

## MAGNEZYTY KRAJOWE I ICH ZASTOSOWANIE DO WYROBÓW OGNIOTRWAŁYCH

W ŚRÓD bogactw mineralnych Dolnego Śląska znajduje się również magnezyt, którego złoża występują w okolicy Sobótki i Ząbkowic Śląskich (wieś Grochów). Magnezyt leży tu na niedużej głębokości, tworząc charakterystyczne złoża siatkowe w postaci nieregularnych skupień i żył o grubości od kilku mm do 2 m, przecinających w różnych kierunkach zsenpentinizowaną skałę macierzystą. Surowy magnezyt jest po wydobyciu na miejscu prażony na magnezyt spieczony lub kaustyczny.

Złoża Grochowa i Sobótki są pokrewne geologicznie i dostarczają magnezytu kryptokrystalicznego zwanego również bezpostaciowym, zanieczyszczonego głównie serpentynem i produktami jego rozkładu, w którego wyniku powstał również magnezyt śląski. Złoża te, aczkolwiek nieduże w porównaniu z innymi i zawierające, według panującego poglądu, magnezyt pośledniej jakości w stosunku do zagranicznego, stanowią tym niemniej cenny surowiec, w który zasobne jest niewiele krajów.

Już pobieżny przegląd analiz chemicznych magnezytu śląskiego, zestawionych w tabeli I, pozwala na stwierdzenie, że magnezyt ten, zawierający przeważnie 80—95% tlenku magnezu, kryje w sobie potencjonalnie dużą wartość przemysłową.

Z wielu możliwych zastosowań przemysłowych magnezytu, najważniejsze jest używanie go jako materiału ogniotrwałego, przede wszystkim w hutnictwie żelaza. W związku ze stale rosnącym zapotrzebowaniem przemysłu na wyroby ogniotrwałe i wyczerpywaniem się łatwo dostępnych złóż surowców dla ich produkcji, brak tego rodzaju surowców daje się zauważyć w skali światowej. Dla przykładu podać można, że

okoliczność ta zmusiła kraje ubogie w złoża magnezytu, głównie USA i Wielką Brytanię, do opracowania w okresie drugiej wojny światowej metod produkcji magnezytu z wody morskiej.

W literaturze fachowej nie wiele można znaleźć danych o magnezycie śląskim, przy czym dane te dotyczą głównie opisów geologicznych występowania tego surowca lub prób jego wzbogacenia (2, 6, 7). W szczególności genezą i opisami złóż śląskich zajmowali się Reimers (20) i Pieper (18). W literaturze o charakterze podręcznikowym znaleźć można o magnezycie śląskim zaledwie skromne wzmianki u Tschermaka i Beckego (21) oraz u Dammera i Tietzega (5). W nowszym piśmiennictwie polskim wzmiankuje o magnezycie śląskim Kamiński (8, 9).

Oszacowanie zasobów śląskich złóż magnezytów jest bardzo utrudnione ze względu na specyficzny siatkowy charakter złoża. Podstawowym warunkiem dla przemysłowego wykorzystania złóż śląskich jest wydobycie surowca o stałym składzie chemicznym. Jednak do technologicznego scharakteryzowania całości magnezytów złóż śląskich brak było danych. Z tabeli I wynika, że ilość zanieczyszczeń magnezytu śląskiego waha się w szerokich granicach. Analizy chemiczne wykazują pozornie zupełną przypadkowość w zawartości poszczególnych składników magnezytu.

Podczas prażenia magnezytu (który jest węglanem magnezu zanieczyszczonym krzemionką i związkami glinu, żelaza, wapnia itp.) zachodzi już powyżej 520° całkowity rozkład węglanu magnezu z wydzielaniem dwutlenku węgla. Dlatego do zbadania możliwych prawidłowości w składzie magnezytu grochowskiego posłużono się stratą jego ciężaru wskutek prażenia (10).

