

Iwona KUCZYŃSKA<sup>x)</sup>

PRZYKŁAD SKOJARZONEGO ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW POWSTAJĄCYCH  
W REJONIE EKSPLOATACJI WĘGLA KAMIENNEGO

**Streszczenie.** W wyniku działalności kopalń węgla kamiennego i zakładów przemysłowych rejonu Jaworzna powstają różne odpady mineralne niektóre w bardzo dużych ilościach. Wykorzystywane są w niewielkim stopniu. W artykule przedstawiono badania nad utylizacją drobno uziarnionych odpadów węgla kamiennego, skojarzonych z innymi odpadami pochodzenia mineralnego, w celu otrzymania produktów potrzebnych dla regionu. Podano trzy kierunki, w których będzie badania.

Świadomość niekorzystnego oddziaływania przemysłu rejonu Jaworzna nie tylko na najbliższe otoczenie, ale także na środowisko naturalne Krakowa i okolicy, stała się głównym bodźcem do zainteresowania się stanem zagospodarowania odpadów pochodzenia mineralnego, towarzyszących produkcji zakładów przemysłowych tego rejonu.

W Jaworznie, oprócz kopalń węgla kamiennego, zlokalizowane są trzy elektrownie spalające wysokoziarszczony węgiel z tych kopalń oraz liczne zakłady przetwarzające surowce mineralne, jak: huta szkła, cegielnie, zakłady chemiczne. Z rozeznania, przeprowadzonego na miejscu wynika, że wykorzystanie odpadów z tych wszystkich zakładów jest znikome i sporadyczne.

Zagospodarowywane są głównie odpady elektrowniane, natomiast odpady górnicze przeznacza się częściowo do wypełniania zapadlak na terenach objętych działalnością kopalń, ale większość gromadzona jest na hałdach i składowiskach; niewielkie ilości frakcji bogatych w substancję ilastą wykorzystywane są do budowy składowisk. Szczególnie uciążliwe dla samych kopalń i dla środowiska naturalnego są; mocno ziaszczone ze względu na własności eksploatawanego węgla, drobno uziarnione odpady przeróbcze, nie znajdujące dotąd zastosowania.

W wyniku tego rozeznania powstała koncepcja zbadania możliwości skojarzonego wykorzystania drobno uziarnionych odpadów węgla kamiennego z KWK "Jaworzno" i KWK "Kumuna Paryska", z odpadami pochodzenia mineralnego z innych zakładów przemysłowych tego rejonu.

<sup>x)</sup> Instytut Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych - Akademia Górniczo-Hutnicza - Kraków.

W tym celu przeprowadzono rozpoznanie własności fizykochemicznych surowców odpadowych, towarzyszących eksploatacji węgla oraz mineralnych surowców odpadowych, pochodzących z całego rejonu Jaworzna. Dokonano też przeglądu opracowanych dotychczas technologii utylizacji tego typu odpadów.

Na podstawie zebranych informacji ustalono dla dalszych badań trzy kierunki potencjalnego wykorzystania odpadów, traktując pierwszoplanowo - ze względu na największą uciążliwość - drobno uziarnione odpady powęglowe:

- 1 - wykorzystanie odpadów powęglowych jako surowca dodatkowego przy produkcji ceramiki budowlanej (cegła),
- 2 - wykorzystanie odpadów powęglowych, w połączeniu z popiołem lotnym i żużlem z elektrowni do produkcji sztucznego kruszywa lekkiego,
- 3 - wykorzystanie odpadów powęglowych do celów rolniczych.

#### METODA OBNIŻENIA ZAWARTOŚCI SIARKI I WĘGLA W DROBNO UZIARNIONYCH ODPADACH WĘGLOWYCH Z KWK "JAWORZNO"

Drobno uziarnione odpady z KWK "Jaworzno" nie znalazły dotychczas przemysłowego zastosowania, przede wszystkim ze względu na zbyt dużą zawartość S i C.

Na podstawie badań własności fizykochemicznych tych odpadów oceniono, że wykorzystanie ich w trzech wyżej wymienionych kierunkach możliwe będzie po poddaniu ich dodatkowej obróbce, mającej na celu odsiarczenie i odwęglenie ich. Odpady poddano analizie sitowej oraz badaniu zawartości ( $S_c$ ) i węgla (przez oznaczenie  $A^B$ ) w poszczególnych klasach. Analiza tych wyników wykazała, że najdrobniejsza klasa ( $-0,06$  mm) posiada zmniejszoną zawartość siarki oraz największą zawartość popiołu. Dało to podstawy do rozważań na temat klasyfikacji materiału przy ziarnie podziałowym  $20-40 \mu m$ . Rozdział na tej granicy spowodowałby uzyskanie równocześnie efektu wzbogacenia węgla (produkt wylewowy) oraz odsiarczania (produkt przelewowy). Klasyfikację przeprowadzono ze względów ekonomicznych w hydrocyklonach, jako urządzeniach prostych konstrukcyjnie oraz o stosunkowo dużej wydajności.

