbek węgla pobranych ręcznie z przenośnika wykazały istotne odchylenia od uzyskanych wyników próbek pobranych urządzeniem, co potwierdza

Tablica 2

Wynik badań próbek węgla w Centralnym Laboratorium Pomiarowo Badawczym

Badany parametr	Sym-bol	Numer próbki													
		8	10	13	4	5	12	6	7	1	14	9	11	2	3
Zawartość wilgoci, %	W_{ex}^r	3,70 ±0,3	3,20 ±0,3	3,10 ±0,3	4,20 ±0,3	4,40 ±0,3	4,10 ±0,3	4,20 ±0,3	4,50 ±0,3	4,40 ±0,3	3,30 ±0,3	3,40 ±0,3	3,40 ±0,3	6,10 ±0,3	5,30 ±0,3
Zawartość wilgoci, %	W^a	2,01 ±0,04	1,92 ±0,04	1,94 ±0,04	1,78 ±0,04	1,88 ±0,04	1,75 ±0,04	1,84 ±0,04	1,64 ±0,04	2,01 ±0,04	1,89 ±0,04	1,74 ±0,04	1,72 ±0,04	1,94 ±0,04	1,90 ±0,04
Zawartość wilgoci, %	W_r^r	5,6 ±0,3	5,1 ±0,3	5,0 ±0,3	5,9 ±0,3	6,2 ±0,3	5,8 ±0,3	6,0 ±0,3	6,1 ±0,3	6,3 ±0,3	5,1 ±0,3	5,1 ±0,3	5,1 ±0,3	7,9 ±0,3	7,1 ±0,3
Zawartość popiołu, %	A^d	17,75 ±0,08	17,90 ±0,08	17,78 ±0,08	19,56 ±0,08	20,06 ±0,08	19,35 ±0,08	20,64 ±0,08	20,49 ±0,08	20,72 ±0,08	17,40 ±0,08	17,41 ±0,08	15,62 ±0,08	28,63 ±0,08	22,75 ±0,08
Zawartość popiołu, %	A^r	16,75 ±0,07	17,00 ±0,07	16,90 ±0,07	18,40 ±0,07	18,81 ±0,07	18,23 ±0,07	19,41 ±0,07	19,24 ±0,07	19,41 ±0,07	17,07 ±0,16	16,51 ±0,07	16,53 ±0,07	26,36 ±0,07	21,14 ±0,07
Zawartość popiołu, %	A^a	17,39 ±0,16	17,56 ±0,16	17,44 ±0,16	19,21 ±0,16	19,68 ±0,16	19,01 ±0,16	20,26 ±0,16	20,15 ±0,16	20,30 ±0,16	17,07 ±0,16	17,11 ±0,16	15,53 ±0,16	28,07 ±0,16	22,32 ±0,16
Zaw. siarki całkowitej, %	S_r^a	0,92 ±0,05	0,98 ±0,05	0,94 ±0,05	1,09 ±0,05	1,07 ±0,05	0,97 ±0,05	1,05 ±0,05	1,05 ±0,05	1,05 ±0,05	0,96 ±0,05	0,95 ±0,05	0,92 ±0,05	1,22 ±0,05	1,19 ±0,05
Zaw. siarki całkowitej, %	S_r^d	0,94 ±0,05	1,00 ±0,05	0,96 ±0,05	1,11 ±0,05	1,09 ±0,05	0,99 ±0,05	1,07 ±0,05	1,07 ±0,05	1,09 ±0,05	0,98 ±0,05	0,97 ±0,05	0,94 ±0,05	1,24 ±0,05	1,21 ±0,05
Zaw. siarki całkowitej, %	S_r^r	0,89 ±0,04	0,95 ±0,04	0,91 ±0,04	1,04 ±0,04	1,02 ±0,04	0,93 ±0,04	1,01 ±0,04	1,00 ±0,04	1,02 ±0,04	0,93 ±0,04	0,92 ±0,04	0,89 ±0,04	1,15 ±0,04	1,13 ±0,04
Ciepło spalania, kJ/kg	Q_s^a	27915 ±120	27802 ±120	27737 ±120	27199 ±120	26921 ±120	27481 ±120	26734 ±120	27008 ±120	26716 ±120	28114 ±120	28218 ±120	29023 ±120	23725 ±120	25925 ±120
Wartość opałowa, kJ/kg	Q_i^a	26915 ±120	26805 ±120	26738 ±120	26223 ±120	25949 ±120	26503 ±120	25770 ±120	26045 ±120	25750 ±120	27112 ±120	27218 ±120	28002 ±120	22852 ±120	24984 ±120
Wartość opałowa, kJ/kg	Q_i^r	25829 ±110	25869 ±110	25834 ±110	25019 ±110	24700 ±110	25316 ±110	24585 ±110	24763 ±110	24510 ±110	26236 ±110	26209 ±110	26967 ±110	21309 ±110	23531 ±110
Ciepło spalania, kJ/kg	Q_s^r	26882 ±110	26912 ±110	26877 ±110	26057 ±110	25736 ±110	26354 ±110	25611 ±110	25793 ±110	25540 ±110	27186 ±110	27259 ±110	28036 ±110	22278 ±110	24551 ±110

Liczby po znaku „±” są niepewnościami rozszerzonymi – odchyleniami standardowymi, wyrażonymi w jednostkach miary danego oznaczenia obliczonymi dla n

przekonanie, że istnieje możliwość mało reprezentatywnego próbkowania mieszanek węglowych.

Wprowadzane urządzenie do automatycznego pobierania próbek węgla z ciągów technologicznych zjawisko to eliminuje.

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 podstawowych parametrów fizykochemicznych, takich jak: zawartości wilgoci, popiołu, siarki, wartości opałowej i ciepła spalania na pobranych próbkach węgla, wykazały, że podział pobranej próby pierwotnej przebiega w sposób właściwy. Wydzielona z próby pierwotnej próbka do badań laboratoryjnych jest dla tej próby pierwotnej 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., Golonka J.: Urządzenie do automatycznego pobierania prób w zakładach przeróbczych węgla. ZN Pol. Śląskiej s, Górnictwo z. 266. Gliwice 2005.
6. Lutyński A.: Urządzenie do automatycznego pobierania prób z ciągów technologicznych zakładów przeróbczych. XV Szkoła Jesienna Podstawowe Problemy Transportu Kopalnianego. Wrocław październik 2004 (komunikat).