

PRÓBY PRZERÓBK I GIPSU ODPADOWEGO Z PROCESU ODSIARCZANIA GAZÓW W HUCIE „BOBREK” NA MATERIAŁY WIĄŻĄCE

Artykuł niniejszy zawiera syntetyczną informację o wynikach uzyskanych w badaniach szczegółowych opisanych szerzej w nie publikowanym Raporcie Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej [1].

Dwutlenek siarki już od dość dawna uznany został powszechnie za jedno z najbardziej uciążliwych zanieczyszczeń, wprowadzanych do powietrza atmosferycznego.

Wśród zasadniczych przyczyn tej nadmiernej uciążliwości dwutlenku siarki dla środowiska naturalnego — obok znacznej różnorodności miejsc i sytuacji powstawania i emisji do atmosfery pokaźnych ilości tego toksycznego i odorotwórczego zanieczyszczenia gazowego — należy także wymienić zbyt małą liczbę pełno-przemysłowych wdrożeń wysokoskutecznych metod odsiarczania gazów odlotowych.

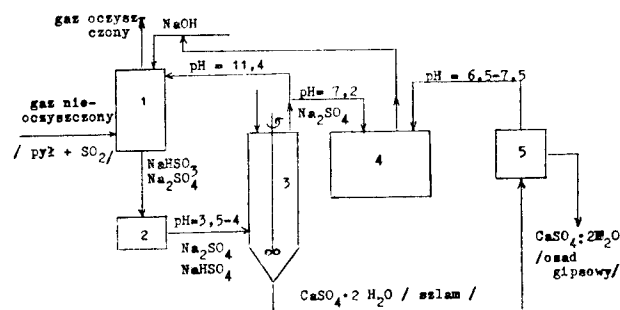
Na podstawie doniesień literaturowych [2, 3] nie trudno zorientować się, że istnieje wiele opracowanych metod, umożliwiających skuteczne wychwytywanie dwutlenku siarki zawartego w różnych typach przemysłowych gazów odlotowych. Większość z nich jednakże to metody mokre, w których produktami są znaczne ilości roztworów posorpcyjnych. Dla roztworów tych często brak jest niestety sensownych, z technicznego i ekonomicznego punktu widzenia, sposobów przeróbki (utylicacji), co niejednokrotnie urasta do rangi zasadniczej przeszkody, uniemożliwiającej pełno-przemysłowe wykorzystanie wielu sprawdzonych metod skutecznej sorpcji dwutlenku siarki.

Ponieważ tego rodzaju sytuacja, w znacznym stopniu przyczynia się do wzrostu stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego, szczególnie pilnym zadaniem staje się opracowanie odpowiednich metod przeróbki uzyskiwanych roztworów posorpcyjnych dwutlenku siarki.

Stosownie do zasygnalizowanego wyżej problemu w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej, w ramach III etapu prac, objętych tematem badawczym pt: „Technologia i urządzenia do odsiarczania wybranych gazów odlotowych w hutnictwie żelaza”, zleconym przez Ośrodek Badawczo Rozwojowy Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno-Wentylacyjnych i Odpylających „BAROWENT” w Katowicach, wykonano próby określające możliwości przeróbki na materiały wiążące osadu ze zregenerowanego roz-

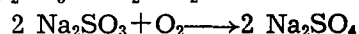
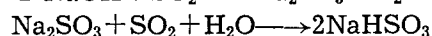
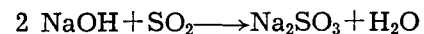
tworu posorpcyjnego, pochodzącego z badanej — w ramach wyżej wymienionego tematu — w Hucie „Bobrek” w Bytomiu dwualkalicznej metody unieszkodliwiania wybranych rzeczywistych gazów odlotowych [4].

Wspomniany osad — zwany dalej gipsem odpadowym wytworzony został (stosownie do odpowiedniego opisu zamieszczonego w Raporcie Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej nr SPR 17/81, dokumentującym badania procesów wytrącania osadów z roztworów posorpcyjnych SO_2) w specjalnie zaprojektowanej instalacji doświadczalnej o założonej przepustowości 10 000 m^3/h zasiarczonych gazów odlotowych z oddziału spiekalni. Schemat instalacji odsiarczania gazów odlotowych i regeneracji roztworów posorpcyjnych przedstawiono na rys. 1.

