

Přehledný referát

SMERY VO VÝROBE SLINUTEJ MAGNÉZIE

JOZEF STAROŇ, ALEXANDER EICHNER

Výskumný ústav hutníckej keramiky, 898 11 Bratislava, Februárového víťazstva 7I

ÚVOD

Svetová výroba akostnej slinutej magnézie mokrými chemickými postupmi dosahuje v súčasnosti tri milióny ton ročne a má stále vzrastajúci trend [1]. Paralelne s ním prebieha proces racionalizácie výroby a zdokonaľovania vlastností, najmä znižovania obsahu sprievodných kyslíčnikov a znižovania pórovitosti.

Výsledky z prevádzky kyslíkových konvertorov preukázali jednoznačne závislosť medzi trvanlivosťou vymuroviek z magnézie a jej termomechanickými vlastnosťami, najmä pevnosťami pri vysokých teplotách, ktoré zasa závisia od obsahu a druhu sprievodných minerálov, uložených na hraniciach zrn periklasu.

Vývoj v oceliarstve stále zvyšuje nároky na vlastnosti zásaditých žiaruvzdorných materiálov používaných na vymurovanie skúšňovacích pecí a nádob ako aj zariadení pre spracovanie ocele v tekutom stave a jej odlievanie [2—8].

Uvedené skutočnosti výrazne zdôvodňujú potrebu riešiť otázky výroby slinutej magnézie s vysokým obsahom MgO chemickými cestami. Dalším dôvodom je skutočnosť, že doterajšími fyzikálnymi postupmi spracovania surovín ako je napr. magnezit, sa dosiahnutie tohoto cieľa dá zabezpečiť len vo veľmi obmedzenom meradle.

Tabuľka I
Obsah Mg^{2+} v morskej vode

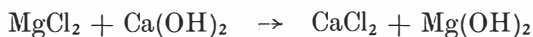
More (oceán)	Mg^{2+} [%]	More (oceán)	Mg^{2+} [%]
Stredozemné	0,135	Čierne	0,063
Jaderské	0,140	Baltické*)	0,033
Červené	0,142	Severné	0,115
Karibské	0,130	Indický	0,130
Atlantický	0,130	Tichý	0,130

*) 0,0074—0,052.

VÝROBA MAGNÉZIE Z MORSKEJ VODY

Morská voda obsahuje 0,3—1,4 g Mg^{2+} v litri, čo je ekvivalentné 0,5—2,3 g MgO (tab. I).

Výroba MgO sa zakladá na známej reakcii:



Zdrojom MgCl_2 je morská voda, hydroxidu vápenatého hydratovaný kalcinát vápenca alebo dolomitu. Výhodným je použitie dolomitu, pretože sa ním vnáša do produktu ďalšie MgO a celkový výťažok je približne dvojnásobkom MgO extrahovaného z morskej vody.

Zdokonaľovanie výrobného postupu od jeho zavedenia v tridsiatych rokoch do dnes sa sústredilo na zvýšenie obsahu MgO, na zníženie obsahu sprievodných kyslíčnikov — SiO_2 , CaO , B_2O_3 a zníženie pórovitosti slinutej magnézie. Opatrenia, ktoré viedli k dnešným parametrom, charakterizovaným obsahom MgO až 99 % a pórovitosťou 3—5 % dajú sa zhrnúť popisom dôležitých častí výrobného postupu:

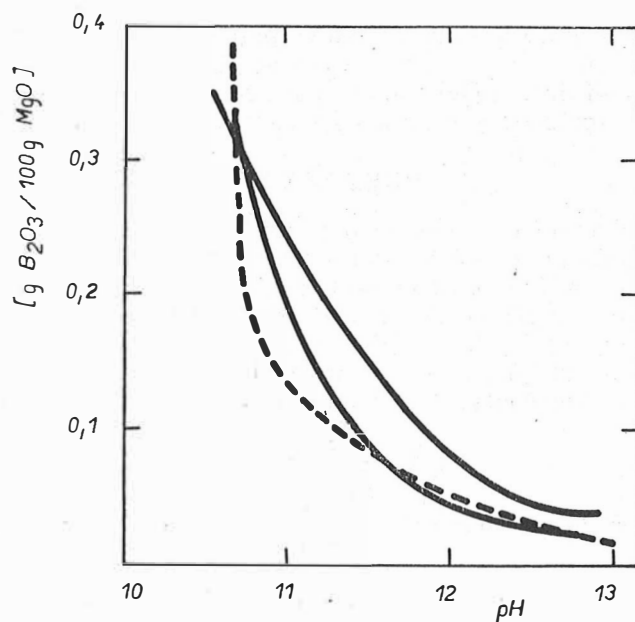
Prídavkom H_2SO_4 sa nastaví pH morskej vody na hodnotu 4, aby sa rozrušili karbonáty, ktoré by vniesli CaO vo forme CaCO_3 do zrazeniny Mg(OH)_2 . Uvoľnený CO_2 sa desorbuje vo vežiach. Nerozpustné látky sa odstraňujú mechanickým spôsobom. Triedený dolomit sa kalcinuje v rotačných peciach. Po hydratácii v hydrátoroch sa pripraví suspenzia, z ktorej sa odstraňujú v hydrocyklónoch hrubozrnné častice obsahujúce znečisteniny. Aby sa získala zrazenina Mg(OH)_2 , ktorá rýchlo sedimentuje, dá sa dobre premývať a filtrovať, pridávajú sa pred zrážaním flokulačné činidlá skupiny polyakrylamidov (do 10 p. p. m). V usadzovacích nádržiach s objemom až 40 000 m³ a priemerom 100 m sa získa suspenzia Mg(OH)_2 obsahujúca ca. 14 g MgO/liter. Táto sa dvojnásobne premýva a usadzuje v ďalších nádržiach, pričom časť suspenzie cykluje. Používa sa upravená čistá riečna voda, taktiež zbavená karbonátov spôsobom obdobným ako voda morská. Takto získaný hydroxid horečnatý sa filtruje v diskových vákuových filtroch. Filtračný koláč obsahuje ca. 50 % sušiny, čo zodpovedá ca. 35 % MgO.

