

Magdalena MISZ
Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi
41-200 Sosnowiec, ul. Będzińska 60

MATERIA ORGANICZNA W ŻUŻLACH POWSTAŁYCH ZE SPALANIA WĘGLA W WYBRANYCH PALENISKACH DOMOWYCH

Streszczenie. Próbki popiołów pobrano z trzech wybranych palenisk domowych na terenie Sosnowca posiadających paleniska rusztowe. W próbkach tych wyróżniono następujące formy niespalonego węgla: cenosfery, sieci, plastry miodu, formy masywne, inertynit, detrytus oraz węgiel. Najliczniej występują plastry miodu i formy masywne. Cechą charakterystyczną tych popiołów jest niska zawartość form silnie porowatych, co jest spowodowane małą szybkością ogrzewania spalanych ziaren węgla.

CHARS IN SLAG FORMED DURING COAL COMBUSTION IN SELECTED DOMESTIC FURNANCES

Summary. Bottom ash samples were collected from selected domestic stoker furnaces in the area of Sosnowiec. The following char forms were distinguished in the samples: cenospheres, networks, honeycombs, massive forms, inertinite, detritus and coal. Honeycombs and massive forms are the most frequently occurring char morphological forms. These bottom ashes are characterized by low contents of highly porous forms due to the low heating rate of the combusted coal particles.

W ostatnich latach wiele uwagi poświęcano spalaniu węgla w nowoczesnych paleniskach przemysłowych typu pyłowego i fluidalnego. Coraz mniejsze znaczenie mają lokalne paleniska domowe z rusztem stałym. Jak powszechnie wiadomo, sytuacja taka jest spowodowana dążeniem do ograniczenia emisji zanieczyszczeń do środowiska naturalnego. Z drugiej strony część ludzi powraca do spalania węgla w paleniskach domowych. Powodem tego jest wzrost cen energii cieplnej oraz gazu z jednej strony, a z drugiej brak regulacji prawnych zmuszających do zaprzestania tego typu spalania. Osoby posiadające paleniska domowe nie płacą żadnych opłat za gospodarze korzystanie ze środowiska. W takich paleniskach domowych

oprócz węgla zazwyczaj gorszej jakości spalane są wszelkiego typu odpadki z gospodarstw domowych, np. papiery, szmaty, resztki żywności.

Do tej pory popioły i żużle z takich palenisk nie były przedmiotem zainteresowania badaczy. Ze względu na to, że są one często deponowane w nielegalnych wysypiskach śmieci, nieraz w pobliżu cieków wodnych, warto zwrócić uwagę na ich własności. W niniejszej pracy zostaną opisane poszczególne formy niespalonego węgla występującego w próbkach popiołów z wybranych palenisk domowych na terenie Sosnowca oraz zostanie określona ich zawartość.

Proces spalania węgla składa się z kilku etapów: ogrzewanie, mięknięcie, odgazowanie i pęcznienie, zapłon, spalanie pozostałości koksowej oraz jej rozdrobnienie [1]. Podczas spalania węgla w kotłach rusztowych wszystkie te etapy występują, jednakże trwają one znacznie dłużej aniżeli w kotłach pyłowych czy fluidalnych. Również wielkość spalanych ziaren węgla jest znacznie większa i wynosi kilka cm. Spalanie w takich paleniskach następuje znacznie wolniej i dłużej aniżeli w paleniskach pyłowych i fluidalnych [2]. Takie warunki spalania w istotny sposób wpływają na zawartość części palnych w stałych odpadach oraz ich morfologię. Powstałe popioły i żużle charakteryzują się wysoką zawartością części palnych wynoszącą nawet ponad 30% [3].

Metodyka badań

Próbki popiołów pobrano z palenisk domowych działających w mieszkaniach w bloku dwupiętrowym w Sosnowcu – Pogoni. Próbka nr 1 powstała ze spalania węgla z KWK Kazimierz – Juliusz, a próbka nr 2 ze spalania węgla z KWK Wieczorek. Próbka nr 3 powstała ze spalania węgla z KWK Niwka – Modrzejów w pokojowym piecu kaflowym. Węgłe z KWK Kazimierz–Juliusz i KWK Wieczorek spalano w piecach kuchennych. W każdym przypadku średnie dobowe zużycie węgla wynosiło około 10 kg. Próbki pobrano z popielników znajdujących się bezpośrednio pod paleniskiem rusztowym stałym nasypowym.

