

# TECHNOLOGICZNE MODELE GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM UBOCZNYCH PRODUKTÓW SPALANIA WĘGLI

Jan J. Hycnar

*Ecocoal Consulting Center Katowice*

Tomasz Szczygielski

Daria Kadlec

*CIMA IBS Politechnika Warszawska*

## STRESZCZENIE

---

Wprowadzenie gospodarki o obiegu zamkniętym, w zakresie zagospodarowania ubocznych produktów spalania węgla, oznacza potrzebę nowego podejścia do rozwoju energetyki opartej o spalanie węgla. Nowo budowane bloki energetyczne powinny uwzględniać możliwość bezpośredniego wytwarzania nie tylko energii cieplnej i elektrycznej, ale również produktów mineralnych. Istniejące obiekty energetyczne bazujące na węglu wymagają natomiast analizy i doboru najodpowiedniejszych technologii dla istniejących warunków. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń, dokonano przeglądu technologicznych modeli zagospodarowania ups, realnych do powiązania z produkcją energii cieplnej i elektrycznej.

---

### Słowa kluczowe:

modele zagospodarowania ups, produkcja energii i zagospodarowaniem ups,

## 1. WPROWADZENIE

Rozwojowi wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej, od początku towarzyszyły starania łagodzenia ujemnych skutków spalania węgla. Na początku rozwiązywano zadymienie i zapylenie środowiska (kominy, cyklony, filtry, elektrofiltry), następnie problem emisji tlenkami siarki i azotu (odsiarczanie węgla, instalacje odsiarczania spalin, spalanie niskoemisyjne, instalacje redukcji tlenków azotu),

a aktualnie prowadzone są prace nad rozwojem i wdrożeniem technologii usuwania m.in. CO<sub>2</sub>, Hg i PM-10.

Z jednej strony rozwiązywano wymienione problemy, a jednocześnie z drugiej strony powstawały nowe problemy w postaci ubocznych produktów spalania węgla, znane jako żużle, popioły lotne, wapniowe produkty odsiarczania i w niedalekiej przyszłości koncentraty rtęci i CO<sub>2</sub>.

W tym modelu wytwarzania energii cieplnej w oparciu o spalania węgla, problem zagospodarowania ubocznych produktów spalania najczęściej stanowi przedsięwzięcia niezależne od procesu spalania węgla i oczyszczania spalin (nie dotyczy to instalacji wytwarzania gipsu poreakcyjnego). W coraz większym stopniu, uboczne produkty spalania zgromadzone w silosach/osadnikach są zagospodarowywane w budownictwie, robotach inżynieryjnych, w górnictwie itd. jako surowce, materiały wypełniające, dodatki spoiwowe itd. We wszystkich wymienionych przykładach, procesy wytwarzania energii i zagospodarowania ubocznych produktów są procesami niezależnymi, zazwyczaj nie powiązаныmi bezpośrednio między sobą.