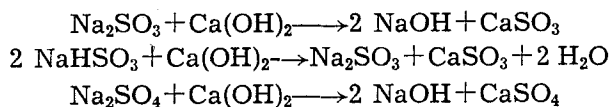


Rys. 1 Schemat instalacji doświadczalnej odsiarczania gazów odlotowych i regeneracji roztworów sorpcyjnych: 1) absorber, 2) odśrodkownik, 3) reaktor, 4) zbiornik wyrównawczy, 5) wirówka

Jak widać z przedstawionego wyżej schematu, jako medium sorpcyjne SO_2 stosowano roztwór wodorotlenku sodu, przy czym reakcje zachodzące w absorberze można zapisać następująco:



Uzyskany odciek z absorbera regenerowano z kolei mlekiem wapiennym zgodnie z reakcjami:



Zregenerowany roztwór (NaOH) zawracano do absorbera, zaś szlam zawierający m. in. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ po odwirowaniu — jako tzw. gips odpadowy — stanowił materiał wyjściowy do opisywanych dalej prób utylizacyjnych.

Charakterystyka gipsu odpadowego

O trwałości wyrobów gipsowych decyduje m. in. skłonność do tworzenia po pewnym czasie tzw. wykwitów krystalicznych. Wykwity te, działające destruktywnie, wywoływane są nadmierną ilością soli sodowych. Umownie przyjmuje się, że w gipsach technicznych ilość ta nie powinna przekraczać 0,05% wag. (w przeliczeniu na Na_2O). Dla uzyskania dostatecznie niskiej zawartości soli sodowych surowy osad gipsu odpadowego został poddany dwóm cyklom płukania czystą wodą. Oczyszczony w ten sposób gips odpadowy analizowano zgodnie z odnośnymi wymogami normowymi. Uśrednione wyniki analiz składu chemicznego, wykonanych zgodnie z PN-66/B-04361 „Kamień gipsowy, anhydryt i spoiwa gipsowe. Analiza chemiczna”, przedstawiono w tabeli 1, zaś jego skład ziarnowy wyznaczony metodą sedymentacyjną przy użyciu pipety Andreasena w tabeli 2.

Tabela 1

ZESTAWIENIE WYNIKÓW ANALIZ OSADÓW GIPSU ODPADOWEGO

Składnik	Gips surowy odpadowy wysuszony w temp. 323 K		Gips odpadowy po I płukaniu wysuszony w temp. 323 K		Gips odpadowy po II płukaniu wysuszony w temp. 323 K	
	skład chemiczny %	skład fazowy %	skład chemiczny %	skład fazowy %	skład chemiczny %	skład fazowy %
Woda krystal.	19,2		20,36		20,58	
CaO	29,7		29,0		29,0	
SO ₃	43,9		44,2		45,0	
Fe ₂ O ₃	0,20		0,19		0,196	
SiO ₂	0,54		0,51		0,5	
Al ₂ O ₃	0,21		0,27		0,20	
MgO	0,71		0,73		0,70	
Na ₂ O	1,37		0,08		0,046	
K ₂ O	0,18		0,1		0,07	
CaSO ₄ ·2H ₂ O		91,7		97,27		98,33
Ca(OH) ₂		0,11		0,1		0,1
CaCO ₃		0,55		0,41		0,4
MgCO ₃		0,25		0,21		0,2

Tabela 2

SKŁAD ZIARNOWY GIPSU ODPADOWEGO PO II PŁUKANIU WYSUSZONEGO W TEMPERATURZE 323 K

Graniczny wymiar ziarna D_i w μm	Udział ziaren w % wag.	
	o średnicach mniejszych od D_i	o średnicach większych od D_i
60	94,9	5,1
40	53,07	46,93
30	34,08	65,92
20	17,35	82,65
10	10,01	89,99
5	9,34	90,66

Termiczna dehydratacja gipsu odpadowego

Celem stosowanej obróbki termicznej było przekształcenie dwuwodnego siarczanu wapniowego, stanowiącego — jak to wynika z ta-

ble 1 — główny składnik badanego gipsu odpadowego, w odmianę półwodną. Obróbce poddany został materiał odznaczający się osiągniętym największym stopniem wypłukiwania zanieczyszczeń.