ANALIZY MAGNEZYTU ŚLĄSKIEGO

Tabela I

Lp.	Magnezyt	Str. praż. %	Po wyprażeniu %					Analiza z dnia
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	
1	Kaustyczny (Grochów)	2,39	24,92		2,33	3,32	69,43	19. 5.25
2	" żółty "	9,31	10,08		1,86	1,71	77,13	9. 7.25
3	" biały "	2,90	11,12		0,77	1,57	84,01	15. 9.25
4	Prażony biały "	0,16	6,90	0,13	0,17	0,46	92,34	13. 2.37
5	" próba sr. "	0,14	11,00	0,16	2,62	1,65	84,55	22.10.37
6	" żółty "	0,19	18,65	0,55	3,13	0,85	76,82	14. 3.38
7	Kaustyczny kop. „Anna“	2,46	3,61	0,24	0,39	1,24	94,52	9.12.40
8	" z Przylek	6,30	8,65	0,21	0,42	0,39	90,33	31. 5.44
9	" z Sobótki	3,78	11,74	0,55	0,69	0,69	86,33	1. 4.44
10	Surowy z Sobótki	49,66	5,16	0,16	1,23	0,20	93,25	27. 6.44
11	" " "	43,23	10,15	0,38	1,86	2,85	84,76	14. 8.44
12	" " "	51,12	1,21	1,47	1,14	0,61	95,57	22. 8.44
13	" kop. „Anna“ (Grochów)	50,91	2,20	0,24	0,08	0,67	96,83	14. 3.38
14	" „Konstanty“ "	50,72	0,94	śląd	śląd	1,72	97,40	— 1.47
15	" " "	50,20	13,92	0,76	1,07	1,32	82,93	— 1.47
16	" żółty "	45,28	15,50	0,53	2,20	2,26	79,00	— 1.47
17	" " "	38,80	30,50	0,46	2,85	3,10	83,00	— 1.47
18	" biały "	50,98	0,57		0,78	0,67	98,53	1946
19	" seledynowy "	50,89	2,42	2,06	1,04	3,73	90,16	1948
20	" żółty "	45,34	17,37		4,03	0,73	78,90	1948
21	" biały " „Szczęść Boże“ (Grochów)	33,02	43,05		4,32	8,31	45,76	1948
22	" " "	48,90	48,90	7,94	0,55	3,33	89,89	1948
23	Surowy biały kop. „Anna“ (Grochów)	48,26	10,34		1,02	1,02	87,70	1948
24	" " „Konstanty„ "	43,80	17,20	0,41	0,57	2,10	79,60	1950
25	" żółty " " " "	51,15	0,60	0,94	2,50	1,02	95,18	1950

W celu uzyskania materiału dla ustalenia zależności straty prażenia magnezytu od zawartości MgO w materiale wyprażonym<sup>1</sup> pobrano z kopalń grochowskich w latach 1946—1950 ogółem 134 próby magnezytu z poszczególnych miejsc jego wydobywania. Próby pobrano w trzech seriach: pierwszą (28 prób) we wrześniu 1946 r., drugą (27 prób) w czerwcu 1948 r. i trzecią (62 próby) w październiku 1950 r. Ponadto w różnych okresach pobrano 17 prób. W okresach między pobraniem powyższych prób pobierano miesięcznie próby średnie z bieżącej produkcji magnezytu surowego (łącznie 34 próby). Oprócz prób magnezytu czystego w latach 1946—1950 pobrano 30 prób typowych zanieczyszczeń magnezytu i minerałów towarzyszących. Większość wyżej wymienionych prób pochodziła z kopalni „Konstanty”. Dla tak uzyskanych 198 prób oznaczono stratę wskutek prażenia substancji wysuszonej w 110° do stałej wagi oraz skład chemiczny wg dawnej normy polskiej PN/C — 1601.

Uzyskany materiał analityczny (11) pozwolił na stwierdzenie, że surowiec grochowski jest kryptokrystalicznym węglanem magnezu, zanieczyszczonym nieznaczną ilością związków wapnia, glinu, niklu, manganu itp.<sup>2</sup>, których suma po wyprażeniu wynosi około 2% za wyjątkiem nieznacznej części złoża w kopalni „Konstanty”, gdzie wskutek obecności również związków żelaza, suma tych zanieczyszczeń wynosi średnio 3,5%, tylko czasem osiągając wartość 6%. Substancja podstawowa o tym składzie zanieczyszczona jest zmiennymi ilościami krzemionki, której zawartość po wy-

<sup>1</sup> Wyniki analizy magnezytu podaje się zazwyczaj w przeleżeniu na substancję wyprażoną dla ułatwienia porównania zawartości poszczególnych składników nielotnych.

<sup>2</sup> Wg danych literatury (21) w kopalniach Grochowa pierwotnie wydobywano nikiel. Minerale towarzyszące magnezytowi grochowskiemu zawierają 0,1—7% Ni i do 0,2% Mn.

prażeniu zmienia się od 0,5 do 20% i więcej, tworząc całą skalę odmian magnezytu o różnej czystości i strukturze. Charakterystyka ta może być z dużym prawdopodobieństwem odniesiona również do złóż magnezytu w Sobótce. Według Reimersa (20) geneza i charakter geologiczny obu złóż są identyczne, zaś analizy chemiczne wykazują duże podobieństwo składu magnezytu z obu złóż.

