ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2001
Seria: GÓRNICTWO z. 249 Nr kol. 1515

Krystian PROBIERZ, Marek MARCISZ
Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Geologii Stosowanej
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 2

ZMIANY ZAWARTOŚCI POPIOŁU I SIARKI W WĘGŁACH Z POKŁADU 415/2 W CYKLU PRODUKCYJNYM KWK „SZCZYGŁOWICE"

Streszczenie. Prześledzono zmiany parametrów jakościowych węgla na tle całego procesu eksploatacji i przeróbki KWK „Szczygłowice", tj. od złoża do „węgla handlowego". Wykonano retrospektywne rozpoznanie złoża w postaci map izolinii na kolejnych etapach jego rozpoznania i dokumentacji, tzn. w kategorii C_2+C_1, B i A. Przeanalizowano wszystkie nitki cyklu produkcyjnego, ze szczególnym uwzględnieniem newralgicznych punktów, w których zaistniała możliwość zmiany parametrów jakości kopaliny. Wskazano celowość i możliwości zastosowania wykonanych badań.

CHANGES OF ASH AND SULPHUR CONTENT IN PRODUCTION CYCLE OF THE "SZCZYGŁOWICE" COAL MINE EXEMPLIFIED BY COAL FROM SEAM 415/2

Summary. Changes of the qualitative parameters of coal during exploitation and preparation process, that is from in situ coal to the final coal product in the "Szczygłowice" coal mine were followed. Retrospective recognition of deposit (in the form of digital isolines maps) on all stages of documentation was done. All production lines with their trouble spots (where change of qualitative parameters of coal is possible) were analised. Possibility of application of results of the work was showed.

Charakterystyka jakości węgla kamiennego obejmuje najczęściej opis zmian jego parametrów jakościowych w pokładzie/złożu [7]. Kompleksowe analizy jakości produktów będących wynikiem uszlachetniania kopaliny podczas procesów przeróbczych są wykonywane znacznie rzadziej. Wyjątkowo zaś badaniom poddaje się cały cykl produkcyjny węgla od kopaliny w złożu poprzez poszczególne etapy procesu przeróbczego do produktu końcowego, jakim jest węgiel przeznaczony dla odbiorcy [5].

Na przykładzie KWK „Szczygłowice" w niniejszej pracy podjęto się prześledzenia zmian parametrów jakościowych węgla od złoża/pokładu poprzez cały proces eksploatacji i przeróbki, tj. od złoża do węgla będącego produktem handlowym.

Konieczność takich badań wynika ze stwierdzenia, że dokładność szacowania jakości węgla zależy zarówno od czynników przyrodniczych, np. od sposobu jego występowania w pokładzie (m. in. rodzaje litotypów, przerosty, czyli budowa makropetrograficzna pokładu), jak i technologicznych (np. sposób eksploatacji) [2]. Dokładność szacowania jakości węgla w pokładzie uzależniona jest także zapewne od sposobu opróbowania złoża.

Wybór obiektu badań, jakim są węgle z KWK „Szczygłowice", wydaje się być uzasadniony znaczną wielkością bazy zasobowej [1], [3], a także nieodpowiednim do współczesnych wymogów rozpoznaniem jakości kopaliny, m. in. brak stosowania na szerszą skalę międzynarodowych klasyfikacji węgla. Zmiany jakości postanowiono prześledzić na przykładzie węgla z pokładu 415/2 (warstwy górnorudzkie – namur C), w którym odstawiany z nowej ściany (X) do zakładu przeróbczego urobek nie był mieszany z urobkiem z innych ścian.

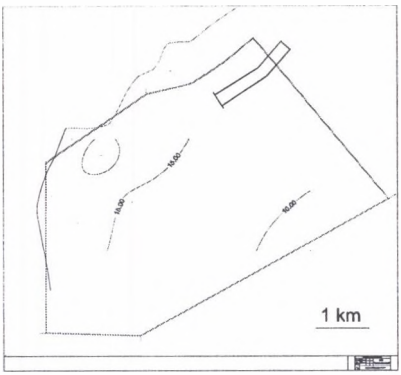
Metodyka badań

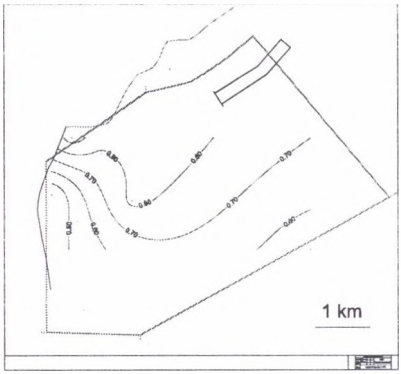
Przyjęta metodyka badań obejmowała rozpoznanie jakości węgla w pokładzie 415/2 oraz w poszczególnych węzłach procesu przeróbczego.