Po serii wstępnych doświadczeń dokonano wyboru hydrocyklonu i ustalono podstawowe parametry konstrukcyjne i ruchowe. W ramach doświadczeń poddano rozdziałowi I stopnia świeżo pobrany odpad z KWK Jaworzno. Po ocenie wyników okazało się, że obniżona zawartość  $S_c$  w przelewie jest zadowalająca dla potrzeb ceramiki, ale zbyt wysoka jeszcze jest zawartość substancji palnej. W celu skorygowania tej własności poddano przelew z I stopnia rozdziałowi powtórnej klasyfikacji w hydrocyklonach. Uzyskano zamierzony efekt.

Tabela 1

## Wyniki rozdziału odpadów w hydrocyklonach

	I stopień rozdziału	II stopień rozdziału
Nadawa	$A^a = 47,37\%$ $S_c = 1,70\%$	$A^a = 55,17\%$ $S_c = 0,70\%$
Wylew	$A^a = 38,67\%$ $S_c = 2,82\%$	$A^a = 43,71\%$ $S_c = 0,64\%$
Przelew	$A^a = 55,17\%$ $S_c = 0,70\%$	$A^a = 69,25\%$ $S_c = 0,59\%$

Tak przygotowany drobno uziarniony odpad posłużył do badań w trzech wymienionych już kierunkach.

WYKORZYSTANIE DROBNO UZIARNIONYCH ODPADÓW POWĘGLOWYCH  
JAKO SUROWCA DODATKOWEGO PRZY PRODUKCJI CEGŁY

Próbki odpadów poddano badaniu własności fizykochemicznych i technologicznych (woda zarobowa, skurczliwość suszenia, skurczliwość wypalania, nasiąkliwość). Próby badania własności technologicznych potwierdziły przypuszczenie, że sam muł, jako surowiec podstawowy, nie nadaje się do produkcji cegły. Ze względu na bliską lokalizację KWK "Jaworzno" i cegielni "Jaworzno", należącej do Przedsiębiorstwa Materiałów Budowlanych Przemysłu Węglowego w Katowicach, do dalszych badań użyto surowca stosowanego w tym zakładzie. Odsiarczony odpad mieszano z gliną "Wesoła" (z 10, 20, 30 i 50% udziałem drobno uziarnionych odpadów) i metodą plastyczną formowano kształtki, które poddawano badaniom w stanie wilgotnym, wysuszonym i po wypaleniu.

Po przeanalizowaniu wyników badań stwierdzono, że drobno uziarniony odsiarczony odpad z KWK "Jaworzno" może stanowić (w badanych proporcjach) cenny komponent mas do produkcji cegły.

Porównując wyniki własności technologicznych mas z udziałem od 20% do 50% odpadu z wymaganiami normowymi (PN-75/B-12001) dla cegły pełnej można stwierdzić, że nadają się do produkcji cegły klasy 150 i 200. Wyniki tych badań potwierdzono poprzez przeprowadzenie próby przemysłowej w cegielni "Jaworzno". Z masy ceglarskiej o zawartości 30% drobno uziarnionego odpadu - odsiarczonego w skali przemysłowej w KWK "Jaworzno" - i 70% gliny "Wesoła" uzyskano pełnowartościową cegłę. Przy ocenie przebiegu próby przemysłowej pod kątem ewentualnego wdrożenia tej technologii do produkcji, trzeba pamiętać, że dopracowania wymagają pewne zagadnienia, w szcze-

gólności dotyczące uycypliny technologicznej, bowiem własności odpadów z KWK "Jaworzno" są niestabilne, często ulega zmianie skład chemiczny i wartość opałowa. Dopracowanie technologii produkcji deficytowego materiału budowlanego, jakim jest cegła, z zastosowaniem nie wykorzystywanego dotychczas odpadu, dałoby nieograniczone wręcz możliwości powiększenia bazy surowcowej zakładów ceramiki budowlanej, zlokalizowanych w pobliżu KWK "Jaworzno".

