Technologia wzbogacania węgla w zakładzie przeróbczym KWK „BUDRYK” S.A.

A technology of coal beneficiation at a coal preparation plant of “Budryk” Mine

Andrzej GAWLIŃSKI [1)]

[1)] Inż.; KWK “BUDRYK” S.A., ul. Zamkowa 2, 43-178 Ornontowice; tel.: (+48-32) 221 36 31,

RECENZENCI: Prof. Ing. Peter FEČKO, CSc; Dr inż. Zofia BLASCHKE

Streszczenie

Artykuł przedstawia skrótowy opis technologii wzbogacania węgla kamiennego oraz wyposażanie techniczne do realizacji tej technologii.

1. Informacje ogólne

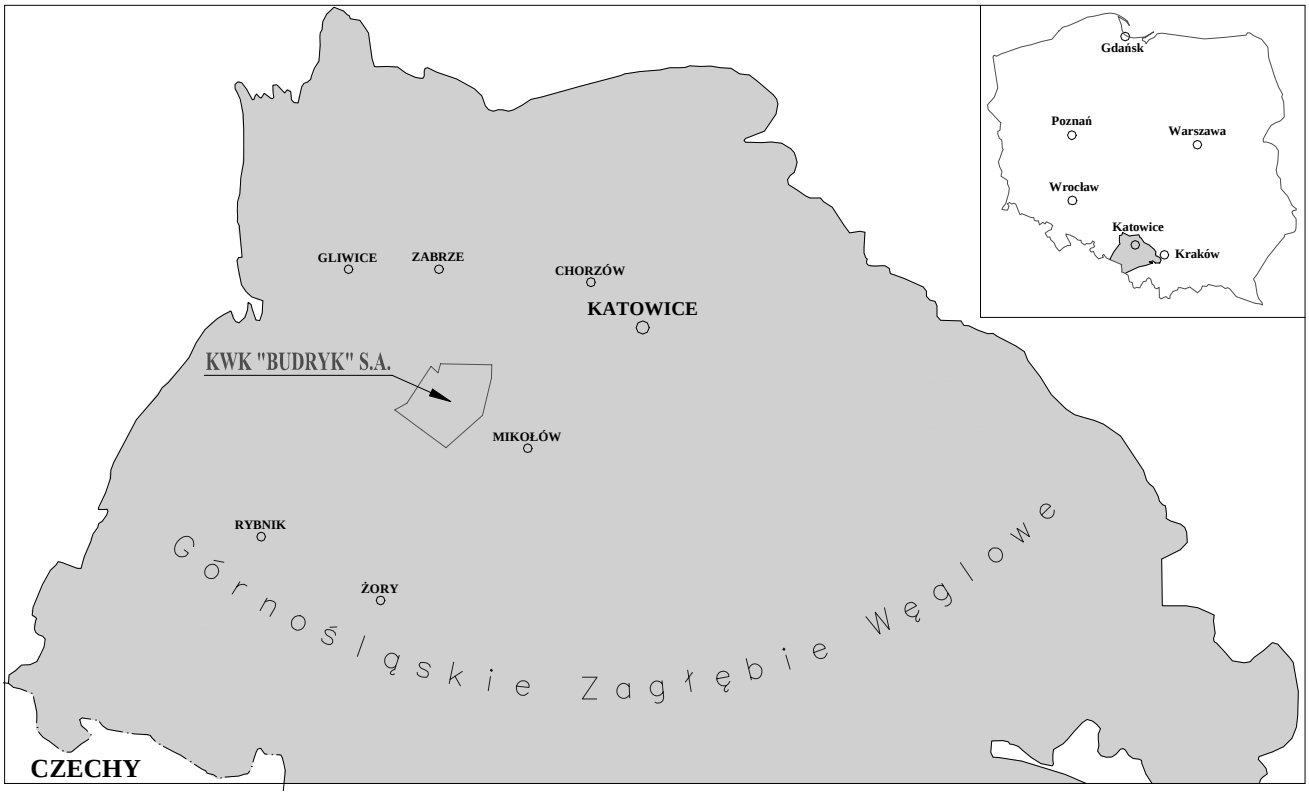
Złoże węgla kamiennego „Budryk”, w którym prowadzi eksploatację KWK „Budryk” S.A. położone jest w środkowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Dla złoża wyznaczono obszar górniczy Ornontowice I o powierzchni 35,97 km^2, położony na terenie powiatów mikołowskiego, gliwickiego i rybnickiego w województwie śląskim. Położenie KWK „Budryk” S.A. pokazano na rysunku 1.