W pierwszej kolejności podjęto badania nad retrospektywnym rozpoznaniem złoża kopalni „Szczygłowice" na kolejnych etapach jego dokumentacji, ze szczególnym uwzględnieniem zmian zawartości popiołu i siarki. Badania te obejmowały wszystkie (według [6]) etapy rozpoznania i poszukiwania, a więc:

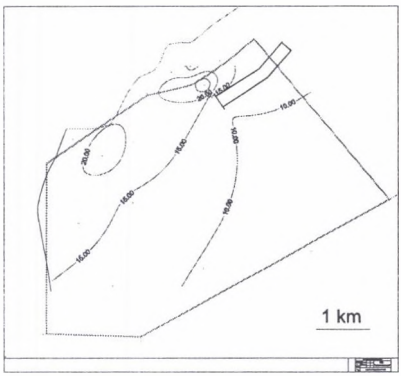
- poszukiwania szczegółowe (kategoria C_2),
- rozpoznanie wstępne za pomocą otworów wiertniczych (kategoria C_1),
- rozpoznanie szczegółowe za pomocą wyrobisk udostępniających i przygotowawczych, m.in. przecznice i upadowe (kategoria B),
- rozpoznanie eksploatacyjne za pomocą chodników i przecinek ścianowych (kategoria A).

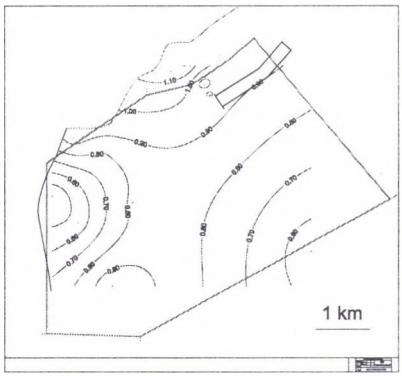
Efektem rozpoznania były cyfrowe mapy zmienności parametrów jakościowych węgla dla każdej ze wspomnianych kategorii (rys. 1), skonstruowane na podstawie danych z otworów wiertniczych i pokładowych prób węgla [4], [7]. Mapy izolinii wykonano dla pokładu 415/2



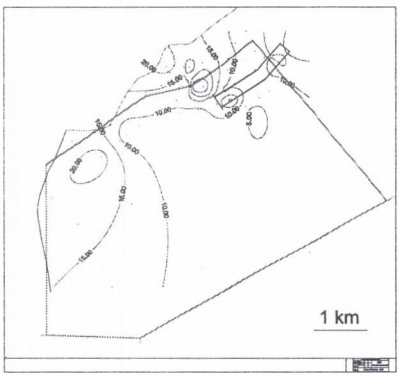


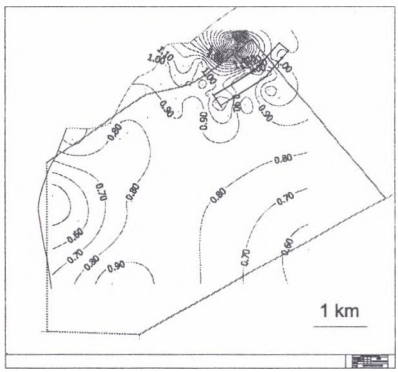
Mapy zawartości popiołu (po lewej) i siarki (po prawej) w kategorii rozpoznania złoża C_2+C_1





Mapy zawartości popiołu (po lewej) i siarki (po prawej) w kategorii rozpoznania złoża B





Mapy zawartości popiołu (po lewej) i siarki (po prawej) w kategorii rozpoznania złoża A