Na podstawie otrzymanych wyników sporządzono wykres (ryc. 1), który jest próbą interpolacji zależności straty prażenia od zawartości w substancji wyprażonej tlenku magnezu (prosta I') i krzemionki (prosta II'). Pozostałe składniki magnezytu grochowskiego, jak: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i CaO nie wykazują wyraźnej zależności od straty prażenia.

Oznaczone z wykresu równania obu prostych są w pierwszym przybliżeniu następujące:

$$\begin{aligned} \text{Strata prażenia \%} &= 0,37 \text{ MgO\%} + 16,1 \text{ (I')} \\ \text{Strata prażenia \%} &= 51,85 - 0,37 \text{ SiO}_2\% \text{ (II')} \end{aligned}$$

Ustalona zależność znalazła praktyczne zastosowanie do opracowania szybkiej metody kontroli jakości magnezytu surowego w Grochowie. W tym celu sporządzono wykres drugi (ryc. 2), będący powiększonym wycinkiem wykresu pierwszego, opracowanym w ten sposób, że zawartość MgO i SiO<sub>2</sub> w materiale wyprażonym przedstawiono jako funkcję straty prażenia.

Odpowiednio do obrazu graficznego, równania I' i II' rozwiązane ze względu na % MgO i SiO<sub>2</sub> są algebraicznym obrazem prostych I i II wykresu 2.

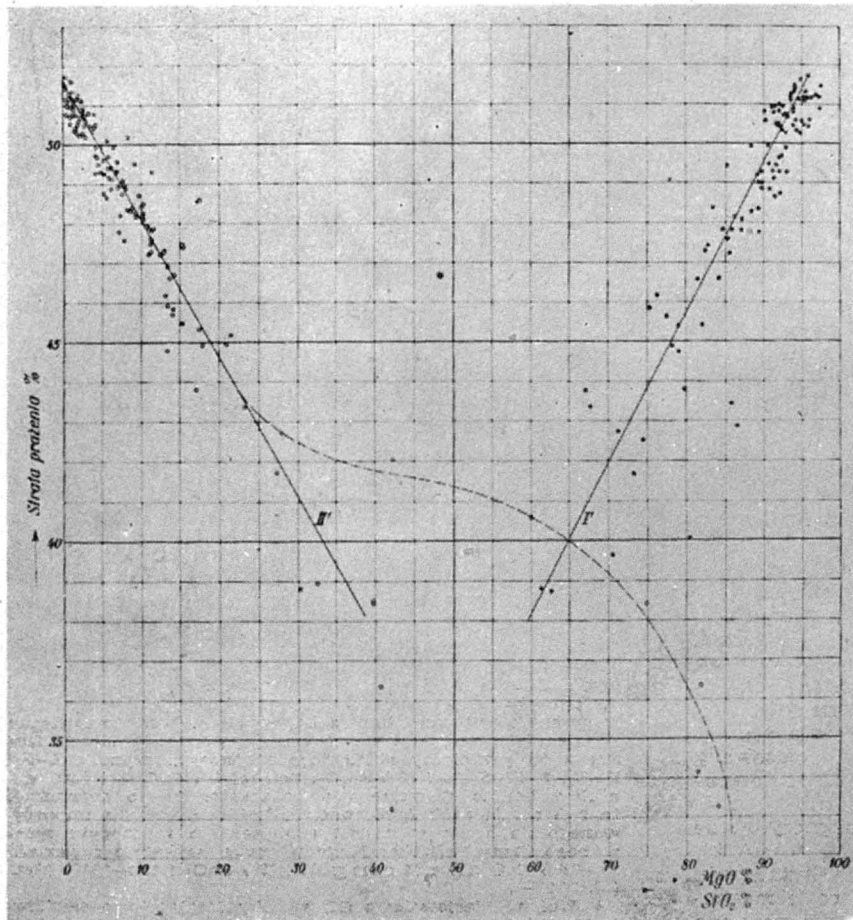
$$\begin{aligned} \% \text{ MgO} &= 2,7 \text{ str. praż. \%} - 43,5 \quad \text{(I)} \\ \% \text{ SiO}_2 &= 140 - 2,7 \text{ str. praż. \%} \quad \text{(II)} \end{aligned}$$

Każdorazowa suma obu równań (% MgO + % SiO<sub>2</sub>) wynosi 96,5%, reszta to zanieczyszczenia magnezytu tlenkami żelaza, glinu, wapnia itp. Korzystając z tych

wzorów lub z wykresu 2, można wyznaczyć z dokładnością do 2% bezwzględną procentową zawartość tlenku magnezu i krzemionki w magnezycie prażonym na podstawie oznaczenia straty prażenia magnezytu surowego.

