

# Technologie odzysku paliwa węglowego ze stawów osadowych węgla kamiennego

<sup>1)</sup> Politechnika Śląska, Gliwice

<sup>2)</sup> Centrum Gospodarki Odpadami i Zarządzania Środowiskowego IMBiGS Katowice

**Słowa kluczowe:** węgiel kamienny, muły węglowe, wzbogacanie

## Streszczenie

*W artykule przedstawiono technologie wzbogacania odpadów mułowych i poflotacyjnych w celu uzyskania jednorodnego materiału podatnego do tworzenia mieszanek energetycznych. Dodatkowo zaprezentowano technologie granulacji mułów węglowych pochodzących z pras komorowych w systemie produkcji ciągłej.*

## 1. Wprowadzenie

Wynikiem produkcji konwencjonalnego nośnika energii, jakim jest węgiel kamienny, są między innymi odpady wydobywcze. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z 2001 r. Nr 112, poz. 1206) odpady górnictwa węgla kamiennego zostały zaklasyfikowane do grupy 01: Odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin.

Z danych statystycznych (GUS 2011 – stan na koniec 2010 r.) wynika, że ilość odpadów wytwarzanych przez sektor gospodarczy w Polsce wynosi blisko 113,5 mln ton. W tej masie odpady pochodzące z górnictwa węgla kamiennego stanowią 29,2 mln ton, czyli 25,7%. Szacuje się również, że 538 mln Mg tego rodzaju odpadów jest już zdeponowane w środowisku. Gospodarczo wykorzystanych jest 91,3% odpadów powstających podczas eksploatacji i przeróbki kopalin. Z tej ilości zaledwie 30% jest wykorzystywane przemysłowo, a prawie 70% wykorzystuje się do niwelacji terenów, robót inżynierskich, czy tzw. „budowli ziemnych”.

Niedoskonałość procesów wzbogacania węgla surowego, szczególnie w przypadku odpadów powstałych w okresach wcześniejszych powoduje, że w odpadach znajduje się od kilku do nawet kilkudziesięciu procent substancji węglowej. Skłoniło to do poszukiwania technologii powtórnego wzbogacania odpadów, które pozwalają na odzysk znajdującego się w nich węgla. Poszukuje się również technologii pozwalającej na wykorzystanie odpadów bez konieczności ich głębszego wzbogacania. Technologie takie nie wymagają bowiem, co w obecnej dobie jest niezwykle istotne, znacznych ilości wody, która jest niezbędna w technologiach odzysku węgla.

W większości powszechnie stosowanych metod wzbogacania grawitacyjnego w zakresie najdrobniejszych frakcji skutecznie rozdziela się ziarna większe od 0,1 mm. Poniżej tej granicy, przy zachowaniu odpowiednich parametrów technologicznych oraz przede wszystkim przy zastosowaniu odpowiednich urządzeń (wprowadzenie dodatkowo siły odśrodkowej), można prowadzić skuteczny rozdział grawitacyjny dla ziarn mniejszych, ale głównie ziarn różniących się znacznie gęstością.

Jednak najkorzystniejsze wyniki, zarówno jakości koncentratu jak i sprawności procesu, uzyskuje się w procesie wzbogacania mułów metodą flotacji. Potwierdziły to badania wykonane w projekcie rozwojowym Nr N R09 0006 06/2009 pt. „Identyfikacja potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych w bilansie paliwowym kraju oraz strategia rozwoju technologicznego w zakresie ich wykorzystania”, który realizowany jest przez Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego we współpracy z Katedrą Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej.

Obecnie na terenie kraju działa kilka podmiotów, które wzbogacają odpady stosując różne technologie wykorzystywania węgla. Technologie te zostaną opisane w niniejszym rozdziale. Opisane zostaną również sposoby pozyskiwania paliw z odpadów górnictwa węgla kamiennego bez ich wzbogacania.