Rys. 1. Mapy zawartości popiołu i siarki w kategoriach rozpoznania złoża: C_2+C_1, B i A
Fig. 1. Maps of ash (on the left) and sulphur (on the right) content. Recognition category of the deposit: C_2+C_1 – Prospecting + General Exploration, B + A – Detailed Exploration

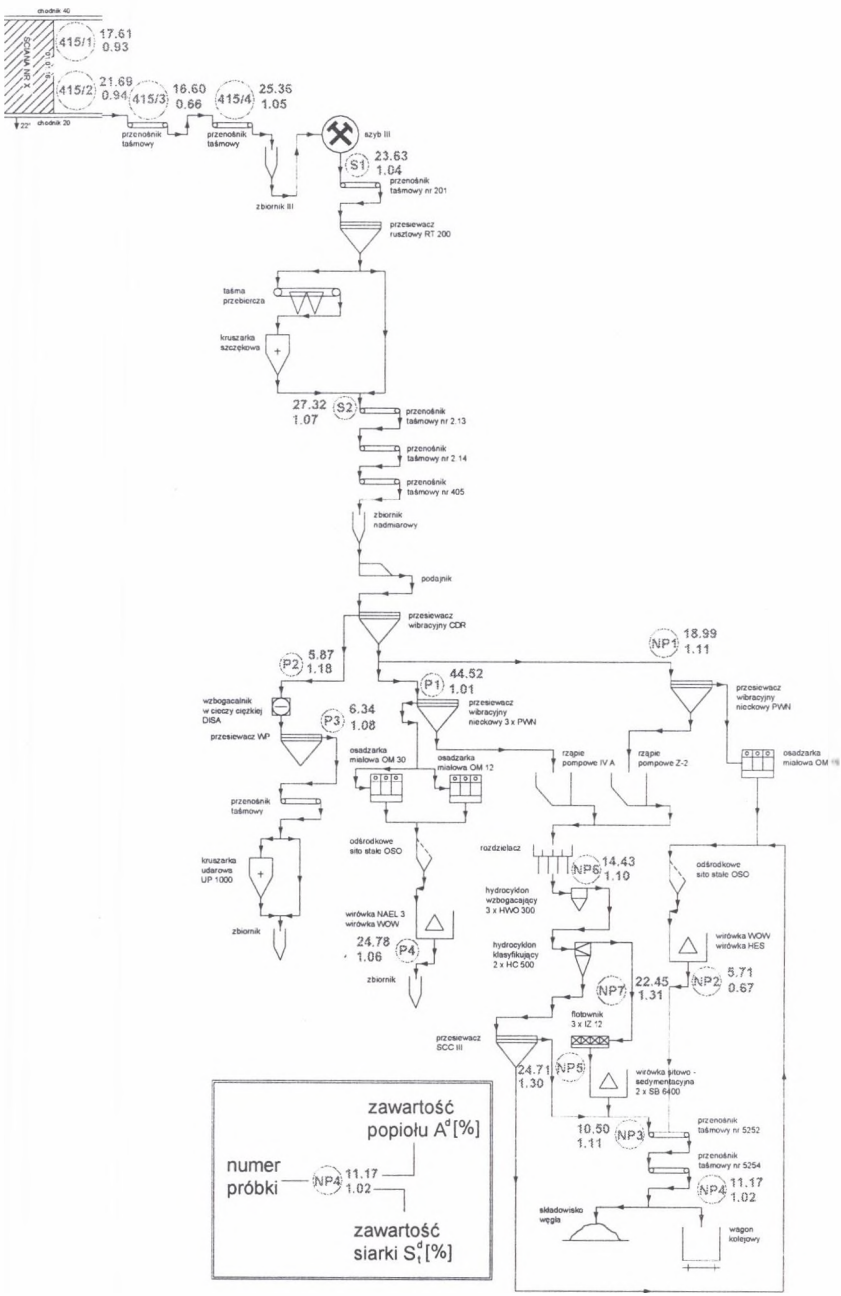
w obszarze uwzględniającym jego naturalne granice, którymi są: zaburzenie orłowsko-boguszowickie na zachodzie i wychodnia pokładu na północy obszaru badań. Na mapach zlokalizowano ścianę X, której eksploatacja odbywa się w kierunku z NE na SW. Pokład w tym rejonie zapada się w kierunku na SE pod kątem ok. 22°.

