

prof. dr hab. inż. Wiesław Blaschke  
dr inż. Ireneusz Baic

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego,  
Oddział Zamiejscowy w Katowicach

foto: IMBIGS

# Wykorzystanie powietrznych stołów koncentracyjnych

## do otrzymywania substytutów kruszyw metodą *deshalingu*

Sektor górnictwa węgla kamiennego w Polsce wytwarza rocznie ponad 30 mln Mg odpadów wydobywczych i przetwórczych, co stanowi blisko 28% odpadów wytwarzanych przez sektor gospodarczy. Dodatkowo szacuje się, że blisko 600 mln Mg tego rodzaju odpadów jest już zdeponowane w środowisku (1).

Produkty nazywane odpadowymi wydziela się w zakładach przerobczych podczas wzbogacania klas ziarnowych 200-20 mm w płuczkach ziarnowych; 20-0,5 mm w płuczkach miałowych oraz 0,5-0 mm metodą flotacji. W zakładach przerobczych zakresy uziarnienia mogą być różne, w zależności od zainstalowanych w nich maszyn wzbogacających (ciecze ciężkie, osadzarki, wzbogacalniki zwojowe, flotowniki). W zależności od uziarnienia, produkty odpadowe mogą znaleźć różne wykorzystanie (2).

W procesach przerobczych wydzielenie skały płonnej (kamienia) odbywa się w procesach mokrych. W niektórych zakładach stosowane jest suche odkamienianie urobku w tzw. kruszarkach Bradforda. Ich zasada działania polega na selektywnym kruszeniu surowego urobku węglowego (węgiel ulega rozdrobnieniu, kamień pozostaje w zasadzie nieskruszony). Metoda ta stosowana jest głównie dla klas ziarnowych powyżej 50 mm lub 100 (120) mm. Drobniejsze ziarna, poniżej 50 mm, kierowane są do wzbogacania w ośrodku wodnym bądź w cieczy ciężkiej magnetykowej.

W ostatnich latach następuje renesans znanych od prawie stu lat powietrznych stołów koncentracyjnych. Urządzenia te, stosowane w okresie między-

### SUMMARY

The article presents the use of air concentrating tables to produce the substitutes of aggregates by deshaling, which is the process of removing unwanted rock from run-of-mine coal.

W artykule zaprezentowano wykorzystanie powietrznych stołów koncentracyjnych do otrzymywania substytutów kruszyw metodą odkamieniania (z ang. *deshaling*), polegającą na wydzieleniu z surowego urobku węglowego czystych ziaren kamienia.

wojennym, charakteryzowały się małą dokładnością wzbogacania: dawały zanieczyszczone produkty handlowe i powstawały straty substancji węglowej w odpadach. Z tego też względu zrezygnowano z tych urządzeń. Nowe rozwiązania konstrukcyjne, opracowane już w XXI wieku, umożliwiły wydzielenie z surowego urobku węglowego czystych ziaren kamienia, czyli tzw. odkamienianie (z ang. *deshaling*). Zostały one opracowane w Chinach (3). Urządzenia te znalazły zastosowanie w regionach ubogich w wodę, przy wzbogacaniu zmielonego urobku, oraz tam, gdzie wymagania co do parametrów energetycznych węgla handlowego nie były zbyt wygórowane. To ostatnie zastosowanie dotyczy przygotowania węgla dla kotłów energetycznych przystosowanych do spalania węgla o dużej zawartości popiołu. Okazuje się, że wiele krajowych elektrowni, ze względu na parametry gwarancyjne kotłów, nie jest zainteresowanych węglem o niskiej zawartości popiołu i wysokiej wartości opałowej. Dla takich elektrowni wystarcza nawet częściowe odkamienianie urobku węglowego. Do tego celu znakomicie nadają się powietrzne stoły koncentracyjne nowej konstrukcji.

Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, po dogłębnych analizach jakości krajowych węgla kamiennych i wymagań jakościowych producentów energii, podjął decyzję o sprowadzeniu z Chin, z firmy Tangshan Shenzou Machinery Co Ltd., powietrznego stołu koncentracyjnego dla swego Oddziału Zamiejscowego Centrum Gospodarki Odpadami i Zarządzania Środowiskowego



Fot. 1. Instalacja typu FGX-1 do suchego odkamieniania węgla kamiennego

w Katowicach. Słuszność tej decyzji potwierdzają liczne doniesienia kongresowe o pozytywnym zastosowaniu tych urządzeń w Chinach, USA, Indiach, RPA, Turcji i w Australii. Na świecie pracuje obecnie już ponad 1500 sztuk tego typu urządzeń o różnej wydajności.

Firma Tangshan Shenzou Machinery Co Ltd. produkuje serię dziesięciu modeli o wydajności od 10 Mg/h do 480 Mg/h. IMBiGS zakupił model FGX-1 o najniższej wydajności, przeznaczając go do badań ćwierć- i półprzemysłowych odkamieniania urobku węglowego z krajowych kopalń.