Obróbkę termiczną osadu prowadzono dwoma sposobami:

Sposób I polegał na wstępnym suszeniu osadu w temperaturze 323 K (± 5 K), w celu usunięcia wilgoci i doprowadzenie do uzyskania suchej masy dwuwodnego siarczanu wapniowego, który z kolei prażono w temperaturze 455 K do momentu zakończenia procesu dehydratacji.

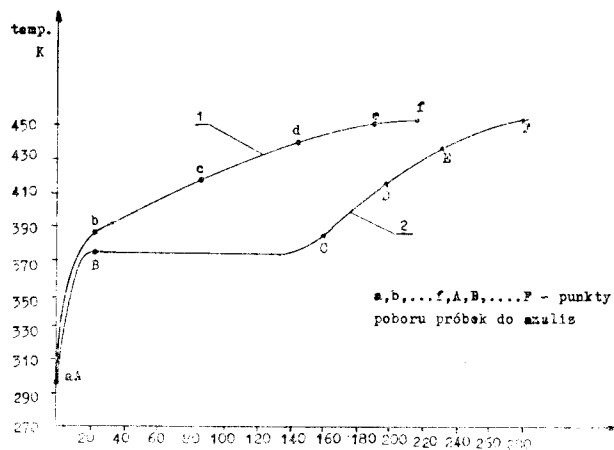
Sposób II polegał na bezpośrednim wprowadzeniu próbki wilgotnego osadu gipsowego do wnętrza urządzenia grzewczego, posiadającego ustaloną temperaturę na poziomie 455 K. W trakcie doświadczeń określano wzrost temperatury osadu gipsowego oraz przyrastającą w czasie ilość tworzącego się $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli 3 oraz na rysunku 2.

Tabela 3

ZMIANY ZAWARTOŚCI $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ W TERMICZNIE MODYFIKOWANYM OSADZIE GIPSOWYM

Metoda I		Metoda II	
Punkt poboru próby	Zawartość $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ % wag.	Punkt poboru próby	Zawartość $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$ % wag.
b	10,6	A	0
a	85,5	B	42,8
c	87,45	C	44,3
d	88,2	D	82,7
e	96,9	E	99,6
f	100,0	F	100,0

Uwaga: oznaczenia literowe według rysunku 2



Rys. 2 Zmiany temperatury osadu gipsowego przy produkcji gipsu półwodnego w prażarce w temperaturze 455 K: 1) wysuszonego uprzednio w temperaturze 323 K do stałej masy, 2) o wilgotności początkowej ok. 50%

Na podstawie przedstawionych wyników można wnosić, że szybszym, mniej energochłonnym i tym samym wygodniejszym jest sposób II. Jednakże pewnym istotnym jego mankamentem jest dość intensywne — ze względu na krótkotrwałość zjawiska — odparowywanie wody, stanowiące dodatkową komplikację techniczną.

Termicznie zmodyfikowany odpad gipsowy, doprowadzony do odmiany półhydratowej, po wyjęciu z urządzenia grzewczego schładzano do temperatury otoczenia, sezonowano przez leżakowanie, a następnie mielono w młynku laboratoryjnym. Przygotowany w ten sposób produkt poddano dalszym badaniom technologicznym, mającym na celu określenie jego przydatność w technice budowlanej.

Próby wytrzymałościowe

Badania wytrzymałościowe wykonano według normy branżowej PN-65/B-04360, przygotowując — przy użyciu wody wodociągowej m. Wrocławia — 3 rodzaje kształtek (beleczek) normowych:

- kształtki wykonane na bazie samego, termicznie zmodyfikowanego, odpadu gipsowego z Huty „Bobrek”,
- kształtki wykonane na bazie tegoż, termicznie zmodyfikowanego, odpadu gipsowego z 5% dodatkiem wapna pokarbidowego,
- kształtki wykonane na bazie handlowego gipsu budowlanego, produkowanego na skalę przemysłową w Gackach z Doliny Nidy.