Jak wynika z wykresu 1, zależność zawartości SiO<sub>2</sub> od straty prażenia może przebiegać również po krzywej kreskowanej. Z tego powodu posługiwanie się podanym sposobem obliczenia składu magnezytu dla surowca o stracie prażenia poniżej 38% jest niepewne. Jednak praktycznie ważny jest jedynie zakres objęty wykresem 2, odpowiadający stracie prażenia powyżej 43%, bowiem przydatność magnezytu grochowskiego do produkcji magnezytu spieczonego lub kaustycznego zależy od pewnej minimalnej zawartości MgO). Surowiec o stracie prażenia poniżej 43,7% (co odpowiada zawartości 75% MgO) nie znajduje na razie zastosowania.

Po wprowadzeniu w r. 1948 kontroli sortowania magnezytu na podstawie tych zasad miesięczne próby średnie magnezytu prażonego produkowanego w Grochowie za-



Ryc. 1

Zależność straty prażenia magnezytu grochowskiego od zawartości MgO i SiO<sub>2</sub> w substancji wyprażonej

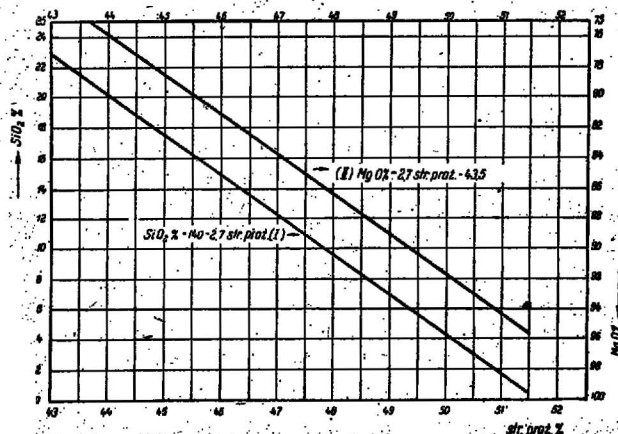
wierały 4—11% SiO<sub>2</sub>, natomiast analizy z prób średnich pobieranych przed prowadzeniem kontroli wykazywały 9—18% SiO<sub>2</sub>.

Skład ustalony przeciętnego składu magnezytu grochowskiego została sprawdzona na 111 analizach magnezytu spieczonego (10) i kaustycznego produkowanego w Grochowie w latach 1937—1950. Z analiz tych wynika, że ilość zanieczyszczeń grochowskiego magnezytu prażonego, po odliczeniu zawartości krzemionki, wynosi średnio 3,7, zaś wynikająca z sumy równań I i II zależność: % MgO = 96,5 — % SiO<sub>2</sub>, sprawdza się z dużą dokładnością.

Stosunek odmian magnezytu o różnym stopniu zanieczyszczeń układu się przy stosowanym w Grochowie sposobie ręcznego sortowania magnezytu tak, że skład magnezytu prażonego produkowanego przeważnie z surowca kopalni „Konstanty” mieści się w następujących granicach:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
10—12%	1—2%	1,5—3%	0,5—1%	83—88%

Z punktu widzenia technologii materiałów ogniotrwałych cechą niekorzystną magnezytu śląskiego, w porównaniu do magnezytów zagranicznych, jest wysoka i nierównomierna zawartość krzemionki oraz zbyt ma-



Ryc. 2

ła ilość topników (tlenków żelaza i glinu). Cechą odróżniającą korzystnie magnezyt śląski od większości magnezytów zagranicznych jest niska zawartość wapna, występującego w tym surowcu w ilości mniejszej o 1%. Przeważająca część magnezytu śląskiego znalazła zastosowanie w postaci magnezytu kaustycznego, głównie do celów nie związanych z przemysłem materiałowym ogniotrwałym.

Były dwa ważne powody, dla których magnezyt śląski nie był stosowany jako materiał ogniotrwały. Powód pierwszy polegał na niemożliwości otrzymania z tego surowca zwartej tworzywa, które nadawałoby się do produkcji wyrobów o określonych wymiarach, o dobrej wytrzymałości mechanicznej w temperaturach wysokich i normalnych. Surowiec ten po wypraniu nie ma zdolności spiekania i rozpada się na proszek. Wyjątek stanowi nieznaczna część pokładów kopalni „Konstanty” w Grochowie, gdzie obok surowca białego wydobywany jest magnezyt o zabarwieniu żółtym, pochodzącym od większej ilości związków żelaza. Dzięki większej zawartości topników magnezyt ten ma zdolności spiekania się i jeszcze za czasów niemieckich znalazł zastosowanie (15) w hutnictwie jako magnezyt prażony do zapraw i mas do ubijania spódów piecowych, do czego magnezyt z Grochowa stosowany jest również obecnie. Nie nadaje się on jednak do produkcji wyrobów o zdefiniowanych wymiarach i kształtach, podobnie jak przeważająca część magnezytów ze złóż śląskich.

