ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2003
Seria: GÓRNICTWO z. 257 Nr kol. 1599

Wiesław GABZDYL, Krystian PROBIERZ, Adam WASILCZYK
Politechnika Śląska

ZMIANY WARTOŚCI PARAMETRÓW JAKOŚCIOWYCH WĘGLA W PROCESIE PRODUKCYJNYM KWK „PNIÓWEK" (SW CZĘŚĆ GZW)

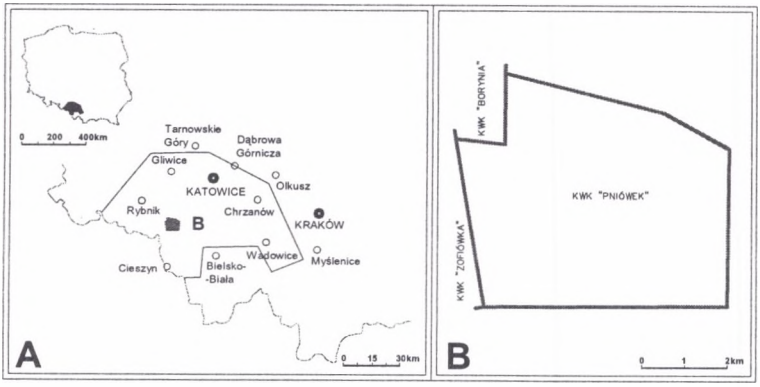
Streszczenie. Prześledzono zmiany wartości parametrów jakościowych węgla w procesie produkcyjnym KWK „Pniówek" (SW część GZW), tj. od złoża/pokładu do węgla handlowego. Przeanalizowano wszystkie linie produkcyjne, ze szczególnym uwzględnieniem newralgicznych punktów, w których zaistniała możliwość zmiany wartości parametrów jakościowych kopaliny. Wskazano celowość i możliwość zastosowania wykonanych badań. Stwierdzono niedoskonałość PN-81/G-04501 oraz wykazano, że PN-82/G-97002 jest klasyfikacją technologiczną, nie uwzględniającą aspektów genetycznych węgla.

CHANGES OF COAL QUALITY PARAMETERS IN PRODUCTION PROCESS OF "PNIÓWEK" COAL MINE (SW PART OF USCB)

Summary. Changes of coal quality parameters in production process of "Pniówek" coal mine (SW part of USCB) were investigated, there is from deposit/coal seam to commercial coal. All of production lines were analyzed, focusing on questionable points, where the change of coal quality parameters value appeared. Purposefulness and application of the studies were shown. It was found that the PN-81/G-04501 was imperfect and that the PN-82/G-97002 was technological classification, which didn't consideration coal genetic aspects.

1. Wstęp

Badania wchodzące w zakres niniejszej pracy wykonano dla węgli z Kopalni „Pniówek", zlokalizowanej w obrębie monokliny Zofiówki, w południowo – zachodniej części GZW (rys.1).



Rys. 1. Lokalizacja obszaru górniczego KWK „Pniówek"
Fig. 1. Location of „Pniówek" coal mine

W złożu kopalni „Pniówek", której żywotność przy obecnej wielkości wydobycia szacowana jest co najmniej do roku 2025, dominują węgle koksujące, stanowiące 100 % w grupie zasobów bilansowych (głównie węgle ortokoksowe, typu 35.1) [8]. Nabiera to szczególnego znaczenia, ponieważ według prognoz [7] po roku 2020 spośród krajowych kopalń produkujących węgiel koksowy typu 35 pozostanie tylko Kopalnia „Pniówek".

Na przykładzie KWK „Pniówek" w niniejszej pracy podjęto się próby prześledzenia zmian wartości niektórych parametrów jakościowych węgla od złoża/pokładu poprzez proces eksploatacji i przeróbki do produktu handlowego, czyli węgla handlowego.

W analizowanym procesie produkcyjnym, spośród parametrów jakościowych węgla, szczegółowo prześledzono zmiany zawartości popiołu (A^d), części lotnych (V^{daf}), siarki całkowitej (S_t^d), wartości wskaźnika wolnego wydymania (SI), dylatacji (b) oraz wartość średniej refleksyjności witrynitu (R_r).

Konieczność takich badań wynika ze stwierdzenia, że dokładność oszacowania jakości węgla na drodze od złoża (pokładu) do produktu handlowego ulega zmianom, które uzależnione są zarówno od czynników przyrodniczych, np. od sposobu występowania węgla w pokładzie (m. in. przerosty, czyli budowa makropetrograficzna pokładu), jak i technologicznych (np. sposób eksploatacji) [2]. Niewykluczony jest również wpływ sposobu opróbowania pokładu. Potrzeba przeprowadzenia takich badań w KWK „Pniówek" wynika dodatkowo z faktu, że urobek z tej kopalni podlega w całości wzbogacaniu, a to bezpośrednio wpływa na koszty uzyskania węgla handlowego. Może się zatem zdarzyć, że pomimo dużych nakładów finansowych związanych m. in. z przeróbką węgla, jakość węgla w produkcie

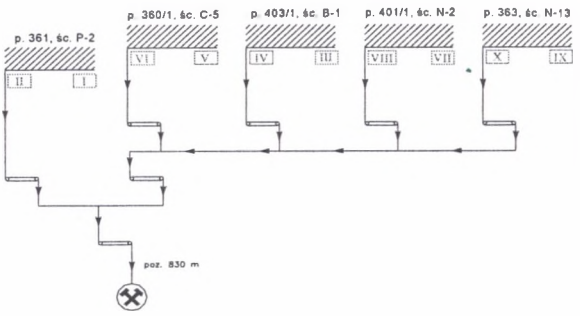
handlowym nie jest lepsza od jego jakości stwierdzonej w urobku z któregoś pokładu przed procesem przeróbki.