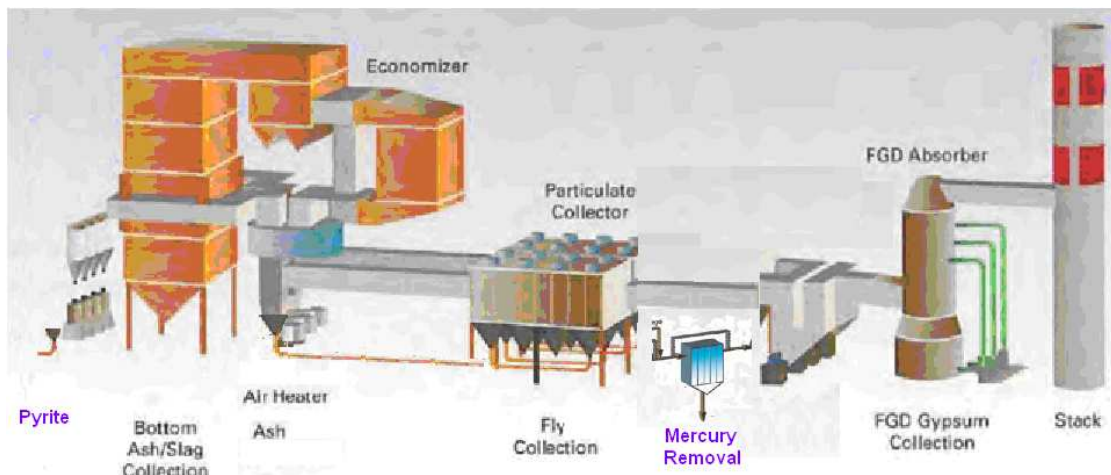
**Uwzględniając założenia gospodarki o obiegu zamkniętym zachodzą warunki dla docelowego dodatkowego powiązania produkcji energii cieplnej i elektrycznej z procesami wytwarzania docelowych produktów z dotychczasowych ubocznych produktów spalania węgla [1].**

Wysokie temperatury spalania/zgazowania węgla i podwyższone temperatury spalin oraz znacząco rozbudowany system rozdziału i odbioru ubocznych produktów spalania umożliwiają nie tylko na oddzielne wydzielanie poszczególnych rodzajów produktów spalania, ale również na ich wzbogacanie metodami fizycznymi w wybrane składniki w ramach tradycyjnych układach odpopielania.

Duże zróżnicowanie składu chemicznego spalanych węgla i wysokie temperatury spalania, przy korektach składu chemicznego odpowiednimi dodatkami i ustalonymi parametrami termicznymi, w wielu przypadkach można kreować powstawanie nowych produktów o wysokich walorach użytkowych.

**Jakiegokolwiek zmiany w technologiach i instalacjach spalania węgla i oczyszczania spalin nie mogą naruszać podstawowych zasad procesów wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej, a w szczególności wszelkich wymagań emisyjnych.**

Aktualnie obowiązujący schemat wytwarzania energii cieplnej i elektrycznej na bazie węgla. obejmujący przygotowanie węgla do spalania, redukcję zawartości NO<sub>x</sub>, rozdzielny odbiór żużla i popiołu lotnego, odpylanie spalin, odsiarczanie spalin i usuwanie rtęci przedstawia rysunek 1.



**Rys. 1. Schemat ideowy technologii spalania węgla i oczyszczania spalin**

Przedstawiona analiza stanowi podsumowanie wyników badań i doświadczeń w zakresie produktowego wykorzystania ubocznych produktów spalania, pod kątem **możliwości i celowości ich wytwarzania w procesie spalania węgla i oczyszczania spalin**, na co zwracano uwagę już we wcześniejszych publikacjach [1-5].

Ze względu, że na znaczące różnice procesów skojarzonego wytwarzania dóbr materialnych i energii cieplnej w procesach spalania węgla, można wyróżnić technologie:

- selektywnej klasyfikacji i wydzielenia ubocznych produktów spalania;
- energotechnologiczne, polegające na korygowaniu jakości produktów spalania poprzez ich zawrót do komory spalania lub/i korygowania za pomocą dodatków w procesie spalania węgla i oczyszczania spalin.

Wybór konkretnego rozwiązania skojarzonego wytwarzania energii cieplnej i dóbr materialnych uwarunkowany jest między innymi od:

- rozwiązania paleniska (kotły rusztowe, pyłowe i fluidalne; instalacje zgazowanie węgla)
- rozwiązania ciągu oczyszczania spalin (elektrofiltry, filtry tkaninowe, instalacje odsiarczania spalin, instalacje redukcji tlenków azotu itd.);
- zastosowanego rodzaju węgla (węgiel brunatny, kamienny, torf itd.);
- właściwości i składu ubocznych produktów spalania;
- sposobu eksploatacji obiektu energetycznego (jednostka podstawowa, jednostka rezerwowa itp.);
- rozeznania potencjalnego rynku zbytu prognozowanych produktów.