Summary

This article presents a short description of hard coal enrichment technology and the technical equipment used in this technology.

1. General information

“Budryk” hard coal deposit in which “Budryk” mine runs its extraction operations is situated in the central part of the Upper Silesian Coalfield. Ornontowice I mining area was assigned in the deposit with surface area of 35.97 km^2, located on the terrain of Mikołów, Gliwice and Rybnik administrative districts in Silesian voivodship. The location of “Budryk” mine is presented in fig. 1.



Rys. 1
Lokalizacja KWK „ Budryk” S.A.

Fig. 1
The location of “Budryk” mine

Powierzchnia obszaru górniczego ma charakter rolniczy. Teren jest słabo zabudowany i nieuprzemysłowiony za wyjątkiem obiektów przemysłowych kopalni. Skupiska ludności stanowią wsie połączone drogami lokalnego znaczenia.

Nadkład złoża stanowią utwory czwartorzędu, trzeciorzędu i triasu. Złoże tworzą warstwy orzeskie i rudzkie należące do karbonu górnego (Westfal A i B). Pokłady węgla zalegają w formie monokliny z niewielkim upadem wynoszącym przeciętnie 5° do 12°, w kierunku południowo - wschodnim i poprzecinane są kilkoma dużymi uskokami o zrzucie od około 7 do 80 m. W złożu udokumentowano 35 pokładów bilansowych zawierających 692 mln ton węgla, w tym 19 pokładów uznano za przemysłowe zawierające 252 mln ton zasobów operatywnych. Są to głównie węgle typu 34 i 35, w niewielkiej ilości występuje również typ 32 i 33. Obecnie eksploatowane są trzy pokłady: 338/2, 341 i 358/1.

2. Opis przeróbki

Wydobycie urobku surowego w kopalni BUDRYK realizowane jest szybem wydobywczym za pomocą naczyń skipowych o pojemności 30 ton. Wydobyty urobek trafia w całości do obiektu stacji przygotowania węgla surowego gdzie w wyniku wstępnych procesów przeróbczych zostaje oczyszczony z wielkogabarytowych brył kamienia i zanieczyszczeń niewęglowych, a następnie po uprzednim odsianiu, na przesiewaczach klasyfikacyjnych, ziaren 65 – 0 mm jest poddany selektywnemu kruszeniu i odkamienieniu w kruszarce bębnowej.

Tak wydzielona klasa ziarnowa 65 – 0 mm poprzez zbiorniki wyrównawcze (2 × 8 tys. ton) jest kierowana do mechanicznego wzbogacania, metodami mokrymi, w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla.

W zależności od struktury i wymagań odbiorców, jak również charakterystyki węgla surowego, może być on po uprzednim odmulaniu wzbogacany w całości lub poddany, przy wykorzystaniu przesiewaczy wibracyjnych o trajektorii eliptycznej, procesowi wydzielenia na sucho klasy drobnej 6 (10) – 0 mm stanowiącej składnik węgla handlowego.

W dalszej kolejności produkt górny przesiewaczy jest wzbogacany w trójproduktowych osadzarkach średnioziarnowych. Koncentraty z tych osadzarek są kierowane do klasyfikacji i odwadniania na przesiewaczach. Produkt dolny przesiewaczy jest kierowany do odwadniania na sitach odśrodkowych oraz wirówkach sitowych, a następnie trafia do zbiorników produktu handlowego. Wydzielony wcześniej koncentrat ziarnowy 65 – 25 mm może być

The surface of the mining area is of an agricultural character. The terrain is poorly built-up and is non-industrialised one, with the exception of industrial structures of the mine itself. Population settlements consist of villages connected by roads of local importance.

The overburden of the deposit consists of quaternary, tertiary and triassic formations. The deposit is comprised of Orzesze and Ruda layers belonging to Upper carboniferous measures (Westfal A and B). The seams are bedded in the form of monocline with a little dip amounting on average 5° to 12°, towards south-east and is cross-cut by several large faults with the thrust from about 7 to 80 m. 35 balance seams have been documented in the deposit comprising 692 mln tons of coal, out of which 19 seams have been acknowledged as recoverable with 252 mln tons of operational reserves. Those are mainly coals of 34 and 35 types. There are also limited quantities of coals of 32 and 33 types. At present three seams are being mined, namely: 338/2, 341 i 358/1.