Drugim powodem są wymagania norm hutniczych, przewidujące nie mniej niż 85% MgO w cegle magnezylowej, i przekonanie, że dobra cegła nie powinna

zawierać więcej niż 3—4% SiO<sub>2</sub>. Na uzasadnienie tego podaje się, że duże ilości krzemionki obniżają zasadowy charakter magnezylowej cegły, co z kolei ma być powodem krótszego okresu trwania obmurza ogniotrwałego. Jeżeli chodzi o podane wymagania co do składu chemicznego, odpowiadającego magnezylowi austriackiemu<sup>3</sup>, który najczęściej był używany w hutnictwie polskim, niepoślednią rolę odgrywa tu tradycja. Wiadomo, że normy są ustalane w dużej mierze na podstawie stanu faktycznego i utartego sposobu postępowania.

Oba powyższe powody wymagają bliższego rozpatrzenia, bowiem w ich świetle wszelkie próby użytkowania magnezylu śląskiego wydają się być z góry skazane na niepowodzenie.

Powód pierwszy polega na braku dostatecznej ilości mineralizatora, którym są tlenki żelaza lub inne topniki, uniemożliwiające spieczenia magnezylu śląskiego w temperaturach przemysłowo „dostępnych” (ok. 1500°)<sup>4</sup> w stosowanych w kraju procesach prażenia magnezylu i wypalania wyrobów. Magnezyl dobrze spiekający się w tych temperaturach powinien zawierać nie mniej niż 6% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Z powyższego wynika, że przez wprowadzenie do magnezylu śląskiego środków ułatwiających jego spieczenie, np. związków żelaza, otrzymamy materiał nadający się do produkcji cegły, lecz zawierający krzemionkę w ilości wyższej od przeciętnej spotykanej w ogniotrwałych wyrobach magnezylowych oraz o zawartości MgO przeważnie niższej od 85%, a więc o składzie chemicznym nieodpowiadającym wymaganiom hutnictwa.

Teoretycznie uzasadniony argument wyższej zawartości cegły magnezylowych o niskiej zawartości krzemionki nie wyklucza jednak w praktyce stosowania do tych samych celów, co wyroby czysto magnezylowe, również wyrobów o zawartości SiO<sub>2</sub> wyższej od zawartości tego składnika nawet w magnezylu śląskim. Są to wyroby forsterytowe o składzie teoretycznym<sup>4</sup> 57,3% MgO i 42,7% SiO<sub>2</sub>. Część magnezylu śląskiego jest również stosowana w hutnictwie do ubijania spódów pieców martenowskich, stanowiących najważniejszą część pieca. W ten sposób podważony zostaje argument większej trwałości obmurza pieców martenowskich, dla której w większym stopniu decydującym czynnikiem jest odpowiednia konserwacja.

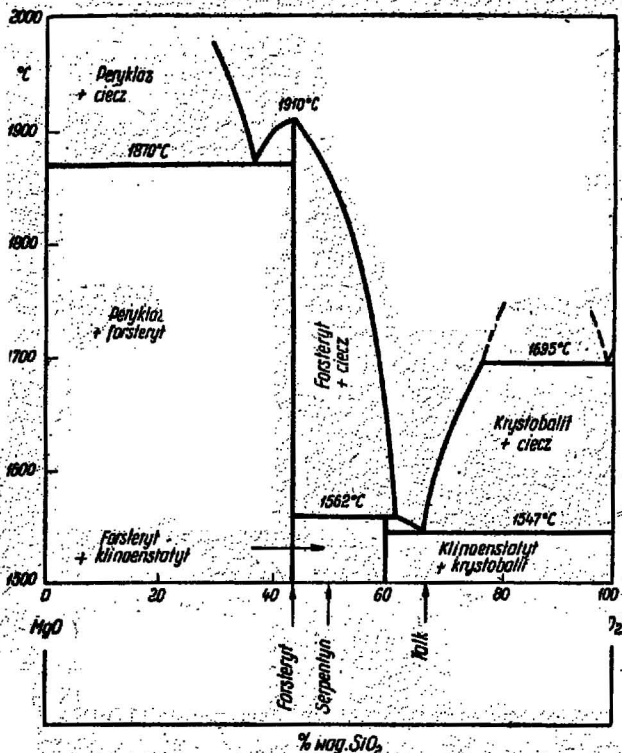
Dane z literatury świadczą o tym, że w historii rozwoju przemysłu ogniotrwałych materiałów magnezylowych nie brak jest przykładów dostosowywania, w razie uzasadnionej potrzeby ekonomicznej, wydawałoby się zupełnie nieprzydatnych surowców do produkcji wyrobów ogniotrwałych. Liczne są również przykłady zastosowania w hutnictwie wyrobów magnezylowych o niższej niż 85% zawartości MgO. Omawiając własności surowców i wyrobów magnezylowych Pohl (19) stwierdza, że określenie jakości wyrobów magnezylowych na podstawie ich własności lub, co jest mniej słuszne na podstawie ich składu chemicznego, jest właściwe, jeżeli ocenia się je pod aspektem warunków pracy wyrobu. Wysokość procentu MgO nie może być rozstrzygającym kryterium.