W pobranych próbkach popiołów została określona zawartość niespalonego węgla. W przygotowanych z tych próbek brykietach określono zawartość poszczególnych form morfologicznych niespalonego węgla. Na każdej próbce oznaczono formy w 500 punktach, na każdej ścianie, na której przypadło przecięcie nitek krzyża okularu. Formy oznaczano przy powiększeniu 200 razy.

Wyniki analiz

Najniższą zawartość części palnych (7,11%) stwierdzono w próbce nr 1. Próbką nr 2 charakteryzuje się najwyższą zawartością niespalonego węgla (22,92%). Pośrednią zawartość (17,59%) stwierdzono w próbce nr 3.

W badanych popiołach wyróżniono następujące formy morfologiczne niespalonego węgla: cenosfery, sieci, plastry miodu, formy masywne, inertynit, detrytus oraz węgiel. Formy te wyróżniono na podstawie porowatości oraz stopnia zachowania węgla w czasie spalania.

Cenosfery charakteryzują się obecnością jednej centralnie położonej pory otoczonej ścianką niespalonej materii organicznej (fot. 1).

W sieciach występuje kilka porów oddzielonych od siebie ściankami niespalonego węgla. Pory te są okrągławe i mają wielkość od kilkunastu do kilkudziesięciu μm . W ich ściankach czasami występują małe, okrągłe pory związane z wtórnym odgazowaniem (fot. 2 - 3).

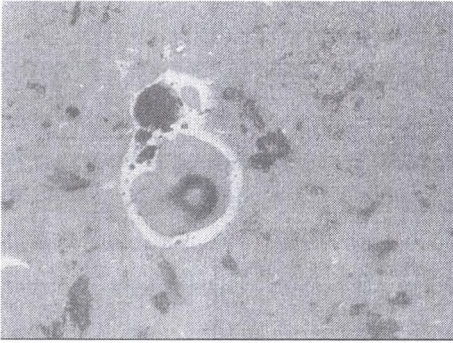
W plastrach miodu pory są wydłużone i nieregularne. Otoczone są one ściankami niespalonej materii organicznej (fot. 4).

Formy masywne są jednorodne i często widocznych jest w nich kilka spękań oraz wydłużonych porów. Mają ostre krawędzie. Wielkość tych form wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset μm (fot. 5).

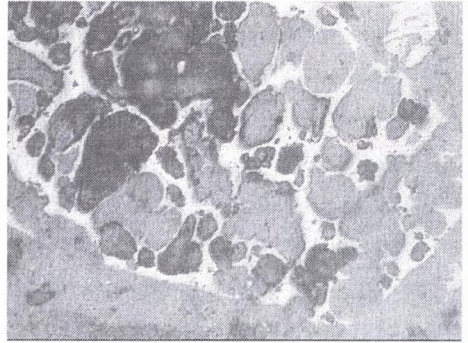
Następną wyróżnioną formą jest inertynit, który ma bardzo dobrze zachowaną budowę komórkową (fot. 6). Zazwyczaj jest to fuzynit, czasami semifuzynit.

Detrytus występuje jako małe ziarna o wielkości kilku μm zupełnie pozbawione porowatości (fot. 7). Inne ziarna detrytusu osiągają wielkość nawet kilkudziesięciu μm . Są one ostrokrawędziste, czasami w ich krawędziach widoczne są wgłębienia będące prawdopodobnie śladami po porowatości. Sporadycznie ziarna detrytusu zawierają małe, okrągłe pory.

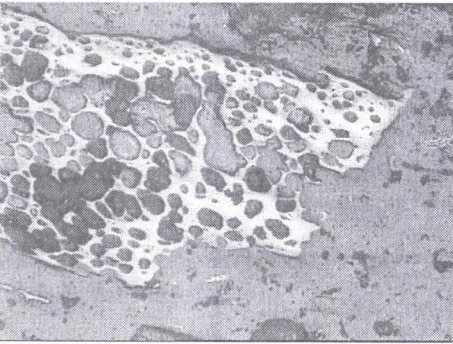
W badanych popiołach zaobserwowano również ziarna niespalonego węgla. Są one ostrokrawędziste i nie są w nich widoczne żadne ślady utleniania. W ziarnach takich w obrębie wityrnytu występuje fuzynit, semifuzynit oraz inertodetrynit (fot. 8). Inne ziarna węgla utworzone są wyłącznie z wityrnytu.