2. Metodyka badań

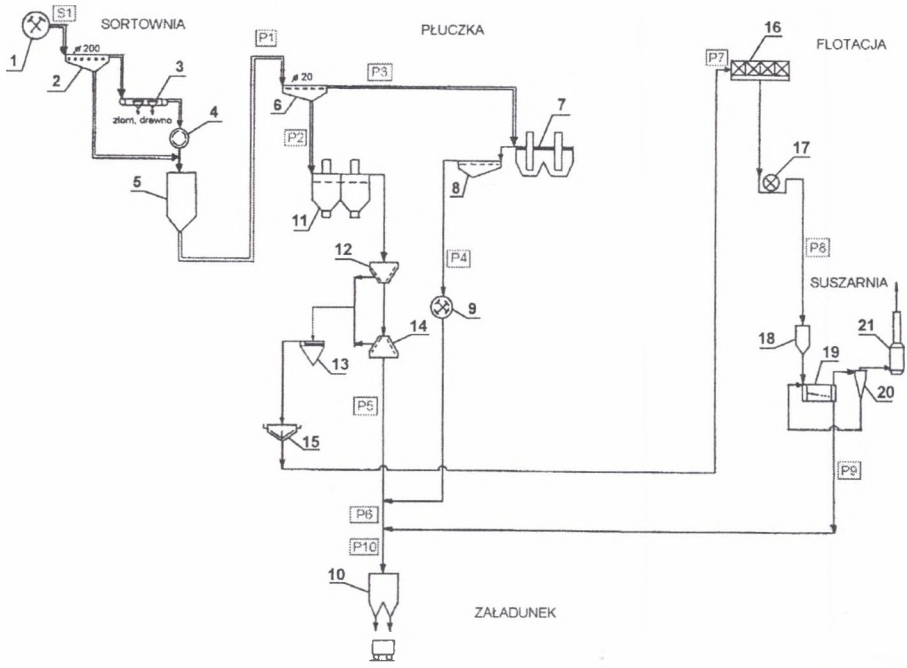
Na podstawie analizy planów produkcyjnych Kopalni „Pniówek" stwierdzono, że urobek w postaci mieszanki węglowej z kilku pokładów poddawany jest jednoczesnemu i wspólnemu procesowi przeróbki oraz wzbogacaniu.

Przyjęta metodyka badań obejmowała pobranie reprezentatywnych próbek z całego procesu produkcyjnego KWK „Pniówek" w miejscach stanowiących wszystkie, jak się wydaje, newralgiczne punkty („węzły") procesu produkcyjnego, w których zaistniała możliwość zmiany wartości parametrów jakości węgla.

Opróbowanie objęło swoim zasięgiem złoże reprezentowane przez pięć pokładów węgla (pięć ścian, z których pobrano po dwie próbki bruzdowe, rys. 2), jak również zakład przeróbczy, w tym oddział sortowni oraz oddziały płuczki i flotacji (rys. 3). Zestawienie i opis poszczególnych próbek węgla z pokładów oraz z Zakładu Mechanicznej Przeróbki Węgla (ZMPW) KWK „Pniówek", wchodzących w skład analizowanego procesu produkcyjnego, przedstawiono w tab. 1.



Rys. 2. Uproszczony schemat opróbowania złoża
Fig. 2. Sampling scheme of deposit



Rys. 3. Uproszczony schemat wzbogacania węgla w ZMPW KWK „Pniówek" [9]: 1 - skip, 2 - przesiewacz WK, 3 - taśma przebiercza, 4 - kruszarka Bradford, 5 - zbiornik węgla surowego, 6 - przesiewacz wibracyjny typu PZ1-2,4x9,0, 7 - wzbogacalnik DISA, 8 - przesiewacz typu WP-2, 9 - kruszarka udarowo-pierścieniowa, 10 - zbiornik koncentratu, 11 - osadzarka trójproduktowa, 12 - sito OSO, 13 - rząpie klasyfikacyjne, 14 - odwadniarka WOW, 15 – klasyfikator Dorra, 16 - flotownik IZ-12, 17 - filtr tarczowy, 18 - zbiornik flotokoncentratu mokrego, 19 - suszarka bębnowa, 20 - baterie cyklonów, 21 - uławiacz mokry pyłu

Fig. 3. Scheme of coal cleaning in preparation plant of "Pniówek" coal mine [9]: 1 – skip, 2 – screen WP, 3 – picking belt, 4 – Bradford crusher, 5 – bunker of the raw coal, 6 – vibratory screen type PZ1–2,4x9,0, 7 – separator DISA, 8 – screen type WP, 9 – impact–ring crusher, 10 – bunker of the concentrate, 11 – tree–product jig, 12 – sieve OSO, 13 – conical classifier, 14 – drainer WOW, 15 – classifier Dorra, 16 – froth flotation cells IZ–12, 17 – disc filter, 18 – bunker of the concentrate after flotation, 19 – drum dryer, 20 – battery of cyclones, 21 – wet catcher of dust

Tabela 1

Zestawienie próbek węgla z pokładów oraz z ZMPW KWK „Pniówek"

