



Możliwości zastosowania odpadów energetycznych do mineralnej sekwestracji CO₂

*Alicja Uliasz-Bocheńczyk, Eugeniusz Mokrzycki
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi
i Energią PAN, Kraków*

1. Wprowadzenie

Do mineralnej sekwestracji CO₂ powinny być stosowane odpady charakteryzujące się wysoką zawartością CaO i MgO w formie, która może reagować z ditlenkiem węgla. Karbonatyzacji ulegają, przede wszystkim, obecne w wielu odpadach mineralnych, następujące fazy takie jak: portlandyt, krzemiany wapnia oraz ettringit (Huijgen, Comans 2005). Przy doborze odpadów do wiązania CO₂, powinno uwzględniać się również odległość miejsca ich powstawania od źródła emisji, gdyż ze wzrostem odległości wzrastają koszty transportu, a tym samym sekwestracji oraz możliwość ich gospodarczego wykorzystania. Z tego względu interesującym materiałem do sekwestracji CO₂ na drodze mineralnej karbonatyzacji są odpady energetyczne. W Polsce energetyka zawodowa jest największym emitentem CO₂ w Polsce. W procesie wytwarzania energii elektrycznej, emisja CO₂ z energetyki zawodowej wyniosła ogółem w 2009 r. 144 227 tys. ton, z czego 54 344 tys. ton ze spalania węgla brunatnego i 87 301 tys. ton ze spalania węgla kamiennego [2].

Zarazem w energetyce powstaje szereg odpadów o wysokiej zawartości CaO, które mogą być wykorzystane do mineralnej sekwestracji CO₂.

Mineralna sekwestracja CO₂ przy zastosowaniu odpadów energetycznych może również stanowić ostatni etap w technologii CCS.

W artykule przedstawiono możliwości zastosowania odpadów energetycznych na podstawie wykonanych wcześniej przez autorów badań [8, 10, 11, 14÷16].

2. Odpady energetyczne jako surowiec do sekwestracji CO₂

Energetyka zawodowa w Polsce, ze względu na nasze uwarunkowania paliwowe, oparta jest przede wszystkim na spalaniu węgla kamiennego i węgla brunatnego. Z tego względu ilość odpadów energetycznych jest znacząca i może stanowić potencjalnie materiał do mineralnej sekwestracji ditlenku węgla.

Z grupy odpadów energetycznych do wiązania CO₂ mogą być stosowane:

- popioły lotne ze spalania węgla kamiennego i brunatnego w kotłach fluidalnych (10 01 82),
- popioły lotne ze spalania węgla kamiennego i brunatnego w kotłach konwencjonalnych (10 01 02),
- mieszaniny popiołów lotnych i odpadów stałych z wapniowych metod odsiarczania gazów odlotowych (10 01 82),
- odpady z półsuchych metod odsiarczania gazów odlotowych (10 01 05).

Wśród tych odpadów jedynie popioły ze spalania w kotłach fluidalnych są w pełni wykorzystywane gospodarczo. Jednak ze względu na zaostrzające się wymogi związane z ochroną środowiska popioły te stanowią niewielką grupą w strumieniu odpadów energetycznych.

Jak już wcześniej wspomniano do sekwestracji CO₂ powinny być stosowane odpady o wysokiej zawartości CaO i wolnego CaO. W tabeli 1 przedstawiono zawartości CaO, MgO i wolnego CaO w wybranych odpadach energetycznych, badanych przez autorów pod kątem ich przydatności dla mineralnej sekwestracji CO₂. Na podstawie analizy składu chemicznego odpadów powstających w polskiej energetyce, do badań wybrano odpady charakteryzujące się wysoką zawartością CaO oraz

o ograniczonym wykorzystaniu gospodarczym, przede wszystkim w górnictwie podziemnym [8÷10].