Wapno pokarbidowe, stanowiące odpad przy produkcji acetyleny z Huty „Bobrek” miało — zgodnie z wcześniejszymi badaniami — działać aktywnie na przerabiany materiał gipsowy.

Uzyskane wyniki badań wytrzymałościowych kształtek, wykonanych na bazie termicznie zmodyfikowanego gipsu odpadowego przedstawiono w tabeli 4, zaś kształtek wykonanych na bazie handlowego gipsu budowlanego w tabeli 5.

Tabela 4

WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH TERMICZNIE ZMODYFIKOWANEGO GIPSU ODPADOWEGO

Rodzaj oznaczenia	Jedn.	Kształtki normowe zawierające:	
		gips odpadowy	gips odpadowy + 5% wag. wapna pokarbidowego
współcz. wodno-gipsowy W/G		0,8	0,8
czas wiązania:			
— początek	s	240	300
— koniec	s	660	720
wytrzymałość na ściskanie:			
— w stanie suchym	MPa	8,8	10,7
— w stanie nasyc. wodą	MPa	5,0	5,9
wytrzymałość na zginanie			
— w stanie suchym	MPa	2,8	3,1
— w stanie nasyc. wodą	MPa	2,1	2,0

Tabela 5

WŁASNOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWE GIPSU BUDOWLANEGO PRZY WSPÓŁCZYNNIKU WODNO-GIPSOWYM W/G=0,65 I OZNACZONYM CZASIE WIĄZANIA (POCZĄTEK 600 s, KONIEC 1200 s)

Stan spoiwa	Wytrzymałość MPa	
	na zginanie	na ściskanie
wilgotne	3,11	3,6
wysuszone w temp. 323 K	5,68	10,5

Porównując dane zamieszczone w powyższych tabelach można zauważyć istniejące — pod względem wytrzymałościowym — podobieństwo pomiędzy termicznie zmodyfikowanym gipsem odpadowym z Huty „Bobrek”, a handlowym gipsem budowlanym. Tym samym wydaje się, że omawiany gips odpadowy, po odpowiedniej obróbce termicznej (dehydratacji), może pełnić rolę subsytutu gipsu budowlanego i może być traktowany — zgodnie z protokołem z narady RWPG n.t. „Materiałów budowlanych”, odbytej w Moskwie w 1977 r. — jako pewien typ gipsów o symbolu G-10AIII.

Próby mrozoodporności

Istotnym wskaźnikiem jakościowym materiałów budowlanych jest ich odporność na działanie obniżonej temperatury. Badania mrozoodporności, termicznie zmodyfikowanego gipsu odpadowego z dodatkiem 5% wag. wapna pokarbidowego oraz wytrzymałościowo do niego podobnego gipsu budowlanego (stosowanych w uprzednio opisanych próbach wytrzymałościowych) wykonano zgodnie z metodyką określoną w PN-65/B-06258 „Autoklawizowany beton komórkowy. Metody badań. Wyniki badań zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6

EFEKTY DZIAŁANIA OBNIŻONEJ TEMPERATURY

Badany materiał	Rozpoczęcie cyklicznych procesów mrożenia kształtek		
	po 2 godz. od zarobienia	po 24 godz. od zarobienia (warunki przechowania 293 K, wilg. 95%)	kształtki normowe suche
Gips budowlany	Pęknięcie w płaszczyźnie poprzecznej po 1 cyklu zamrażania	po 1 cyklu pęknięte 2 kształtki, po 2 cyklach pęknięta 3 kształtki	3 próbki pęknięte po 5 cyklu zamrażania
Gips odpadowy	po 1 cyklu zamrażania pęknięta 1 kształtka	po 2 cyklach zamrażania pęknięte 3 kształtki	nieznaczne pęknięcia dopiero po 11 cyklach mrożenia

Z powyższej tabeli wynika, że wyroby wyprodukowane z zaczynu termicznie zmodyfikowanego gipsu odpadowego z Huty „Bobrek” wykazują różnorodną, a w niektórych próbach nawet nieco wyższą odporność na działanie obniżonej temperatury, w porównaniu z wyrobami sporządzonymi na bazie gipsu budowlanego. Fakt ten może być uznany za dodatkowe potwierdzenie zasygnalizowanego wcześniej podobieństwa, istniejącego między tymi dwoma rodzajami gipsów.

