­JAN KOWALSKIa,[[1]](#footnote-1), ANNA NOWAKa, ADAM ZIELIŃSKIb

Duże litery, 13 pkt

Pogrubione

**aInstytut Inżynierii Chemicznej PAN, Gliwice; bPolitechnika Wrocławska**

The use of flotation waste for desulfurization of flue gases by the spray-dry method

Italic

**Wykorzystanie odpadów flotacyjnych do odsiarczania gazów metodą półsuchą**

**DOI:** *10.15199/62.2015.X.Y*

*Flotation wastes precalcined in air with (i) increased or (ii) not increased H2O content in oven gases, to contain (CaO+MgO) ~87% (H2O-leachable CaO and MgO 38.9 and 35%, resp.) and, for comparison, (iii) a min. 92% CaO and max. 2.5% MgO-contg. quicklime, 35.9, 31.9 and 17.8 μm in av. diam., resp., were used to prep. (1:2 w/w) suspensions in H2O. These mixed 40 min at 80°C and sieved (0.1-mm), were used, 1:1−1:2.5 kg sorbent/kg SO2, to sorb SO2 from SO2-contg flue gases (500−1000 ppm), 190 m3(S.T.P.)/h, 130°C, R.H. 0.48 kg H2O/kg dry flue, by the spray-dry technique in a pilot plant. Suspensions (i) and (ii) were ~20% less effective than (iii). But the contact time was shorter, 2 s vs. the reported 6−16 s. Twice as much of (i) or (ii) would allow to achieve the efficiency of (iii). Low-SO2 flue gases could thus be desulfurized at high temperatures with no recycle of partially converted sorbent.*

***Keywords:***

Streszczenie angielskie wg. wymogów Chemical Abstract

Przedstawiono wyniki badań doświadczalnych procesu odsiarczania spalin metodą półsuchą, przebiegającego z wykorzystaniem zawiesin sporządzonych ze specjalnie przygotowanych odpadów flotacyjnych i wapna palonego. Stwierdzono, że odpady flotacyjne mogą stanowić substytut klasycznych sorbentów stosowanych do usuwania SO2 z gazów tą metodą. Na podstawie wyników badań doświadczalnych sformułowano warunki zastosowania odpadów flotacyjnych do odsiarczania spalin.

**Słowa kluczowe:**

W wyniku wieloletniej działalności zakładów przeróbczych rud cynkowo-ołowiowych zostało nagromadzonych w środowisku naturalnym, w formie składowisk powierzchniowych, wiele milionów ton odpadów flotacyjnych. Odpady te składają się głównie z dolomitu, minerałów siarczkowych i tlenkowych cynku, ołowiu i żelaza, kalcytu, krzemionki, gipsu oraz minerałów ilastych. Procentowy udział poszczególnych składników w odpadzie zależy oczywiście od rejonu wydobywczego rud, niemniej jednak największy udział (od ok. 50% do ponad 80%) ma dolomit1, 2). Z tego względu dolomitowe odpady flotacyjne mogą stanowić źródło sorbentu w technologiach odsiarczania spalin, opartych na wykorzystaniu związków wapnia do wiązania ditlenku siarki.

Wprowadzenie bez tytułu

Odnośniki literaturowe jako indeksy górne z nawiasem

#### Część doświadczalna

Tytuł, bold 14 pkt

Podtytuł, bold 13 pkt

**Surowce**

Zawiesiny absorpcyjne stosowane w badaniach procesu odsiarczania spalin otrzymywano poprzez lasowanie specjalnie przygotowanych odpadów flotacyjnych (tzw. prażonek dolomitowych z oczyszczalni ścieków) lub technicznego wapna palonego (prod. ZCh Rudniki), a następnie rozcieńczanie wodą i klasyfikację tak uzyskanych produktów. Stosowano również dietanoloaminę cz.d.a., prod. Sigma-Aldrich oraz gazowy ditlenek siarki, prod. Azoty Tarnów SA.

##### Aparatura

Badania procesu odsiarczania spalin metodą półsuchą przeprowadzono w wielkolaboratoryjnej instalacji badawczej przedstawionej na rys. 1. Zasadniczym elementem instalacji była kolumna rozpyłowa (1) umieszczona na zbiorniku (2). Kolumna ta wykonana była z czterech cylindrów szklanych o wysokości 500 mm i średnicy 300 mm każdy.

**Metodyka badań**

W trakcie badań mierzono natężenia przepływu spalanego gazu, ditlenku siarki pobieranego z butli i wody podawanej do tacy, temperaturę i skład gazu wchodzącego do kolumny rozpyłowej oraz gazu opuszczającego kolumnę rozpyłową, natężenie przepływu i ciśnienie zawiesiny podawanej do dyszy rozpyłowej oraz wody podawanej ze zbiornika (7), natężenie przepływu i ciśnienie powietrza wprowadzanego do dyszy rozpyłowej oraz powietrza wprowadzanego do rury osłonowej a także natężenie przepływu gazu wyprowadzanego do komina (13).

**Metody analityczne**

Zawartość SO2 w spalinach oznaczano metodą chromatografii gazowej, stosując chromatograf typ GC 1 firmy Perkin Elmer.