W dalszej kolejności opróbowano poszczególne węzły procesu produkcyjnego, które zostały zestawione i opisane w tab. 1. Obejmują one m. in. przenośniki taśmowe, sortownię, płuczkę oraz hydrocyklony. Przeglądowy schemat opróbowania przedstawia rys. 2. Kryterium wyboru miejsc pobrania prób stanowiły wszystkie, jak się wydaje, newralgiczne punkty („węzły") cyklu produkcyjnego, w których zaistniała możliwość zmiany parametrów jakości kopaliny.

Tabela 1

Charakterystyka opróbowania pokładu 415/2 i Zakładu Mechanicznej Przeróbki Węgla KWK „Szczygłowice"

Nr próbki	Opis węgla
415/1	Próba bruzdowa, pokład 415/2, ściana nr X, chodnik 40 (nadścianowy)
415/2	Próba bruzdowa, pokład 415/2, ściana nr X, chodnik 20 (podścianowy)
415/3	Przenośnik taśmowy, pokład 415/2, przesyp
415/4	Przenośnik taśmowy, pokład 415/2, przesyp
S1	Węgiel surowy, sortownia, przenośnik taśmowy nr 201
S2	Węgiel surowy, sortownia, przenośnik taśmowy nr 2.13
P1	Miał surowy, ∅ 0-20 mm, płuczka
P2	Miał surowy, ∅ 20-200 mm, płuczka
P3	Koncentrat węglowy, ∅ 20-200 mm, płuczka, **WĘGIEL HANDLOWY**
P4	Miał wzbogacony (miał płukany), ∅ 2-20 mm, płuczka, **WĘGIEL HANDLOWY**
NP1	Miał surowy, ∅ 0-20 mm, płuczka
NP2	Miał wzbogacony (miał płukany), ∅ 2-20 mm, płuczka
NP3	Odwodniony flotokoncentrat wraz z koncentratem węglowym z hydrocyklonu klasyfikującego HC 500, płuczka
NP4	Koncentrat zbiorczy, płuczka, **WĘGIEL HANDLOWY**
NP5	Odwodniony koncentrat węglowy z hydrocyklonu klasyfikującego HC 500, płuczka
NP6	Nadawa do wzbogacania w płuczce hydrocyklonowej, płuczka
NP7	Nadawa na flotację, przelew z hydrocyklonu klasyfikującego HC 500, płuczka



Rys. 2. Schemat opróbowania Zakładu Mechanicznej Przeróbki Węgla KWK „Szczygłowice"
Fig. 2. Sampling diagram of the "Szczygłowice" coal mine and the preparation plant

Omówienie wyników badań

Zmiany zawartości siarki i popiołu w węglach pokładu 415/2 wg kategorii rozpoznania przedstawione na rys. 1. wskazują, że zwiększenie ilości punktów pomiarowych, w kolejnych kategoriach, nie wpływa na ogólny przebieg izolinii poszczególnych parametrów, które zachowują w tym pokładzie swój trend globalny. W miarę coraz lepszego rozpoznania mogą jednakże powstawać lokalne ekstrema (minima i maksima), których występowanie i zagęszczenie uzależnione jest od doboru modułu kreślenia izolinii.

Charakterystyka jakości węgla pokładu 415/2, tzn. zawartości popiołu i siarki w partii eksploatowanej ścianą X, obejmująca m. in. wartości średnie parametrów, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności, została przedstawiona w tab. 2.

Tabela 2

Zakresy zmian wartości parametrów jakości węgla z pokładu 415/2 KWK „Szczygłowice" w zależności od kategorii rozpoznania złoża

Nazwa	Symbol	A^{d*}			S_t^{d*}		
		C_2+C_1	B	A	C_2+C_1	B	A
Liczba obserwacji	N	6	12	42	6	12	42
Wartość największa (maksymalna)	Max	22,55	30,31	30,31	0,95	1,20	3,04
Wartość najmniejsza (minimalna)	Min	8,48	8,48	5,60	0,40	0,40	0,40
Średnia arytmetyczna	Śr	16,46	16,54	13,07	0,67	0,85	0,97
Wariancja empiryczna	S^2	24,43	38,10	44,30	0,04	0,06	0,14
Odchylenie standardowe	S	4,94	6,17	6,66	0,21	0,25	0,37
Współczynnik zmienności	V	30,03	37,32	50,93	31,48	29,85	38,34
Współczynnik skośności (asymetrii)	Sk	-0,69	0,81	1,10	0,07	-0,46	4,23

