

Jerzy BIAŁAS\*, Barbara MAJKA-MYRCHA\*\*, Alojzy RYNCARZ\*\*\*,  
Aleksander KABUT\*\*\*\*

\* Politechnika Śląska

\*\* CZW „WĘGŁOZBYT” SA, Biuro Badań Rynku Węgla Kamiennego,  
Politechnika Śląska

\*\*\* Jastrzębska Spółka Węglowa

\*\*\*\* Gliwicka Spółka Węglowa

## WIELKOŚĆ PRODUKCJI MUŁÓW WĘGLOWYCH I OCENA KOSZTÓW ICH WZBOGACANIA

**Streszczenie.** Sposób prowadzenia eksploatacji i realizowany program poprawy jakości węgla są źródłem wzrostu produkcji mułów węglowych. W artykule dokonano syntetycznej analizy wydobycia węgla, przedstawiając szczegółowe dane ilościowe o uzyskanej produkcji ziarn drobnych i bardzo drobnych w latach 1994 - 1995. Wykonano również analizę kosztów wzbogacania mułów podstawową metodą, jaką jest flotacja oraz kosztów suszenia otrzymanego koncentratu flotacyjnego, wykorzystując informacje wybranych kopalń.

## SIZE OF COAL SLUDGE PRODUCTION AND COST ASSESSMENT OF ITS ENRICHMENT

**Summary.** The nature of coal exploration and implementing its quality improvement program both result in increase of coal sludge production. This article makes a sythetic analysis of coal output and presents detailed data pertaining to production of fine and extra fine grains in 1994-1995. The cost analysis of sludge enrichment using the basic flotation method is also presented as well as the cost analysis of drying the obtained flotation concentrate. These analyses make use of data from chosen coal mines.

### 1. Struktura produkcji węgla w programie poprawy jego jakości

Obserwuje się obecnie szybką ewolucję w podejściu do zagadnienia przeróbki węgla kamiennych, zwłaszcza węgla energetycznych. Podstawowe kierunki działania polegają na zwiększaniu ilości węgla wzbogacanego metodami mechanicznymi oraz na obniżaniu wymiaru wzbogacanych ziarn [1,2].

W aspekcie oczekiwanej integracji z Unią Europejską oraz wzrastających wymogów ochrony środowiska, zakłady przeróbki mechanicznej węgla będą musiały być dostosowane do warunków funkcjonowania na rynku europejskim. Istotną więc częścią programu restrukturyzacji górnictwa są zamierzenia inwestycyjne, w których ważnym problemem jest obserwowana zmiana struktury wydobywania węgla kamiennego. Następuje wyraźne zmniejszenie produkcji sortymentów grubych i średnich przy wzrastającej jednocześnie w urobku ilości miał węgłowych o pogarszającej się jakości [3]. Udział miał węgla kamiennego w wydobywaniu brutto wynosi obecnie około 80% [3,4]. Ogółem wyprodukowano w 1994 roku 110 681,6 tys. ton miał węgla kamiennego, w tym 40 388,4 tys. ton miał wzbogaconych. W roku 1995 wielkość produkcji wynosiła 113 916,8 tys. ton ogółem, a miał wzbogaconych 43 295,5 tys. ton [3]. Procentowy udział miał wzbogaconych w produkcji netto wyniósł odpowiednio 36,5% i 38,0%.

Aktualnie wzbogacana jest całość węgla koksowego w pełnym zakresie ziarnowym, a węgiel gazowo-koksowy tylko w części kopalń. Udział miał węgla energetycznego wzbogaconych mechanicznie w ogólnej produkcji netto wyniósł w roku 1995 zaledwie 10,8%. Odpowiada to rocznej produkcji 14,6 mln ton. Wiadomo natomiast powszechnie, że w strukturze produkcji miały energetyczne stanowią zdecydowaną większość. W 1995 roku wyprodukowano 28 715,7 tys. ton miał węgla koksowego i 85 201,1 tys. ton miał węgla energetycznego [3].