Lp.	Symbol próbki	Wielkość ziaren, mm	Opis próbki
1	I	-	Próbka bruzdowa, pokład 361, ściana P-2, chodnik nadścianowy
2	II	-	Próbka bruzdowa, pokład 361, ściana P-2, chodnik podścianowy
3	III	-	Próbka bruzdowa, pokład 403/1, ściana B-1, chodnik nadścianowy
4	IV	-	Próbka bruzdowa, pokład 403/1, ściana B-1, chodnik podścianowy
5	V	-	Próbka bruzdowa, pokład 360/1, ściana C-5, chodnik podścianowy
6	VI	-	Próbka bruzdowa, pokład 360/1, ściana C-5, chodnik nadścianowy
7	VII	-	Próbka bruzdowa, pokład 401/1, ściana N-2, chodnik podścianowy

cd. tab. 1

8	VIII	-	Próbka bruzdowa, pokład 401/1, ściana N-2, chodnik nadścianowy
9	IX	-	Próbka bruzdowa, pokład 363, ściana N-13, chodnik podścianowy
10	X	-	Próbka bruzdowa, pokład 363, ściana N-13, chodnik nadścianowy
11	S1	-	Nadawa na sortownię (z poziomu 830 m), przenośnik taśmowy
12	P1	0-200	Nadawa na płuczkę i flotację
13	P2	0-20	Nadawa na płuczkę osadzarkową (wzbogacanie w osadzarkach miałowych)
14	P3	20-200	Nadawa na płuczkę zawiesinową (wzbogacalnik DISA)
15	P4	20-200	Koncentrat węglowy po wzbogacalniku DISA
16	P5	1-20	Koncentrat węglowy po płuczce osadzarkowej
17	P6	1-20	Koncentrat węglowy z połączenia P4 i P5
18	P7	0-1	Nadawa na flotację
19	P8	0-1	Flotokoncentrat przed procesem suszenia
20	P9	0-1	Flotokoncentrat po procesie suszenia
21	P10	0-20	Koncentrat węglowy zbiorczy, **WĘGIEL HANDLOWY**

Z analizy schematu procesu produkcyjnego Kopalni „Pniówek" (rys. 2 i 3) wynika, że uzyskuje się tylko jeden produkt finalny – węgiel handlowy. Produkt ten uzyskuje się wyłącznie w jednym cyklu technologicznym, w którym można wyróżnić trzy linie produkcyjne, złożone z węzłów, obejmujących ściśle określony proces wzbogacania. Wszystkie trzy linie produkcyjne posiadają część wspólną, obejmującą złoże, oddział sortowni, w którym wstępnie przygotowuje się węgiel surowy do wzbogacania (próbki S1 i P1) oraz produkt końcowy, czyli węgiel handlowy (próbka P10), utworzony wskutek mieszania się koncentratów z tych linii produkcyjnych.

Pierwsza linia produkcyjna obejmuje ponadto procesy wzbogacania węgla klasy ziarnowej 0–20 mm (próbka P2) w osadzarkach miałowych, odwadniania i klasyfikacji na ziarna 1–20 mm na sicie OSO, odwadniania koncentratu w wirówkach WOW (próbka P5) oraz transportowanie przenośnikami taśmowymi do zbiorników na załadownię, mieszając się po drodze z koncentratem po wzbogaceniu w cieczach ciężkich (próbka P6) i z wysuszonym flotokoncentratem (próbka P10).

Druga linia obejmuje procesy wzbogacania węgla klasy ziarnowej 20–200 mm (próbka P3) w cieczach ciężkich we wzbogacalniku DISA, odwadniania na przesiewaczach WP (próbka P4), kruszenia w kruszarkach udarowo-pierścieniowych do klasy ziarn 0–20 mm oraz transportowanie przenośnikami taśmowymi do zbiorników na załadownię, mieszając się po drodze z odwodnionym koncentratem po wzbogaceniu w osadzarkach miałowych (próbka P6) i z wysuszonym flotokoncentratem (próbka P10).

Trzecia linia obejmuje procesy wzbogacania węgla klasy ziarnowej 0–20 mm (próbka P2) w osadzarkach miałowych, odwadniania i klasyfikacji na ziarna 0–1 mm na sicie OSO, klasyfikacji w rząpiu klasyfikacyjnym, zagęszczania w zagęszczaczu promieniowym Dorra, flotacji we flotownikach pneumatyczno-hydraulicznych (próbka P7 i P8), odwadniania flotokoncentratu w filtrach tarczowo-próżniowych, suszenia flotokoncentratu (próbka P9) oraz transportowanie przenośnikami taśmowymi do zbiorników na załadownię, mieszając się po drodze z odwodnionym koncentratem po wzbogaceniu w osadzarkach miałowych i w cieczach ciężkich (próbka P10).

W celu dokładnego prześledzenia jakości węgla w procesie produkcyjnym KWK „Pniówek" przeanalizowano wymienione trzy linie produkcyjne oddzielnie.

3. Omówienie wyników badań i wnioski

W opróbowanym procesie produkcyjnym KWK „Pniówek", jak już wspomniano, mieszanka węglowa powstała w wyniku równoczesnej eksploatacji pięciu pokładów. Udział poszczególnych pokładów w mieszance węglowej jest następujący: pokład 360/1 (ściana C-5) - 12 %, pokład 361 (ściana P-2) - 26 %, pokład 363 (ściana N-13) - 15 %, pokład 401/1 (ściana N-2) - 23 % oraz pokład 403/1 (ściana B-1) - 24 %.

