ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1973

Seria: Mechanika z. 50 Nr kol. 368

Józef Gawroński
Zbigniew Kalandyk
Instytut Odlewnictwa

ZASTOSOWANIE PLAZMY DO OTRZYMYWANIA MULITU SYNTETYCZNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono niektóre wyniki badań nad możliwością uzyskania mulitu syntetycznego przez stapianie w plazmie mieszaniny technicznego tlenku glinowego z bentonitami krajowymi, gliną kaolinitową i mułkiem kwarcowym. Uzyskane wyniki pozwalają sądzić o możliwości wykorzystania metody na szerszą skalę.

1. Wstęp

Jedną z odmian polimorficznych związku $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ jest mulit o wzorze chemicznym $3 \cdot Al_2O_3 \cdot 2 \cdot SiO_2$, zawierający teoretycznie 72,3% czystego Al_2O_3 i 27,7% SiO_2. Występuje on w przyrodzie jako czysty minerał, lecz w bardzo małych ilościach. Ze względu na jego szczególne własności, a przede wszystkim dużą odporność na działanie wysokiej temperatury i mały współczynnik rozszerzalności cieplnej, znalazł on szerokie zastosowanie w procesach przemysłowych wysokotemperaturowych, a także w odlewnictwie do produkcji form na odlewy precyzyjne. Ze względu na duże zapotrzebowanie na ten cenny dla przemysłu materiał, w ostatnich latach podjęto szereg prób otrzymywania mulitu syntetycznego. Przeprowadzone badania wykazały, że mulit można otrzymywać syntetycznie z mieszanin tlenku glinu i kaolinów lub boksytu. Jednakże opracowane dotychczas metody otrzymywania mulitu syntetycznego dają bardzo małe ilości gotowego produktu, a oprócz tego wymagają specjalnego przygotowania materiałów wyjściowych i dużej ich czystości co podraża koszt produkcji mulitu. Konieczne są zatem dalsze badania w tym kierunku.

2. Badania własne

2.1. Materiały do badań

Do produkcji na skalę laboratoryjną mulitu syntetycznego użyto technicznego tlenku glinu, bentonitu polskiego z Radzionkowa, gliny kaolinitowej i mułku kwarcowego. Jako mineralizatora używano fluorku wapnia chemicznie czystego. Skład chemiczny materiałów wyjściowych zawiera tablica 1.

Tablica 1

Skład chemiczny materiałów na próbki topione w plazmie

Lp.	Nazwa materiału	Al_2O_3 %	SiO_2 %	FeO_3+ TiO_2 %	CaO %	MgO %	Na_2O +K_2O %	Straty praż. %
1	Techniczny Al_2O_3	97,65	0,47	0,36	-	-	0,53	-
2	Bentonit polski R_1	16,27	68,79	1,60	2,07	2,30	2,45	6,08
3	Glina kaolinitowa	39,28	46,25	0,64	-	0,14	0,15	13,40

Wszystkie materiały wyjściowe suszono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 353°K w czasie 1 godziny, a następnie przesiano przez sito o prześwicie oczka 0,088 mm. Z materiałów wyjściowych sporządzono masy mieszając je w odpowiednich proporcjach. Substraty mieszano w mieszarce laboratoryjnej, najpierw na sucho przez 5 minut, a następnie z dodatkiem wody. Z przygotowanej masy sporządzono próbki o średnicy 5 mm, które suszono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 378°K w czasie 1 godziny.

Skład chemiczny wykonanych próbek zawiera tablica 2.

Tablica 2

Skład chemiczny próbek topionych w plazmie

Numer próbki	Materiał wyjściowy	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 +TiO_2 %	CaO %	MgO %	Na_2O +K_2O %	CaF_2 %	Alkalia %
1	Mułek kwarcowy + Al_2O_3	60	40	-	-	-	-	-	-
2	Bentonit R_1 + Al_2O_3	55,22	36,77	0,85	1,10	1,23	1,32	-	3,25
3	Bentonit R_1 + Al_2O_3	59,55	33,23	0,77	1,00	1,11	1,13	-	2,93
4	Bentonit R_1 + Al_2O_3	68,52	25,86	0,60	0,77	0,86	0,92	-	2,24
5	Bentonit R_1 + Al_2O_3	75,37	22,32	0,47	0,51	0,64	0,68	-	1,78
6	Bentonit R_1 + Al_2O_3 + CaF_2	67,43	18,10	0,42	0,54	0,60	0,64	5,26	1,60
7	Glina kaolinitowa + Al_2O_3	75,90	18,35	0,25	-	0,005	0,006	-	5,31
8	Glina kaolinitowa +Al_2O_3+CaF_2	71,90	17,38	2,40	-	0,52	0,56	5,27	5,04