Jak wynika z danych zestawionych w tab. 2, w przypadku zawartości popiołu jego wartość średnia zmniejsza się wraz ze wzrostem liczby oznaczeń, natomiast wartości wariancji, odchylenia standardowego i współczynnika zmienności wykazują tendencje wzrastającą. Średnia zawartość siarki natomiast wzrasta wraz ze wzrostem liczby oznaczeń parametru.

Wyniki oznaczeń zawartości popiołu i siarki oraz składu petrograficznego węgla w poszczególnych węzłach procesu produkcyjnego przedstawiono w tab. 3, natomiast zmiany zawartości popiołu i siarki w poszczególnych nitkach procesu produkcyjnego KWK „Szczygłowice" przedstawia rys. 3.

*A^d – zawartość popiołu w stanie suchym; S_t^d – zawartość siarki całkowitej w stanie suchym

Tabela 3

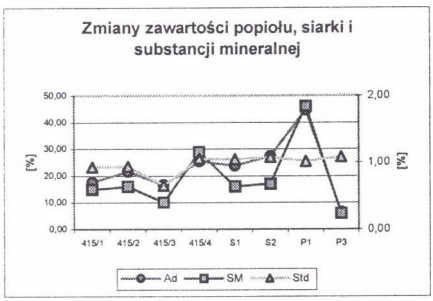
Wartości parametrów jakości węgla z pokładu 415/2 i Zakładu Mechanicznej Przeróbki Węgla KWK „Szczygłowice"

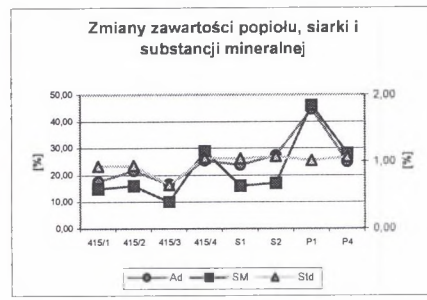
Nr próbki	A^{d**}	S_t^{d**}	SM**	V_t^{mmf**}	L^{mmf**}	I^{mmf**}
	[%]	[%]	[%]	[% obj.]	[% obj.]	[% obj.]
415/1	17,61	0,93	15	79	7	14
415/2	21,69	0,94	16	75	8	17
415/3	16,60	0,66	10	79	9	12
415/4	25,36	1,05	29	74	7	19
S1	23,63	1,04	16	72	7	21
S2	27,32	1,07	17	76	6	18
P1	44,52	1,01	46	77	6	17
P2	5,87	1,18	6	75	10	15
P3	**6,34**	**1,08**	**6**	**82**	**7**	**11**
P4	**24,78**	**1,06**	**28**	**82**	**5**	**13**
NP1	18,99	1,11	21	80	6	14
NP2	5,71	0,67	8	82	5	13
NP3	10,50	1,11	15	86	2	12
NP4	**11,17**	**1,02**	**12**	**83**	**3**	**14**
NP5	24,71	1,30	24	87	3	10
NP6	14,43	1,10	14	86	2	12
NP7	22,45	1,31	17	85	2	13

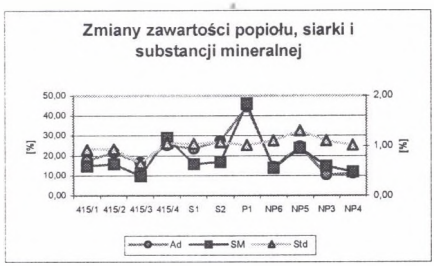
Porównanie danych dotyczących zawartości popiołu i siarki w pokładzie (tab. 2.) oraz w węzłach produkcyjnych (tab. 3.) wskazuje na wyższą, w niektórych przypadkach, zawartość tych parametrów w węzłach procesu produkcyjnego aniżeli w złożu. Uwaga ta odnosi się przede wszystkim do danych dotyczących płuczki (P1), a także nadawy na flotację (NP7). W przypadku zaś węgla handlowego zmniejszenie zawartości popiołu (wyraźne) uzyskuje się dla koncentratu węglowego ∅ 20-200 mm z płuczki (P3) oraz koncentratu zbiorczego z płuczki (NP4).