Jak wynika z danych teoretycznych, przez wprowadzenie do magnezylu śląskiego odpowiedniej ilości

<sup>3</sup> Magnezyl austriacki był pierwszym surowcem zastosowanym do produkcji ogniotrwałych wyrobów magnezylowych. Główną jego zaletą jest idealne rozmieszczenie żelaza w postaci Fe<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> izomorficzne krystalizującego z MgCO<sub>3</sub> w surowcu zwanym również breineritem. Wadą magnezylu austriackiego jest wysoka zawartość wapna. Według Chestera (4) przeciętny skład tego magnezylu wynosi: 4—8% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2—4% SiO<sub>2</sub>, 1—3% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, poniżej 3% CaO — i jest wynikiem bardzo starannego wzbogacania. Warto zaznaczyć, że 27% analiz prób (pobranych z każdego wagonu importowanego do kraju w r. 1950 austriackiego magnezylu spieczonego firmy Veitscher Magnesitwerke) wykazało zawartość 3,9—7,3% CaO (śr. z. 4,8 oznaczeń: 5,73% CaO) i 83,9—86,5% MgO (śr. 84,36%).

<sup>4</sup> Według Pierśwałowa (17) wyroby forsterytowe zawierają 35—65% MgO przy stosunku MgO : SiO<sub>2</sub> = od 0,94 do 1,33.

(8–10%) topników otrzymać można tworzywo ogniotrwałe, choć co do składu może ono nie odpowiadać żadnemu ze stosowanych zasadowych materiałów ogniotrwałych. Z przebiegu krzywych topliwości układu  $\text{SiO}_2$ – $\text{MgO}$  (ryc. 3) widać, że dwa zdefiniowane materiały ogniotrwałe peryklaz i forsteryt, uznane przez istniejącą systematykę materiałów ogniotrwałych, odpowiadają zawartościom 57,3%  $\text{MgO}$  i 42,7%  $\text{SiO}_2$ . Jednak z układu tego również wynika, że wszystkie mieszaniny, zawierające  $\text{MgO}$  i  $\text{SiO}_2$  w powyższych granicach, mają punkty topliwości powyżej 1870°, a więc są ogniotrwałe<sup>6</sup> i mogą być jako takie stosowane.



Ryc. 3

Dotychczasowe próby (12) zastosowania magnezytu śląskiego do produkcji wyrobów ogniotrwałych polegały głównie na jego zużyciu jako dodatku do surowców pochodzenia zagranicznego. Na ogół próby te wypadły niepomyślnie. Pozytywnym wynikiem zostały uwiecznione próby produkcji cegieł z sortowanego spieczonego magnezytu grochowskiego z dodatkiem pyłu wielkopieczowego, przeprowadzone w zakładzie wyrobów ogniotrwałych w Świdnicy w r. 1951. Sposób ten umożliwił bardziej racjonalnie wykorzystanie spieczonego magnezytu eksploatowanego przez kopalnię „Konstanty”, który był już stosowany jako tworzywo ogniotrwałe.

Aby ustalić możliwości wykorzystania do produkcji wyrobów ogniotrwałych również czysto białego magnezytu, stanowiącego przeważającą część odmian magnezytów śląskich, przeprowadzono próby spiekania tego surowca w obecności sztucznie wprowadzonych topników.

Liczne znane sposoby wprowadzania topników do trudno spiekających się magnezytów wymagają z reguły kosztownego rozdrabniania i mieszania w celu uzyskania równomiernego rozmieszczenia topnika w masie magnezytu i dobrego efektu spiekania.