2. Description of coal beneficiation

Vertical transport of the run-of-mine at BUDRYK mine is done via the extraction shaft with the use of skips, each of capacity of 30 tons. The whole run-of-mine coal brought to the surface is directed to the raw coal preparation station where, as the result of initial preparation processes, is cleaned of large dimension lumps of stone and non-coal impurities and then after screening on classifications screens of the grain size 65 – 0 mm is subjected to selective crushing and stone removal in a drum crusher.

Grain size class 65 – 0 mm separated as said above is directed via surge tanks (2 × 8 th. tons) to mechanical coal preparation by wet methods in the mechanical coal preparation plant.

Depending on the structure and requirements of the customers as well as the characteristics of the raw coal it can all be prepared, after prior disliming, or subjected, with the use of vibration screens with elliptical trajectory, to the process of dry separation of small grain size class 6 (10) – 0 mm, constituting a component of commercial coal.

Then the oversize is treated at in three-product, medium grain size jigs. The concentrates from the jigs are directed to classification and dewatering at sieves. The undersize from the screens is directed for dewatering at centrifugal sieves and screen centrifuges and then it gets to the tank with commercial coal. The earlier separated concentrate of grain size 65 – 25 mm can be directed to retail

kierowany do drobnej sprzedaży lub po skruszeniu w kruszarkach pierścieniowo-udarowych, w zależności od potrzeb, łączony z jednym z produktów handlowych.

Przerosty z osadzarek średnioziarnowych po selektywnym skruszeniu w układzie: przesiewacz i kruszarka, do uziarnienia <10 mm są wzbogacane w pneumatycznej osadzarce miałowej.

Koncentrat z osadzarki po odwodnieniu na sitach odśrodkowych i wirówkach jest kierowany do produktu handlowego.

Odpady ze wzbogacania w osadzarkach ziarnowych oraz osadzarce miałowej, po odwodnieniu w podnośnikach kubełkowych i na przesiewaczach poprzez zbiorniki buforowe (2 × 5 tys. ton), kierowane są do załadunku na środki transportu.

Odsącza z procesów odwadniania produktów wzbogacania, poprzez rząpia technologiczne trafiają do hydrocyklonów, skąd ich wylewy łączone są z koncentratami miałowymi, a następnie wspólnie odwadniane.

Przelewy z wszystkich rząpi technologicznych znajdujących się w obiekcie płuczki są zagęszczane w zagęszczaczach promieniowych wód popłuczkowych. Wylew z zagęszczaczy poprzez rząpie flotacyjne, gdzie następuje wyregulowanie poziomu zagęszczenia klasy ziarnowej 0,5 – 0 mm (mułów surowych), jest kierowany do wzbogacania w baterii flotowników.

Flotokoncentrat po odwodnieniu w wirówkach sedymentacyjno-filtracyjnych stanowi składnik węgla handlowego.

Odpady flotacyjne po zagęszczeniu w osadnikach promieniowych i odwodnieniu na prasach taśmowych kierowane są do instalacji przygotowania mieszaniny odpadowo-pyłowej i wraz z silnie zasolonymi wodami kopalnianymi kierowane do doszczelniania zrobów poeksploatacyjnych.

Wyposażenie zakładu przeróbczego w podstawowe maszyny przedstawiono w tabeli 1, a blokowy schemat technologiczny pokazano na rys. 2.

3. Jakość produkcji

KWK BUDRYK S.A. eksploatuje obecnie węgiel gazowy typu 33 i gazowo-koksowy typu 34.2.

Z uwagi na dużą kruchość węgla oraz rozmywalność skały płonnej w technologii zakładu przeróbczego przewidziano możliwość wydzielania pewnej części ziaren drobnych przed procesem mokrego wzbogacania.

Produktami handlowymi zakładu przeróbczego są mieszanki energetyczne (MII A) o kaloryczności od 21 MJ/kg do 26 MJ/kg, zawartości popiołu 25 – 14% oraz węgiel do celów koksowniczych klasy 08/08/08. W skład mieszanki energetycznej wchodzą koncentraty z osadzarek, węgiel surowy o uziarnieniu

sales or after crushing in the ring-impact crushers it can be mixed, depending on the needs, with one of commercial products.

The middlings from medium grain size jigs, after selective crushing in the system: a screen and a crusher, to grain size of <10 mm are prepared in the fine coal pneumatic jig.