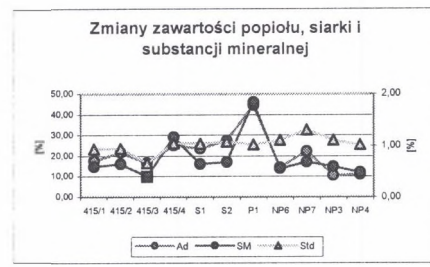
Skład petrograficzny węgli opróbowanych w węzłach procesu produkcyjnego wykazuje pewne zmiany, polegające na wzroście zawartości macerałów grupy witrynitu i zmniejszeniu udziału liptynitu w stosunku do danych dotyczących próbek pokładowych pobranych ze

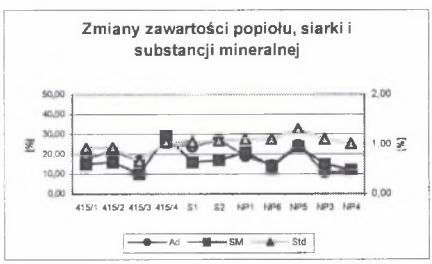
** A^d – zawartość popiołu w stanie suchym; S_t^d – zawartość siarki całkowitej w stanie suchym; SM – zawartość substancji mineralnej; V_t^{mmf} – zawartość macerałów grupy witrynitu w stanie bez substancji mineralnej; L^{mmf} – zawartość macerałów grupy liptynitu w stanie bez substancji mineralnej; I^{mmf} – zawartość macerałów grupy inertynitu w stanie bez substancji mineralnej

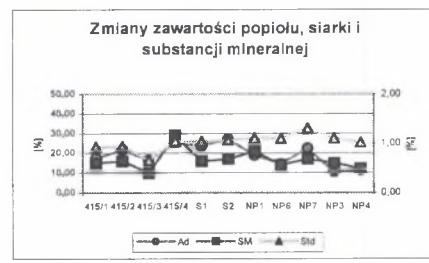


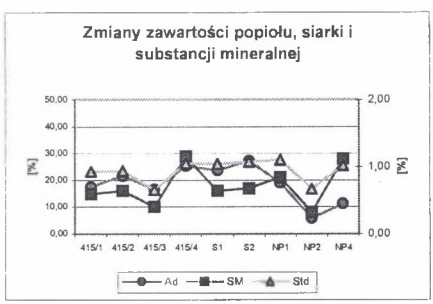












Rys. 3. Zmiany parametrów jakościowych węgla w poszczególnych nitkach produkcyjnych KWK „Szczygłowice"

Fig. 3. Changes of the qualitative parameters of coal in all production lines in the "Szczygłowice" coal mine

ściany X. Pełniejsze wyjaśnienie zaobserwowanych prawidłowości będzie możliwe dopiero po przeprowadzeniu szczegółowych badań składu petrograficznego, w tym analizy mikrolitotypów.

Przeprowadzona analiza zmian jakości węgla, tzn. zawartości popiołu i siarki w cyklu produkcyjnym badanej kopalni, pozwala sformułować kilka uwag:

- Potwierdza się możliwość zaistnienia sytuacji, kiedy jakość urobku odbiega od oszacowanej jakości węgla w złożu. Zawartość popiołu i siarki z prób bruzdowych, oznaczona metodami laboratoryjnymi, odbiega od wartości oszacowanych na podstawie map izolinii.
- Sytuacja, kiedy oczekiwana wartość parametru jest różna od wartości rzeczywistej (czyli stwierdzonej badaniami), może zaistnieć także w ramach samego procesu przeróbczego. Zawartość popiołu pomiędzy przesiewaczem wibracyjnym CDR a przesiewaczem wibracyjnym nieckowym PWN osiąga zwykle wartości z przedziału 24 – 26 %. Badania laboratoryjne wykazały jednak, że może ona bardzo odbiegać od takiego stanu, czego dowodem jest próbka P1, w której stwierdzono 44,52 % popiołu, a więc badana skała nie jest już węglem, ale palnym łupkiem węglowym.
- Nie można wykazać ogólnego trendu zmian parametrów jakościowych w całym procesie produkcyjnym. Konieczna jest analiza każdej „ścieżki" produkcyjnej oddzielnie. Nie wyklucza to jednak możliwości wskazania podobieństw (ogólnych i lokalnych) między poszczególnymi nitkami tego cyklu.
- Kompleksowe analizy cyklu produkcyjnego mogą wspomóc wypracowanie naukowych podstaw metodologii: właściwego wyboru pokładów do eksploatacji, korekt w procesach przeróbki mechanicznej węgla, projektowania i prowadzenia produkcji węgla o wymaganych, przez odbiorcę, parametrach jakościowych.