Próby likwidacji wykwitów krystalicznych

Na terenie wielu zakładów przemysłowych jedyną dostępną wodą do celów przemysłowych jest tzw. woda przemysłowa. Wiadomo, że woda taka posiada zazwyczaj znacznie więcej zanieczyszczeń, w porównaniu z wodą wodociągową, stosowaną w wyżej opisanych badaniach technologicznych. Zachodzi więc uzasadniona obawa, że gips odpadowy otrzymany w warunkach przemysłowych może zawierać m.in. nadmierną ilość soli sodowych, powodujących po-

wstawanie w wyrobach gipsowych nieporządanych wykwitów krystalicznych.

Materiałem mogącym ograniczyć powstawanie krystalicznych wykwitów sodowych jest m.in. ług posulfitowy, będący zarazem uciążliwym produktem ubocznym. Celem wyznaczenia ilości ługu posulfitowego, zabezpieczającego wyroby z gipsu odpadowego przed wykwitami krystalicznymi przeprowadzono próby wytrzymałościowe — zgodnie z uprzednio podaną PN-65/B-04360 — stosując do sporządzenia odno-

śnych kształtek normowych następujące materiały:

- termicznie zmodyfikowana partia odpadu gipsowego z Huty „Bobrek”, zawierająca 0,08% wag. Na₂O (charakterystyka w tabeli 1.),
- ług posulfitowy z Blachowni Śląskiej (jako dodatek do wody zarobowej),
- wapno pokarbidowe z Huty „Bobrek”.

Uzyskane wyniki badań wytrzymałościowych zestawiono w tabeli 7.

Tabela 7

WŁASNOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIOWE GIPSU ODPADOWEGO Z 5 % DODATKIEM WAPNA POKARBIDOWEGO PRZY WSPÓŁCZYNNIKU WODNO-GIPSOWYM W/G=0,8 W ZALEŻNOŚCI OD ILOŚCI DODANEGO ŁUGU POSULFITOWEGO

Ilość ługu posulfito- wego % wag. w stosunku do masy spoiwa	Wytrzymałość kształtek normowych po 7 dniach MPa				Współczynnik rozmiękania		Sklonność do wykwitów krystalicznych
	zginanie		ściskanie		R _{zn}	R _{śn}	
	R _{zs}	R _{zn}	R _{śs}	R _{śn}			
0,5	3,9	2,1	10,4	6,6	0,54	0,63	drobne pojedyncze
1,0	3,6	1,95	9,0	5,6	0,54	0,62	brak
1,5	2,0	1,2	7,8	4,0	0,6	0,51	brak

Na podstawie wyników badań można sądzić, że najlepsze parametry uzyskuje się przy 1% (w stosunku do masy spoiwa) dodatku ługu posulfitowego. Wzrost zawartości ługu posulfitowego do ok. 1% wag. powoduje bowiem już dość wyraźne zahamowanie procesu tworzenia wykwitów krystalicznych, przy prawie nie zmienionej wytrzymałości wyrobu, o czym świadczą również wartości współczynnika rozmiękania, wskazujące na zachowany (w tym zakresie zmian zawartości ługu posulfitowego) stopień odporności na działanie wody.

Wykorzystanie gipsu odpadowego do bezwypalowej produkcji spoiw gipsowo-żużlowo-cementowo-pucolanowych

Charakterystyka surowców

Z technologii materiałów wiążących wiadomo, że przy twardnieniu cementu portlandzkiego, wymagana trwałość uwodnionych glinokrzemianów wapnia warunkowana jest koniecznością zachowania niezbyt wysokiego stężenia wodorotlenku wapniowego, tworzącego się przede wszystkim wskutek zachodzącej — w fazie ciekłej układu — hydrolizy krzemianu trójwapniowego. Z badań przeprowadzonych w Moskiewskim Instytucie Inżynierii Budowlanej przez Woźnińskiego i Iwannikową [5] wynika, że dla uzyskania dostatecznie dobrych warunków do twardnienia, stężenie wodorotlenku wapniowego w spoiwie nie powinno być wyższe niż 1,19 g/dm³ oraz 0,85 g/dm³ (w przeliczeniu na CaO) odpowiednio po 5 i 7 dniach od jego sporządzenia.