Ponieważ strategia restrukturyzacji technicznej przewiduje budowę zakładów wzbogacania obejmujących wzbogacaniem cały zakres wydobywania węgla energetycznego [5], wskaźnik mechanicznego wzbogacania miał energetycznych będzie ciągle wzrastał. Już w 2000 roku przewiduje się zwiększenie produkcji wzbogaconych miał energetycznych do około 40 mln ton/rok [6].

Następstwem wzrostu produkcji ziarn drobnych i bardzo drobnych z jednej strony oraz zwiększenia zakresu ich wzbogacania - z drugiej, jest rosnąca ilość wytwarzanych muł węgłowych kierowanych do obiegu wodno-mułowego i wzbogacania. Wzbogacanie i odwadnianie muł węgłowych napotyka często na barierę techniczną i technologiczną. Stosowane obecnie metody nie zawsze są skuteczne, a przede wszystkim kosztowne zarówno inwestycyjnie, jak i ruchowo. Obecnie przyjmuje się, że koszty wzbogacania miał są około trzykrotnie większe od wzbogacania sortymentów grubych i średnich [7]. Koszty budowy lub rozbudowy obiegu wodno-mułowego oraz zagospodarowania mułu i odpadów uzyskanych z jego wzo-

gacania są również wysokie. Mogą stanowić 50% kosztów budowy zakładu wzbogacania mialu lub mogą wynosić od 50% do 70% całkowitych kosztów wzbogacania węgla [8].

W złożonym układzie uwarunkowań jakości węgla i wydziałowych kosztów jego wzbogacania, w warunkach wzrostu produkcji ziarn bardzo drobnych i powiększaniu zakresu wzbogacania, bardzo istotne jest uwidocznienie wielkości produkcji mułu węglowego. W celu określenia skali problemu wzbogacania i odwadniania ziarn bardzo drobnych w artykule przedstawiono wielkość ich produkcji w całym górnictwie węgla kamiennego oraz wyniki analizy kosztów wydziałowych procesu wzbogacania metodą flotacji i suszenia koncentratu flotacyjnego niektórych kopalń. Analizą objęto lata 1994 i 1995.

## 2. Produkcja mułów węglowych

W tabeli 1 podano produkcję mułów węglowych na tle ogólnej produkcji brutto w latach 1994 i 1995 w poszczególnych spółkach węglowych. Dane ujęte w tabeli wskazują, że ilość produkowanych mułów węglowych wzrasta. Zwiększa się również ilość mułu wzbogaconego metodą flotacji, jak również mułu niewzbogaconego. Powodem wzrostu ilości mułów węgla energetycznego jest sukcesywne zwiększanie ilości wzbogaczanych mialów w ogólnej produkcji mialów energetycznych.

Analiza danych ujętych w tabeli 2 potwierdza, że muły węglowe wzbogacane są prawie w całości w kopalniach wydobywających węgle koksowe i częściowo wzbogacane w kopalniach dysponujących węglem gazowo-koksowym. Aktualnie całość mułów węgla energetycznych nie jest wzbogacana i odwadniana. Muły te charakteryzują się bardzo niską jakością, to jest wysoką zawartością popiołu i wilgoci, niską wartością opałową i często wysoką zawartością siarki. W związku z powyższym kopalnie wydobywające węgiel energetyczny i gazowo-koksowy mają do rozwiązania problem wzbogacania i odwadniania mułów węglowych. Spalanie bowiem tego sortymentu o aktualnych parametrach jakościowych jest sprzeczne z podstawowymi wymaganiami ze strony ochrony środowiska.

Na rys. 1 przedstawiono procentowy udział mułów wzbogaczanych flotacyjnie w wydobyciu brutto oraz koncentratu flotacyjnego w ogólnej produkcji netto węgla kamiennego. Okazuje się, że problem wzbogacania mułów ma w poszczególnych kopalniach i spółkach różny wymiar, a udział koncentratu flotacyjnego może stanowić nawet do 35 % ogólnej produkcji netto.