Wyniki analiz wartości parametrów jakości węgla poszczególnych próbek bruzdowych, wchodzących w skład analizowanego procesu produkcyjnego, zestawiono w tab. 2.

Średnie wartości parametrów węgla pochodzącego z eksploatowanych pokładów, charakteryzujące urobek stanowiący nadawę w procesie wzbogacania (M), wyliczono jako średnią ważoną, przy czym jako wagę przyjęto udziały urobku z poszczególnych ścian w nadawie.

Urobek z eksploatowanych pokładów, czyli nadawa do procesu wzbogacania, wykazuje zarówno pewne podobieństwa, jak i różnice w wartościach parametrów jakości (tab. 2).

Próbki bruzdowe z pokładów 360/1 i 363 charakteryzują się występowaniem węgla o niskich zawartościach popiołu i gorszych własnościach koksowniczych od próbek bruzdowych węgla z pokładów 361, 401/1 i 403/1 (głównie ze względu na brak lub ujemną dylatację). Próbki bruzdowe z pokładu 361 charakteryzują się występowaniem węgla o niskich zawartościach popiołu i dobrych własnościach koksowniczych, natomiast próbki bruzdowe z pokładów 401/1 i 403/1 charakteryzują się występowaniem węgla o wysokich zawartościach popiołu i dobrych własnościach koksowniczych. Wszystkie analizowane

próbki bruzdowe charakteryzują się niskimi zawartościami siarki całkowitej (S_t^d < 0,9 %). V^{daf} zmienia się głównie w granicach normy dla typu 35.1 i 37.1. Podobnie zbliżone wartości *SI*, mimo wyższej zawartości w niektórych pokładach A^d i S_t^d, są zachowane. Wydaje się, że jest względna stabilność jakości parametrów koksowniczych w ramach typu 35.1. Pokłady 360/1, 361 i 363 są niskopopiołowe, a miesza się węgiel z nich z węglem wyżej popiołowym z pokładów 401/1 i 403/1.

Tabela 2

Wartości parametrów jakości próbek węgla z procesu produkcyjnego KWK „Pniówek"

Lp.	Pokład	Udział ścian w mieszance węglowej	Nr próbki	Nr linii produkcyjnej			A^d	V^{daf}	S_t^d	RI	SI	a	b	R_r	S_{R_r}	Typ węgla wg PN
		%		I	II	III	%	%	%	-	-	%	%	%	%	
1	360/1 śc. C-5	12	V				4,2	28,1	0,4	n.o.	7,5	18	-17	1,05	0,03	34.1
2			VI				7,6	29,7	0,6	n.o.	6,5	20	brak	1,04	0,05	34.1
3			śr. V i VI				5,9	28,8	0,5	n.o.	7,0	19	---	1,04	0,04	---
4	361 śc. P-2	26	I				5,6	30,5	0,8	79	8,0	32	+153	1,03	0,03	34.2/35.1
5			II				8,2	30,8	0,7	80	8,0	23	+142	1,00	0,04	34.2/35.1
6			śr. I i II				6,9	30,6	0,8	79	8,0	27	+147	1,01	0,03	34.2/35.1
7	363 śc.N-13	15	IX				1,6	25,4	0,4	n.o.	7,0	26	-24	1,13	0,04	35.2B/37.1
8			X				1,5	25,3	0,4	n.o.	7,0	21	brak	1,14	0,04	35.2B/37.1
9			śr. IX i X				1,5	25,3	0,4	n.o.	7,0	23	---	1,13	0,04	---
10	401/1 śc. N-2	23	VII				9,1	26,7	0,4	n.o.	8,0	28	+67	1,12	0,05	35.1/37.1
11			VIII				17,3	25,0	0,4	n.o.	7,5	22	+10	1,13	0,04	35.2B/37.1
12			śr. VII i VIII				13,2	25,8	0,4	n.o.	7,7	25	+39	1,12	0,04	35.2A/37.1
13	403/1 śc. B-1	24	III				10,5	27,6	0,7	n.o.	8,5	20	+186	1,11	0,04	35.1/37.1
14			IV				14,6	26,5	0,7	n.o.	8,5	26	+134	1,15	0,03	35.1/37.1
15			śr. III i IV				12,5	27,0	0,7	n.o.	8,5	23	+160	1,13	0,03	35.1/37.1
16	---	---	M1				8,8	27,6	0,6	---	7,8	24	+80	1,09	0,04	35.1/37.1
17	---	---	S1				30,5	27,9	0,6	n.o.	8,0	22	+92	1,07	0,05	35.1/37.1
18	---	---	P1				26,7	27,6	0,6	n.o.	8,0	26	+87	n.o.	n.o.	35.1/37.1
19	---	---	P2				24,8	28,9	0,6	n.o.	8,0	22	+89	1,09	0,05	34.2/35.1
20	---	---	P3				20,2	29,2	0,5	n.o.	8,5	22	+105	1,10	0,06	34.2/35.1
21	---	---	P4				5,2	27,4	0,4	n.o.	8,0	21	+105	1,12	0,05	35.1/37.1
22	---	---	P5				4,8	27,8	0,5	n.o.	8,5	17	+128	1,09	0,05	35.1/37.1
23	---	---	P6				5,0	28,0	0,6	n.o.	8,0	27	+108	1,06	0,04	35.1/37.1
24	---	---	P7				17,8	28,9	0,7	n.o.	7,0	17	+44	1,06	0,05	34.2/35.1
25	---	---	P8				4,7	27,5	0,6	n.o.	8,0	22	+100	n.o.	n.o.	35.1/37.1
26	---	---	P9				5,1	27,7	0,7	n.o.	8,0	22	+101	1,08	0,04	35.1/37.1
27	---	---	P10				6,2	27,2	0,6	65	8,0	20	+88	1,08	0,04	35.1/37.1

n. o. – nie oznaczono, wartość spiekalności jest szacowana RI > 55; M1 – średnia ważona wszystkich próbek bruzdowych z pierwszej serii opróbowania; szrafury oznaczają poszczególne węzły technologiczne, tworzące linie produkcyjne.