Z tego powodu zasługują na uwagę sposoby, przy których czynności te nie są potrzebne lub stosowane są w ograniczonym stopniu. Magnezyt surowy (1, 14) lub prażony (14) w dużych bryłach (do 15 cm) powle-

ka się na powierzchni pastą zawierającą wapno i tlenki żelaza w stosunku molarnym odpowiadającym żelazianowi dwuwapniowemu  $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ , po czym wypala się w temperaturze ok. 1450°. W temperaturze ok. 1000° z mieszaniny tlenków powstaje żelazian dwuwapniowy o topliwości ok. 1400°. Związek ten jest w tej temperaturze bardziej płynny i dzięki temu zostaje łatwo wchłonięty przez porowaty i spękany (wskutek wydzielania  $\text{CO}_2$ ) magnezyt, który w ten sposób nasycy się dość równomiernie związkami żelaza. Sposób ten wybrano do przeprowadzenia prób, gdyż wyróżnia się on wśród innych metod sztucznego spiekania magnezytu prostotą i taniością. Zaletą jego jest to, że nie wymaga on specjalnych urządzeń i może być zastosowany wprost w prażalni magnezytu w połączeniu z procesem prażenia.

Z danych literatury (16) wynika, że żelaziany wapniowe są często stosowane do spiekania magnezytów. Nie spotyka się jednak danych o tym, aby żelaziany wapniowe były stosowane do spiekania magnezytów tak bogatych w krzemionkę jak magnezyt grochowski. Cechą ujemną tej metody jest konieczność wprowadzenia wapna, które w magnezycie jest składnikiem niepożądanym, wpływającym niekorzystnie na własności gotowych wyrobów ogniotrwałych. Liczono się jednak z tym, że dzięki niskiej zawartości związków wapnia w magnezycie grochowskim, pomimo wprowadzenia dodatkowej ilości wapna, ilość jego w magnezycie prażonym pozostanie w granicach dopuszczalnych<sup>6</sup>.

Po sprawdzeniu wyżej opisanego sposobu spiekania magnezytu w piecach laboratoryjnych oraz przemysłowych, piecach komorowych do wypalania wyrobów magnezytowych i uzyskaniu dodatnich wyników, przeprowadzono próbę techniczną na prażalni magnezytu w Grochowie, przerabiając podanym sposobem ok. 60 ton czysto białego, nie spiekającego się magnezytu surowego i ok. 40 ton magnezytu surowego barwnego. Próba dała wynik pozytywny i prażalnia w Grochowie produkowała przez dwa tygodnie magnezyt sztucznie spiekany.

Z uzyskanego magnezytu spieczonego wyprodukowano po zmieleniu normalnie sposobem stosowanym w Zakładach Wyrobów Ogniotrwałych w Świdnicy ok. 30 ton cegły magnezytowej w trzech gatunkach, niewiele różniących się od siebie własnościami (tabela II i III).

Tabela II

SKŁAD CHEMICZNY CEGIEŁ PRÓBNYCH Z MAGNEZYTU ŚLĄSKIEGO

Gat.	Str. p. az., %	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %	$\text{CaO}$ %	$\text{MgO}$ %
I	0,3	8,9	1,1	6,3	4,0	79,2
II	0,2	9,9	1,2	5,7	3,8	80,1
III	0,3	9,3	1,0	6,3	3,7	80,0

Cegły próbne wyróżniały się dobrą odpornością na działanie żużla, a badanie mikroskopowe wykazało, że głównym ich składnikiem są dobrze wykształcone kryształy peryklazu o przeciętnej wielkości 0,05 mm, zawierające dużo żelazianu magnezu, związane nierównomiernie rozmieszczoną substancją międzykryształiczną, występującą w ilości 10–15%, i rozpoznaną przeważnie jako monticellit. Według Budnikowa (3) i Pieriewałowa (17) monticellit obok forsterytu stanowi najważniejszy składnik spoiwa międzykryształicznego wyrobów magnezytowych.

<sup>6</sup> Ilość wapna w magnezycie nie jest ujęta w normy, na ogół wynosi 2–4% i zależy od pochodzenia magnezytu. Chesters (4) podaje, że magnezja z wody morskiej, produkowana dla celów hutnictwa, zawiera 3–6%  $\text{CaO}$ .

<sup>6</sup> Do materiałów ogniotrwałych zalicza się substancje, których temperatura topnienia jest wyższa niż 1580°.