Tabela 1. Zawartość CaO, wolnego CaO i MgO w badanych odpadach energetycznych [10, 14] [%]

Table 1. The content of CaO, free CaO and MgO in the studied energetic waste [10, 14] [%]

Odpady	Zawartość	
	CaO	CaO w.
Popiół lotny ze spalania węgla kamiennego w Ec. Lublin	5,31	1,25
Popiół lotny ze spalania węgla brunatnego w El. Pątnów	23,20	5,60
Popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w El. Jaworzno	11,52	1,48
Popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w El. Siersza	10,27	1,02
Popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w Ec. Tychy	20,40	8,90
Popiół fluidalny ze spalania węgla brunatnego w El. Turów	15,72	4,74
Mieszanina odpadów z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Łaziska	13,5	2,62
Mieszanina popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik	23,20	10,50
Mieszanina odpadów z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Siersza	10,3	1,02
Odpady z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Siersza	50,35	9,60

Wśród badanych odpadów energetycznych najwyższą zawartością CaO i wolnego CaO charakteryzowały się odpady z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Siersza (odpowiednio 50,35% i 9,6%) oraz mieszanina popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik (odpowiednio 23,2% i 10,5%).

Dla pełnej charakterystyki badanych odpadów obliczono maksymalną teoretyczną pojemność związania CO₂ przy zastosowaniu wzoru Steinoura [3]:

$$CO_2 (\%) = 0,785(CaO - 0,7SO_3) + 1,09Na_2O + 0,93K_2O \quad (1)$$

Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Maksymalna teoretyczna pojemność związania CO₂ dla badanych odpadów energetycznych [14÷16] [%]

Table 2. Maximum theoretical capacity of CO₂ bonding for examined waste [14÷16] [%]

Rodzaj odpadów energetycznych	Maksymalna teoretyczna pojemność związania CO ₂
Popiół lotny ze spalania węgla brunatnego w El. Pątnów	14,96
Popiół lotny ze spalania węgla kamiennego w Ec. Lublin	5,58
Popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w El. Jaworzno	7,62
Popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w El. Siersza	9,23
Popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w Ec. Tychy	15,97
Popiół fluidalny ze spalania węgla brunatnego w El. Turów	12,18
Mieszanina odpadów z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Łaziska	12,7
Mieszanina popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik	19,94
Mieszanina odpadów z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Siersza	11,0
Odpady z półsuchej metody odsiarczania z popiołami lotnymi z El. Siersza	34,93

3. Mineralna sekwestracja w odpadach energetycznych

Mineralna karbonatyzacja w odpadach energetycznych takich jak: popioły lotne czy odpady z odsiarczania przeprowadzana może być jako karbonatyzacja bezpośrednia przy zastosowaniu zawiesin odpadowo-wodnych o różnych stosunkach wody do odpadów. Wprowadzanie ditlenku węgla do mieszaniny popiołowo-wodnej w trakcie mieszania można określić jako karbonatyzację bezpośrednią następującą w wyniku reakcji CO₂ z zawiesiną wodną [4, 7, 10].

Podstawowym produktem karbonatyzacji zawiesin odpadowo-wodnych jest kalcyt. Na podstawie zawartości kalcytu określonej metodą

termogravimetryczną można określić stopień karbonatyzacji – związania CO₂.

Ważnym aspektem mineralnej sekwestracji CO₂ jest jego wpływ na skład fazowy zawiesin.

Wpływ mineralnej karbonatyzacji na skład badanych zawiesin odpadowo-wodnych zaznacza się przede wszystkim we wzroście zawartości CaCO₃. Jednak w składzie fazowym badanych odpadów obserwuje się zmiany związane przede wszystkim z karbonatyzacją portlandytu i ettringitu. Poddanie zawiesin działaniu CO₂ spowodowało całkowite przereagowanie portlandytu stwierdzone w przypadku zawiesin z mieszaniną popiołów z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik oraz El. Sierza i popiołów z El. Pątnów [14].

W przypadku zawiesin z popiołami z El. Turów karbonatyzacji uległ występujący w czystych zawiesinach ettringit, którego nie stwierdzono w zawiesinach poddanych działaniu CO₂. W zawiesinach poddanych działaniu CO₂ stwierdzono natomiast obecność gipsu, który nie występował w czystych zawiesinach, a jego pojawienie można tłumaczyć karbonatyzacją ettringitu [6].

W badanych zawiesinach określono zawartość węglanów metodą termogravimetryczną, w czystych zawiesinach oraz w zawiesinach poddanych działaniu ditlenku węgla, a zestawienie ich zawartości przedstawiono w tabeli 3.