Wyliczone średnie ważone wartości parametrów wszystkich próbek bruzdowych z pierwszej serii opróbowania cyklu technologicznego (próbka M) przedstawiają mieszankę węglową niskopopiołową i niskozasiarczoną o dobrych własnościach koksowniczych, typów 35.1 i 37.1. Zmienność wartości średniej ważonej jest uzależniona od odchyleń wartości parametrów poszczególnych próbek bruzdowych.

W procesie produkcyjnym Kopalni „Pniówek", na drodze od próbek bruzdowych do węgla handlowego, średnia refleksyjność witrynitu (R_r) nie ulega znacznej zmianie, oscylując w zakresie 1,00-1,15 %, przy odchyleniu standardowym S_{Rr}=0,03-0,06 % (tab. 2, rys. 4). Jest to zatem parametr charakteryzujący się stabilnością wartości zarówno w złożu, jak i w procesie produkcyjnym. Parametr ten, którego znaczenie polega na niezależności od składu petrograficznego, powinien koniecznie zostać uwzględniony w PN (typy węgla) i określany wśród podstawowych analiz kopalnianych węgla [1, 3, 4, 5]. Według międzynarodowej klasyfikacji węgli ECE* [6] węgiel występujący w KWK „Pniówek" można zaklasyfikować jako metabituminous B.

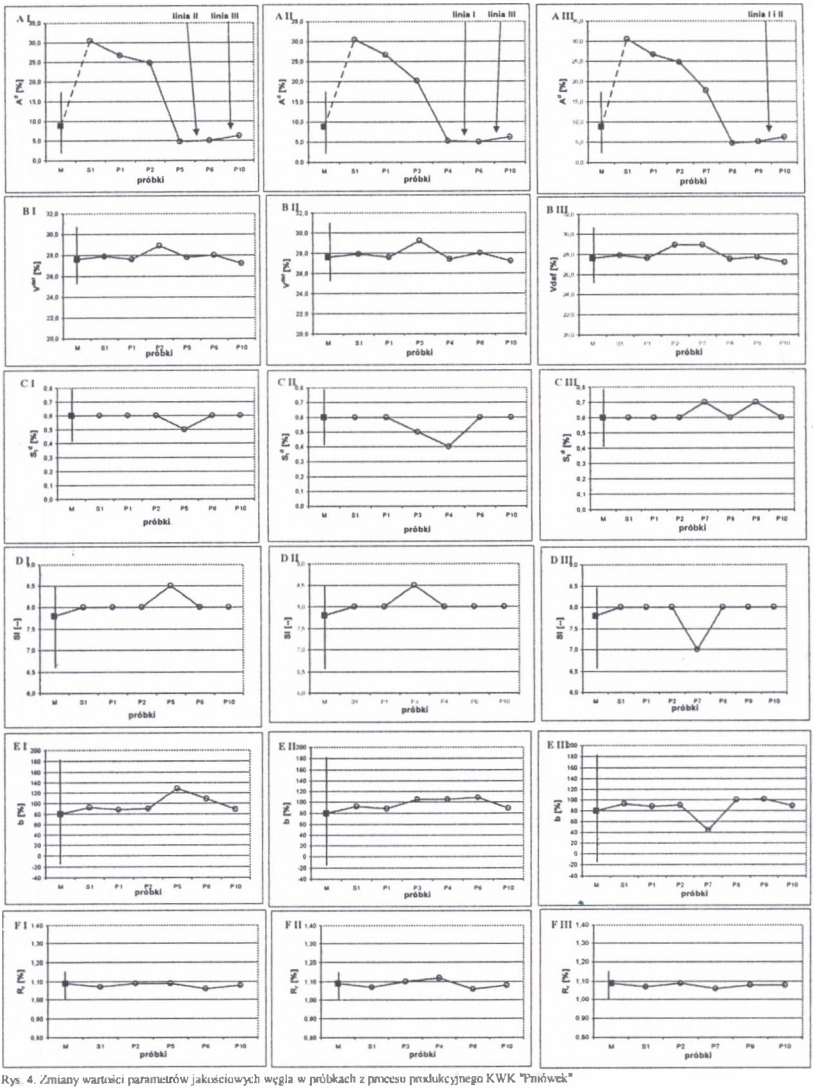
Pierwsza linia produkcyjna reprezentowana jest przez próbki: M, S1, P1, P2, P5, P6 i P10. Wyniki przeprowadzonych analiz zestawiono w tab. 2 i na rys. 4. Na rysunku tym zaznaczono również skrajne wartości parametrów jakości urobku eksploatowanych pokładów, tworzących nadawę.

Sposób pobrania próbek bruzdowych** uniemożliwia dokładne przeanalizowanie zmian wartości parametrów od złoża/pokładu do produktu handlowego, a jedynie od urobku węgla, uzyskanego po eksploatacji ściany danego pokładu. Świadczyć to może o niedoskonałości PN, według której, jak już wspomniano, próbki węgla należy pobierać bez przerostów > 5 cm.