## 2. Pozyskiwanie węgla z odpadów mułowych i flotacyjnych

Opisywana technologia stosowana była w Polsce przez zakład prowadzący działalność na terenie jednej z kopalni węgla kamiennego. Eksploatowano osadnik mułowy o pojemności ok. 2 mln m<sup>3</sup>. Opisywana technologia może być stosowana do wzbogacania odpadów mułowych i flotacyjnych. Nadawą wprowadzaną do układu technologicznego wzbogacania są muły lub odpady flotacyjne powstające w zakładach przeróbki węgla podczas bieżącej produkcji lub zdeponowane w osadnikach terenowych powstałych w okresach wcześniejszych. W przypadku tych ostatnich eksploatacja osadnika prowadzona jest koparkami. Urobek do zakładu wzbogacania transportowany jest samochodami i składowany na placu buforowym, a następnie ładowany do zbiornika węgelnego. W zbiorniku tym znajdują się dwa ślimaki dozujące materiał na przenośnik taśmowy, który podaje go do technologicznego ciągu wzbogacania mułu. Zasadnicze operacje wzbogacające poprzedzone są zabiegami przygotowawczymi takimi jak: rozmywanie mułu, wydzielenie z nadawy ciał obcych i odpadów w klasie >20 mm, klasyfikacja w trzech klasach:

- 3,0 mm – traktowana jako odpad z procesu,
- 3,0 – 0,3 mm kierowana na sита łukowe i przesiewacze wibracyjne w celu wstępnego odwodnienia,

- 0,3 – 0 mm kierowana do procesu wzbogacania flotacyjnego.

Po tych zabiegach materiał klasy 0,3 – 0 mm poddawany jest dwustopniowemu, dwuproduktowemu procesowi flotacji. Koncentrat z flotacji pierwszego stopnia wraz z wydzielonymi w procesie klasyfikacji materiałem w klasie 3,0 – 0,3 mm jest odwadniany na próżniowych filtrach taśmowych. Koncentrat z flotacji drugiego stopnia odwadniany jest na bębnowych filtrach próżniowych. Wody z drugiego stopnia flotacji klarowane są w zagęszczaczu promieniowym typu Dorra. Uzyskane po odwodnieniu dwa materiały poddawane są procesowi suszenia. Wylew z zagęszczacza typu Dorra kierowany jest do stacji mechanicznego odwadniania w komorowych prasach filtracyjnych. Pozyskany koncentrat węgla jest przedmiotem sprzedaży, a pozostałości ilowe z procesu flotacji (powstały odpad) kierowane są do przestrzeni po wybranym do wzbogacania mule i stanowią materiał przydatny do rekultywacji terenu zgodnie z istniejącym projektem technicznej rekultywacji.

W procesach przeróbczych stosowane są chemiczne środki wspomagające. Należą do nich:

- odczynniki flotacyjne Montanol 505 i Flotmix w mieszance o różnych proporcjach (najczęściej 1:1) stosowane w procesie flotacji,
- flokulant Praesol stosowany w procesie odwadniania próżniowego koncentratów na filtrach taśmowych i bębnowych oraz w procesie całkowitego klarowania wód poflotacyjnych.

Procesy przeróbcze są w pełni zautomatyzowane i kompleksowo sterowane z centralnej sterowni. System pomiarowo-regulacyjny umożliwia zdalną kontrolę i regulację pracy urządzeń. Pozwala także na szybką lokalizację zaistniałej w układzie technologicznym awarii.

Układ technologiczny wyposażony jest w stację przygotowania i dozowania flokulanta, która sterowana jest mikroprocesorem współpracującym z komputerem głównym.