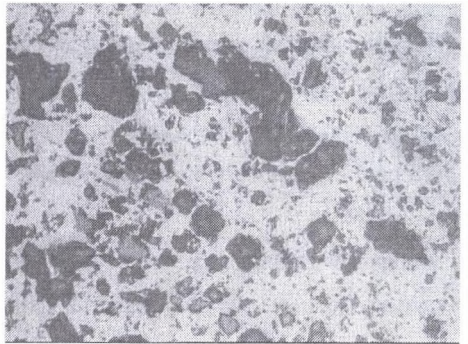
Fot. 1. Cenosfera. 200X
Photo 1. Cenosphere. 200X



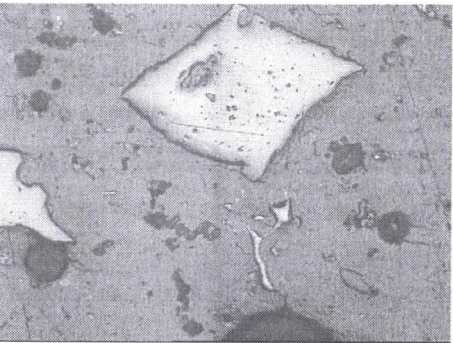
Fot. 2. Sieć. 200X
Photo 2. Network. 200X



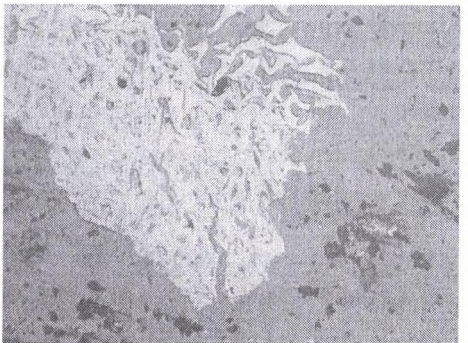
Fot. 3. Sieć. 200X
Photo 3. Network. 200X



Fot. 4. Plaster miodu. 200X
Photo 4. Honeycomb. 200X



Fot. 5. Forma masywna. 200X
Photo 5. Massive form. 200X



Fot. 6. Inertynit. 200X
Photo 6. Inertinite. 200X



Fot. 7. Detrytus. 200X
Photo 7. Detritus. 200X



Fot. 8. Węgiel. 200X
Photo 8. Coal. 200X

Porowatość omawianych powyżej form maleje od cenosfer poprzez sieci, plastry miodu, inertynit do detrytusu, form masywnych oraz węgla. Dość często w przypadku dużych form obserwuje się jednolitą, prawie pozbawioną porowatości obwódkę otaczającą silnie porowatą formę przypominającą sieć. W innych przypadkach porowata i masywna niespalona materia organiczna występuje w jednym ziarnie równoległe do siebie.

Wielkość omawianych form zmienia się w granicach od kilku do kilkuset μm . Największymi formami morfologicznymi są plastry miodu, formy masywne oraz ziarna zupełnie niezmiennego węgla. Prawdopodobnie jest to związane z wielkością spalanych ziaren węgla, czasem ich spalania oraz miejscem przebywania w palenisku. Można przypuszczać, że większe formy przybywały stosunkowo krótko na rusztowinach oraz blisko szczelin pomiędzy nimi, co spowodowało, że szybko opadły do popielnika. Prawdopodobnie powstały one z większych ziaren węgla. Małe formy mogły powstać ze spalania węgla, który dłużej przebywał w palenisku i uległ większemu rozdrobnieniu. Inną przyczyną obecności małych form mogło być również spalanie małych ziaren węgla.

Zawartość omawianych form w poszczególnych próbkach przedstawiono w tabeli 1. Dominującą ilościowo formą we wszystkich próbkach jest detrytus. Również często występują formy masywne oraz plastry miodu. Najrzadszymi formami są cenosfery, inertynit oraz węgiel.

Popiół powstały ze spalania węgla z KWK Kazimierz – Juliusz charakteryzuje się najwyższą zawartością detrytusu przy jednocześnie najniższej zawartości pozostałych form niespalonego węgla. Jedynie zawartość niezmiennego węgla jest tutaj stosunkowo wysoka. Jest to związane ze stratą przesypu. Prawdopodobnie niektóre spalane ziarna węgla były bardzo małe

i przesywały się przez rusztowiny do popielnika. Przepuszczalnie znalazły się one w strefie brzeżnej paleniska, co nie wpłynęło na ich zmianę. Popioły te mają najwyższe straty przy prażeniu.