Na podstawie uzyskanych zawartości kalcytu (tabela 3) obliczono stopień karbonatyzacji – stopień związania CO₂ przez badane zawiesiny (tabela 4), ze wzoru [1]:

$$S_k = \frac{Z_{k \text{ CaCO}_3} - Z_{p \text{ CaCO}_3}}{100 - Z_{p \text{ CaCO}_3}} \cdot 100 \quad (2)$$

gdzie:

S_K – stopień karbonatyzacji (%),

$Z_{p \text{ CaCO}_3}$ – zawartość CaCO₃ w próbce przed karbonatyzacją (%),

$Z_{k \text{ CaCO}_3}$ – zawartość CaCO₃ w próbce po karbonatyzacji (%).

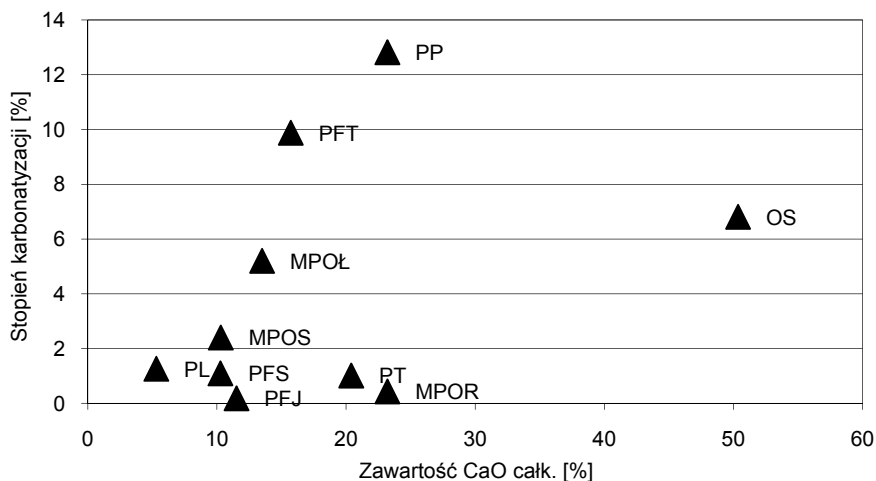
Tabela 3. Zawartość kalcytu [14÷16] [%]**Table 3.** Calcite content [14÷16] [%]

Rodzaj zawiesiny	Stosunek części stałych do wody (s/w)	Zawartość CaCO ₃	
		czyste zawiesiny	zawiesiny poddane działaniu CO ₂
Zawiesina z popiołem lotnym ze spalania węgla kamiennego w Ec. Lublin	1,5	0,75	2,27
Zawiesina z popiołem ze spalania węgla brunatnego w El. Pątnów	1,1	0,00	11,36
Zawiesina z popiołem fluidalnym ze spalania węgla kamiennego w El. Jaworzno	1,0	0,45	0,63
Zawiesina z popiołem fluidalnym ze spalania węgla kamiennego w El. Siersza	0,6	0,70	1,78
Zawiesina z popiołem fluidalnym ze spalania węgla kamiennego w Ec. Tychy	0,7	22,72	23,50
Zawiesina z popiołem fluidalnym ze spalania węgla brunatnego w El. Turów	0,6	2,43	12,07
Zawiesina sporządzona z odpadem z El. Łaziska	1,5	2,77	7,57
Zawiesiny z mieszaniną popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik	0,8	12,50	12,88
Zawiesina sporządzona z mieszaniną odpadów z popiołami lotnymi z El. Siersza	1,2	2,27	4,66
Zawiesiny z odpadem z odsiarczania z El. Siersza	0,8	28,05	32,95

Tabela 4. Stopień związania CO₂ przez zawiesiny odpadowo-wodne [14÷16] [%]**Tabela 4.** CO₂ bonding degree by waste-aqueous suspensions [14÷16] [%]