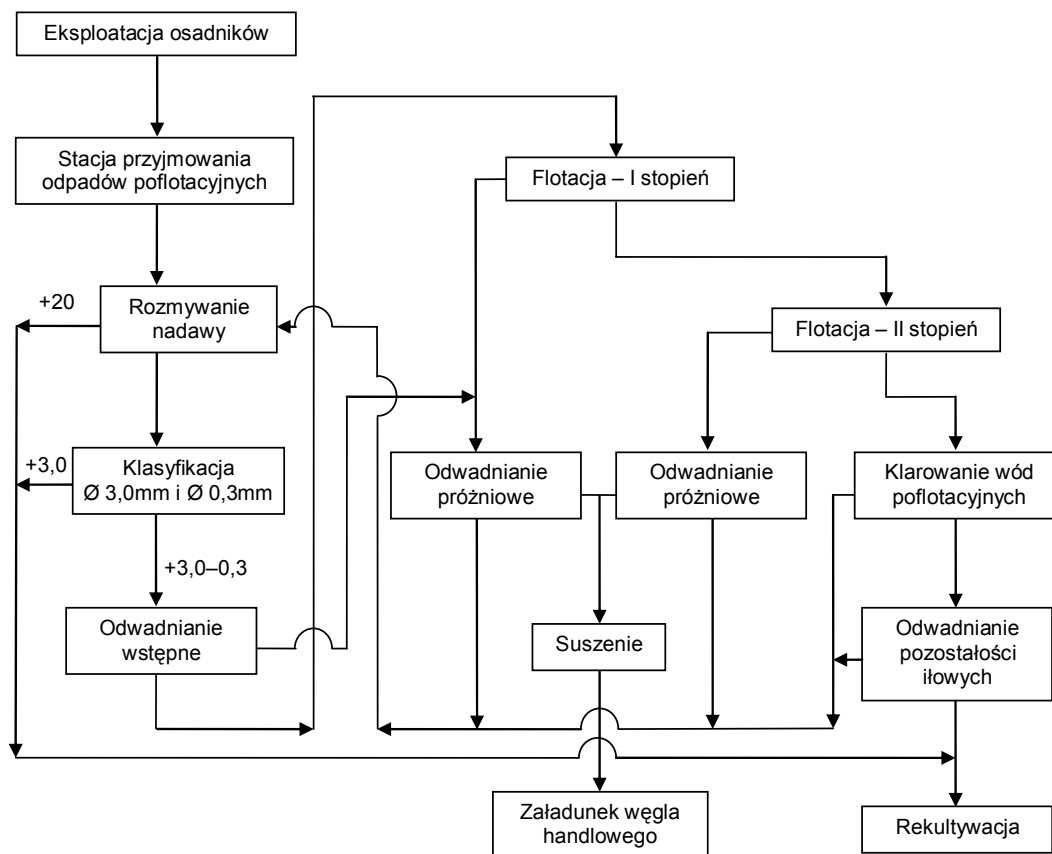
Wyposażenie techniczne układu technologicznego stanowią następujące maszyny i urządzenia: bęben rozmywający, trzy przesiewacze, dwa flotowniki z ośmioma aeratorami powietrznymi, dwa próżniowe filtry taśmowe, dwa próżniowe filtry bębnowe, jeden zagęszczacz typu Dorra z wkładami lamelowymi, sześć pras filtracyjnych, jedna suszarka bębnowa i jeden elektrofiltr.

Schemat układu technologicznego przedstawiony został na rys. 1.

W wyniku wzbogacania odpadów uzyskuje się następujące produkty:

- mieszanek węglową jako koncentrat z flotacji pierwszego stopnia wraz z wydzielonymi w procesie klasyfikacji materiałem w klasie 3,0 – 0,3 mm o zawartości popiołu 9,0 do 13,0%, zawartości wilgoci 25 do 30%, zawartości siarki 1,0%,
- mieszanek węglową jako produkt z flotacji drugiego stopnia o zawartości popiołu 14,0 do 20,0%, zawartości wilgoci 25 do 30%, zawartości siarki 1,0%.

Zawartość popiołu w pozostałościach ilowych waha się w granicach 67,0 do 76,0%. Paleniska suszarni opalane



Rys. 1. Schemat układu technologicznego pozyskiwanie węgla z odpadów mułowych i flotacyjnych

są gazem koksowniczym, a spaliny oczyszczane są w elektrofiltrze o wysokiej sprawności. Procesy przerobcze prowadzone w hali wzbogacania są w pełni zautomatyzowane i komputerowo sterowane z pomieszczeń dyspozytorni.

W opisywanym zakładzie, w ramach prac dla przemysłu prowadzonych w Katedrze Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej, przeprowadzone zostały badania materiału z innego osadnika, o nieco innych właściwościach, niż materiał z osadnika eksploatowanego przez firmę. Materiał ten był też w przeszłości poddany procesowi flotacji. Badania wykonano na próbie o masie 1540 Mg, z którego otrzymano łączny koncentrat o masie 634 (41,2%) Mg i odpady w ilości 906 Mg (58,8%). Nadawa charakteryzowała się zawartością popiołu w granicach od 27,0 do 29,9% i wartością opalową od 11 587 do 12 946 kJ/kg. Uzyskany w wyniku badań koncentrat charakteryzował się zawartością popiołu (analizy wykonywano co 60 minut) od 7,1 do 11,1% i wartością opalową od 21 294 do 23 204 kJ/kg.