Skojarzona produkcja energii cieplnej i dóbr materialnych wymaga nie tylko rozeznania i zrealizowania wyżej podanych uwarunkowań, ale przede wszystkim

zmiany świadomości wśród rządzących, strategów rozwoju kraju, kadry ekonomicznej i technicznej. Wcześniej ten pogląd został ogłoszony w następującej formie:

*„Jeśli tylko bariery umysłowe pokonamy,  
to z techniką i regulacją rynku radę damy”  
TomAsh [5].*

Wszystkie te argumenty wymagają przestrzegania zasad/przepisów obowiązujących w zakresie ekologii i ekonomii.

## 2. TECHNOLOGIE SELEKTYWNEJ KLASYFIKACJI I WYDZIELANIA UBOCZNYCH PRODUKTÓW SPALANIA

### 2.1. Młynowe odpady węglowe

Często przygotowaniu węgla do spalania towarzyszy powstawanie *młynowych odpadów węglowych (MOW)* zwanych często *pirytami (10 01 25)* lub *przepadem węglowym*. Stosowanie młynów kulowych i rolkowych było podyktowane między innymi możliwością odpirytowania spalanych węgla. Masowe odpirytowanie i wzbogacanie węgla w kopalniach praktycznie wyeliminowało wydzielanie piritów w procesach ich przemiału. Wykonane bilanse i badania młynowych odpadów węglowych w kilku elektrowniach z blokami od 110 do 360 MW wykazały, że składają głównie się ze skały płonnej i węgla [6,7]. W zależności od prowadzonej polityki zagospodarowania odpadów, omawiane odpady są osobno lub z żużlem składowane, mieszane z żużlem i w jednym przypadku zawracane do węgla.

Przepad z młynów waha się od 0,1 do 0,4 % spalanego węgla i swoimi właściwościami wykazuje charakterystykę zasiarzonych miał energetycznych, o parametrach niejednokrotnie wyższych niż spalane muły i mieszanki węglowe. W tej sytuacji nie jest uzasadnionym wytwarzanie odpadów o kodzie 10 01 25, pozostaje natomiast rozwiązanie techniczne i organizacyjne zawrotu węgla do bazy paliwowej elektrowni. Najprostszym rozwiązaniem jest wdrożenie modernizacji produkowanych młynów węglowych o układ wewnętrzny zawrotu przepadu do nadawy.

### 2.2. Żużle

Żużle należą do ubocznych produktów spalania często zagospodarowywanych jako kruszywo, materiał filtracyjny i podsadzkowy, niestety technologie ich wytwarzania w ograniczonym stopniu są powiązane z bieżącym procesem spalania węgla. Badania powstających żużli z palenisk pyłowych wykazują, że oprócz spieków glinokrzemianowych zawierają mikrosfery i ziarna niespalonego węgla, łatwe do rozdziału w klasyfikacji ziarnowej i densymetrycznej [8,9,10].

Przykładem rozwiązań produktowych mogą być instalacje dokruszania, hydrotransportu i odwodnienia żużli z bloków 360 MWe oraz 110 i 200 MWe.

W przypadku kotłów z paleniskami cyklonowymi i reaktorów zgazowujących z ciekłym odprowadzaniem żużla, poprzez odpowiednie schładzanie i ew. dogrzewanie żużel bezpośrednio może być przetwarzany na watę żużlową, leiznę typu bazaltowego i kruszywo trudnościeralne [11].

Analizy popiołów dennych z kotłów fluidalnych wykazują, że zawierają nie tylko spieki glinokrzemianów, ale również znaczne ilości związków wapnia ( $\text{CaO}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ). Okazuje się, że frakcje ziarnowe poniżej 2 mm zawierają głównie związki wapnia, a natomiast frakcja +2 mm składa się podstawowo ze spieków. Poprzez modernizację istniejącego schematu odbioru popiołu dennego i uzupełnienie go przesiewaczem rozpoczęto produkcję kruszywa do budownictwa i robót inżynierskich [12].

