

Use of sodium compounds for desulfurization and reduction of nitrogen oxides of the flue gases from circulating fluidized bed combustion

Zastosowanie związków sodowych do procesu odsiarczania i redukcji tlenków azotu w strumieniu spalin na stanowisku z cyrkulacyjną warstwą fluidalną

Please cite as: *Przem. Chem.* 2013, **92**, 5, 655.

Raw NaHCO₃ from prodn. of soda was used for desulfurization and redn. of N oxides of flue gases from a pilot fluidized-bed boiler (0.1 MW) at Na/S mass ratio 0.4–3.0. The processes were carried out at 300°C both in the flue gas channel and at filtration stage. The efficiencies of the desulfurization and redn. of N oxides were 28–88% and 15–48%, resp., and increased with the increasing Na/S ratio.

Przedstawiono wyniki badań procesu jednoczesnego odsiarczania oraz redukcji tlenków azotu ze spalin za pomocą surowego wodorowęglanu sodu, który jest półproduktem w produkcji sody kalcynowanej. Zawierał on zanieczyszczenia w postaci związków amonowych oraz wilgoci. Wodorowęglan sodu w postaci zmielonego proszku wprowadzono w przewód spalinowy za pomocą sprężonego powietrza. Temperatura w miejscu wprowadzenia sorbentu wynosiła 300°C. Wynikami badań potwierdzono wysoką skuteczność procesu za-

stosowanego do oczyszczenia spalin z kotła z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym.

Zaostrzenie norm dotyczących emisji zanieczyszczeń gazowych w energetyce przemysłowej wymusza na jednostkach o mocy powyżej 50 MW_t zastosowanie nowych lub udoskonalenie istniejących technologii usuwania SO₂ i NO_x ze spalin kotłowych. Zastosowanie nowych technologii wiąże się w wysokimi kosztami budowy i eksploatacji instalacji do oczyszczania spalin. Mniej kosztownym (a równie efektywnym) sposobem ograniczenia emisji zanieczyszczeń jest zastosowanie nowych alternatywnych sorbentów. Do takich można zaliczyć surowy wodorowęglan sodu zawierający związki amonowe, takie jak NH₄HCO₃, (NH₄)₂CO₃ lub NH₄Cl. Może on brać jednocześnie udział w procesie odsiarczania i redukcji tlenków azotu ze spalin kotłowych.

W przeszłości wielu autorów^{1–6)} prowadziło badania związane głównie z kinetyką reakcji samego wodorowęglanu sodu lub węglanu sodu. W badaniach tych szczególną uwagę zwracano na wpływ takich czynników jak temperatura, stężenie SO₂, wielkość ziaren sorbentu, stały strumień gazu oraz stosunki molowe sodu do siarki, na przebieg reakcji odsiarczania. Wykazano, że węglan sodu reaguje z gazami



Dr inż. Daniel MARKIEWICZ w roku 2007 ukończył studia na Wydziale Inżynierii Środowiska i Biotechnologii Politechniki Częstochowskiej. W 2012 r. obronił pracę doktorską na tej uczelni. Jest pracownikiem tej uczelni. Specjalność – odsiarczanie i odzotowanie spalin.

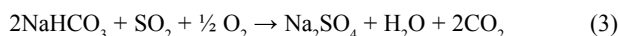
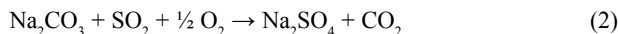
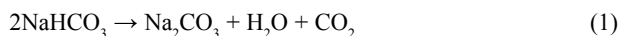
* Autor do korespondencji:

Instytut Zaawansowanych Technologii Energetycznych, Wydział Inżynierii Środowiska i Biotechnologii, Politechnika Częstochowska, ul. J.H. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa, tel./fax: (34) 325-09-33, email: dmarkiewicz@fluid.is.pcz.pl

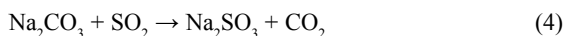


Dr hab. inż. Arkadiusz SZYMANEK, prof. P.Cz. w roku 1955 ukończył studia na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Częstochowskiej. Stopień doktora uzyskał w 2000 r. w Instytucie Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej a doktora habilitowanego w 2009 r. na Energeticko Stratełna Fakulta, Słowacja. Od 2010 r. jest profesorem nadzwyczajnym w Instytucie Zaawansowanych Technologii Energetycznych Wydziału Inżynierii Środowiska i Biotechnologii Politechniki Częstochowskiej. Specjalność – energetyka.