### 3. Pozyskiwanie paliwa z odpadów mułowych i flotacyjnych

Wzbogacanie odpadów mułowych i flotacyjnych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego, mające na celu pozyskanie pełnowartościowego węgla, nie jest jedynym kierunkiem efektywnego wykorzystania tych odpadów do celów energetycznych.

Należy zaznaczyć, że w wyniku wzbogacania odpadów mułowych i flotacyjnych powstają odpady o stosunkowo znacznej zawartości substancji węglowej. Prowadzone badania mułów i odpadów flotacyjnych wykazały, że zawartość substancji węglowej w ziarnach najdrobniejszych, poniżej 0,1 mm, nie jest radykalnie niższa od zawartości w całym materiale mułowym. Dlatego też, potraktowanie tej klasy ziarnowej jako odpadu niesie za sobą utratę pewnego, a w niektórych przypadkach nawet znacznego, potencjału energetycznego materiału. Takie podejście do wykorzystania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego leży u podstaw poszukiwania metod pełnego wykorzystania odpadów w procesach termicznych ich przetwarzania.

Alternatywą dla wzbogacania materiałów o tak drobnych ziarnach jest ich kierowanie do spalania w piecach fluidalnych. Kotły te projektowane są i wykonywane dla indywidualnego paliwa charakteryzowanego uziarnieniem i parametrami jakościowymi.

Jeszcze innym sposobem wykorzystania materiału odpadowego o najdrobniejszych ziarnach jest takie jego uzdatnienie, które pozwoli na obniżenie wilgotności i uczyni materiał jednorodny oraz podatny na tworzenie mieszanek energetycznych. Jedną z metod jest technologia wytwarzania granulatu chroniona patentem nr PL 207 431 B1 z dnia 1 czerwca 2004 r. pt.: „Sposób wytwarzania jednorodnych granulatów z odpadowych szlamów w celu ich utylizacji termicznej lub recyklingu”. Sposób granulacji chroniony patentem umożliwi przekształcenie odpadów mułowych i flotacyjnych, a więc tych o najdrobniejszym ziarnie i na ogół wysokim poziomie wilgotności, w granulaty łatwy do transportu i składowania. Granulat może być spalany w typowych urządzeniach przemysłowych. W technologii tej do odpadów mułowych lub flotacyjnych dodawane są suche odpady drobnoziarniste oraz substancje

aktywne chemicznie, co eliminuje konieczność termicznego suszenia. Technologia wymaga zastosowania mieszalnika intensywnego wyposażonego w obrotową misę i szybkoobrotowe narzędzie mieszające umieszczone mimośrodowo względem osi obrotu misy. Taka konstrukcja mieszalnika i sposób napędu narzędzia mieszającego wymusza na przetwarzanym materiale ruch planetarny po ruchomej obudowie. W opisywanym mieszalniku materiał zostaje poddany ruchowi toczącemu po powierzchni obrotowej misy oraz po powierzchni szybko przemieszczających się względem siebie warstw mieszanego materiału. W wyniku opisanego ruchu materiału tworzą się początkowo mikrogranulki (zarodki), a następnie granulki o średnicy do ok. 8 mm. W celu uzyskania granulek o wymiarze większym niż 8 mm proces granulacji może być prowadzony w granulacjach innych konstrukcji. Opisywana technologia, dzięki stosowaniu wysokiej energii mieszania (nie mniej jak 8 kW/100 kg materiału) i stosunkowo wysokiej prędkości, z jaką przemieszcza się materiał granulowany (nie mniej jak 5 m/s) umożliwia efektywne wprowadzenie różnych substancji modyfikujących, takich jak substancje neutralizujące, dezynfekujące i podnoszące wytrzymałość granulek.

Pierwsza instalacja przemysłowa wykorzystująca opisaną metodę uruchomiona została w 2003 r. Zdolność produkcyjna zakładu wyniosła 210 000 Mg/rok. Następnie uruchomione instalacje granulujące odpady w innych kopalniach miały zdolności produkcyjne 210 000 Mg/rok, 130 000 Mg/rok, 210 000 Mg/rok oraz ostatnio uruchomiona 130 000 Mg/rok.