### 2.3. Popioły lotne

Wieloletnie badania popiołów lotnych wydzielanych w ciągu transportu i oczyszczania spalin w elektrofiltrach wykazują duże różnice w ich składzie fizycznym i chemicznym, w zależności od miejsca ich poboru. Mieszanina ziaren popiołów lotnych w tych warunkach, podlega segregacji ziarnowej, gęstościowej i elektrostatycznej, co w istotny sposób wpływa również na skład fizyczny i chemiczny wydzielanych frakcji popiołów lotnych.

Wpływ miejsca wydzielania popiołów lotnych na ich charakterystykę ilościowo-jakościową oraz stanowiące uzasadnienie do selektywnego wydzielania koncentratów popiołowych, ilustruje analiza porównawcza w tabeli 2.3-1.

Tabela 2.3-1. Analiza porównawcza popiołów lotnych w zależności od miejsca ich wydzielania

L.p.	Popioły lotne	Popiół lotny z (ze)				
		ciągu konwekcyjnego	elektrofiltra			zbiornika mieszanina
			I strefa	II strefa	III i IV strefa	
1.	<b>ze spalania węgla kamiennego</b>					
	- zawartość węgla (straty prażenia)	5*	4	2	1	3
	- zawartość mikrosfer	1	1	1	5	1
	- zawartość tlenków żelaza	3	5	3	1	3
	- zawartość germanu	1	1	1	5	1
	- miąłkość	5	5	3	1	3
2.	<b>ze spalania węgla brunatnego</b>					
	- zawartość związków wapnia	-	1	3-5	5	2-4
	- miąłkość	-	1	3-4	5	-

\* Skala analizy porównawczej: 5 – najwyższa wartość; 1 – najniższa wartość.

Na właściwości popiołów lotnych, w szczególności na wzrost zawartości węgla (straty prażenia), znaczny wpływ wywiera tradycyjny zwyczaj łączenia popiołu z ciągu konwekcyjnego z popiołami z elektrofiltrów, że względu na duże ich zawęglenie nawet dochodzące do 50 %, gdy powinny być bezpośrednio skierowane do komory spalania.

Przykładowa analiza średnich wyników badań popiołów lotnych z kilku bloków energetycznych opalanych węglem kamiennym, pozwoliła na stwierdzenie, że:

- zawartość węgla w popiołów lotnych wynosiła 2,19 %,
- straty prażenia wynosiły średnio 2,59 %,
- przy zmienności wyżej wymienionych wartości w zależności od miejsca poboru próbek i tak popioły ze strefy:
  - *I strefa*, zawierają najwyższą zawartość węgla wynoszącą 3,18 % i najwyższymi stratami prażenia wynoszącymi 3,34 %;
  - *II strefa*, charakteryzowały się średnimi zawartościami węgla – 2,08 % i stratami prażenia – 2,43 %;
  - *III strefa*, zawierają najniższą zawartość węgla i charakteryzują się najniższymi stratami prażenia, odpowiednio wynoszącymi 1,31 i 1,99 %;

Badania uziarnienia popiołów lotnych w zależności od miejsca ich poboru również wykazują znaczące różnice, a mianowicie:

- zawartość frakcji ziarnowej powyżej 0,045 mm odpowiednio wynosiły:
  - *I strefa* zawartość frakcji średnio 34 %;
  - *II strefa* zawartość frakcji średnio 10 %;
  - *III strefa* zawartość frakcji średnio 10 %;
  - *Zbiornik* – mieszanina średnio 32 %;
- zawartość frakcji ziarnowej powyżej 0,020 mm odpowiednio wynosiły:
  - *I strefa* zawartość frakcji średni 65 %;
  - *II strefa* zawartość frakcji średnio 61 %;
  - *III strefa* zawartość frakcji średnio 15 %;
  - *Zbiornik* – mieszanina średnio 65 %.