#### WYKORZYSTANIE ODPADÓW POWĘGLOWYCH, W POŁĄCZENIU Z POPIOŁEM LOTNYM I ŻUŻLEM Z ELEKTROWNI DO PRODUKCJI SZTUCZNEGO KRUSZYWA LEKKIEGO

Najtańszym i najprostszym sposobem kawałkowania materiałów drobno uziarnionych jest grudkowanie, które może stanowić metodę wstępnej ich utylizacji. Drobno uziarniony i odsiarczony odpad z KWK "Jaworzno" poddano badaniu zdolności do grudkowania poprzez wstępne zbadanie wpływu istotnych własności fizykochemicznych na przebieg i efekty procesu. Po wstępnym zgrudkowaniu odpadu otrzymano materiał o parametrach zbliżonych do sztucznego kruszywa lekkiego typu łupkoporyt lub keramzyt. Dalsze badania zdecydowano prowadzić w kierunku otrzymania sztucznego kruszywa typu keramzyt. Dla uzyskania składu chemicznego bliższego górnej granicy wymagań dla surowców do produkcji sztucznego kruszywa lekkiego trzeba koniecznie skojarzyć drobno uziarniony odpad z odpowiednimi surowcami, najlepiej odpadowymi, pochodzenia mineralnego. Przeprowadzono więc badania z dodatkiem popiołu i żużla oraz gliny. W tym celu wykonano dwie serie procesu grudkowania - na dwu mieszankach:

Seria I - 60% drobno uziarniony odpad z KWK Jaworzno (muł)  
 33% popiół lotny El. Jaworzno,  
 2% żużel,  
 5% glina.

Seria II - 60% muł (jw.)  
 36% popiół (jw.),  
 3% glina,  
 1% żużel.

Po zgrudkowaniu mieszanek w grudkowniku bębnowym, gotowe wyroby poddano sezonowaniu a następnie utrwalaniu termicznemu, z zastosowaniem tzw, szoku termicznego. Utrwalone grudki zostały przebadane pod kątem własności technologicznych - wytrzymałości na ściekanie, porowatości, nasiągliwości, ciężaru objętościowego i ciężaru nasypowego. Wyniki tych badań wykazały, że grudki te mają więkzość cech sztucznego kruszywa lekkiego - są lekkie i wytrzymałe na działania mechaniczne.

Otrzymanego kruszywa nie można jednak nazwać keramzytem, ponieważ prze-czy temu zbyt duża nasiąkliwość granul. W przeciwieństwie do keramzytu,

gdzie około 80% porów jest zamkniętych, badane kruszywo ma 50-70% porów otwartych.

Prawdopodobnie dodatek surowca o niższym stopniu spiekania, albo dalsza modyfikacja składu procentowego zastosowanych komponentów mieszanki mogłyby doprowadzić do uszczelnienia powierzchni grudek, a tym samym zmniejszenia ich nasiąkliwości.

Na podstawie wstępnych konsultacji z naukowcami z dziedziny rolnictwa i rozeznania literaturowego, można też z dużym prawdopodobieństwem zakładać, że grudki w obecnym stanie, po udokumentowaniu ich nietoksyczności, mogą być przydatne do hydroponiki. Wiadomo, że w innych krajach używa się do tego celu sztucznych kruszyw lekkich o uziarnieniu 3-100 mm. W Polsce, ta metoda hodowli roślin jest na razie mało rozpropagowana, także ze względu na brak materiału na podłoże. Ostateczna decyzja o przydatności badanych grudek do hydroponiki musiała by należeć do specjalistów z Akademii Rolniczej.

Kontynuacja badań w obu zaproponowanych kierunkach grudkowania, wymagała modernizacji posiadanych przez IPIWSM urządzeń do grudkowania. A więc dalsze badania zostały wstrzymane, aż do zakończenia usprawnienia urządzeń.

#### WYKORZYSTANIE ODPADÓW POWĘGLOWYCH DO CELÓW ROLNICZYCH

W celu wykorzystania ww. odpadów do upraw rolniczych, poddano je badaniom testowym na toksyczność oraz badaniom laboratoryjnym na zawartość przyswajalnych dla roślin makro- i mikroskładników pokarmowych (badania wykonał zespół pracowników Akademii Rolniczej w Poznaniu).