Tabela 1

Produkcja mułów węglowych w poszczególnych spółkach węglowych w latach 1994 i 1995\*

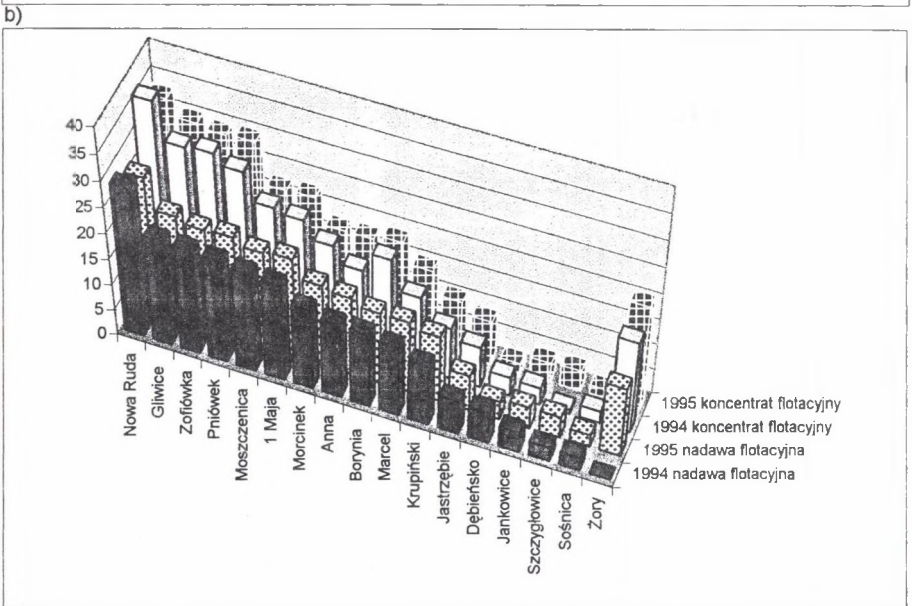
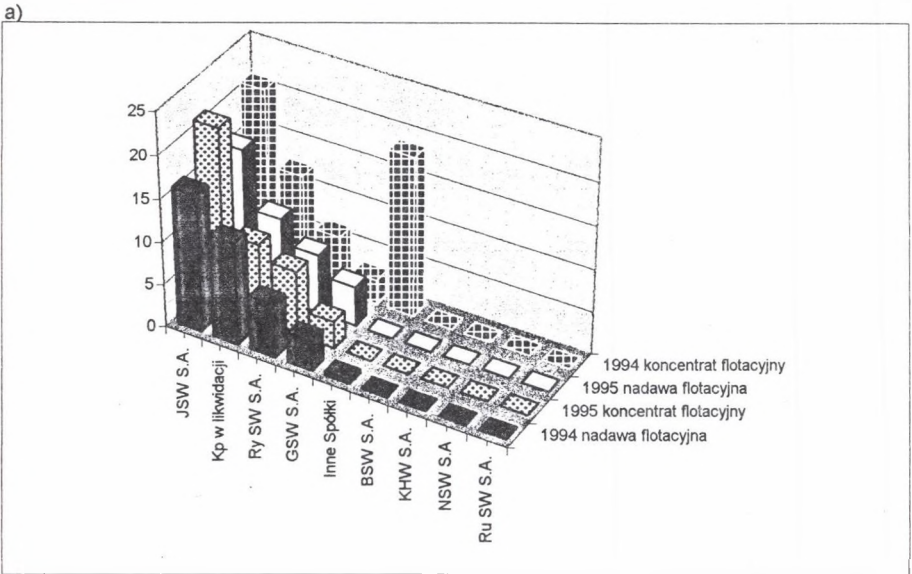
Lp.	Spółka	Produkcja węgla brutto [t]		Produkcja mułów brutto [t]		Nadawa flotacyjna [t]		Koncentrat flotacyjny [t]		Odpady z flotacji [t]	
		1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.
1	Bytomska SW S.A.	15 743 051	16 162 598	3 217	5 893	0	0	0	0	0	0
2	Rudzka SW S.A.	17 512 409	18 061 894	6 244	9 731	0	0	0	0	0	0
3	Gliwicka SW S.A.	28 823 384	29 355 297	1 549 176	2 109 143	1 007 539	1 335 439	508 760	835 479	498 779	499 960
4	Katowicki HW S.A.	29 229 400	29 282 873	60 787	51 346	0	0	0	0	0	0
5	Nadwiślańska SW S.A.	28 831 401	28 155 631	96 497	127 952	0	0	0	0	0	0
6	Rybnicka SW S.A.	21 711 093	21 991 003	1 703 722	2 550 556	1 350 947	1 510 340	988 882	1 156 307	362 065	354 033
7	Jastrzębska SW S.A.	24 077 978	25 190 649	3 938 352	4 168 447	3 852 618	4 129 151	3 088 283	3 322 964	764 335	806 187
8	Inne Spółki	7 941 574	2 241 026	33 136	41 458	23 205	0	20 536	0	2 669	0
9	Razem Spółki	173 748 410	178 491 586	7 391 131	8 383 192	6 234 309	6 974 930	4 606 461	5 314 750	1 627 848	1 660 180
10	Kopalnie w likwidacji	5 254 840	4 429 343	633 576	447 890	624 664	430 310	441 801	267 415	182 863	162 895
11	Ogółem	179 003 250	182 920 929	8 024 707	8 831 082	6 865 132	7 405 240	5 048 262	5 582 165	1 810 711	1 823 075