Powietrzny stół koncentracyjny składa się z perforowanej płyty roboczej, urządzenia wibracyjnego, komory powietrznej, napędu i mechanizmu pozwalającego zmieniać kąty (poprzeczny i podłużny) nachylenia płyty roboczej. Nadawca surowego urobku, gromadzona w zbiorniku zasilającym, podawana jest podajnikiem na płytę roboczą. Pod płytą znajdują się komory powietrzne zasilane przez wentylator odśrodkowy. Zawierane powietrze przechodzi przez otwory w płycie roboczej, tworząc wznoszący się strumień powietrza. Drobnny materiał nadawcy tworzy we wznoszącym się strumieniu powietrza zawieszinę nazywaną suspensją lub złożem fluidalnym. Tworzą się warunki do skrępowanego opadania w złożu ziaren w zależności od ich wielkości i gęstości. Skutkuje to tym, że ziarna o wyższej gęstości opadają na powierzchnię płyty roboczej, a lżejsze znajdują się na powierzchni złoża zawieszinowego.

Jak łatwo zauważyć, przebieg rozdziału ziaren wg gęstości przebiega podobnie do procesu wzbogacania w cieczy ciężkiej, z tym że odpowiednikiem cieczy

ciężkiej jest złożo fluidalne. Materiał o wyższej gęstości (kamień) koncentruje się w dolnej części złoża fluidalnego i, przesuując się w kierunku wylotu kamienia, jest odprowadzany przegrodą kierunkową do zsypu kamienia (4).

Powietrzne stoły koncentracyjne służą, jak wcześniej napisano, do wydzielenia z urobku czystych ziaren kamienia. Parametry stołu ustala się tak, aby można było uzyskać rozdział składników przy teoretycznej gęstości ośrodka około  $2,0 \text{ g/cm}^3$ . Ziarna o tej gęstości są praktycznie ziarnami czystego kamienia. Z uwagi na fakt, że powietrzne stoły koncentracyjne są stosunkowo mało dokładne (im mniejsza gęstość ośrodka, w którym następuje rozdział, tym dokładność rozdziału jest mniejsza), do produktu ciężkiego oprócz kamienia trafiają także ziarna łupków, rzadziej zrostów węgla kamiennych. Badania zagraniczne pokazały, że dokładność rozdziału określona współczynnikiem rozproszenia prawdopodobnego  $e_p$  wynosi 2,0. To dokładność nie najlepiej pracujących osadzarek, a więc dla wzbogacania powietrzne jest to stosunkowo wysoka dokładność.

Powietrzne stoły koncentracyjne są więc urządzeniami pozwalającymi wydzielić z urobku węglowego materiał mogący być substytutem kruszyw naturalnych wykorzystywanych w pracach inżynierskich i w budownictwie.

Na powietrznych stołach koncentracyjnych można rozdzielać ziarna o wymiarach granicznych: górna granica 80 mm, a dolna 6 mm. W praktyce, ze względu na zjawisko równoopadania (duże ziarna, lżejsze, opadają z tą samą prędkością co małe ziarna, ale o dużej gęstości), zaleca się kierowanie do procesu





Fot. 2. Powietrzny stół koncentracyjny – kolektory rozdziału

rozdziału wyższych klas ziarnowych, np. 80-50 mm, 50-20 mm, 20-6 mm. Przy tak rozklasyfikowanym materiale otrzymuje się czystsze (niezanieczyszczone węglem) produkty kamienne.

Prace powietrznego stołu koncentracyjnego reguluje się wysokością położenia progów przesypowych w poszczególnych strefach odbioru: kamienia, produktu pośredniego oraz węgla. W zależności od rodzaju nadawy odpowiednio ustawia się kąty pochylecia płyty roboczej (podłużne i poprzeczne). Doświadczalnie dobiera się także ilości powietrza doprowadzanego pod poszczególne strefy rozdziału. Kilkumiesięczne badania prowadzone przez Centrum Gospodarki Odpadami i Zarządzania Środowiskowego (Oddział Zamiejscowy IMBiGS w Katowicach) pozwoliły zdobyć doświadczenie w prowadzeniu procesu rozdziału oraz opracować metodykę badawczą dla optymalnego odzysku frakcji kamiennych z urobku węglowego. Dotychczas przeprowadzono badania na próbach urobku pochodzącego z kilku zakładów górniczych. Przykładowe wyniki przeprowadzonych badań zaprezentowano w tab. 1.

Reasumując, należy stwierdzić, że powietrzny stół koncentracyjny stwarza możliwości uzyskania sub-



Fot. 3. Powietrzny stół koncentracyjny – płyta robocza

stytutów kruszyw wydzielanych tą metodą z urobku węgli kamiennych. □

#### Piśmiennictwo

1. *Ochrona środowiska 2011*. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012.
2. Góralczyk S. (red.): *Gospodarka surowcami odpadowymi z węgla kamiennego*. Wyd. IMBiGS, Warszawa 2011.
3. Prospekt firmy Tangshan Shenzou Machinery Co Ltd.
4. Baic I., Blaschke W., Góralczyk S., Sobko W., Szafarczyk J.: *Odkamienianie urobku węglowego metodą suchej separacji*. KOMCKO, 2013.

NUMER FRAKCI	WYCHÓD [%]	ZAWARTOŚĆ POPIOŁU [%]	WARTOŚĆ OPALOWA [kJ/kg]
NADAWA	100,00	46,15	13 234,56
Sekcja 1	71,07	35,12	18 041,78
Sekcja 2	10,15	52,01	12 602,87
Sekcja 3	7,78	70,89	5 401,23
Sekcja 4	4,06	81,15	2 143,74
Sekcja 5	6,94	86,04	782,97

Tab. 1. Wyniki odkamieniania urobku węgla kamiennego z jednej z polskich kopalń