Konfrontując przytoczone dane z wymaganiami normy PN-EN 450-1 na popioły lotne do betonów wynika, że mieszanina popiołów lotnych spełniała wymagania w zakresie miąłkości dla odmiany N (poniżej 40 %) i strat prażenia dla kategorii A (poniżej 5 %). Natomiast, mieszanki popiołów lotnych ze strefy II i III elektrofiltru w zakresie miąłkości spełniają wymagania na odmianę S (poniżej 12 %) i kategorii A dla strat prażenia.

Analiza przytoczonych wyników wskazuje również na możliwość wytwarzania kwalifikowanych popiołów o uziarnieniu poniżej 0,02 mm (znanych pod nazwą handlową DuraPozz, Smart Ash, Super-Pozz), poprzez selektywne wydzielanie popiołu lotnego z III strefy elektrofiltra [13].

Rozwój technologii wytwarzania i stosowania kwalifikowanych popiołów lotnych podyktowane jest ich specjalistycznymi właściwościami umożliwiającymi wytwarzanie samozagęszczających betonów o najwyższych parametrach wytrzymałościowych i o znacznych oszczędnościach cementu, odpornych na agresywne środowisko, o dobrych właściwościach reologicznych oraz polityką ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> do środowiska (Indie) [13,14]. Technologie te są również źródłem wypełniaczy do tworzyw sztucznych, wyrobów gumowych i innych materiałów.

Doświadczenia RPA, USA i Indii w zakresie produkcji i stosowania kwalifikowanych popiołów lotnych wskazują na celowość uruchomienia w kraju ich produkcji i stania się głównym ich dostawcą w Europie. Przeprowadzone analizy warunków dokonania wdrożeń i uruchomienia produkcji kwalifikowanych popiołów lotnych, w oparciu o importowane separatory powietrzne wykazały, że zwrot kosztów inwestycji następuje w czasie krótszym niż dwa lata eksploatacji instalacji.

W energetyce niemieckiej dla ujednorodnienia i stabilizacji właściwości popiołów lotnych zastosowano wieże magazynująco-homogenizujące [15]. Wieże rozwiązywały problem braku terenów pod budowę tradycyjnej gospodarki popiołowej, ponadto podstawowo zapewniły dostawy do odbiorców popiołów o stałych właściwościach oraz mieszanek popiołowych (mieszanki z: pyłem węglowym do produkcji kruszyw spiekanych; z wapnem do budownictwa itp.).

Dla optymalizacji jakości popiołów lotnych do betonów i produkcji cementów, coraz częściej instalowane są elektrostatyczne separatory umożliwiające usuwanie ziaren węgla z popiołów lotnych [16]. Wydzielany koncentrat węglowy może być zawracany do spalania w kotle lub zagospodarowywany poza energetyką. Wysoką jakość odwęglonych popiołów lotnych podkreśla fakt zastosowania ich na budowie World Trade Center Tour i uzyskanie znacznych oszczędności cementu i poważne zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub>.

W przypadku spalania węgla bogatych w związki żelaza, w pierwszej strefie elektrofiltru występują popioły najbogatsze w magnetyczny tlenki żelaza, niejednokrotnie wydzielane jako magnetyt [17]. Natomiast, najbogatszymi w koncentraty germanu są najdrobniejsze popioły lotne wydzielane w trzeciej i czwartej strefie elektrofiltrów [18].

Aktualnie brak rozwiązań technologicznych i technicznych w zakresie aktywacji (pucolony) i hydrofobizacji (proszki hydrofobowe) popiołów lotnych oraz wydzielania mikrosfer na sucho.