\* Źródło: Biuletyn Informacyjny z zakresu przeróbki mechanicznej i jakości węgla wydawany przez PAWK S.A. oraz formularze statystyczne G - 09.2.

Tabela 2

Produkcja młotów węglowych i produktów wzbogacania flotacyjnego w kopalniach w latach 1994 i 1995\*

Lp.	Kopalnia	Produkcja węgla brutto [t]		Produkcja młotów brutto [t]		Nadawa flotacyjna [t]		Koncentrat flotacyjny [t]		Odpady z flotacji [t]	
		1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.
1	KWK Dębieńsko	3 259 574	3 425 774	194 580	121 531	194 580	121 531	63 090	32 265	131 490	89 266
2	KWK Gliwice	1 856 627	2 083 780	378 238	435 059	378 088	435 059	324 518	343 949	53 570	91 110
3	KWK Sośnica	5 340 208	5 348 094	656 640	657 815	135 375	206 804	74 527	128 804	60 848	78 000
4	KWK Szczygłowice	5 113 848	5 252 944	175 604	258 076	140 236	219 045	25 610	130 461	114 626	88 584
5	KWK Anna	2 748 500	2 795 350	399 299	427 226	399 299	426 623	312 775	350 830	86 524	75 793
6	KWK Marcel	3 080 379	3 336 406	418 533	467 560	418 533	467 560	300 937	342 984	117 596	124 576
7	KWK Jankowice	5 573 250	5 762 400	221 985	243 368	221 981	243 368	140 301	160 068	81 680	83 300
8	KWK 1 Maja	2 430 631	1 923 149	466 237	378 830	451 435	372 789	375 170	302 425	76 265	70 364
9	KWK Borynia	3 848 721	4 088 650	572 148	591 172	551 721	571 656	406 090	434 017	145 631	137 639
10	KWK Jastrzębie	3 238 532	3 708 363	210 925	257 772	210 925	257 772	180 953	225 375	29 972	32 397
11	KWK Moszczenica	2 480 658	2 317 763	481 136	442 399	474 347	437 343	400 735	379 730	73 612	57 613
12	KWK Krupiński	2 481 032	2 302 183	339 850	298 264	292 341	298 264	153 274	155 713	139 067	142 551
13	KWK Morcinek	1 891 540	2 177 526	295 043	346 267	295 043	346 267	235 511	247 376	59 532	98 891
14	KWK Pniówek	5 426 780	5 524 853	1 078 529	1 116 989	1 077 482	1 115 239	898 433	975 996	179 049	139 243
15	KWK Zofiówka	4 710 715	5 071 311	960 722	1 023 150	950 760	1 010 176	813 288	849 258	137 472	160 918
16	KWK Żory	585 629	916 090	146 826	205 569	80 925	124 928	60 951	87 993	19 974	36 935
17	KWK Nowa Ruda	908 239	854 835	263 406	267 444	261 029	228 002	179 605	145 300	81 424	82 702