Na podstawie zilustrowanych w tabeli 8 wyników badań (wykonanych według metody Woźnińskiej i Iwannikowej) próbek spoiwa o różnych proporcjach komponentów:

- gips odpadowy z Huty „Bobrek” po II płukaniu wysuszony w temperaturze 323 K (charakterystyka w tabeli 1.),
- żużel wielkopiecowy z Huty „Bobrek”,
- cement portlandzki typu Warta marki 350,

Tabela 8

ZAWARTOŚĆ CaO W SPOIWIE

Gips odpadowy po II płukaniu	Skład spoiwa w g		Zawartość CaO w g/dm ³	
	Cement portlandzki	Żużel wielkopiec.	po 5 dniach	po 7 dniach
1	2,5	1,25	1,4	1,34
2	2,5	1,75	1,3	1,23
3	2,5	2,5	1,2	1,25
4,16	2,5	1,75	1,27	1,24

widać, że ilość tworzącego się wodorotlenku wapniowego będzie nadmierna. Zmniejszenie stężenia wodorotlenku wapniowego i tym samym zapewnienie dobrych warunków twardnienia uzyskać można poprzez wprowadzenie do sporządzanego spoiwa aktywnych dodatków mineralnych, zwanych pucolanami. Jednym z częściej stosowanych dodatków pucolanowych jest ziemia krzemionkowa.

Dla określenia niezbędnej ilości dodatku pucolanowego (ziemia krzemionkowa z Kopalni Piotrowice) zostały przeprowadzone dalsze badania, których wyniki zilustrowano w tabeli 9.

Tabela 9

ZMIANY ILOŚCIOWE POWSTAJĄCEGO CaO W ZALEŻNOŚCI OD ILOŚCI DODATKU PUCULANOWEGO ZAWARTEGO W SPOIWIE

Nr próbki	Gips odpadowy po II płukaniu	Skład spoiwa w g			Zawartość CaO w g/dm ³	
		Cement portlandz.	Żużel wielkopiec.	ziemia krzemionkowa	po 5 dniach	po 7 dniach
1	1	2,5	1,75	0,5	1,56	0,99
2	1	2,5	1,75	1,0	1,04	0,95
3	1	2,5	1,75	1,5	0,84	0,47
4	1	2,5	1,75	2,0	0,8	0,5

Wyniki oznaczeń stężenia wodorotlenku wapniowego (przeliczone na CaO) wskazują, że w kompozycjach spoiwa gipsowo-żużlowo-cementowo-pucolanowego (SGŻCP) należy stosować proporcje odpowiadające próbkom nr 3 lub nr 4.

Preparatyka spoiwa

Przy preparowaniu masy spoiwowej posługiwano się mieszalnikiem obrotowym umożliwiającym swobodny załadunek surowców i wyładunek produktu. Najpierw do mieszalnika wlewano wodę w ilości wynikającej z przyjętego (założonego) współczynnika wodno-spoiwowego W/S. Do wody tej zaprawionej w międzyczasie niewielką ilością ługu posulfitowego (10% wag. w stosunku do suchej masy spoiwa)

wprowadzano następnie kolejno odważone porcje żużla wielkopieczowego, ziemi krzemionkowej, cementu portlandzkiego oraz wysuszzonego gipsu odpadowego po II płukaniu. Po dokładnym wymieszaniu otrzymaną jednorodną wilgotną masę spoiwową przenoszono z mieszalnika do normowych form stalowych służących do formowania kształtek, które następnie poddawano badaniom wytrzymałościowym.