Popioły lotne rodzaju wapniowego otrzymywanych ze spalania węgla brunatnych również podlegają segregację ilościowo-jakościową w elektrofiltrach. W pierwszej strefie stwierdzano tak zwaną frakcję piaskową, a natomiast w strefie trzeciej bardzo drobny popiół z najwyższą zawartością związków wapnia i wolnego CaO. Na potrzeby rolnictwa w Elektrowni Pątnów produkowano nawóz wapniowy z selektywnie pobieranego popiołu lotnego z III strefy (33,4 – 46,6 % CaO i 10,9 – 31,5 % CaO<sub>wol</sub>), częściowo granulowano.

Na bazie popiołów z elektrowni Pątnów z dodatkiem cementów i innych składników wytwarzane są spoiwa hydrauliczne TEFRA z przeznaczeniem do budownictwa inżynierskiego, w tym drogownictwa, kolejnictwa oraz budowy przegród przeciwfiltracyjnych wałów przeciwpowodziowych. Wytwórca posiada

kilkadziesiąt receptur ich produkcji dobieranych w zależności od warunków gruntowych i specyfikacji robót ziemnych.

Reasumując dotychczasowe doświadczenia i uwzględniając tradycyjne układy odprowadzania i oczyszczania spalin, obserwujemy że dochodzi do segregacji ziarnowej i gęstościowej ziaren popiołów lotnych, by następnie wzajemnie ich zmieszać.

### **3. ENERGO-TECHNOLOGICZNE SPOSOBY ZAGOSPODAROWANIA UBOCZNYCH PRODUKTÓW SPALANIA**

Do tej grupy należą procesy wtórnego wykorzystania niespalonego węgla i nie przereagowanego sorbentu zawartych w popiołach lotnych i żużlach lub ich frakcji wydzielonych z popiołów lotnych, poprzez zawrót do komory spalania itd.

W przypadku popiołów lotnych zawierających duże ilości wolnego CaO, można je deaktywować zwracając popiół lotny ponownie do ciągu spalinowo-popiołowego. Dla zwiększenia efektu deaktywacji, popioły lotne w ciągu spalinowym mogą być zraszane wodą przy zapewnieniu warunków zachodzenia reakcji.

### **4. DYSKUSJA**

Realizacja gospodarki o zamkniętym obiegu w energetyce, zmierzającej do maksymalnego zagospodarowania ubocznych produktów spalania poprzez ich połączenie z procesem produkcji ciepła i elektryczności, jest trudnym, a wręcz bardzo trudnym zadaniem.

Coraz częściej elektrownie, elektrociepłownie i ciepłownie nie mają stałych dostawców węgla kamiennego, a w przypadku węgla brunatnego również występują zmiany jakościowe w złożach. Za tym, szereg technologii uzależnionych od składu mineralnego węgla nie będzie gwarantowała trwałych efektów jakościowych popiołów lotnych i żużli.

Urządzenia energetyczne, analogicznie jak wszystkie urządzenia techniczne, w miarę eksploatacji są często modernizowane i jednocześnie ulegają procesom starzenia (zużycia). Urządzenia w miarę upływu czasu eksploatacji z jednostek podstawowych przechodzą na doraźną eksploatację. Wszystkie te czynniki wpływają na jakość i zmienność parametrów wytwarzanych popiołów lotnych.

Rozwój techniki spalania paliw i oczyszczania spalin, miał i ma istotny wpływ na skład chemiczny i fizyczny popiołów lotnych, a w szczególności na zawartość węgla, straty prażenia, miałkość i zawartość amoniaku.

Oprócz wymienionych czynników technologicznych i technicznych decydujących o skojarzonej produkcji ciepła, energii elektrycznej i produktów mineralnych, koniecznym jest uwzględnić prawa rynku zbytu.