The concentrate from the jig, after its dewatering at centrifugal sieves and screen centrifuges, is directed to commercial product.

The reject from washing in a grain jig and a fine coal jig, after its dewatering in bucket elevators and on screens are directed, via buffet containers (2 × 5 th. tons) for loading onto transportation means.

Bleed-outs from dewatering processes of the preparation products, via technological sump, get to hydrocyclones from which the overflows are integrated with fine coal concentrates and then dewatered together.

The outflow from all technological sumps being in the building of the washery are thickened in radial thickeners of waters drained from the washery. The outflow from the thickeners, via a flotation sump, where the level of thickening is adjusted for grain size 0. 5 – 0 mm (raw slimes) is directed for washing in a battery of flotation machines.

Flotation concentrate, after its dewatering in sedimentation-filtration centrifuges, constitutes a component of commercial product.

Flotation tailings, after their thickening in radial thickeners and dewatering on belt presses are directed to the installation for preparation of waste-dust mixture and together with highly salinated mine waters are directed for extra sealing of gobs.

The equipment of the coal preparation plant in basic machines is presented in table 1, and a block technological flowsheet is presented in fig. 2.

3. Production quality

BUDRYK mine produces at present gaseous coal of 33 type and gaseous-coking coal of 34.2 type.

Because of high fragility of coal and wash-out properties of interbedded rock, coal preparation technology envisages the possibility to separate a certain part of fine grains before the process of wet beneficiation.

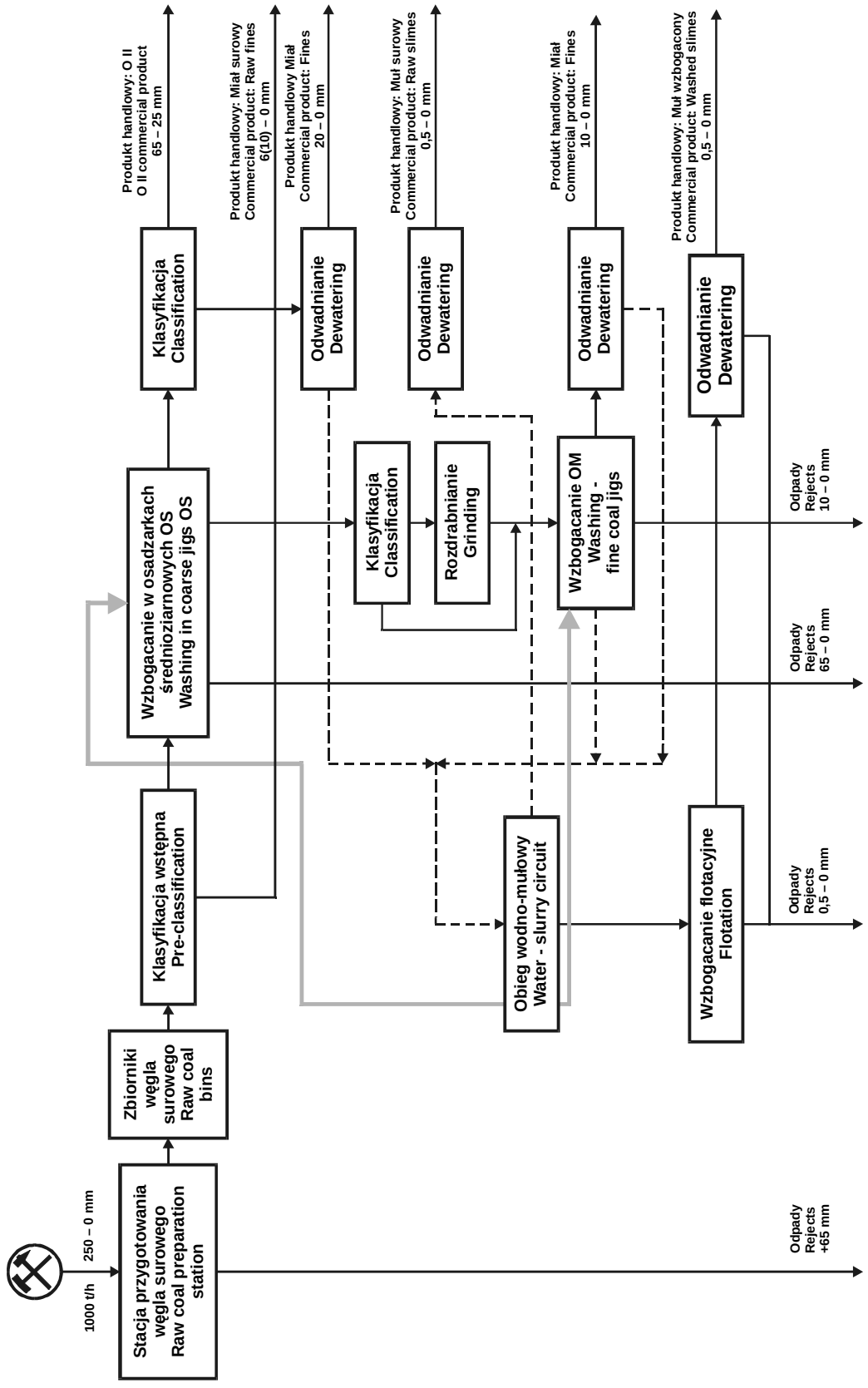
The commercial products of coal preparation plant include power coal blends (MII A) of calorific value from 21 MJ/kg to 26 MJ/kg, ash content 25 – 14% and coal for coking purpose of the 08/08/08 class. The power coal blends consist of concentrates from jigs, raw coal in sizes 6 (10) – 0 mm, and coal