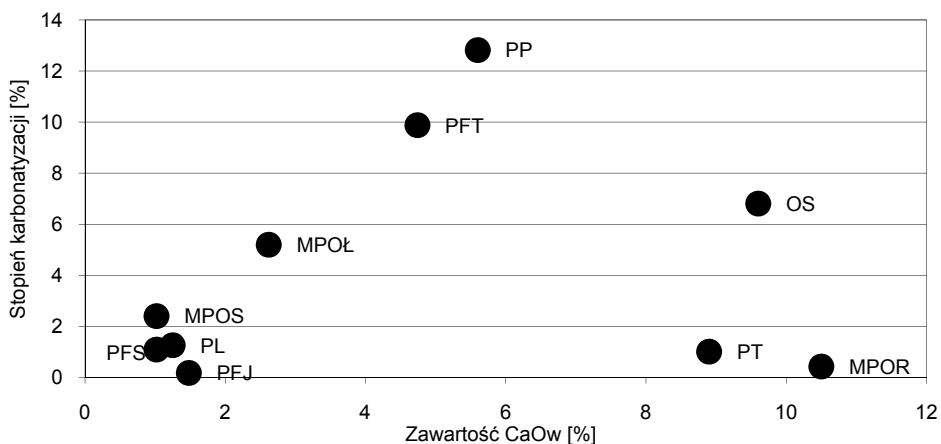
Rodzaj zawiesiny	Oznaczenie zawiesiny	Stopień karbonatyzacji – związania CO ₂
Zawiesina z popiołem lotnym ze spalania węgla kamiennego w Ec. Lublin	PL	1,26
Zawiesina z popiołami lotnymi ze spalania węgla brunatnego w El. Pątnów	PP	12,82
Zawiesina z popiołem fluidalnym ze spalania węgla kamiennego w El. Jaworzno	PFJ	0,18
Zawiesina z popiołem fluidalnym ze spalania węgla kamiennego w El. Siersza	PFS	1,09
Zawiesina z popiołami fluidalnymi ze spalania węgla kamiennego w Ec. Tychy	PT	1,01
Zawiesina z popiołami fluidalnymi ze spalania węgla brunatnego w El. Turów	PFT	9,88
Zawiesina sporządzona z odpadem z El. Łaziska	MPOŁ	5,2
Zawiesina z mieszaniną popiołów z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik	MPOR	0,43
Zawiesina sporządzona z mieszaniną odpadów z popiołami lotnymi z El. Siersza	MPOS	2,4
Zawiesina z odpadami z odsiarczania z El. Siersza	OS	6,81

Dla pełniejszego przedstawienia zależności stopnia karbonatyzacji od zawartości CaO i wolnego CaO przedstawiono poniższe wykresy (rys. 1, 2).



Rys. 1. Zależność stopnia karbonatyzacji od zawartości całkowitej CaO w badanych odpadach energetycznych; oznaczenia zawiesin i ich nazwy jak w kolumnie drugiej tabeli 4

Fig. 1. The relation of the degree of carbonation and the total content of CaO in the researched energy waste; labels of suspension and their names like in column 2 table 4



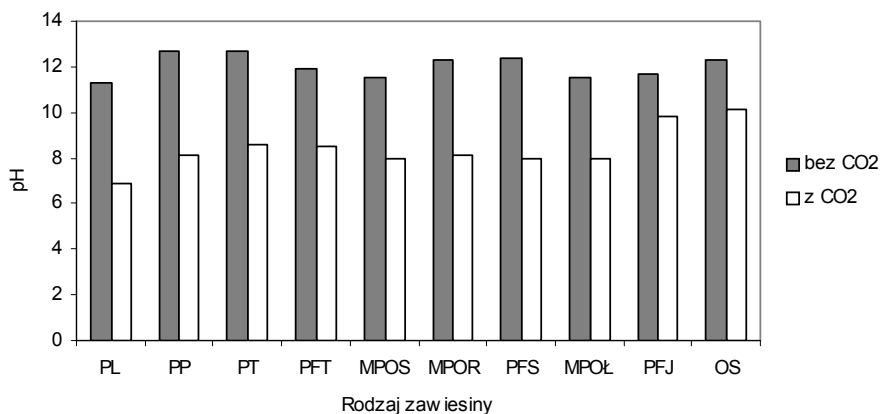
Rys. 2. Zależność stopnia karbonatyzacji od zawartości wolnego CaO w badanych odpadach energetycznych; oznaczenia zawiesin i ich nazwy jak w kolumnie drugiej tabeli 4