Tabela 1

Zawartość form morfologicznych niespalonej materii organicznej
w próbkach popiołów (w %)

	Próbka nr 1	Próbka nr 2	Próbka nr 3
Cenosfery	0,0	0,2	0,0
Sieci	2,6	8,6	4,8
Plastry miodu	21,4	25,8	29,6
Formy masywne	15,8	26,4	24,4
Inertynit	0,2	2,8	5,0
Detrytus	55,0	34,4	36,2
Węgiel	5,0	1,8	0,0

Pozostałe popioły (próbki nr 2 i 3) charakteryzują się znacznie niższą zawartością detrytusu przy wyższej zawartości pozostałych form z wyjątkiem węgla. Próbka powstała ze spalania węgla z KWK Wieczorek (próbka nr 2) ma najwyższą zawartość części palnych. W próbce tej sieci, plastry miodu, formy masywne występują najczęściej, a detrytus najrzadziej.

Popioły powstałe ze spalania węgla z KWK Niwka – Modrzejów mają pośrednie straty przy prażeniu i jednocześnie pośrednią zawartość omawianych form.

Bardzo trudno jest powiązać zawartość poszczególnych form ze składem petrograficznym spalanego węgla ze względu na wielkość spalanych ziaren. Większe znaczenie miały tu przypuszczalnie warunki spalania. Formy morfologiczne niespalonego węgla w popiołach z palenisk rusztowych są znacznie większe niż popioły z palenisk pyłowych. Jest to spowodowane wielkością spalanych ziaren węgla. Formy te są mniej porowate i bardziej ostrokrawędziste. Ta ich cecha wynika ze znacznie mniejszej szybkości ogrzewania oraz niższej temperatury spalania. W takich warunkach części lotne wydzielają się znacznie wolniej i plastyczność węgla jest znacznie niższa. Tym można wytłumaczyć tak niską zawartość cenosfer i sieci oraz form o zaokrąglonych krawędziach. Potwierdza to również porównanie z zawartością form w kotłach pyłowych [7]. W takich kotłach spalanie zachodzi szybko i małe ziarna węgla silnie się uplastyczniają, co wpływa na wysoką zawartość form porowatych w popiołach i żużlach.

Wnioski

W popiołach z domowych palenisk rusztowych wyróżniono następujące formy morfologiczne niespalonej materii organicznej: cenosfery, sieci, plastry miodu, formy masywne, inertynit, detrytus oraz węgiel. Najliczniej występującymi formami są detrytus oraz plastry miodu i formy masywne. W najmniejszej ilości obecne są cenosfery, sieci, inertynit oraz węgiel. Taka dystrybucja form jest spowodowana warunkami spalania, a głównie małą szybkością i długim czasem spalania. To one są odpowiedzialne za niską zawartość form porowatych i wysoką zawartość form masywnych.

LITERATURA

1. Solomon P.R., Fletcher T.H., Pugmire R.J.: Progress in coal pyrolysis. Fuel, vol. 72, 1993, p. 587 – 597.
2. Van Krevelen D.W.: Coal typology – physics – chemistry – constitution. Elsevier 1993.
3. Inwestycje komunalne w ochronie środowiska. Poradnik inwestora. Cz. IV, Ochrona powietrza. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, PROEKO Sp. z o.o., Warszawa 1995.
4. Misz M.: Materia organiczna w żuźlach i popiołach lotnych powstałych w procesach spalania węgla w Elektrociepłowni Będzin S.A. Praca doktorska, 1999.

Recenzent: Dr hab.inż. Bronisława Hanak
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

The combustion of coal in domestic furnaces is a major problem in environment protection. Regular increases in the price of energy, low incomes, and the lack of regulations concerning furnaces of this type, all contribute to the problem. The fact that coal of the lowest quality and household waste is commonly used in these furnaces does not help matters.

Domestic stoker furnaces are in common use in Sosnowiec - Pogoń. Approximately 10 kg of coal are burned per day in these furnaces. Samples of bottom ash, collected from three

stoker furnaces of this type burning coal from three different coal mines, were examined to determine amounts of unburned organic matter and the morphological forms of the chars present.

Unburned organic matter contents ranged from 7.11% to 22.92%. The char morphological forms recognised were cenospheres, networks, honeycombs, massive forms, inertinite, detritus and coal.

The morphological forms were classified on the basis of their porosity and the level of preservation of the coal material. The porosity is the highest in cenospheres decreasing through networks and honeycombs to the massive forms, inertinite and detritus. Detritus, varying from 34.4 - 55.0% in quantity is the most important form in all samples. Other important forms, i.e., honeycombs and massive forms, range up to about 30%. The rarest forms are cenospheres, inertinite and networks. Where the carbon loss is the greatest, the detritus content is the highest and other char forms are present in the lowest quantities. The reverse holds where the carbon loss is lowest.

The typical feature of stoker bottom ash is a very low content of highly porous char forms (cenospheres and networks). This reflects combustion of large coal grains at low heating rates. The evolution of volatiles from the combusting coal grains is limited as is their plasticity.