niu 6 (10) – 0 mm, muły węglowe. Węgiel koksowy typu 34.2 stanowią czyste koncentraty z osadzarek oraz flotokoncentrat. Produkowany jest również alternatywnie sortyment orzech II w klasie 28/10/10.

Szczegółowe parametry produkowanego obecnie węgla podano w tab. 2 i 3.

slurries. Coking coal of 34.2 type consists of clean concentrates from jigs and flotation concentrates. Alternatively nut coal II is also produced in the class 28/10/10.

Detailed parameters of currently produced coals are presented in tables 2 and 3.



Rys. 2
Blokowy schemat przepływu urobku w zakładzie przeróbczym KWK „BUDRYK" S.A.

Fig. 2
Block diagram of raw coal flow in coal preparation plant in "BUDRYK" mine

Tablica 1
Wyposażenie zakładu przeróbczego w podstawowe maszyny

Table 1
Provision of the coal preparation plant in basic machines

Lp N°	Główne węzły technologiczne Main technological circuits	Główne maszyny i urządzenia w węzłach technologicznych Main machines and equipment in technological circuits
1	Stacja przygotowania Preparation station	Przesiewacz wibracyjny – WK-1 Vibration screen – WK-1 Kruszarka bębnowa – KB 3,2x 6 Drum crusher – KB 3,2x 6 Kołowa osadzarka gruboziarnista – KOD Wheel coarse jig – KOD
2	Klasyfikacja wstępna Pre-classification	Przesiewacz wibracyjny – PWE-1 Vibration screen – PWE-1
3	Płuczka Washery	Osadzarka ziarnowa – OS-36-3E Grain jig – OS-36-3E Osadzarka miałowa – OM-24L-4E Fine coal jig – OM-24L-4E Maszyna flotacyjna – IZ-12 Flotation machine – IZ-12
4	Odwadnianie produktów wzbogacania Dewatering of the products from washing	Przesiewacz wibracyjny – PWP-1 Vibration screen – PWP-1 Filtr tarczowy – FTC 150 Disc filter – FTC 150 Sito odśrodkowe – OSO Centrifugal dewatering sieve – OSO Podwójne sito odśrodkowe – BISO Double centrifugal dewatering sieve – BISO Wirówka odwadniająca-wibracyjna – WOW-1,3 Dewatering-vibration centrifuge – WOW-1,3 Prasa taśmowa – ICRC Belt press – ICRC Wirówka sedymentacyjno - filtracyjna – HUMBOLDT WEDAG HUMBOLDT WEDAG sedimentation-filtration centrifuge

Tablica 2
Charakterystyka węgla energetycznego M IIA
średnie parametry fizyko-chemiczne
Sotryment: miał 20 – 0 mm

Table 2
Characteristics of power coal M IIA
mean physico-chemical parameters
Size category: fines 20 – 0 mm

– parametry jakościowe – quality parameters					
Popiół Ash	A^r [%]	14 – 25	Zawartość wilgoci Moisture content	W_t^r [%]	7 – 12
Wartość opałowa Net calorific value	Q_i^r [MJ/kg]	26 – 21	Zawartość części lotnych Volatile matter content	V^{daf} [%]	34 – 35
Zawartość siarki Sulphur content	S_t^r [%]	0,71 – 1,1	Podatność przemiałowa Grindability index	[GrH]	77