Rys. 1. Procentowy udział nadawy flotacyjnej w wydobywaniu brutto i koncentratu flotacyjnego w produkcji węgla kamiennego netto w: a) poszczególnych spółkach węglowych, b) poszczególnych kopalniach

Fig. 1. Percentage of material fed for flotation in gross production and in flotation concentrate in: a) particular companies, b) particular coal mines

Tabela 3

Całkowite koszty procesu flotacji i suszenia koncentratu flotacyjnego  
w wybranych kopalniach

Kopalnia	Całkowity koszt flotacji i suszenia [zł PLN]		Jednostkowy koszt flotacji mułu [zł/t nadawy]		Jednostkowy koszt suszenia koncentratu flotacyjnego [zł/t nadawy]		Jednostkowy koszt wzbogacania mułu ogółem [zł/t nadawy]	
	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.	1994 r.	1995 r.
A	4 799 451,17	5 746 700,00	5,32	6,20	6,5	7,04	11,82	13,24
B	3 073 185,00	3 325 987,00	9,47	9,67	brak informacji	brak informacji	9,47	9,67
C	8 152 823,53	9 276 609,35	3,69	3,87	5,38	5,63	9,07	9,50
D	6 943 070,00	7 996 286,00	5,45	5,80	3,09	3,62	8,54	9,42

### 3. Koszty flotacyjnego wzbogacania i suszenia mułów węglowych

W tabeli 3 zestawiono koszty operacji wzbogacania mułu metodą flotacji i koszty suszenia koncentratu z tego procesu dla wybranych kopalń za okres dwu lat. Koszty te w 1995 roku wzrosły w porównaniu z rokiem 1994. Koszty suszenia (z wyjątkiem kopalni D) są zawsze wyraźnie większe od kosztów wzbogacania flotacyjnego. Przykładowo, w kopalni C wydano w 1995 roku na wzbogacanie mułu 9 276 609 zł PLN, z tego na koszty suszenia koncentratu wydano 5 499 505 zł PLN. Suszenie jest procesem uciążliwym ekologicznie ze względu na wydzielane do atmosfery pyły i gazy. Dlatego w kopalniach przewiduje się stopniową likwidację tego procesu i zastąpienie go metodami mechanicznego odwadniania.

### 4. Podsumowanie

Przeprowadzona w artykule analiza produkcji miałów i mułów węgla kamiennego wskazuje, że zakłady przeróbki mechanicznej otrzymują do wzbogacania coraz więcej ziarn drobnych i bardzo drobnych. Należy zawsze pamiętać, że im więcej ziarn drobnych w nadawie na zakład przerobczy, tym trudniejsza jest ich dalsza przeróbka, czyli wzbogacanie i gospodarka wodno-mułowa. Nadawa ta jest również coraz więcej zawilgocona, a w związku z tym coraz trudniejsza i kosztowniejsza jest jej klasyfikacja.

Ciągły wzrost ilości ziarn najdrobniejszych (mułowych) jest wynikiem przede wszystkim przyjętych sposobów urabiania, metod transportu, wzrostu długości dróg transportowych, ilości przesypów i zbiorników międzyoperacyjnych. Wzrost wilgotności węgla surowego jest najczęściej wynikiem niewłaściwego zraszania węgla w trakcie eksploatacji. Podane powyżej czynniki mają więc zasadniczy wpływ na wybór sposobu wzbogacania i ponoszone wówczas koszty.

Planując sposób i umaszynowanie procesu wybierania, należy w prowadzonych rozważaniach uwzględnić problem ilości powstających ziarn najdrobniejszych. Ilość tych ziarn ma ogromny wpływ na całkowity koszt wzbogacania węgla. Wydaje się, że w pracach przygotowujących wydobyć powinni uczestniczyć również specjaliści z zakresu przeróbki mechanicznej.



Pomimo wysokich kosztów wzbogacania najdrobniejszych ziarn węgla, mając na uwadze skażenie środowiska, procesem tym należy objąć również węgle energetyczne. Straty bowiem ponoszone zużywaniem mialów i mułów węglowych niewzbogaconych są znacznie wyższe od kosztów wzbogacania węgla i składowania odpadów.