Fig. 2. The relation of the degree of carbonation and the content of free CaO in the researched energy waste; labels of suspension and their names like in column 2 table 4

Najwyższy stopień związania stwierdzono dla zawiesin wodnych z popiołami ze spalania węgla brunatnego z El. Pątnów. W przypadku tych zawiesin przereagował cały zawarty w nich portlandyt [10, 14]. Najniższy stopień związania stwierdzono dla zawiesin z mieszaniny popiołów lotnych ze spalania węgla kamiennego z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik.

Różnice w stopniu karbonatyzacji wynikają przede wszystkim z zawartości i przereagowania faz reaktywnych w stosunku do CO_2 w poszczególnych odpadach. Spośród różnych związków wapnia, portlandyt jest podstawową fazą, która może się rozpuszczać i ulegać karbonatyzacji.

Analizując stopień związania CO_2 przez poszczególne zawiesiny należy również wziąć pod uwagę to, że na stopień karbonatyzacji ma również wpływ stosunek części stałych do wody (s/w). Przy niskim wskaźniku s/w, przepuszczalność gazu jest wysoka i CO_2 skutecznie dyfunduje. Jednak gdy zawartość wody rośnie, pory są blokowane i dyfuzja gazu do systemu porów jest wstrzymana co powoduje zahamowanie reakcji [3].



Rys. 3. Wpływ CO_2 na pH odcieków; oznaczenia zawiesin i ich nazwy jak w kolumnie drugiej tabeli 4

Fig. 3. The influence of CO_2 on leachate pH; labels of suspension and their names like in column 2 table 4

Przy analizie zastosowania odpadów energetycznych do mineralnej sekwestracji ważnym aspektem, który powinno się uwzględnić jest

wpływ CO₂ na zmianę pH oraz wymywalność zanieczyszczeń. Badania prowadzono dla określenia wpływu CO₂ na wymywalność: Zn, Cu, Pb, Ni, As, Hg, Cd, Cr, Cl⁻, SO₄²⁻ oraz określano pH [11÷13].

Podstawowa reakcja karbonatyzacji: portlandytu z CO₂ w wyniku, której powstaje kalcyt powoduje obniżenie pH. W przypadku zawiesin wodnych badanych odpadów energetycznych jest to redukcja wartości pH z 12÷13 do około 8÷9 (rys. 3).

Proces karbonatyzacji wpływa na redukcję wymywalności zanieczyszczeń m.in. poprzez zmiany w rozpuszczalności z powodu wytrącania się węglanów lub powstawania anionów tlenowych, obniżenie uwalniania wybranych metali przez ich sorpcję na powstałych minerałach, obniżenie porowatości matrycy w wyniku powstawania kalcytu [17].

Dla badanych zawiesin stwierdzono obniżenie wymywalności chromu (zawiesiny z popiołami i El. Turów, Ec. Lublin, El. Jworzno, mieszanina z El. Siersza i El. Rybnik), ołowiu (zawiesiny z: popiołami z El. Pątnów, Ec. Lublin, El. Jaworzno, El. Siersza, odpadem z El. Siersza, mieszaniną z El. Łaziska), cynku (zawiesiny z: popiołami z Ec. Lublin, El. Pątnów, mieszaniną odpadów z El. Siersza, El. Łaziska i El. Rybnik, odpadami z El. Siersza), arsenu (zawiesiny z popiołami z Ec. Tychy i El. Turów, Ec. Lublin, El. Jaworzno, El. Siersza, mieszanina odpadów z El. Siersza i El. Rybnik), miedzi (wszystkie zawiesiny oprócz zawiesiny z El. Rybnik).

Mechanizmy zmian wymywalności zanieczyszczeń są zagadnieniem złożonym i wpływ karbonatyzacji na wymywalność zanieczyszczeń będzie przedmiotem dalszych zainteresowań autorów.