Inną pozwalającą na energetyczne wykorzystanie mułów i odpadów flotacyjnych o zawartości popiołu nawet powyżej 50%, jest technologia znana z literatury przedmiotowej (Karpow J.: Wodougołnoje topliwo – technologia buduszczevo. Energetikai Promyslennost Rossii 5/2007). Jest to technologia pozyskiwania żeli mikro i nano węglowych jako paliwa wodno-węglowego, które może być wykorzystywane w piecach opalanych gazem lub mazutem. Stosując specjalne młyny rozdrabniające i kawitatory rozdrabnia się odpady uzyskując odpady o ziarnach mikro – od 25 do 50 mikrometrów i nano o ziarnach od 2 do 25 mikrometrów.

Z tak rozdrobnionego odpadu tworzona jest mieszanka paliwa wodno-węglowego w postaci żelu. Postać ta pozwala na spalanie mieszanki w piecach opalanych gazem lub mazutem. Skład mieszanki to: rozdrobniony odpad w ilości 59–70%, woda w ilości 29–40% i plastyfikator – 1–2%. Temperatura zapłonu tej mieszanki wynosi 450–650°C, a temperatura spalania 950–1050°C. Temperatura spalania wpływa na niski poziom emisji tlenków azotu i siarki. Literatura podaje, że w przypadku spalania mieszanki wodno-węglowej emisja ta obniżona jest od 1,5 do 3,5 razy. Z publikacji rezultatów badań wynika, że stopień „spalenia” chemicznego węgla w mieszankach mikro i nano węgla wynosił 99%.

Uzyskany w wyniku głębokiego rozdrobnienia i połączenia z wodą żel węglowy jest łatwy w składowaniu (zbiorniki i baseny) i transporcie (rurociągi, cysterny). Dzięki temu unika się strat, które dla tych procesów w odniesieniu do tradycyjnych mieszanek węglowych wynoszą 1,7% w transporcie i 3–8% podczas składowania, co jest wynikiem przemian chemicznych, utraty części lotnych. W publikacjach ocenia się, że poprawa efektywności spalania

mikro i nano węgla wpływa wydatnie na obniżenie kosztów pozyskania energii. Obniżenie to ocenia się na:

- dla EC powyżej 100 MW od 26 do 33%,
- dla EC poniżej 100 MW od 23,7% do 34%.

Z informacji zawartych w literaturze przedmiotowej wynika, że na pozyskanie 1 Mg żeluz konieczny jest wydatek energetyczny na poziomie 30 kWh.

Przemysłowe instalacje spalające mieszanki wodno-węglowe pracują w Rosji i Chinach.

#### 4. Granulacja mułów węglowych pochodzących z pras komorowych w systemie produkcji ciągłej

Celem procesu granulowania jest zagospodarowanie mułów węglowych, pochodzących bezpośrednio z pras filtracyjnych, w sposób pozwalający na przetworzenie ich na użyteczny produkt handlowy lub półprodukt do produkcji mieszanek energetycznych.

##### 4.1. Przygotowanie mułów węglowych

Produkowane na prasach filtracyjnych muły węglowe posiadają konsystencję ciastowatą o wilgotności ( $W_w$ ) od 30 do 35% i kaloryczności ( $Q_{ir}$ ) od 7 do 10 MJ/kg. Głównym założeniem procesu granulacji mułów jest uzyskanie granulatu o ziarnie nie większym niż 20 mm w produkcji ciągłej niegenerującej przestojów przy rozładunku pras filtracyjnych, co w przypadku zakładu przeróbki mechanicznej węgla ma zasadnicze znaczenie dla utrzymania ciągłości produkcji węgla. Uzyskany na prasach filtracyjnych tzw. „plack mułowy” o wymiarach  $1\ 500 \times 1\ 500 \times 50$  mm podczas rozładunku grawitacyjnie opada na dozownik prasy i rozpada się na kawałki o wymiarach ok.  $400 \times 400 \times 50$  mm (tzw. „rumosz mułowy”). Z dozownika prasy „rumosz mułowy” trafia na przenośnik taśmowy rewersyjny, gdzie w celu dodatkowego rozluźnienia struktury zainstalowano pionowe płaskowniki.