**Omówienie wyników**

Wyniki badań procesu odsiarczania spalin przedstawiono w tabeli. Prażonki dolomitowe zastosowane do sporządzania zawiesin absorpcyjnych charakteryzowały się szerokim spektrum uziarnienia. Średnice podziałowe obydwu typów prażonek były zbliżone i ok. 2-krotnie większe od średnicy podziałowej ziaren wapna palonego. W porównaniu z klasycznym sorbentem stosowanym w instalacjach odsiarczania spalin metodą półsuchą prażonki dolomitowe należało więc uznać za materiał gruboziarnisty. W porównaniu z produktem lasowania wapna palonego stałe produkty lasowania prażonek dolomitowych wykazywały względnie duży udział frakcji grubej ziaren (powyżej 100 μm).

Greckie litery – mi (mikro)

**Podsumowanie**

Węglanowe odpady flotacyjne przemysłu metali nieżelaznych stanowią potencjalne źródło związków alkalicznych mogących znaleźć zastosowanie w wielu technologiach odsiarczania spalin. W pracy zbadano przydatność tego typu odpadów jako substytutu sorbentów stosowanych w półsuchej metodzie usuwania ditlenku siarki z gazów.

Praca wykonana w ramach projektu celowego zamawianego PCZ 02-20 „Gospodarcze wykorzystanie odpadów stałych powstających w przemyśle metali nieżelaznych”, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

LITERATURA

Konferencja

[1] M. Ślusarek, K. Cichy, Mat. Międzynarodowej Konf. "Tendencje rozwojowe przemysłu cynkowo-ołowiowego", Szczyrk, 16–18 listopada 1998 r., 235.

Publikacja w czasopiśmie

[2] A. Chmielarz, J. Mrozowski, W. Wasilewski, M. Jaschik, *Rudy i Metale Nieżelazne* 2002, **47**, nr 5, 237.

[3] E. Stós, A. Zajączkowski, W. Gębczyk, L. Adamkiewicz, J. Mrozowski, W. Wasilewski, Sprawozdanie Instytutu Metali Nieżelaznych w Gliwicach nr 5810/2001, Gliwice, maj 2001 r.

[4] J.S. Klingspor, *JAPCA* 1987, **37**, 801.

Monografia

[5] H. Jankowska, A. Świątkowski, J. Choma, *Węgiel aktywny*, WNT, Warszawa 1985 r.

[6] J. Kowalski, *Polimeryzacja rodnikowa*, praca doktorska, Instytut Chemii Przemysłowej, Warszawa 2001 r.

[7] Gryfskan Sp. z o.o., Hajnówka, Prospekt firmowy.

[8] *Zgł. pat. pol.* P-344 539 (2000).

[9] *Pat. USA* 2 931 834 (1960).

[10] http://www.spirulina.pl, dostęp 15 marca 2013 r.

[11] DOI: [10.14314/polimery.2016.031](http://dx.doi.org/10.14314/polimery.2016.031)

*Table. Progress of glycerol hydrochlorination*

## Tabela. Przebieg reakcji chlorowodorowania glicerolu

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Numer reaktora | Przepływ gazowego chlorowodoru,  g/h | Przepływ ciekłej  mieszaniny,  cm3/h | Gęstość ciekłej mieszaniny,  g/cm3 | Masa, g | | |
| destylat | wywar | chlorowodór  w płuczce |
| 1 | 60,3 | 83,2 | 1,235 | 39,3 | 116,2 | 9,0 |
| 2 | 30,0 | 87,4 | 1,298 | 28,48 | 115,14 | 7,8 |
| 3 | 19,5 | 86,2 | 1,320 | 16,87 | 111,62 | 9,0 |
| 4 | 15,0 | 86,7 | 1,339 | 7,9 | 112,20 | 13,5 |

Gęstość mieszaniny poreakcyjnej po 4 stopniu kaskady, *d*20 = 1,344 g/cm3

(jednostki w główce tabeli po przecinkach)

### Podpisy pod rysunkami

Fig. Particle size distribution of the sorbents used (● – flotation waste calcined with water, ▲ – flotation waste calcined without water , ○ – quicklime)

Rys. Skład ziarnowy stosowanych sorbentów (● – prażonka z wodą, ▲ – prażonka bez wody, ○ – wapno palone)

**PUBLIKACJA WZORCOWA**

**PUBLIKACJA WZORCOWA**

Rys.

**PUBLIKACJA WZORCOWA**

**PUBLIKACJA WZORCOWA**

(jednostki na osiach po przecinkach; **rysunków nie wstawiać w dodatkowe ramki**)

Wzór notki biograficznej:

Dr inż. Jan Kowalski (ORCID: xxxx-xxxx-xxxx-xxxx) w roku 1985 ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W 1990 uzyskał stopień doktora nauk chemicznych na tym samym Wydziale. Jest adiunktem w Instytucie Inżynierii Chemicznej Polskiej Akademii Nauk w Gliwicach. Specjalność – inżynieria chemiczna i procesowa.

1. Adres do korespondencji: Instytut Inżynierii Chemicznej Polskiej Akademii Nauk, ul. Bałtycka 5, 44-100 Gliwice, tel.: (32) 231-08-11, fax: (32) 231-03-18, e-mail: jan.kowalski@iim.gliwice.pl [↑](#footnote-ref-1)