Gat.	Ciężar właściwy	Ciężar objętość.	Porowat. wzgl. %	Wytrzymał. na ścisk. kg/cm <sup>2</sup>	Ogniotrw. pod obciążeniem		Wytrzymałość na nagłe zm. temp.
					t <sub>m</sub> <sup>o</sup>	t <sub>z</sub> <sup>o</sup>	
I	3,50	2,92	16,0	437	1520 1450	1570 1480	4 razy
II	3,49	2,79	19,8	206	1490 1420	1520 1430	3 razy
III	3,49	2,81	19,1	287	1500 1440	1520 1450	3 razy

Wyprodukowana cegła została wypróbowana w piecach martenowskich i grzewczych trzech hut śląskich, przy czym w jednym wypadku cegła próbną w ilości 4,3 ton wymiurowano partię tylnej ściany powyżej otworu spustowego 100-tonowego martenowskiego pieca przechylnego. We wszystkich wypadkach zachowanie się cegły próbnej nie wiele się różniło od cegieł importowanych. Szczegóły przeprowadzonych prób spiekania, produkcji cegły i jej zachowania się podczas prób w piecach hutniczych podano poprzednio (13).

Interesujące jest porównanie jednej z najważniejszych własności, jaką jest ogniotrwałość pod obciążeniem próbnym wyrobów z magnezytu grochowskiego, z analogiczną własnością wyrobów magnezytowych importowanych do kraju w r. 1950 z Austrii i Czechosłowacji (tabela IV). Z danych tych wynika, że co najmniej 50% wyrobów importowanych wykazuje jakość równą jakości próbnym wyrobów krajowych.

Tabela IV

## OGNIOTRWAŁOŚĆ WYROBÓW KRAJOWYCH I ZAGRANICZNYCH POD OBCIĄŻENIEM

Wyroby o ogniotrwałości*	W zbadanych wyrobach importowanych z		
	Radenstein	Veitsch	Lovino-bana
gorszej od krajowych t <sub>m</sub> niżej 1420° t <sub>z</sub> niżej 1430°	2,1%	7,8%	—
w granicach równych krajowym	—	—	—
1420° t <sub>m</sub> 1520°	87,5%	42,2%	42,5%
1430° t <sub>z</sub> 1570°	87,5%	50,0%	12,5%
wyższej od krajowych t <sub>m</sub> wyżej 1520° t <sub>z</sub> wyżej 1570°	10,4% 12,5%	50,0% 50,0%	57,5% 87,5%

\* Ogniotrwałość pod obciążeniem 2 kg/cm<sup>2</sup>.

t<sub>m</sub> = temperatura mięknięcia (początek odkształcenia)

t<sub>z</sub> = temperatura zgniotu (koniec odkształcenia)

## L I T E R A T U R A

1. Alterra A. G. — Luxemburg, Belgia: Zgłosz. do pat. niem. 4, 5, 1939, S. 98 479, KL. 80b, 8 (01).
2. Berichte der Deutschen-Keramischen Ges. 1935, s. 243, 420.
3. Budnikow P., Grebnik — Berichte der Deutschen Keramischen Ges. 1933, s. 197.
4. Chesters J. W. — Steelplant Refractories. Sheffield, 1946.
5. Dammmer B., Tietze O. — Die nutzbaren Mineralien. Stuttgart 1927.
6. Gerth G., Baumgarten A. — Chem. Ztg., 1936, nr 17.
7. Gruszczczyk H. — Biuletyn Przem. Mater. Ogniotrw. 1948, nr 1—2.
8. Kamieński M. — Skąły użyteczne Dolnego i Górnego Śląska. Katowice 1946.
9. Kamieński M. — Skąły budowlane w Polsce. Biuletyn nr 57 Państwowej Służby Geologicznej. PIG, Warszawa 1949.
10. Kisielow W. — Biul. Przem. Mater. Ogniotrw. 1948, nr 7—8.
11. Kisielow W. — Biul. Przem. Mater. Ogniotrw. 1948, nr 9—12.
12. Kisielow W. — Biul. Przem. Mater. Ogniotrw. 1947, nr 9.
13. Kisielow W. — Hutnik. 1950, nr 1—2.
14. Konopický K. — Zgłosz. do pat. niem. 19.4.1933, K. 129 873, KL. 80b, 8/01, DRP 64 859.
15. Laubenheimer A. — Berichte der Deutschen Keramischen Ges. 1935, nr 4.
16. Litvinsky L. — Berichte der Deutschen Keramischen Ges. 1935, s. 565.
17. Pieriewalow — Technologie ognieuporow. Moskwa 1944.
18. Pieper Z. — Berichte der Deutschen Keramischen Ges. 1937, nr 2.
19. Pohl H. — Berichte der Deutschen Keramischen Ges. 1941, s. 415.
20. Reimers A. — Ztschr. prakt. Geol. 1934, s. 184.
21. Tschermak G., Becka F. — Podręcznik mineralogii, Warszawa 1931.