Po przejściu przez płaskowniki „rumosz mułowy” ma wymiary ok.  $300 \times 300 \times 50$  mm. Muł o takich wymiarach jest nadal zbyt słabo rozluźniony aby mógł trafić do granulatora. Z tego też względu na zsuwni z przenośnika taśmowego zainstalowano wstępny rozdrabniacz mułów. Rozdrabniacz ten składa się z płaskowników tnących, umiejscowionych na obracającym się wale. Muł po przejściu przez wstępny rozdrabniacz ma strukturę rozluźnioną o wielkości bryłek ok.  $80 \times 80 \times 50$  mm.

Tak przygotowany wstępnie muł węglowy trafia na przenośnik taśmowy, którym transportowany jest do granulatora. Zabudowana na przenośniku waga taśmowa pozwala na odmierzenie ilości (masy) mułu transportowanego do granulatora oraz przekazanie sygnału do podajnika celkowego, w celu dozowania odpowiedniej ilości spoiwa, które ma znaczący wpływ na przygotowanie mieszaniny do procesu aglomeracji. Podajnik celkowy wyposażony jest w przemiennik częstotliwości (falownik), którego zadaniem jest dobór prędkości podawania spoiwa w zależności od ilości mułów trafiających do granulatora.

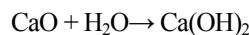
##### 4.2. Dozowanie spoiwa

Ilość dodawanego do mułów spoiwa jest dozowana poprzez automatyczny układ sterowania i uzależniona jest od wilgotności „plaków mułowych”, trafiających do procesu aglomeracji. Stosunek spoiwa do mułu powinien się

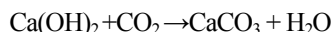
mieścić w przedziale 1 – 5% ilości mułu. Spoiwem do procesu aglomeracji jest wapno palone lub inne podobne aktywne materiały (popiół fluidalny lotny, żużle fluidalne, wapno hydratyzowane, inne spoiwa zawierające aktywne związki wapnia).

Dodatek wapna palonego do mułu węglowego z pras filtracyjnych oddziałuje wielorako:

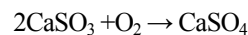
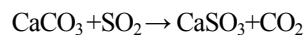
- w pierwszej kolejności dochodzi do reakcji tworzenia wodorotlenku wapnia, co praktycznie oznacza odwodnienie mułu i adhezyjne wiązanie ziarn:



- następnie zachodzi reakcja karbonizacji, prowadząca do utwardzenia struktury aglomeratu:



- natomiast w procesie spalania aglomeratu, zawarte związki wapnia reagują ze związkami siarki i zmniejszają emisję  $\text{SO}_2$  do atmosfery, wg poniższych reakcji:



Spoiwo do procesu granulacji przywożone jest w autocysternach i rozładowywane do silosu o pojemności  $30\ \text{m}^3$ . Napełnianie silosu odbywa się przy pomocy instalacji rurowej z autocysterny, metodą pneumatyczną. Z silosu spoiwo podawane jest przez podajnik ślimakowy o średnicy  $\varnothing 133$  mm, który transportuje spoiwo do zbiornika wyrównawczego o pojemności  $0,5\ \text{m}^3$  zainstalowanego nad przenośnikiem taśmowym. Zbiornik wyrównawczy wyposażony jest w sondy poziomu maksymalnego i minimalnego, w celu przekazania sygnału o włączeniu podajnika ślimakowego w przypadku gdy zostanie osiągnięty minimalny poziom spoiwa w zbiorniku lub wyłączeniu podajnika ślimakowego w przypadku zapełnienia zbiornika wyrównawczego spoiwem. Zbiornik wyrównawczy ma za zadanie zapewnić całkowite wypełnienie spoiwem podajnika celkowego przez cały czas produkcji. Tylko wypełniony podajnik celkowy będzie dozował odpowiednią ilość spoiwa na wstępnie przygotowany muł węglowy. Rozdrobniony „rumosz mułowy”, obsypany odpowiednią ilością spoiwa trafia do granulatora.

##### 4.3. Aglomeracja mułów

Granulator wyposażony jest w łopaty w kształcie pługa, umiejscowione na wale biegnącym w osi granulatora. Łopaty mają za zadanie posunąć i wstępnie przemieszać obsypany spoiwem muł. Dodatkowo u dołu granulatora zainstalowane są niezależne napędzane miksery rozdrabniające strukturę mułu, powodujące powstawanie granulatu.