4. Podsumowanie

Do badań stopnia sekwestracji ditlenku węgla wykorzystano wybrane odpady energetyczne charakteryzujące się wysoką zawartością CaO i wolnego CaO, tj.: popioły ze spalania węgla kamiennego i węgla brunatnego w kotłach konwencjonalnych, popioły ze spalania węgla kamiennego i brunatnego w kotłach fluidalnych, mieszaniny popiołów lotnych i odpadów stałych z wapniowych metod odsiarczania gazów odłotowych oraz odpady z odsiarczania metodą półsucha. Z przeprowadzonych badań wynika, że:

1. Wybrane odpady energetyczne są potencjalnie interesującym materiałem do wiązania CO₂ na drodze mineralnej karbonatyzacji.
2. Maksymalnymi teoretycznymi pojemnościami związania CO₂, obliczonymi za pomocą wzoru Steinoura, charakteryzują się: odpady z pól suchej metody odsiarczania z El. Siersza (34,93%), mieszanina popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik (19,94%), natomiast najmniejszymi: popiół lotny ze spalania węgla kamiennego w Ec. Lublin (5,58%) i popiół fluidalny ze spalania węgla kamiennego w El. Jaworzno (7,62%).
3. Najwyższą zawartość kalcytu stwierdzono w zawieszynie z popiołem ze spalania węgla brunatnego w El. Pątnów (11,36%), a najniższą – w zawieszinach z mieszaniną popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik (0,38%).
4. Na bazie uzyskanych zawartości kalcytu, obliczono stopień karbonatyzacji dla badanych zawieszin. Najwyższy stopień związania CO₂ stwierdzono dla zawieszin wodnych z popiołami lotnymi ze spalania węgla brunatnego w El. Pątnów (12,82%), a najniższy – dla zawieszin z mieszaniną popiołów lotnych z odpadami z odsiarczania z El. Rybnik (0,43%).
5. Uwzględniając istotny aspekt przy analizie wykorzystania odpadów energetycznych do procesów mineralnej karbonatyzacji, jakim jest wpływ CO₂ na zmianę pH i wymywalność zanieczyszczeń należy stwierdzić, że w przypadku zawieszin wodnych badanych odpadów energetycznych występuje redukcja wartości pH z 12÷13 do 8÷9 oraz obniżenie wymywalności niektórych pierwiastków ciężkich, takich jak: Cr, Pb, Zn, As i Cu.

Literatura

1. **Baciocchi R., Costa G., Marini C., Poletti A., Pomi R., Postomino P., Rocca S.:** *Accelerated carbonation of RDF incineration bottom ash: CO₂ storage potential and environmental behaviour*. Proceedings of 2nd International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering, p. 201÷210. Roma, Italy 1÷3 October 2008.
2. *Emitor 2009*. Emisja Zanieczyszczeń Środowiska w Elektrowniach i Elektrociepłowniach Zawodowych. Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa 2010.
3. **Fernández-Bertos M., Li X., Simons S.J.R., Hills C.D., Carey P.J.:** *Investigation of accelerated carbonation for the stabilization of MSW incinerator ashes and the sequestration of CO₂*. Green Chemistry 6(8), 428÷436. 2004.