Finalną operacją w stosowanej obecnie flotacji mułów jest suszenie koncentratu; proces drogi i ekologicznie uciążliwy. Budowa nowoczesnych suszarni spełniających wymagania ochrony środowiska z wielokrotniłaby koszty procesu wzbogacania w stopniu niewspółmiernym do uzyskanych efektów. Kopalnie, poszukując nowych rozwiązań, prowadzą rozpoznanie w skali technicznej nad możliwością zastąpienia termicznego suszenia - mechanicznym odwadnianiem w wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych lub zmiany technologii odwadniania z zastosowaniem wirówek sitowych i sedymentacyjno-filtracyjnych.

## LITERATURA

1. IX konferencja z cyklu: „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej”. CPPGSMiE PAN, Zakopane, 9-11 października 1995.
2. Konferencja naukowo - techniczna na temat: „Poprawa jakości węgla w programie dostosowania górnictwa węglowego do warunków gospodarki rynkowej”, Prace Naukowe GIG, Katowice 1996.
3. Stan przeróbki mechanicznej węgla kamiennego w Polsce w 1995 roku. Biuro Programowania Restrukturyzacji Górnictwa PAWK S.A., Katowice, maj 1996.
4. Sztaba, Z. Blaschke: O podstawowych uwarunkowaniach podnoszenia jakości koncentratów węglowych. Konferencja naukowo - techniczna na temat: „Poprawa jakości węgla w programie dostosowania górnictwa węglowego do warunków gospodarki rynkowej”, Prace Naukowe GIG, Katowice 1996.
5. Górnictwo węgla kamiennego a polityka państwa i sektora na lata 1996-2000. Program dostosowania górnictwa węgla kamiennego do warunków gospodarki rynkowej i międzynarodowej konkurencyjności, Warszawa, kwiecień 1996.
6. PSE S.A. Studium rynku węgla kamiennego dla potrzeb energetyki w latach 1995-2020. Elektroenergetyka, nr 4, 1995.
7. Pawłaszek, W. Drogoń, J. Stociński: Stan istniejący oraz koncepcje wzbogacania węgla w Nadwiślańskiej Spółce Węglowej S.A. Konferencja naukowo-techniczna na temat:

„Poprawa jakości węgla w programie dostosowania górnictwa węglowego do warunków gospodarki rynkowej”, Prace Naukowe GIG, Katowice 1996.

8. Regulski, A. Szyguła, J. Mielecki, Z. Pilszek: Kierunki poprawy jakości węgla w kopalniach węgla kamiennego KHW S.A. z uwzględnieniem prognoz jakości węgla surowego, efektywności i zakresu wzbogacania w aspekcie potrzeb rynku. Konferencja naukowo - techniczna na temat: „Poprawa jakości węgla w programie dostosowania górnictwa węglowego do warunków gospodarki rynkowej”, Prace Naukowe GIG, Katowice 1996.

Recenzent: Dr inż. Zofia Ociepa

Wpłynęło do Redakcji 29.09.1996 r.

### Abstract

The analysis performed in the article of fine coal and slurry, shows that treatment plants obtain more and more of fine and very fine grains for dressing.

Continuous increase of quantity of most fine grains (slurry ones) results mainly from winning and transport methods assumed, increase of transport route length, quantity of band crossings and inter-operation bins. Increase of green coal moisture results most frequently from improper spraying of coal during mining. The above specified coefficients make the basic effect on enrichment methods and related expenditures.

Despite high enrichment costs of the finest coal grains, taking into account environment contamination, this process should include power coal. Losses incurred by usage of unenriched slurries and fine coal are significantly higher than coal enrichment costs and storing of wastes.

Final operation applied at present in flotation of slurries is drying of concentrate; this process is an expensive one and harmful for environment. Construction of modern drying plants fulfilling requirement of environment protection would manifold costs of enrichment process incommensurably in relation to effects obtained. Coal mines, searching new solutions, carry out diagnosis within the technical scope on possibilities of substituting of thermal drying by mechanical dewatering in filter-setting centrifuges or alterations of dewatering technology using screen and filter-setting centrifuges.