– temperatury topliwości – fusion temperatures							
Specyfikacja Specification	Jedn. Unit	Atmosf. utlen. Oxidation atm.	Atmosf. reduk. Reduction atm.	Specyfikacja Specification	Jedn. Unit	Atmosf. utlen. Oxidation atm.	Atmosf. reduk. Reduction atm.
temp. spiekania sintering temp.	t_S [°C]	960	920	temp. topnienia melting temp.	t_B [°C]	1 400	1 300
temp. mięknienia softening temp.	t_A [°C]	1 280	1 230	temp. płynięcia flow temp.	t_C [°C]	1 440	1 370

Tablica 2 (cd) Table 2 (cont.)

– analiza chemiczna popiołu [% wagowo] – chemical analyses of ash [% of weight]							
SiO_2	49,36	K_2O	2,90	Na_2O	0,98	P_2O_5	0,69
Fe_2O_3	8,62	TiO_2	1,10	SO_3	4,02	BaO	0,22
MgO	3,19	CaO	3,73	Al_2O_3	24,60	SrO	0,11

– zawartość pierwiastków w przeliczeniu na węgiel (stan analityczny) [% wagowo] – content of elements as calculated into carbon (analytical status) [% of weight]							
P	0,070	F	0,013	C	63,72	N	1,09
Cl	0,261	Hg [ppm]	0,25	H	3,92		

– promieniotwórczość naturalna popiołu – natural radioactivity of ash
$f_1 = 0{,}00027\ C + 0{,}0027\ C_{Ra} + 0{,}0043\ C_{Th} = 0{,}99 \pm 0{,}07 < 1$ $f_2 = C = 123 \pm 10$ Bq/kg < 185 Bq/kg

Tablica 3 Table 3
Charakterystyka węgla koksowego typu 34.2 Characteristics of coking coal type 34.2

– parametry techniczne – technical parameters					
Uziarnienie Granulation	[mm]	20 – 0	Zawartość popiołu Ash conect	A^d [%]	6 – 8
Ciepło spalania Gross calorific value	Q_s^r [MJ/kg]	31 – 32	Zawartość wilgoci Moisture content	W_t^r [%]	6 – 8
Wartość opałowa Net calorific value	Q_i^r [MJ/kg]	30 – 31	Zawartość siarki Sulphur content	S_t^d [%]	0,6 – 0,8

– własności koksownicze – coking properties					
Zawartość części lotnych Volatile matter content	V^{daf} [%]	32 – 35	Własności dylatometryczne: Dilatometric properties:		
Wskaźnik wolnego wydymania Free swelling index	SI	8	– dylatacja – dilatation	b [%]	109
Spiekalność wg Rogi Roga index	RI	82	– kontrakcja – contraction	a [%]	33
Wskaźnik odbicia światła witrynitu Vitrinite ligh's reflection	R_0 [%]	0,86	– temp. mięknienia – softening temp.	[°C]	370
Typ koksu wg Gray-Kinga Coke type accord. to Gray-King	A-G	G8	– temp. kontrakcji – contraction temp.	[°C]	423
Max ciśnienie rozprężania Maximum pressure of expansion	P_{max} [kG/cm^2]	1,4	– temp. dylatacji – dilatation temp.	[°C]	457

– temperatury topliwości popiołu – ash fusion temperatures							
Specyfikacja Specification	Jedn. Unit	Atmosf. utlen. Oxidation atm.	Atmosf. reduk. Reduction atm.	Specyfikacja Specification	Jedn. Unit	Atmosf. utlen. Oxidation atm.	Atmosf. reduk. Reduction atm.
temp. spiekania sintering temp.	t_S [°C]	960	920	temp. topnienia melting temp.	t_B [°C]	1 400	1 300
temp. mięknienia softening temp.	t_A [°C]	1 280	1 230	temp. płynięcia flow temp.	t_C [°C]	1 440	1 370

– analiza elementarna (stan analityczny) – elemental analysis (analytical status)								
Zawartość chloru Chlorine content	Cl^a [%]	0,13	Zawartość tytanu Titanium content	Ti^a [%]	0,0639	Zawartość fosforu Phosphorous content	P^a [%]	0,049