o charakterze kwasowym, np. z SO_2 . Wodorowęglan sodu jest związkem bardziej reaktywnym od węglanu sodu, a na jego reaktywność wpływa proces jego aktywacji termicznej, która odbywa się poprzez stadium węglanu sodu, wchodzącego następnie w reakcję z SO_2 (równania 1–3)

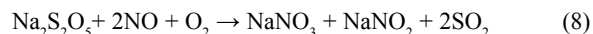
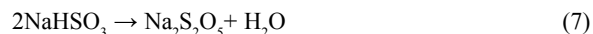
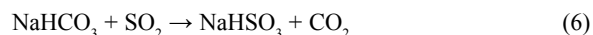


W innych badaniach^{7, 8)} opisano reakcję, której produktem końcowym był siarczan(VI) sodu. Reakcja ta była procesem dwuetapowym. Produktem pośrednim reakcji był siarczan(IV) sodu, który to był następnie utleniany do siarczanu(VI) sodu (równania 4 i 5).



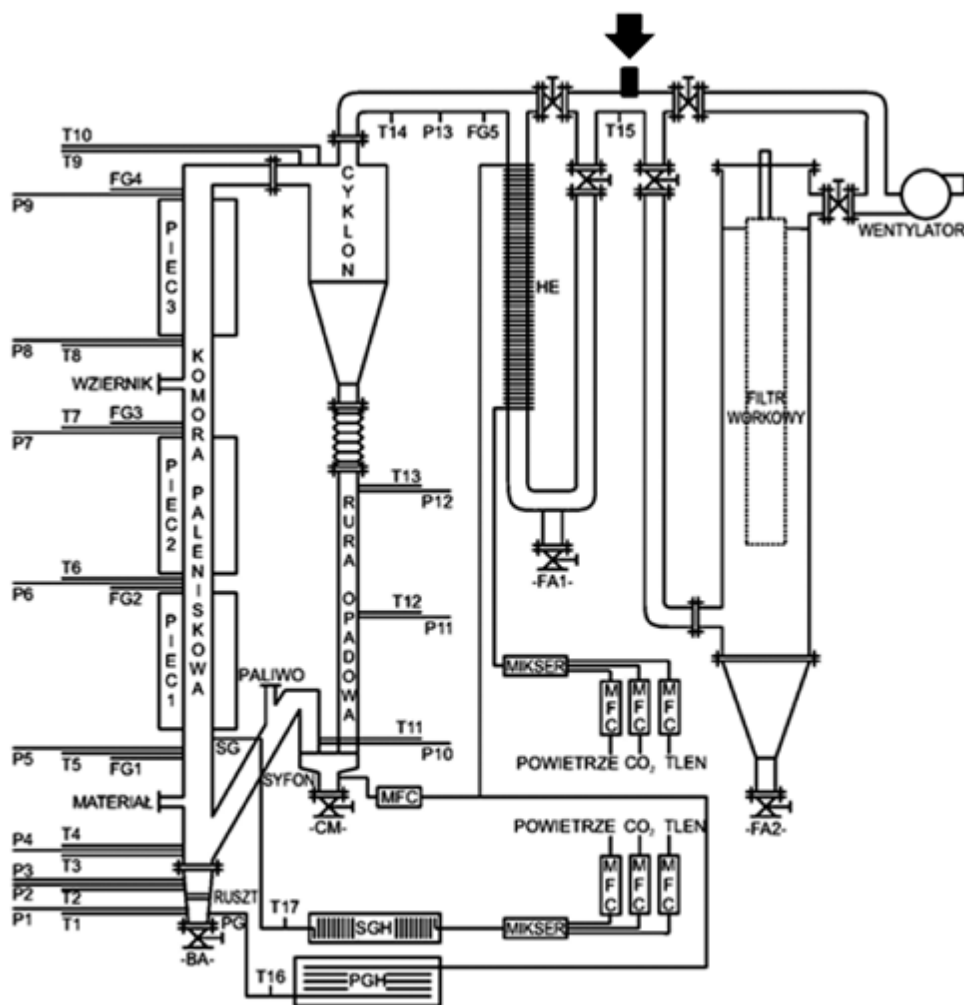
Na podstawie wyników innych badań⁹⁾ pokazano, że wodorowęglan sodu w obecności NO_x przechodzi do wodorosiarczanu(IV) sodu jako produktu pośredniego reakcji wodorowęglanu sodu z SO_2 , który następnie ulega dehydratacji, w wyniku czego otrzymano pirosiarczan sodu $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ i wodę. Część utworzonego pirosiarczanu wchodzi

w reakcję z NO i O_2 , tworząc produkty reakcji w postaci azotanu(III) i azotanu(V) sodu, natomiast pozostała część $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ulega procesowi rozkładu do siarczanu(IV) sodu oraz SO_2 (równania 6–8).