Badania wytrzymałościowe spoiwa

Kształtki normowe SGŻCP preparowane przy różnych proporcjach surowców poddawano badaniom wytrzymałościowym na ściskanie i zginanie. Wyniki badań spoiwa, charakteryzującego się najlepszymi własnościami wytrzymałościowymi zestawiono w tabeli 10.

Tabela 10

WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH SPOIWA GIPSOWO-ŻUŻLOWO-CEMENTOWO-PUCOLANOWEGO (SGŻCP)

Skład zaczynu:							
			$\frac{\text{żużel wielkopieczowy}}{\text{cement}} = 0,7$				
			$\frac{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{cement}} = 0,4$				
			$\frac{\text{ziemia krzemionkowa}}{\text{cement}} = 0,6$				
Współczynnik wodno-spolwowy: W/S=8,4							
Sklonność do wykwitów	Termin badania	średnia wytrzymałość	odchyl. stan- dardowe	wskaźnik zmienności	współczynnik jednorodności	wytrzymałość gwarantowana	
	dni	MPa	MPa	%	%	MPa	
brak	7	ściskanie	4,2	0,63	15,0	75,4	3,17
brak	14		9,8	0,74	7,55	87,6	8,59
brak	28		11,7	1,02	8,71	85,7	10,03
brak	28	zginanie	2,92	0,34	11,6	80,98	2,36

W świetle uzyskanych wyników badań wytrzymałościowych potwierdzono założoną — na podstawie badań wstępnych — przydatność gipsu odpadowego do produkcji tego rodzaju spoiw.

Sprawdzenie przydatności gipsu odpadowego do produkcji cementu wysokich marek

Cement portlandzki, jak wiadomo, powstaje w wyniku zmieszania tzw. klinkieru (będącego produktem wypału mieszaniny margli lub wapieni z gliną ceglarską) z gipsem, który spełnia rolę czynnika regulującego szybkość wiązania i twardnienia.

Uwzględniając, pojawiające się w wykonanych, w ramach niniejszej pracy badaniach, podobieństwo gipsu odpadowego z Huty „Bobrek” i gipsu naturalnego postanowiono sprawdzić jak będzie zachowywał się omawiany gips odpadowy, jako surowiec do produkcji cementu portlandzkiego marki 500.

W tym celu zostały sporządzone odnośne mieszaniny cementowe, które zostały następnie poddane badaniom wytrzymałościowym, wykonanym według normy PN-73/B-04302 „Cement. Badanie cech wytrzymałościowych”. Wyniki badań przedstawia tabela 11.

Tabela 11

WYNIKI BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Skład cementu	Czas wiązania s		Wytrzymałość MPa							
	początek	koniec	zginanie po dniach:				ściskanie po dniach:			
			1	3	7	28	1	3	7	28
Klinkier cementowy z Cementowni „Chelm” oraz:										
5½ wag. gipsu formierskiego z Cementowni „Chelm”	5400	8388	3,1	5,3	6,7	7,2	11,0	26,3	42,8	49,8
5½ wag. gipsu odpadowego	4140	8460	2,8	5,1	7,0	8,0	9,7	22,9	36,8	46,9

Jak wynika z powyższej tabeli badany gips odpadowy może być brany pod uwagę jako substytut tzw. gipsów formierskich, używanych w cementowniach do produkcji cementu portlandzkiego wysokich marek. Co prawda cement otrzymamy na bazie gipsu odpadowego będzie mieć — jak się wydaje na podstawie niniejszych badań — nieco niższą wytrzymałość, będzie ona jednak jeszcze na tyle duża, iż cement będzie się nadal lokował w tej samej wysokiej marce 500.

Ogólna koncepcja węzła utylizacji osadów gipsowych powstających w trakcie dwualkalicznego odsiarczania hutniczych gazów odlotowych

W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań oraz poczynionych w trakcie ich wykonywania obserwacji realne wydaje się być zaproponowanie ogólnej koncepcji rozwiązania układu technologicznego procesu utylizacji osadów gips-

sowych, które można uzyskać w trakcie odsiarczania hutniczych gazów odlotowych. Zaproponowaną koncepcję pokazuje rysunek 3.