W wyniku rozdzielenia skały płonnej od węgla na oddziale sortowni w kruszarce samokruszącej typu Bradford (rys.3) zawartość popiołu uległa obniżeniu od 30,5 (próbka S1) do 26,7 % (próbka P1). Po rozdzieleniu węgla surowego na klasę ziarnową 0-20 mm na przesiewaczu wibracyjnym typu PZ1 zawartość popiołu nadal nieznacznie się obniża do 24,8 % (próbka P2). Procesy wzbogacania w płuczce osadzarkowej wpłynęły na znaczące obniżenie zawartości popiołu do 4,8 % (próbka P5). Połączenie tego produktu z koncentratem uzyskanym po wzbogaceniu w cieczy ciężkiej nie wpływa znacząco na zawartość A^d. Także połączenie tych produktów z flotokoncentratem powoduje dalszy nieznaczny wzrost

* Economic Commission for Europe

** Autorzy pobierali próbki bruzdowe zgodnie z zaleceniami PN-81/G-04501, a więc bez przerostów o miąższości > 5 cm, a takie w tych pokładach występują i stanowią część urobku w nadawie na ZMPW KWK „Pniówek".



Rys. 4. Zmiany wartości parametrów jakościowych węgla w próbkach z procesu produkcyjnego KWK "Pniówek"

A - zawartość popiołu w stanie suchym
B - zawartość części lotnych w stanie suchym bezpopiołowym
C - zawartość siarki całkowitej w stanie suchym
D - wartość wskaźnika wolnego wydymania
E - wartość dylatacji
F - wartość średniej refleksyjności witrynitu
I - pierwsza linia produkcyjna
II - druga linia produkcyjna
III - trzecia linia produkcyjna

- zakres skrajnych wartości parametru w nadawie

- strzałki wskazujące na łączenie koncentratów z poszczególnych linii produkcyjnych

Fig. 4. Changes of quality parameters values of coal in samples from production process "Pniówek" coal mine

A - ash content (dry state)
B - volatile matter (dry ash free state)
C - total sulphur content (dry state)
D - Swelling Index
E - dilatation
F - random vitrinite reflectance content
I - first production line
II - second production line
III - third production line

- *extremal values of parameter in in raw coal*

- production lines connecting

zawartości popiołu do 6,2 % w „węglu handlowym" (próbka P10). Zwraca uwagę wysoka skuteczność procesów wzbogacania – zawartość popiołu z około 25 % zredukowano niemal pięciokrotnie. Jednakże w stosunku do średniej zawartości popiołu w nadawie redukcja A^d nie jest tak wyraźna.

Zawartości części lotnych wzdłuż tej linii produkcyjnej nie wykazują wyraźnych zmian. Wyjątek stanowi próbka P2, w której wartości nieznacznie wzrastają do 28,9 %, jednakże nadal znajdują się w zakresie zmian V^{daf} w mieszance z urobku (M).

Zawartości siarki całkowitej nie wykazują znaczących zmian (uwzględniając błędy pomiarowe wg PN).

Własności koksownicze (*SI* i *b*) nie ulegają wyraźnej zmianie, z wyjątkiem próbki P5 (koncentrat węglowy po płuczce osadzarkowej), w której wartość dylatacji wzrasta do +128%. Zakres zmian dylatacji w procesie wzbogacania jest nieznaczny w porównaniu do jego zmienności w mieszance urobku (M).

Wzdłuż pierwszej linii produkcyjnej występuje węgiel ortokoksowy (typ 35.1) i semikoksowy (typ 37.1) oraz węgiel gazowo-koksowy (typ 34.2). Zwraca uwagę fakt, że w linii produkcyjnej węgiel kilkakrotnie zmienia typ technologiczny. Ponadto stwierdzono, analizując wartości parametrów jakościowych, występowanie dwóch typów węgla równocześnie (35.1/37.1 oraz 34.2/35.1).

Węgiel handlowy (próbka P10) jest węglem ortokoksowym typu 35.1 i semikoksowym typu 37.1, charakteryzującym się niską zawartością popiołu i siarki.

Druga linia produkcyjna reprezentowana jest, podobnie jak w przypadku pierwszej linii produkcyjnej, przez próbki M, S1, P1, P6 i P10 oraz dodatkowo przez próbki P3 i P4. Wyniki przeprowadzonych analiz zestawiono w tab. 2 i na rys. 4.

Zawartość popiołu, po rozdzieleniu węgla surowego na klasę ziarnową 20-200 mm na przesiewaczu wibracyjnym typu PZ1, nieznacznie spada od 26,7 (próbka P1) do 20,2 % (próbka P3). Procesy wzbogacania w płuczce zawiesinowej wpłynęły na obniżenie zawartości popiołu do 5,2 % (próbka P4). Po połączeniu się koncentratów z pierwszej i drugiej linii produkcyjnej (próbka P6) zawartość popiołu nie zmieniła się (odchylenie wartości jest w granicy błędu pomiarowego). Podobnie jak w przypadku pierwszej linii stwierdzono wysoką skuteczność procesów wzbogacania, zawartość popiołu po procesie wzbogacania w cieczy ciężkiej zredukowano niemal czterokrotnie. Jednakże w stosunku do średniej zawartości popiołu w mieszance z urobku (M) redukcja A^d nie jest tak wyraźna.