Wodorowęglan sodu jest obecnie stosowany na całym świecie. W Europie wykorzystuje się go do usuwania zanieczyszczeń w ponad 150 instalacjach^{10, 11)}. Firma Babcock&Wilcox¹²⁾ wprowadziła technologię jednoczesnego odsiarczania i redukcji tlenków azotu ze spalin o nazwie $\text{SO}_x\text{-NO}_x\text{-Rox Box}^{\text{TM}}$ (SNRBTM). Metoda ta jest głównie wykorzystywana w węglowych blokach energetycznych i przewiduje użycie wodorowęglanu sodu do usuwania SO_2 oraz zastosowanie selektywnej redukcji katalitycznej poprzez wtrysk amoniaku, w celu usunięcia tlenków azotu w obrębie jednego urządzenia. Najbardziej znaną w Europie metodą z wykorzystaniem wodorowęglanu sodu jest opatentowany przez firmę Solvay proces NEUTREC^{13, 14)}, który polega na oczyszczaniu gazów metodą suchą oraz neutralizacji i regeneracji produktów odsiarczania. Metoda polega na zastosowaniu kombinacji wodorowęglanu sodu oraz węgla aktywnego.

WTRYSK SUROWEGO BIKARBONATU SODU



- | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| BA- popiół denny | HE- wymiennik ciepła | PGH- podgrzewacz gazu pierwotnego |
| CM- materiał warstwy | MFC- przepływomierz | SG- gaz wtórny |
| FA- popiół lotny | P- pomiar ciśnienia | SGH- podgrzewacz gazu wtórnego |
| FG- gazy spalinowe | PG- gaz pierwotny | T- pomiar temperatury |

Fig. 1. The pilot plant with circulating fluidized bed¹⁵⁾

Rys. 1. Instalacja pilotażowa z cyrkulacyjną warstwą fluidalną¹⁵⁾

Część doświadczalna

Surowce

Surowy wodorowęglan (bikarbonat) sodu pochodził z zakładów chemicznych Soda Polska Ciech SA z Inowrocławia i był półproduktem pozyskanym z linii technologicznej produkcji sody kalcynowanej. W swoim składzie zawierał NH_3 , NH_4HCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4Cl i wodę, które w dalszej obróbce technologicznej zostałyby z niego usunięte, a w badaniach służyły do redukcji tlenków azotu. Pozyskany na tym etapie produkcji surowy wodorowęglan sodu charakteryzuje się niskimi kosztami wytwarzania.

Zbadano rozkład ziarnowy wodorowęglanu sodu (rys. 2). Kolorem czerwonym oznaczono rzeczywisty rozmiar ziaren surowych, a kolorem zielonym rozkład ziarnowy materiału poddane go rozdrabnianiu ultradźwiękowemu. Wielkość cząstek surowego wodorowęglanu sodu zawierała się w przedziale 1–480 μm , a największy udział (11%) stanowiły cząstki o średnicy ok. 140 μm . Analizą chemiczną próbki surowego wodorowęglanu wykazano zawartość wilgoci, azotu amonowego oraz wodorowęglanu amonu, śladowe ilości chlorków, siarczanów, substancji nierozpuszczonych i metali.

Piasek kwarcowy (obły) o wielkości ziaren z zakresu do 630 μm (średnia średnica jego ziaren wynosiła 400 μm) zastosowano jako materiał warstwy fluidalnej. Najmniejszy udział miały cząstki o średnicy 160–300 μm (do 10% objętości materiału cyrkulującego). Całkowita ilość materiału warstwy fluidalnej cyrkulującego w układzie wynosiła ok. 8 kg.

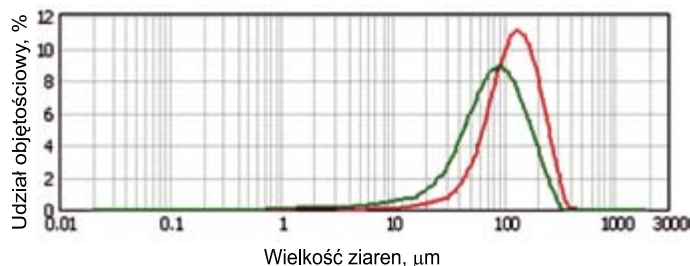


Fig. 2. Grain size distribution of raw sodium bicarbonate

Rys. 2. Rozkład ziarnowy surowego wodorowęglanu sodu

Węgiel kamienny z Kopalni Węgla Kamiennego „Ziemowit” był stosowany jako paliwo. Węgiel ten przesiano przez sito o wymiarze oczek 2 mm i odrzucono nadziarno. Średnia średnica ziaren węgla kamiennego wynosiła 450 μm (tabela 1).