4. **Huijgen W.J.J.:** *Carbon dioxide sequestration by mineral carbonation. feasibility of enhanced natural weathering as a CO₂ emission reduction technology.* Thesis, Energy Research Centre of the Netherlands. 2007.
5. **Huijgen W.J.J., Comans R.N.J.:** *Mineral CO₂ sequestration by carbonation of industrial residues.* ECN. ECN-C-05-074. www.ecn.nl. 2005.
6. **Kurdowski W.:** *Chemia cementu i betonu.* Wydawnictwo Polski Cement/Wydawnictwo Naukowe PWN. Kraków/Warszawa 2010.
7. **O'Connor W.K., Dahlin D.C. Rush G.E., Gerdemann S.J., Penner L.R. Nielsen D.N.:** *Aqueous mineral carbonation.* Interim Report. DOE/ARC-TR-04-002. 2005.
8. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E.:** *Fly Ashes from Polish Power Plants and Combined Heat and Power Plants and Conditions of their Application for Carbon Dioxide Utilization.* Chemical Engineering Research and Design, vol. 84, 837÷842. 2006.
9. **Uliasz-Bocheńczyk A., Mokrzycki E., Mazurkiewicz M., Piotrowski Z.:** *Utilization of Carbon Dioxide in Fly Ash and Water Mixtures.* Chemical Engineering Research and Design, vol. 84, 843-846. 2006.
10. **Uliasz-Bocheńczyk A. (red), Mokrzycki E., Piotrowski Z., Pomykała R.:** *Składowanie CO₂ z zawiesinami popiołowo-wodnymi pod ziemią.* Wyd. IGSMiE PAN. Kraków 2007.
11. **Uliasz-Bocheńczyk A.:** *Zastosowanie popiołów lotnych ze spalania węgla kamiennego w kotłach wodnych do sekwestracji CO₂ na drodze mineralnej karbonatyzacji.* Rocznik Ochrony Środowiska t. 10, 567÷574. 2008.
12. **Uliasz-Bocheńczyk, Mokrzycki E.:** *CO₂ sequestration with the use of fly ash from hard coal and lignite combustion.* Slovak Geological Magazine, spec. issue, 19÷22. 2008.
13. **Uliasz-Bocheńczyk. A., Piotrowski Z.:** *Wpływ mineralnej karbonatyzacji nawymywalność zanieczyszczeń.* Rocznik Ochrony Środowiska, t. 11, 1083÷1094.
14. **Uliasz-Bocheńczyk A.:** *Mineralna sekwestracja CO₂ w wybranych odpadach.* Studia Rozprawy Monografie nr 153, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2009.
15. **Uliasz-Bocheńczyk A.:** *Mineral sequestration of CO₂ in suspensions containing mixtures of fly ashes and desulphurization waste.* Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 26, z. 4, 2010 (w druku).
16. **Uliasz-Bocheńczyk A.,** *Mineral sequestration of CO₂ applying suspensions of fluidized ashes from the combustion of bituminous and lignite coal.* Artykuł złożony do redakcji.
17. **Zhang H., He P.J., Shao Li. M, Lee D.J.:** *Temporary stabilization of air pollution control residues using carbonation.* Waste Management 28, 509÷517. 2008.

Possible Applications of Energy Waste for Mineral Sequestration of CO₂

Abstract

Mineral carbonation using energy waste may be an interesting option in the CCS technology. Taking into consideration the fact that the power industry is the biggest producer of carbon dioxide and at the same time of waste which may potentially be used to bind CO₂, mineral sequestration can be an interesting option as the last stage of the CCS technology. Mineral sequestration using energetic waste is most often carried out as direct carbonation of aqueous waste suspensions – CO₂. The article presents possible applications of chosen energetic waste in CO₂ binding based on earlier research carried out by the authors. The paper describes suspension carbonation for waste such as: ashes from conventional boilers and fluidized beds from the combustion of bituminous and lignite coal, mixes of fly ashes with the products of semi-dry methods of flue gases' desulphurization, as well as waste from semi-dry methods of flue gases' desulphurization. All the kinds of waste presented in the article were characterized by a high content of CaO (between 5 and 50%) and free CaO (between 1 and 10%). The main product of carbonation in the studied suspensions was calcite. The content of calcite in the suspensions and the degree of carbonation (CO₂ binding) was calculated based on thermogravimetric research. The highest degree of carbonation was found in suspensions containing ashes from the combustion of lignite coal in conventional boilers in the Pątnów power plant and the lowest degree in suspensions including mixes of fly ashes with waste from desulphurization in the Rybnik power plant.

Mineral sequestration was not only presented by means of the degree of carbonation (CO₂ binding), but also through the influence of CO₂ on the phase composition of the studied aqueous waste suspensions. The influence of CO₂ on waste leaching and on pH changes in aqueous waste suspensions was also presented shortly. The basic carbonation reaction which results in the creation of calcite causes a lowering of pH. In the studied case of aqueous suspensions of energy waste it is a reduction of pH value from 12-13 to ca. 8-9. The carbonation process therefore causes a decrease in the leaching of some pollutants, which is described shortly in the paper. Because of this, mineral carbonation may be suggested as a method of some energy waste processing aimed at decreasing its leaching for later economic applications.