Zawartości części lotnych w drugiej linii produkcyjnej nie wykazują wyraźnych zmian. Wyjątek stanowi próbka P3, w której wartości nieznacznie wzrastają do 29,2 %, jednakże,

podobnie jak w pierwszej linii nadal znajdują się w zakresie zmian wartości V^{daf} w mieszance urobku (M).

Zawartości siarki całkowitej nie ulegają wyraźnej zmianie. Pewien wyjątek stanowi próbka P4, w której zawartość nieco spadła do 0,4 %, osiągając wartość minimalną w zakresie zmian mieszanki M.

Własności koksownicze (*SI* i *b*) w drugiej linii produkcyjnej nie wykazują wyraźnych zmian. Wyjątek mogą stanowić próbki P3 i P4, w których dylatacja nieznacznie wzrasta do +105 %. Wartości *SI* oraz *b* w drugiej linii produkcyjnej nie przekraczają wartości skrajnych w mieszance z urobku (M). Zakres zmian dylatacji w procesie wzbogacania, podobnie jak w pierwszej linii, jest nieznaczny w porównaniu z jego zmiennością w mieszance M.

Próbka P3 stanowi węgiel gazowo-koksowy (typ 34.2) i ortokoksowy (typ 35.1), natomiast próbka P4 węgiel ortokoksowy (typ 35.1) i semikoksowy (typ 37.1). Zwraca uwagę fakt, że węgiel w drugiej linii, podobnie jak w pierwszej, kilkakrotnie zmienia typ technologiczny. Ponadto również stwierdzono występowanie dwóch typów węgla równocześnie (35.1/37.1 oraz 34.2/35.1).

Trzecia linia produkcyjna reprezentowana jest, podobnie jak w przypadku pierwszej linii produkcyjnej, przez próbki M, S1, P1, P2 i P10 oraz dodatkowo przez próbki P7, P8 i P9. Wyniki przeprowadzonych analiz zestawiono w tab. 2 i na rys. 4.

Stwierdzono spadek zawartości popiołu w próbce P7 (nadawa na flotację) od 24,8 (próbka P2) do 17,8 % (próbka P7). Opisany spadek zawartości A^d w próbce P7 może być związany z procesami wzbogacania w płuczce osadzarkowej. Procesy wzbogacania w procesie flotacji wpłynęły na obniżenie zawartości popiołu do 4,7 % (próbka P8). W dalszej części procesu zawartość A^d nieznacznie wzrasta do 5,1 % (próbka P9) w flotokoncentracie po procesie suszenia i do 6,2 % w węglu handlowym. Podobnie jak w przypadku pierwszej i drugiej linii stwierdzono wysoką skuteczność procesów wzbogacania, zawartość popiołu po procesie flotacji zredukowano niemal czterokrotnie.

Zawartości części lotnych wzdłuż tej linii produkcyjnej nie wykazują wyraźnych zmian. Wyjątek stanowią próbki P2 i P7, w których wartości nieznacznie wzrastają do 28,9 %, jednakże nadal znajdują się w zakresie zmian wartości V^{daf} w mieszance z urobku (M).

Zawartość siarki całkowitej nie wykazuje znacznych zmian (uwzględniając błędy pomiarowe wg PN).

Własności koksownicze (*SI* i *b*) również nie wykazują wyraźnych zmian. Wyjątek stanowi próbka P7 (nadawa na flotację), w której wartość wskaźnika wolnego wydymania

spada do 8,0 i dylatacji do +44 %. Zwraca uwagę zakres zmian dylatacji w procesie flotacji, jest on jednakże nieznaczny w porównaniu z jego zmiennością w mieszance z urobku (M).

Próbka P7 stanowi węgiel gazowo-koksowy (typ 34.2) i ortokoksowy (typ 35.1), natomiast próbki P8 i P9 – węgiel ortokoksowy (typ 35.1) i semikoksowy (typ 37.1). Zwraca uwagę fakt, że węgiel w trzeciej linii produkcyjnej, podobnie jak w pierwszej i drugiej linii, kilkakrotnie zmienia typ technologiczny. Ponadto stwierdzono również występowanie dwóch typów węgla równocześnie (35.1/37.1 oraz 34.2/35.1).

Wnioski

Przeprowadzone analizy zmian zawartości parametrów jakościowych węgla w procesie produkcyjnym KWK „Pniówek" pozwalają sformować następujące wnioski:

- Węgle wchodzące w skład analizowanego procesu produkcyjnego KWK „Pniówek", są węglami koksowymi, charakteryzującymi się ogólnie dobrą jakością, głównie typów 35.1 i 37.1.
- Analiza procesu produkcyjnego KWK „Pniówek", od złoża/pokładu do produktu handlowego, wykazała wpływ sposobu opróbowania pokładów na dokładność szacowania wartości parametrów na kolejnych etapach tego procesu, a szczególnie w węglu handlowym. Wynika to z niedoskonałości PN-81/G-04501, według której, jak już wspomniano, próbki węgla należy pobierać bez przerostów > 5 cm, a takie w analizowanych pokładach występują i stanowią część urobku w nadawie na ZMPW. Sposób pobierania próbek pokładowych wg PN uniemożliwia zatem dokładne szacowanie zmian wartości parametrów od złoża/pokładu do produktu handlowego, a jedynie od urobku węgla uzyskanego po eksploatacji ściany danego pokładu.
- Analiza wartości parametrów jakościowych węgla w cyklu technologicznym KWK „Pniówek" wykazała, że różnice jakości między węglem handlowym (próbka P10) a nadawą na zakład przeróbki (próbka S1) dotyczą głównie zawartości popiołu. W przypadku pozostałych wartości parametrów jakościowych nie stwierdzono wyraźnych różnic. Zawartości popiołu w cyklu technologicznym systematycznie spadają, osiągając wartości minimalne po procesach wzbogacania. Zwraca uwagę fakt, że wysoką skuteczność procesów wzbogacania, uzyskano szczególnie w procesie wzbogacania mieszanki węglowej w cieczy ciężkiej i w osadzarkach miałowych.