Table 1. Technical and elemental analysis of the bituminous coal used

Tabela 1. Analiza techniczna i elementarna użytego węgla kamiennego

Wartość opałowa, 10 ³ J/kg	Analiza techniczna, %				Analiza elementarna, %				
	wilgość	części lotne	koksik (z różnicy)	popiół	C	S	H	N	O (z różnicy)
21055	6,8	27,5	43,5	22,2	57,8	1,28	3,54	0,69	7,69

Metodyka badań

Badania przeprowadzono na stanowisku pilotażowym do spalania paliw w cyrkulacyjnej warstwie fluidalnej o mocy 0,1 MWt (rys. 1). Instalacja ta składała się z komory paleniskowej o wysokości 5,0 m i wewnętrznej średnicy 0,1 m, połączonej z gorącym cyklonem o wewnętrznej średnicy 0,25 m. Ziarna materiału warstwy fluidalnej, odseparowane od spalin za pomocą cyklonu, były zawracane do komory paleniskowej układem nawrotu, który składał się z rury opadowej o wewnętrznej średnicy 0,075 m. Dodatkowo instalacja była wyposażona w 3 elektrycznie grzane piece zainstalowane na komorze paleniskowej i wykorzystywane do nagrzania stanowiska do (lub powyżej) temperatury zapłonu stosowanego paliwa. Powietrze pierwotne było wprowadzane do dolnej części komory paleniskowej i następnie przechodziło przez podwójny ruszt ceramiczny. Powietrze pierwotne było wstępnie podgrzane przez podgrzewacz do temp. ok. 300°C. Powietrze wtórne było doprowadzane na wysokości ok. 0,55 m od poziomu rusztu.

W ciągu spalinowym zainstalowano filtr tkaninowy, jako drugi stopień odpylenia gazu. W razie potrzeby, filtr ten może być ominięty *by-pass*em. Spaliny opuszczające filtr tkaninowy (lub przepływające *by-pass*) za pomocą wentylatora wyciągowego były wyprowadzane przez komin do atmosfery. Instalacja była wyposażona również w zaawansowany system sterowania oraz zapisu parametrów ruchomych (głównie temperatury i ciśnienia), jak również w kilka portów do poboru próbek materiałów sypkich (popiół denny, popiół lotny i materiał warstwy cyrkulacyjnej). Na wylocie spalin do kominu zainstalowano sondę do poboru gazów spalinowych, które były w sposób ciągły zasysane i poddawane analizie za pomocą wieloparametrowego stacjonarnego analizatora gazów (FTIR).

W przeprowadzonych próbach testowych jako gazu fluidyzującego użyto tylko powietrza pierwotnego. Całkowita ilość powietrza doprowadzanego do stanowiska badawczego (powietrze pierwotne podawane od dołu przez ruszt, powietrze do syfonu oraz powietrze do podajnika paliwa) wynosiła ok. 22 m³/h. Średnia prędkość przepływu gazu w komorze paleniskowej wynosiła 2,4 m/s. Średnie wartości temperatur mierzonych wzdłuż wysokości komory paleniskowej oscylowały w zakresie 830–850°C, a gradient ciśnień w komorze paleniskowej utrzymywany był na poziomie 2,5 kPa.

Metody analityczne

Analiza wielkości cząstek. Analizator MALVERN Mastersizer 2000E. Oznaczenie ciepła spalania i obliczanie wartości opałowej PN-81 G-04513.

Oznaczenie zawartości części lotnych metodą wagową PN-81 G-04516.

Oznaczenie zawartości wilgoci PN-80 G-04511.

Oznaczenie zawartości popiołu metodą wagową PN-80 G-04512.

Badania składu ziarnowego pyłów. Analiza sitowa PN-74 Z-04097.

Oznaczenie węgla, azotu i wodoru automatycznymi analizatorami PN-G-04571.

Oznaczenie zawartości siarki całkowitej. Metoda spalania w wysokiej temperaturze PN-ISO-351.