Jak widać, proponowany układ przewiduje wszystkie trzy potwierdzone badaniami możliwości przeróbki gipsu odpadowego na materiały wiążące tj. produkcję substytutu gipsu budowlanego, produkcję cementu oraz produkcję spoiw.

Jednocześnie propozycja przewiduje możliwość wykorzystania innego produktu odpadowego hutnictwa jakim jest żużel wielkopiecowy, co może być uznane za znamioną cechę proponowanej koncepcji.

Wnioski końcowe

Na podstawie wykonanych badań można stwierdzić, że:

— otrzymany, w instalacji doświadczalnej do odsiarczania gazów w Hucie „Bobrek” w Bytomiu, osad gipsowy nadaje się do przeróbki na pewne typy materiałów wiążących,

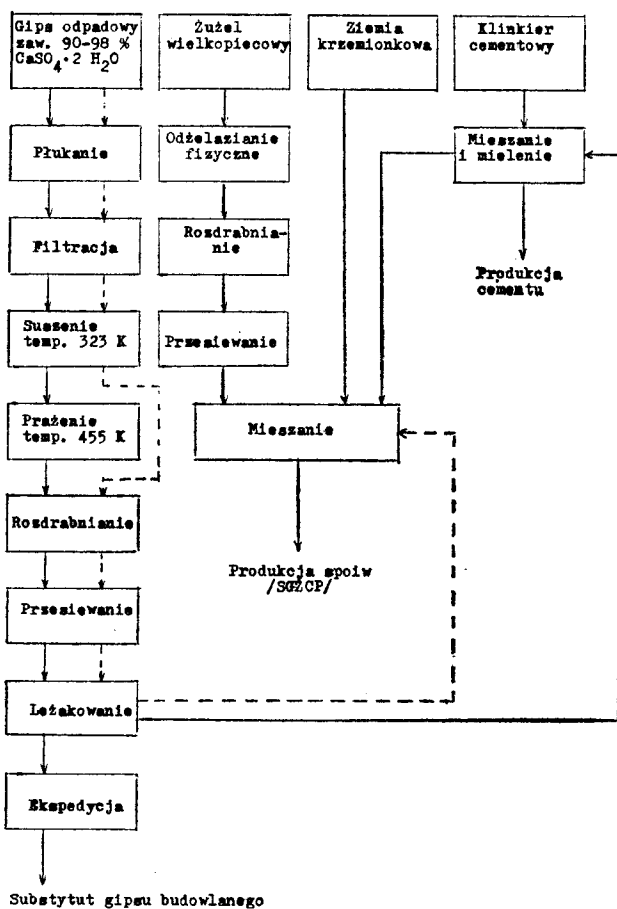
— możliwe jest termiczne przekształcenie gipsu odpadowego w materiał, mogący pełnić rolę substytutu gipsu budowlanego i to zarówno jako gotowy produkt handlowy jak i półprodukt do produkcji cementu portlandzkiego,

— odpadowy gips może być stosowany w procesach bezwypalowej produkcji spoiw,

— niezbędne są dalsze prace badawcze, umożliwiające dobranie do proponowanej koncepcji rozwiązania węzła utylizacji, właściwych parametrów technologicznych, poszczególnych procesów i operacji jednostkowych.

LITERATURA:

1. J.D. RUTKOWSKI, R. GONDEK, G. SEGAL-HLIBOWICKA: Raport Seria SPR — 18/81 Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska — nie publikowany.
2. T. WASĄG, J. GAŁKA, G. POLESZCZUK: Ochrona Powietrza 5, 122/1978.
3. W. JÓZEWICZ: Ochrona Powietrza 5, 133/1978.
4. A.M. GOSTOMCZYK, M. GŁOMBA: Raport Seria SPR — 6/82 Politechnika Wrocławska, Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska — nie publikowany.
5. A.W. WOŁŻENSKI, W.I. STAMBUŁKO, A.W. FIERROŃSKAJA: „Spoiwa, betony i wyroby gipsowo-cementowo-pucolanowe” — Wyd. „Arkady” Warszawa 1977.



Rys. 3 Koncepcja technologiczna wykorzystania gipsu odpadowego w produkcji materiałów wiążących