Testy i badania laboratoryjne zostały wykonane według metod ogólnie stosowanych w tego rodzaju doświadczeniach i objęły podstawowe własności chemiczne i agrotechniczne mułów węglowych, przewidzianych jako podłoża do produkcji roślinnej. O zakwalifikowaniu mułów do kategorii podłoży, a nie nawozów, zadecydowała niska zawartość w nich składników odżywczych dla roślin oraz dość wysoka zawartość węgla, co może mieć pozytywne znaczenie dla fizycznych właściwości podłoży. Wstępna ocena laboratoryjna odpadów wskazuje na możliwość wykorzystania ich jako substratu dla celów uprawowych i rekultywacyjnych. Nadają się jednak do tego tylko odpady powstałe w wyniku odsiarczania węgla lub poddane procesowi odsiarczania i odwęglania. Bardzo korzystne z ekonomicznego punktu widzenia jest wzbogacenie tego odpadu substancjami organicznymi przez łączenie go z odpadami przemysłu drzewnego, zwłaszcza z korą drzew iglastych.

Dla opracowania szczegółowych założeń technologicznych aktualnie prowadzone są badania o charakterze agrotechnicznym, w których ustalili się niezbędne ilości ww. komponentów organicznych oraz rodzaj i dawki nawozów dla poprawy żyzności odpadów. Równocześnie bieżąco badania nad doborem

szerokiego asortymentu gatunków roślin, do uprawy których mogłyby być użyte użyźnione odpady. Dotyczy to zarówno roślin rabatowych (w tym również krzewów), jak i gatunków nadających się do rekultywacji.

Badania prowadzone w trzech kierunkach stanowią próbę skojarzonego zagospodarowania odpadów pochodzenia mineralnego, powstających w tym rejonie eksploatacji węgla kamiennego. Doświadczenia te na pewno mogą być wykorzystane do podobnych badań w innych rejonach eksploatacji.

#### LITERATURA

- [1] Sprawozdanie pt.: Przeróbka mineralnych surowców wtórnych i odpadowych. Etap I-IV, IPiWSM AGH maszynopis, 1987-1989 r.
- [2] Sprawozdanie pt.: Badanie wpływu własności fizykochemicznych materiałów drobno uziarnionych na proces grudkowania. Etap I i II. IPiWSM AGH maszynopis 1986 i 1987 r.
- [3] Sastry K.V.S., Fuerstenau D.W.: Mechanisms of agglomerate growth in green pelletization, Power Techn. 1973, Vol 105 No 7, p. 97.
- [4] Kowalenko W., Mojsiejenko J., Roszak W.: Sztuczne kruszywa lekkie. Produkcja i zastosowanie. Warszawa 1972.
- [5] Kowalenko W.: Sztuczne kruszywa lekkie z odpadów powęglowych. Odr. Post. Techn. w Katowicach, 1981, (maszynopis).
- [6] Rusiecki A., Raabe J.: Pracownia technologiczna ceramiki. Bielsko Biala 1972. PWSZ.
- [7] Instrukcja w sprawie zakresu i metodyki badań dla określenia przydatności złóż surowców ilastych i piasków dla potrzeb przemysłu ceramiki budowlanej. Min. Bud. Przem. Mat. Bud. DPMB Zjedn. Przem. Cer. Bud. Warszawa 1969.
- [8] Dollar S., Keeney D.: Influence of solid pH, organic matter and extractable phosphorus on availability Cu, Zn and Mn in soils. J. Sci. Agric. t. 22 (1971).
- [9] Delechlager W.: Bestimmung des Pflanzenaufnehmbaren Bores in Boden. Landw. Forsch., t. 11, (1958), z. 1.
- [10] Panningsfeld F.: Die Ernährung im Zierpflanzenbau. Berlin (West.) 1960. Parey Verl.

#### ПРИМЕР СОЕДИНЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХВОСТОВ ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕГИОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАМЕННОГО УГЛЯ

#### Резюме

В результате работы угольных шахт и других промышленных предприятий в районе "Явожно" возникают различные минеральные хвосты, некоторые в большом количестве. Их используется в небольшой степени. В докладе представлены результаты работ по утилизации мелкозёрнистых угольных хвостов, соединяемых с другими хвостами минерального происхождения находящихся в регионе, с целью получения продуктов нужных для региональной экономики. Представлено три главных направления по которым ведутся исследования.

EXAMPLE OF COMPLEX UTILIZATION OF WASTES ARISING  
IN A REGION OF HARD COAL EXPLOITATION

S u m m a r y

The large number of various mineral wastes arises in Jaworzno region as the result of activity of coal hard mines and industrial plants. The degree of their utilization is very low.

Investigations for utilization of fine grain hard coal wastes connected with other mineral wastes in order to obtain products wanted for the region are presented in the paper. Three direction of investigation are showed.