Spalany węgiel zawierał 1,28% siarki, był podawany do komory spalania za pomocą podajnika ślimakowego, a następnie jego cząstki były unoszone wraz z ziarnami warstwy cyrkulującej. Gazy spalinowe zawierały SO₂ na poziomie 1300 ppm oraz NO_x 210 ppm. Uzyskane wartości steżeń przyjęto jako poziom odniesienia (tło) do dalszych badań.

Do przewodu gazowego o średnicy 50 mm wprowadzano przez zawór kulowy za pomocą sprężonego powietrza surowy wodorowęglan sodu w odpowiednich stosunkach masowych. Na rys. 1 miejsce jego iniekcji oznaczono czarną strzałką. Wodorowęglan sodu nie był wcześniej ani suszony, ani mielony, ani modyfikowany w jakikolwiek inny sposób. Temperatura spalin była stała i mieściła się w granicach 295–305°C. Średnia prędkość przepływu gazu w przewodzie wynosiła 2,0 m/s, a ilość spalin 0,33 m³/min. Długość przewodu spalinowego od miejsca wprowadzenia sorbentu od miejsca wprowadzenia spalin na filtr workowy wynosiła 3,5 m.

Ilość podawanego wodorowęglanu została ustalona na podstawie wyliczeń masowych w stosunku do zawartości siarki pierwiastkowej przypadającej na każdy kilogram węgla kamiennego. Stosunek masowy Na/S = 1 oznaczał, że do procesu odsiarczania podawano taką samą ilość sodu pierwiastkowego zawartego w wodorowęglanie i siarki pierwiastkowej zawartej w węglu. Badania zostały wykonane przy Na/S = 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,0 i 3,0.

Table 2. Physico-chemical properties and composition of raw sodium bicarbonate

Tabela 2. Właściwości fizykochemiczne i skład surowego wodorowęglanu sodu

Właściwość	Wartość
Zawartość NaHCO ₃ (w przeliczeniu na suchą masę), %	97,68
Azot amonowy, %	0,46
W przeliczeniu na NH ₄ HCO ₃ , %	2,75
Na ₂ CO ₃ , %	-
Chlorki, %	0,075
Siarczany, %	0,04
Substancji nierozpuszczonych, %	0,0015
Wilgość (50°C), %	14,35
Wilgość (100°C), %	35,82
Kadm, mg/kg	< 0,025
Kobalt, mg/kg	< 0,025
Miedź, mg/kg	0,12
Ołów, mg/kg	0,081
Nikiel, mg/kg	< 0,025
Żelazo, mg/kg	5,3
Cynk, mg/kg	< 5,0
Ciężar nasypowy, kg/m ³	612,275
Ciężar utrzesiony, kg/m ³	1007,23
Straty prażenia, 300°C, %	46,09

Wyniki badań

Po wprowadzeniu wodorowęglanu sodu w strumień spalin, nastąpił spadek stężenia SO_2 oraz NO_x do wartości zależnych od poziomu wyjściowego (tła). Otrzymane wyniki przedstawiono na rys. 3 i 4. Wraz

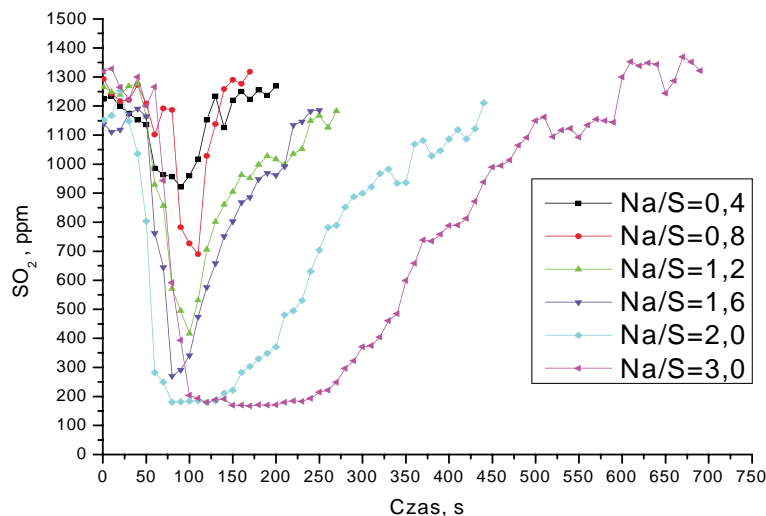


Fig. 3. Curves of desulfurization in the exhaust stream for injection of raw sodium bicarbonate at varying Na/S ratio (0.4–3.0)