2.2. Opis stanowiska badawczego

Wykonane próbki topiono za pomocą generatora plazmowego jednopozycyjnego. Stopiony produkt zbierano w specjalnym reaktorze chłodzonym wodą obiegową, podłączonym do generatora plazmowego. Schemat reaktora pokazano na rys. 2. Parametry topienia były następujące: natężenie prądu w łuku plazmowym wynosiło 400 A, a napięcie 25 V. Jako gazu jonizującego używano argonu w ilości ok. 26 l/min. Średnia szybkość gazu w jądrze strugi plazmowej przy wylocie z dyszy wynosiła 100 m/sek, a ruch gazu był turbulentny. Próbki podawano w jądro strugi w odległości 40 mm od wylotu z dyszy z szybkością 1 cm/sek. Początkowa temperatura stopionego materiału wychodzącego ze strugi plazmowej wynosiła 3000°K. Stopiony produkt zbierano na dnie reaktora wypełnionego do pewnej wysokości wodą. Droga swobodna stopionej próbki od dyszy do dna reaktora wynosiła 350 mm.

2.3. Przebieg badań

Materiał stopiony w plazmie w kształcie brył i kulek poddano badaniom rentgenograficznym, krystalograficznym i analizie chemicznej,w celu ujawnienia składu fazowego przetopu, rozmieszczenia składników strukturalnych oraz zawartości mulitu w przetopie. Badania rentgenograficzne wykonano na dyfraktometrze TUR-M61. W badaniach zastosowano odfiltrowane promieniowanie CuKα. Napięcie prądu w czasie pomiarów wynosiło 35 KV, a natężenie 12 mA. Prędkość kątowa goniometru wynosiła 1°/min przy szybkości przesuwu taśmy w rejestratorze 2 cm/min.

Badania krystalograficzne przeprowadzono na wybranych próbkach, stosując do tego celu mikroskop krystalograficzny. W celu ujawnienia zmian zachodzących w stopie pod wpływem nagrzewania próbki 2 i 3 poddano wyżarzaniu w temperaturze 1473°K przez 1 godzinę w atmosferze otoczenia.

Badania chemiczne miały na celu określenie zawartości mulitu i szkliwa w stopie. Oznaczenie mulitu wykonano metodą trawienia w 40% kwasie fluorowodorowym i 32% kwasie solnym, zmieszanych w stosunku 1:1 w czasie 15 minut. W wyniku trawienia rozpuszczano szkliwo, a pozostawał mulit.

3. Wyniki badań

Badania rentgenograficzne miały na celu wykrycie mulitu występującego w stopionych próbkach. W tablicy 3 przedstawiono wyniki badań rentgenograficznych próbki nr 4, w której stwierdzono największą zawartość mulitu. Analiza chemiczna badanych próbek potwierdziła wyniki badań rentgenograficznych. Wyniki analizy chemicznej podano w tablicy 4. Badania rentgenograficzne i chemiczne wykazały, że próbka nr 2 przed wyżarzaniem zawiera minimalną ilość mulitu, a przeważającą fazą w tej próbce jest krystobalit i wysokotemperaturowe odmiany kwarcu. Po obróbce cieplnej stwierdzono w

próbce wzrost zawartości mulitu świadczący o rekrystalizacji ze stanu przechłodzenia, przebiegającej pod wpływem temperatury.

Tablica 3

Wyniki badań rentgenograficznych próbki nr 4

Lp.	2ϑ	d(A) z wylicz.	d(A) z tablic	I	Mulit	Montmorylonit	Kaolinit	Krystobalit
1	12.50	3.551	3.556	3			+	
2	17.28	2.587	2.578	5		(2.576)+?		
3	18.62	2.407	2.41	4	+		+ ?	
4	21.45	2.199	2.196	4	+			
5	26.02	1.752	1.754	3				+
6	28.57	1.606	1.600	7	+			
7	30,45	1.516	1.520	1	+			
8	33.08	1.408	1.404	3	+			
9	33.90	1.378	1.379	2	+			
10	38.25	1.241	1.245	2	+			
11	42.00	1.148	1.15	1	+			
12	42.95	1.128	1.12	1	+			
13	44.35	1.099	1.097	1	+			
14	45.40	1.070	1.076	1				+