LITERATURA

1. Darski J., Kicki J., Sobczyk E. J.: Raport o stanie gospodarki zasobami złóż węgla kamiennego. Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Studia, Rozprawy, Monografie, nr 85, Kraków 2001.
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", Katowice 1996, s. 33-43.

3. Gabzdyl W.: Wpływ restrukturyzacji górnictwa na wielkość i strukturę bazy zasobowej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Materiały Międzynarodowej Konferencji pt.: „Górnictwo 2000". Stowarzyszenie Wychowanków Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, Szczyrk 23-24 listopada 1999, s. 59-68.
4. Marcisz M.: Przedstawienie wyników badań jakości węgla w postaci map cyfrowych, posiedzenie Komisji Nauk Geologicznych PAN oddz. Katowice, Gliwice 2000.
5. Mastalerz M., Padgett P. L.: From in situ coal to the final coal product: a case study of the Danville Coal Member (Indiana). International Journal of Coal Geology, vol. 41, 1999, p. 107-123.
6. Nieć M.: Geologia kopalniana. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1982.
7. Probierz K., Marcisz M.: Zastosowanie kombinacji programów AutoCAD i Surfer do konstrukcji map jakości węgla. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Górnictwo, z. 246, Gliwice 2000, s. 439-450.

Recenzent: Dr hab.inż. Marian Wagner
Profesor AGH

Abstract

Profile of coal quality usually includes description of changes of quality parameters in seam/deposit [7]. Comprehensive quality analyses of products of preparation process are made rarely. Exceptionally all production cycle (from in situ coal to the final coal product) is analised [5].

The papers presents changes of qualitative parameters of coal during the whole process of exploitation and preparation, i. e. from in situ coal to the final coal product, exemplified by the "Szczyglowice" coal mine.

Necessity of such studies results from the assertion that precision of coal quality estimation depends on natural and technological factors [2]. Conceivable is the influence of the way of deposit sampling as well.

The choice the "Szczygłowice" coal mine (situated in NW part of the Upper Silesian Coal Basin) is justified by considerable size of the resources [1], [3]. Changes of quality were

ascertained on the basis of coal from seam 415/2 (Namurian C). In this seam in January 2001 exploitation was begun.

The method of work embraced recognition of coal quality in seam 415/2 and in individual points of preparation plant.

At the beginning retrospective recognition of deposit on all stages of documentation was done, with special consideration of changes of ash and sulphur content. Research works embraced all recognition stages from Prospecting through General Exploration to Detailed Exploration [6]. Digital maps of changes of qualitative parameters of coal were the effect of the recognition [4], [7], (Fig. 1.). The maps were prepared on the basis of the data from drill-holes and seam samples. Maps of isolines were made for the whole of seam 415/2, taking into consideration only natural borders: Orlova overthrust (in the west) and the coal seam outcrop (in the north). On the maps place of currently exploitation was situated (in the NNE part of the mining-area).

In turn individual points of production process was sampling (Tab. 1.). Sampling diagram is present on Fig. 2. All trouble spots of production cycle (where changes of qualitative parameters of coal are possible) were the criterion of sampling.

Profile of coal quality from seam 415/2 i. e. ash and sulphur content in exploitation area (embrace i. a. mean parameters values, standard deviation and deviation coefficient) were presented in Tab. 2.

Results of analises of ash and sulphur content and petrographic composition of coal in individual points of production process were presented in Tab. 3. Changes of ash and sulphur content in individual production lines of the "Szczygłowice" coal mine were presented in Fig. 3.