Rys. 3. Krzywe przebiegu procesu odsiarczania w strumieniu spalin dla wtrocku surowego wodorowęglanu (0,4–3,0)

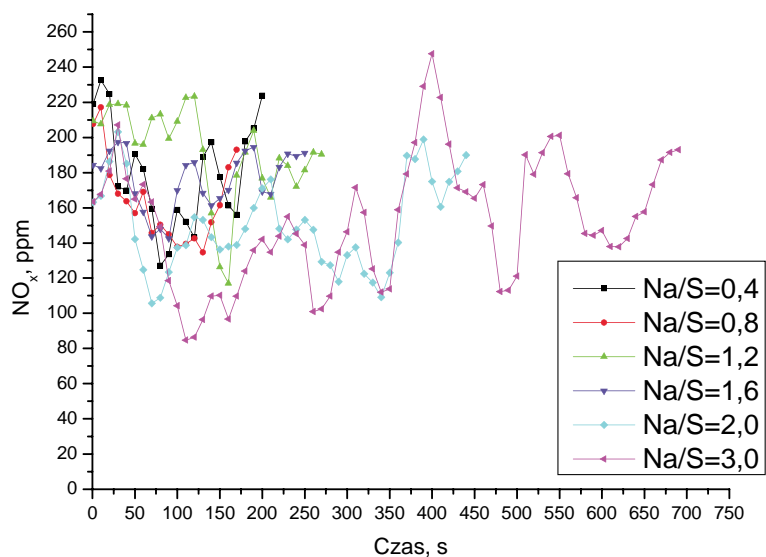


Fig. 4. Curves of reduction of nitrogen oxides in the exhaust stream for injection of raw sodium bicarbonate at varying Na/S ratio (0.4–3.0)

Rys. 4. Krzywe przebiegu procesu redukcji tlenków azotu w strumieniu spalin dla wtrocku surowego wodorowęglanu sodu przy różnych udziałach Na/S (0,4–3,0)

ze wzrostem ilości podawanego surowego wodorowęglanu sodu, znacznie wzrastała efektywność redukcji stężenia SO_2 ze spalin (tabela 3).

Dodatek małej ilości wodorowęglanu sodu powodował szybki przebieg reakcji i jednocześnie szybki powrót do tła. Im większa była ilość wodorowęglanu o większym stosunku Na/S, tym powrót do tła stężenia SO_2 przebiegał znacznie wolniej. Świadczy to o przebiegu reakcji odsiarczania

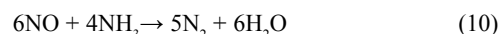
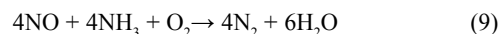
Table 3. Effect of Na/S ratio on the desulfurization efficiency

Tabela 3. Zależność skuteczności odsiarczania od stosunku Na/S

Stosunek Na/S	Skuteczność odsiarczania, %
0,4	28
0,8	47
1,2	65
1,6	80
2,0	88
3,0	88

spalin nie tylko w przewodzie spalinowym, ale również na powierzchni filtra workowego. Cząstki surowego wodorowęglanu sodu osadzały się na jego powierzchni i były omywane przez strumień spalin, gdzie nadal zachodziła reakcja odsiarczania. Taki przebieg modelu reakcji przedstawił w swoich badaniach Changfa Wu¹⁶. Z symulacji procesu sorpcji SO_2 za pomocą wodorowęglanu sodu wynika, że jedynie 5% SO_2 zostało związane w kanale spalinowym, ze względu na bardzo krótki czas przebywania wodorowęglanu sodu w tym kanale. Przy stosunku stechiometrycznym wynoszącym 1,0, średnicy sorbentu 5 μm i temp. 210°C osiągnięto zmniejszenie zawartości SO_2 w wysokości 15%, licząc względem wlotu i wylotu z kanału spalinowego. System filtrów tkaninowych jest zatem niezbędny, aby osiągnąć wysoką skuteczność odsiarczania spalin^{17, 18}. Uzyskana efektywność odsiarczania jest zbliżona do wyników badań¹⁹, które miały inny charakter niż badania¹⁶ i nie opierały się na założeniach modelowych, lecz na pomiarach, które miały na celu określenie efektywności zastosowania wodorowęglanu sodu przy odsiarczaniu w strumieniu kanału spalinowego. Zaobserwowano stopień odsiarczania na poziomie 40–80% dla współczynników stechiometrycznych 0,5–3,0. Przy współczynniku równym 1, uzyskano efektywność stopnia odsiarczania na poziomie 50%. Większość SO_2 ze spalin była neutralizowana w pierwszej sekundzie procesu, co wskazuje, że szybkość reakcji może być większa, niż w przypadku wyników uzyskanych przy zastosowaniu warstw filtracyjnych¹⁶.