- Obserwując wartości parametrów jakościowych węgla na poszczególnych węzłach cyklu technologicznego stwierdzono, że dla większości parametrów, poza nielicznymi wyjątkami, ich wartości tylko nieznacznie się zmieniają. Dotyczy to głównie części lotnych, siarki całkowitej, własności koksowniczych (*SI* i *b*) oraz wartości średniej refleksyjności witrynitu.
- W procesie produkcyjnym Kopalni „Pniówek", na drodze od złoża/pokładu do węgla handlowego, średnia refleksyjność witrynitu (R_r) charakteryzuje się stabilnością wartości (w granicach odchylenia standardowego), oscylując w zakresie 1,00-1,15 %. Parametr ten, precyzyjnie odzwierciedlający stopień uwęglenia, powinien koniecznie zostać uwzględniony w PN i określany wśród parametrów podstawowych analiz kopalnianych węgla.
- Analizując zmiany parametrów jakości węgla w cyklu technologicznym stwierdzono, że węgiel kilkakrotnie zmienia typ technologiczny oceniany według normy PN. Ponadto stwierdzono również występowanie dwóch typów węgla równocześnie. Jest to dowód na to, że PN-82/G-97002 nie uwzględnia aspektów genetycznych węgla i jest klasyfikacją technologiczną.

LITERATURA

1. Gabzdyl W., Hanak B., Probierz K.: Rola badań petrograficznych w ocenie wartości przemysłowej węgla kamiennego. Materiały Ogólnokrajowej Konferencji nt.: „Problemy badań węgla w pracach geologiczno-złożowych w aspekcie nowych technologii jego utylizacji", s. 67-77, Jaworze 1984.
2. Gabzdyl W., Probierz K.: Możliwości wykorzystania wyników badań petrologicznych węgla w geologii, górnictwie i przetwórstwie węgla. Prace Naukowe GIG, s. Konferencje, nr 13, Konferencja nt.: „Problemy geologii w ekologii i górnictwie podziemnym – Ustroń 96", s. 33-43, Katowice 1996.
3. Probierz K.: Zdolność odbicia światła i mikrotwardość jako wskaźniki klasyfikacyjne wysokozmetamorfizowanych węgli Kopalni „Moszczenica" (ROW). Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. 132, s. 43-53, Gliwice 1985.
4. Probierz K.: Geologiczno-górnicze i przeróbcze aspekty uzyskiwania węgla jako paliwa ekologicznego. Materiały Międzynarodowego Sympozjum pt. „Wydobycie i przeróbka węgla kamiennego Polski i Czech w sposób ograniczający zanieczyszczenie środowiska naturalnego", Ostrava 1993.
5. Probierz K.: Niektóre aktualne zagadnienia badawcze petrologii węgla GZW. Materiały XVI Sympozjum „Geologia formacji węglonośnych Polski", s. 105-109, Kraków 1994.
6. Taylor G. H. et al.: Organic Petrology. Gebruder Borntraeger, Berlin – Stuttgart 1998.
7. Turek M., Rupik E., Polok J., Nycz R.: Krajowy rynek węgla koksowego. Karbo-Energochemia-Ekologia, nr 10, str. 327-336, Warszawa 2001.

8. Waleczek E. et al.: Projekt Zagospodarowania Złoża Węgla Kamiennego „Pniówek". „SITG" oddz. Rybnik 2000.
9. Wenglorz R. et al.: Dokumentacja Techniczno-Ruchowa Zakładu Mechanicznej Przeróbki Węgla KWK „Pniówek". „Sepator", Katowice 2001.

Recenzent: Dr hab. inż. Marian Wagner, prof. nzw. w AGH

Abstract

The paper presents characterization of coal quality parameters changes in production process of "Pniówek" coal mine (SW part of USCB) , there is from deposit/ coal seam to commercial coal, in particular production lines, focusing on questionable points, where the change of coal quality parameters value appeared.

Analysis of coal quality parameters changes showed, that coals in the analyzed process are coking coals, characterized by good quality, mainly 35.1 and 37.1 type.

It was found that method of sampling according to the PN makes accurate estimating of value parameters changes from deposit/stratum to commercial coal impossible, but only from winning coal got after mining the longwall of given stratum. It follows from imperfection of PN-81/G-04501, according to which, samples without interlayer > 1cm must be taken. Such type of samples in analyzed stratum occur and are the part of winning in raw coal of preparation plant.

It was found that quality of commercial coal (sample P10) isn't better than coal quality in raw coal to preparation plant (samples M and S1). Main differences are in ash contents. Contents of this parameter systematically decrease during technological process, reached minimal value after enrichment processes. It's worth mentioning that high efficiency of enrichment processes was obtained by use dense medium and small coal jig. It was also found that majority insignificant change. It main concern the volatile matter, sulphur total, coke properties (*SI* and *b*) and random vitrinite reflectance content.

Analysis of the coal quality parameters in technological process changes allows to say that technological type of the coal several times changed and there are two technological types simultaneously. It proves that PN-82/G-97002 don't take into consideration the genetic aspects of the coal and is a technological classification.