## 5. ŹRÓDŁA

1. Szczygielski T.: Przyczynki do bezodpadowej energetyki węglowej (BEW). XXI Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Zakopane 22-24 października 2014
2. Hycnar J.: Bezodpadowa produkcja energii elektrycznej i ciepłej. Energetyka 1987, nr 3
3. Szczygielski T.: Szanse i zagrożenia dla ups w aspekcie strategii UE. XXI Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Zakopane 22-24 października 2014
4. Szczygielski T.: Minerale antropogeniczne z energetyki a gospodarka o obiegu zamkniętym. XXII Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Krynica Zdrój 21-23 października 2015
5. Szczygielski T.: W kierunku bezodpadowej energetyki węglowej – uzdatnianie minerałów antropogenicznych w procesach energetycznych. XXIII Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Zakopane 19-21 października 2016
6. Hycnar J.: Zagospodarowanie młynowych odpadów węglowych. Gospodarka Paliwami i Energią 1985 nr 1
7. Zagospodarowania odpadów wydzielanych z młynów węglowych. Ecocoal CC. Katowice 2014
8. Rajczyk K., Giergiczny Z., Serafin M.: Badania mikrosfer żużla pod kątem wykorzystania w budownictwie. Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Sopot 2005 12-14 październik
9. Świąder J.: Zmiana systemu odżużlenia w elektrowni. Energetyka 2009, nr 8
10. Hycnar J., Pasiowiec P., Brożyna J.: Segregation, classification and dewatering of fly ash and bottom ash. Proceedings of the III International Scientific and Practical Workshop ASHES FROM TPPS. April 22-23, 2010 Moscow
11. Hycnar J.J.: Produkty uboczne zgazowania węgla. (w) Termochemiczne przetwórstwo węgla i biomasy. Wyd. IChPW i Sigma PAN. Zabrze – Kraków 2003.
12. Walkowicz J., Gwóźdź T.: Wytwarzanie materiałów do drogownictwa na bazie popiołu dennego z bloku 460 MW w Elektrowni Łagisza. XXII Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Krynica Zdrój 21-23 października 2015
13. Hycnar J.J., Kadlec D.: Analizy doświadczeń zagranicznych w zakresie rozwoju technologii produkcji i stosowania kwalifikowanych popiołów lotnych. Ecocoal CC. Katowice 2015.
14. Hycnar J.J., Szczygielski T., Łysek N., Rajczyk K.: Kierunki optymalizacji zagospodarowania ubocznych produktów spalania węgla. Piece Przemysłowe i Kotły. 2014, V-VI
15. Asche veredeln, lagern und verloden auf kleinstern Grundfläche durch Turmbauweise. Energie 1973, z 6
16. Bittner J.D., Gasiorowski S.A., Lewandowski W.: 15 lat praktycznego doświadczenia firmy Separation Technologies w zakresie uzdatniania popiołów lotnych. Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Warszawa 2010. 24-26 październik
17. Hycnar J.J., Kochański B., Tora B.: Otrzymywanie i właściwości pyłu magnetytowego z ubocznych produktów spalania węgla, Inżynieria Mineralna 2012, styczeń-czerwiec
18. Hycnar J.J., Tora B., Szczygielski T., Kadlec D.: Dyskusja nad możliwością i celowością odzysku koncentratów metali ziem rzadkich i śladowych z ubocznych produktów spalania węgla. XXII Międzynarodowa Konferencja „Popioły z Energetyki”. Krynica Zdrój 21-23 października 2015

## TECHNOLOGICAL MODELS OF CIRCULAR ECONOMY FOR COAL COMBUSTION PRODUCTS

### ABSTRACT

---

*The introduction of circular economy in the field of coal combustion products management indicates the need for a new approach to the development of energy production based on coal combustion. Newly constructed energy units should allow for the possibility of direct production of not only heat and electricity, but also of mineral products. On the other hand, existing coal-based energy facilities require the analysis and selection of the most appropriate technology for the existing conditions. Basing on experience, the technological models of ups management have been reviewed to be linked with the production of heat and electricity.*

---

**Keywords:**

models of ups management, energy production and ups management,