Po wprowadzeniu w strumień spalin w przewodzie surowego wodorowęglanu sodu zachodziły jednocześnie reakcje konwersji NO_x (rys. 4) związane z obecnością związków amonowych NH_4HCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ i NH_4Cl w surowym wodorowęglanie sodu. Związki te pod wpływem temperatury, rozkładają się do gazowego amoniaku wchodzącego w reakcje z NO_x (równania 9–11).



Wyniki badań²⁰ procesu jednoczesnej konwersji ditlenku siarki oraz tlenków azotu ze spalin były prowadzone z zastosowaniem wodorowęglanu sodu, który w swoim składzie zawierał również wodorowęglan amonu NH_4HCO_3 w ilości 2,5–4%. Stwierdzono wówczas, że zastosowanie samego wodorowęglanu amonu ma mały wpływ na redukcję tlenków azotu z gazów spalinowych i nie ma żadnego wpływu na wiązanie SO_2 . Wyniki przedstawione przez Zaishana i współpr.²⁰ nie potwierdziły się w przeprowadzonych badaniach. W trakcie zwiększania ilości podawanego surowego wodorowęglanu sodu, stopniowo wzrastała efektywność redukcji tlenków azotu, jednak nie była ona tak wysoka jak przy odsiarczaniu spalin (tabela 4).

Na podstawie uzyskanych wyników jednoznacznie widać wysoką skuteczność redukcji tlenków azotu spalin za pomocą surowego wodorowęglanu sodu. Wahania tej skuteczności w przeprowadzonych badaniach były związane z reakcją gazowego amoniaku również z SO_2 oraz CO_2 według mechanizmów (12–14).

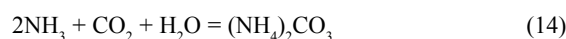
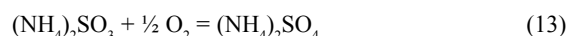
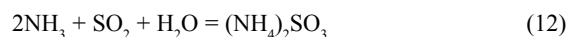


Table 4. Effect of Na/S ratio on the efficiency reduction of nitrogen oxides

Tabela 4. Zależność skuteczności redukcji tlenków azotu od stosunku Na/S

Stosunek Na/S	Skuteczność redukcji tlenków azotu, %
0,4	15
0,8	19
1,2	43
1,6	27
2,0	30
3,0	48

Podsumowanie

Zastosowanie surowego wodorowęglanu sodu poprzez wprowadzenie go bezpośrednio w strumień spalin o temp. 300°C, przyczynia się do zmniejszenia stężenia SO₂. Efektywność odsiarczania wzrasta wraz ze stosunkiem masowym Na/S. Najlepszą efektywność 88% uzyskuje się przy stosunku Na/S 3,0. Reakcja przebiega częściowo w trakcie przepływu spalin, a częściowo na powierzchni filtra workowego. Obecność związków amonowych w surowym wodorowęglanie sodu przyczynia się do zmniejszenia stężenia NO_x w spalinach. Najwyższą skuteczność redukcji tlenków azotu ze spalin (48%) uzyskuje się przy stosunku masowym Na/S 3,0. W pozostałych przypadkach jest ona również wysoka, lecz zmienna w czasie trwania procesu. Przeprowadzone badania potwierdziły również przebieg reakcji gazowego amoniaku nie tylko z NO_x, ale również z SO₂ i CO₂. Produkty tych reakcji zidentyfikowano w pobranych próbkach popiołów.