Tablica 4

Wyniki analizy chemicznej badanych próbek

Numer próbki	Materiał wyjściowy	Mulit %	Szkliwo %
1	Mułek kwarcowy + Al_2O_3	59,8	40,2
2	Bentonit R_1 + Al_2O_3	60,6	39,4
3	Bentonit R_1 + Al_2O_3	58,5	41,5
4	Bentonit R_1 + Al_2O_3	70,6	29,4
5	Bentonit R_1 + Al_2O_3	56,3	43,7
6	Bentonit R_1 + Al_2O_3 + CaF_2	57,9	42,1
7	Glina kaolinitowa + Al_2O_3	57,4	42,6
8	Glina kaolinitowa + Al_2O_3+CaF_2	55,3	44,7

Badania krystalograficzne umożliwiły określenie rozłożenia faz strukturalnych oraz rodzaju kryształów mulitu występującego w próbkach. Na podstawie wykonanych zdjęć, stwierdzono że mulit występujący w próbkach ma postać podłużnych igieł. Przykładowo mikrostrukturę próbki nr 4 trawionej kwasem fluorowodorowym przedstawia rys. 1.

Rys. 1. Mikrostruktura próbki nr 4

4. Analiza wyników

Na podstawie wykonanych badań rentgenograficznych i metalograficznych należy sądzić, że zastosowanie bentonitu z Radzionkowa i technicznego tlenku glinu do stapiania w plazmie daje pozytywne wyniki. Uzyskanie mulitu jest tym skuteczniejsze, im w składnikach wyjściowych jest mniej tlenków wapnia i sodu (CaO i Na_2O). Na przykładzie badań próbki 4 stwierdzono bowiem znacznie większą zawartość mulitu niż w próbce 2 dzięki mniejszej zawartości CaO + Na_2O + MgO.

Znaczne ilości wymienionych tlenków są przyczyną przede wszystkim silnego przechłodzenia cieczy oraz krystalizacji korundu. Potwierdzają to również badania innych autorów [1, 2, 3] oraz wyżarzanie tych próbek, w których analiza rentgenowska wykazała znaczne ilości korundu i innych odmian alotropowych kwarcu. Wprowadzenie do mieszanin fluorytu (próbki 6 i 8) obniża temperaturę mulityzacji, dając materiał o strukturze mulitu, lecz o własnościach odmiennych od własności mulitu naturalnego.

Dalsze badania własności technologicznych form z uzyskanego mulitu syntetycznego pozwolą wyciągnąć wnioski o jego przydatności do celów odlewnictwa precyzyjnego.

5. Wnioski

1. Zastosowanie generatora plazmowego do stapiania przygotowanych materiałów wyjściowych dla uzyskania mulitu daje pozytywne wyniki.

2. Bentonit z Radzionkowa dzięki małej ilości Fe_2O_3, CaO oraz Na_2O nadaje się do sporządzenia materiału wsadowego do stapiania w celu uzyskania mulitu.

3. Wprowadzenie do materiału wsadowego fluorytu jako mineralizatora sprzyja obniżeniu temperatury mulityzacji, lecz nie zwiększa zawartości mulitu w stopie.

LITERATURA

1. W.M. Groszewa i inni - Sinteticzeskij mulit i materiały na jewo osnowie, Izdatielstwo "Technika", Kijew, 1971.
2. N.M. Gałdina i inni - Ognieupory 3, 1967, 21.
3. W.M. Groszewa - Ognieupory 9, 1967, 55.
4. W. Sakwa, T. Wachełko - Teoria i praktyka technologii materiałów formierskich, Wydawnictwo "Śląsk", Katowice, 1971.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАЗМЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
СИНТЕТИЧЕСКОГО МУЛЛИТА

Р е з ю м е

В статье поданы некоторые результаты исследований над получением синтетического муллита путём плавления в плазме смеси технической окиси алюминия с отечественными бентонитами, коалинитовой глиной и кварцевым илом.

Полученные результаты позволяют рассчитывать на возможности применения этого метода в более широком масштабе.

THE APPLICATION OF PLASMA FOR THE WINNING
OF SYNTHETIC MULLITE

S u m m a r y

The article presents some of the investigation results concerning the possibility of obtaining synthetic mullite by means of fusing in the plasma a mixture of technical aluminium oxide with home-made bentonite, kaolinite clay and quartz sludge. The obtained results signify the possibility of applying this method in large.