Czas mieszania uzależniony jest od regulacji wysokości wysypu gotowego produktu z granulatora. Im niżej dna granulatora ustawimy blachę wysypową tym czas granulowania jest krótszy. Ułożenie blachy w poziomie wyższym, zmniejszającym szczelinę wysypową, powoduje dłuższy czas pozostawienia aglomeratu w granulatorze, co wiąże się z dokładnością mieszania lecz również ze zmniejszeniem wydajności.

Proces granulowania (aglomeracji) prowadzony jest w systemie produkcji ciągłej nie powodując przestojów przy rozładunku pras filtracyjnych. Wydajność granulatora wynosi do 80 Mg/h i może być regulowana wysypem. Po

przejściu przez granulator muł ma formę sypkiego aglomeratu o rozluźnionej półsuchej strukturze, o wielkości granul nie przekraczającej 20 mm.

#### 4.4. Transport granulatu

Powstający w wyniku granulowania mułu aglomerat, z granulatora trafia – poprzez zsuwnie rozdzielczą sterowaną napędem AUMA – na przenośniki taśmowe, w celu zmieszania go w odpowiednich proporcjach z produkowanym miałem płukanym. Proces wymieszania wyprodukowanego granulatu z miałem płukanym odbywa się na przesykach przenośników taśmowych. Granulat na przenośnikach tych łączy się z miałem płukanym, stanowiąc jednorodną mieszaninę. Tak przygotowana mieszanina trafia do załadunku na wagony lub na plac magazynowy o pojemności 3000 Mg, skąd przy pomocy ładowarki ładowana jest na samochody.

#### 4.5. Parametry techniczne granulatu

Wytworzony z mułów węglowych z pras filtracyjnych produkt handlowy w postaci aglomeratu cechuje się następującymi parametrami:

- sypka, rozluźniona, półsucha struktura,
- wilgotność  $W_{tr} = 17 - 25$  [%],
- wielkość granul max. do 20 [mm],
- wartość opałowa produktu –  $Q_{tr} = 8 - 11$  [MJ/kg],
- zawartość siarki -  $S_{tr} = 0,7 - 1,0$  [%],
- zawartość popiołu –  $A_{tr} = 35 - 40$  [%],
- odporność na działanie czynników atmosferycznych,
- łatwość mieszania z miałami węglowymi w celu otrzymania mieszanki energetycznej,
- łatwość transportu i magazynowania.

Otrzymany według prezentowanej technologii aglomerat jest produktem w pełni ekologicznym i prezen-

towana technologia nie powoduje pogorszenia stanu środowiska w miejscu jej przysięgłego wdrożenia. Dodatkowo należy podkreślić, że proces produkcji aglomeratu zgodnie z opracowaną technologią nie będzie źródłem wtórnych odpadów.

#### 5. Podsumowanie

Problem energetycznego wykorzystania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego wydaje się zagadnieniem istotnym i obecnie docenianym. Z tego względu poszukiwania efektywnych metod pozwalających na wykorzystanie tych odpadów jako pełnowartościowego nośnika energii zasługują na szczególną uwagę. Ze względu bowiem na niedoskonałości technologii wzbogacania węgla surowego, szczególnie w okresach wcześniejszych, w odpadach znajduje się znaczna ilość substancji węglowej. Zaznaczyć należy, że bardzo często znajdujący się w odpadach węgiel uniemożliwia wykorzystanie odpadów w innym celu niż energetyczny. Koniecznym więc staje się poszukiwanie metod pozwalających na odzysk substancji węglowej przez wzbogacenie istniejących lub powstających odpadów. Korzyść z tego zabiegu jest dwojaka. Pozyskiwany jest użyteczny produkt energetyczny oraz odpad jako surowiec o właściwościach, korzystnych w określonych technologiach wykorzystania. W przypadku niektórych odpadów pochodzących z produkcji węgla kamiennego, tych o ziarnach najdrobniejszych, w których znaleźć można znaczną jeszcze ilość substancji węglowej, możliwe jest ich pełne wykorzystanie w procesach spalania. Opisane metody, stosowane już na szeroką skalę tego najlepszym dowodem.

Należy podkreślić, że w przypadku odpadów z bieżącej produkcji opisywane technologie zmniejszają wolumen depozytów, a w przypadku odpadów zdeponowanych w środowisku w okresach wcześniejszych, pozwalają na zminimalizowanie wpływu składowisk na środowisko naturalne.