Otrzymano: 07-01-2013

LITERATURA

1. K. Dam-Johansen, K. Ostergaard, *Chem. Eng. Sci.* 1991, **46**, nr 3, 855.
2. K. Mocek, J. Wald, Proc. Fifth Annual International Pittsburgh Coal Conf., nr 100, Pittsburgh (Pennsylvania), wrzesień 1988 r.
3. J.H. Knight, *The use of nahcolite for removal of sulfur dioxide and nitrogen oxides from flue gas*, The Superior Oil Company Report, 1977 r.
4. D.J. Helfrich, S.J. Bortz, *Environ. Prog.* 1992, **11**, nr 1, 7.
5. W. Schneider, G.K. Moortgat, G.S. Tyndall, J.P. Burrows, *J. Photochem. Photobiol.* 1987, **40**, 195.
6. J.R. Carson, *Removal of sulfur dioxide and nitric oxide from a flue gas stream by two sodium alkalis of various sizes*, praca magisterska, The University of Tennessee, 1980 r.
7. T.C. Keener, *Thermal decomposition of sodium bicarbonate and its effect on the reaction of sodium bicarbonate and sulfur dioxide in a simulated flue gas*, praca doktorska, The University of Tennessee, 1982 r.
8. T.C. Keener, S.J. Khang, *Chem. Eng. Sci.* 1993, **48**, nr 16, 2859.
9. J. Verlaeten, G.G. DeSoete, L. Ninane, J.M. Blondel, EPA/EPRI SO₂ Control Symp., Washington (D.C.), grudzień 1991 r.
10. M. Decuyper, P. Berteu, *Takuma Techn. Rev.* 2005, **13**, 16.
11. E. Grieco, A. Poggio, *Appl. Energy* 2009, **86**, 1517.
12. SO_x Emission Control In SNRB™ Demonstration, Bicarb Bulletin.
13. <http://www.neutrec.com>
14. H. Raclavska, D. Matysek, K. Raclavsky, D. Juchelkova, *Fuel Process. Technol.* 2010, **91**, 150.
15. T. Czakiert, K. Sztekler, S. Karski, D. Markiewicz, W. Nowak, *Fuel Process. Technol.* 2010, **91**, 1617.
16. Changfa Wu, Soon-Jai Khang, T.C. Keener, Sang-Kwun Lee, *Adv. Environ. Res.* 2004, **8**, 655.
17. H. Liu, R. Chaffee, NTIS (*National Technical Information Service*) PB-194 196, 1969 r.
18. F.M. Veazy, W.H. Kilmeyer, NTIS (*National Technical Information Service*) PD-195 884, 1970 r.
19. J.M. Pilot, M.J. Wilder, *Pilot scale SO₂ control by dry sodium bicarbonate injection and an electrostatic precipitator*, www.interscience.wiley.com, DOI 10.1002/ep.10212.
20. W. Zaishan, L. Zhehang, N. Hejingying, H. Haiming, J. Yongfeng, *J. Hazard. Mater.* 2009, **162**, 837.



VIII Sympozjum „Czwartorzędowe sole amoniowe i obszary ich zastosowania”

Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska,
Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy,
Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka,
Instytut Chemii Przemysłowej im. prof. Ignacego Mościckiego

zapraszają do udziału

w VIII Sympozjum CZWARTORZĘDOWE SOLE AMONIOWE I OBSZARY ICH ZASTOSOWANIA

nt. Ciecze jonowe – od syntezy przez właściwości do aplikacji,
które odbędzie się w dniach 1–3 lipca 2013 w Poznaniu

Celem Sympozjum jest przedstawienie najnowszych osiągnięć w dziedzinie badań naukowych prowadzonych w zakresie czwartorzędowych soli amoniowych i cieczy jonowych (synteza, fizykochemia, aktywność powierzchniowa, analityka, toksykologia, ekotoksykologia, degradacja i biodegradacja, mikrobiologia). Ponadto nowe kierunki zastosowań cieczy jonowych (reakcja chemiczna i enzymatyczna, kataliza, procesy separacji, rozpuszczanie i degradacja biomasy oraz tworzyw sztucznych, elektrolity, konserwacja drewna zabytkowego, impregnacja papieru, smary, farby, materiały użytkowe).

Zadaniem Sympozjum jest również prezentacja zastosowań preparatów zawierających tę grupę związków.

Należy się spodziewać, że wymiana doświadczeń przedstawicieli różnych dyscyplin badawczych oraz osób związanych z przemysłem przyczyni się, jak w latach poprzednich, do upowszechnienia tematyki Sympozjum.

Program Sympozjum przewiduje:

- warsztaty
- wykłady wygłoszone przez zaproszonych specjalistów zajmujących się czwartorzędowymi solami amoniowymi oraz cieczami jonowymi oraz komunikaty ustne,
- sesje posterowe prezentujące aktualne osiągnięcia w tej dziedzinie,
- panel dyskusyjny.

Miejsce Sympozjum:

Centrum Kongresowe Hotel IOR, ul. Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

Wszystkie informacje dotyczące VIII Sympozjum znajdują się na stronie www.scsa.put.poznan.pl.

Kontakt z organizatorami: sympozjum2013@put.poznan.pl.