Osobitným problémom je zníženie obsahu zlúčenín bóru, ktoré sa nachádzajú v morskej vode v koncentrácii obvykle 15 p. p. m (ako B_2O_3) a pri zrážaní sa adsorbujú hydroxidom horečnatým. Bez vykonania zvláštnych opatrení môže dosiahnuť obsah B_2O_3 v magnézii až 0,4 %, obvykle nie menej ako 0,2 %. Na docielenie žiaducich termomechanických vlastností tvarových stavív z magnézie však treba považovať obsah 0,05 % B_2O_3 za hornú hranicu. Pre zníženie obsahu B_2O_3 sa vyvinuli viaceré postupy:

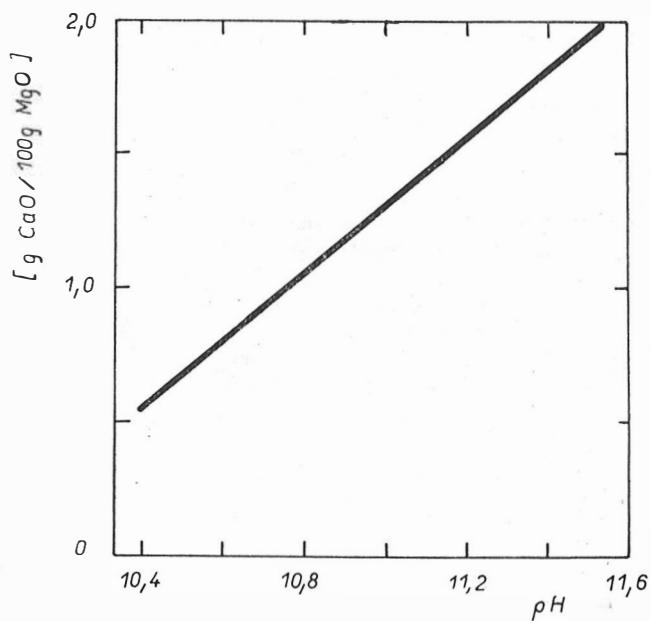
Jeden z prvých sa zakladá na prchavosti niektorých alkalických zlúčenín bóru pri vysokých teplotách. Prídavkom alkálií sa docielilo zníženie obsahu B_2O_3 počas spekania magnézie do ca. 0,1 %. Nevýhodou je akumulácia B_2O_3 v pecných úletoch.

Ďalší spôsob sa zakladá na poznatku, že adsorpcia solí bóru na Mg(OH)_2 závisí od hodnoty pH zrážaných roztokov (obr. 1) a so stúpajúcim pH sa v určitých oblastiach výrazne znižuje. Súčasne však vzrastá obsah Ca^{2+} v zrazenine hydroxidu horečnatého (obr. 2).

Tento spôsob nazývaný „prevápnenie“ (OVERLIMING) sa všeobecne v praxi využíva a je vecou nastavenia procesu, aby sa docielil nízky obsah B_2O_3 pri prijateľnom CaO . Na výrobu stavív z magnézie pre kyslíkové konvertory nie je zvýšený obsah CaO závadou, pretože na docielenie vysokých pevností pri vysokých teplotách je pomer CaO k SiO_2 nad 2 potrebný. Vzniká C_2S , ktorý je najvítanejším silikátom na hraniciach zrn periklasu. Treba poznamenať, že na výrobu stavív magnéziachromitých sa požaduje magnézia



Obr. 1. Adsorbovanie B_2O_3 hydroxidom hořečnatým v závislosti na pH.



Obr. 2. Znečistenie $Mg(OH)_2$ vápnom pri rôznom pH roztoku.

s nízkym obsahom CaO a pomerom $\text{C/S} < 1$, avšak tam obsah B_2O_3 v úrovni 0,2 % nie je závadou, ba podľa výsledkov prác niektorých autorov, výhodou.

Konečne sú známe spôsoby, v ktorých sa viažu soli bóru pomocou ionto-meničov so špecifickým účinkom. Sú používané najmä pri spracovaní koncentrovanejších roztokov ako je morská voda, a to napr. rapných solí.

SPEKANIE MgO

Podľa staršieho postupu sa ešte mokrý filtračný koláč privádza do rotačnej pece, kde sa speká pri teplotách 1700–1800 °C. Slinok má vysokú pórovitosť 11–15 % (objemovú hmotnosť 3,05–3,20 g . cm⁻³). Ďalším zvyšovaním teploty sa nedocieľa podstatné efekty v znížení pórovitosti. Príčinou je vysoká pórovitosť vstupujúceho hydroxidu a koalescencia pórov počas spekania. Postup sa zdokonalil tým, že koláč hydroxidu sa kalcínuje pri teplote 850 až 950 °C, kyslíčnik horečnatý, pokiaľ možno ešte horúci (200–400 °C), sa bez

Tabuľka II

Pórovitosti výtvarok a slinutých telies v závislosti na teplote kalcinácie Mg(OH)_2

Koláč žihaný 2 h. [°C]	Obj. hmot. (g . cm ⁻³)		Pórovitosť po 1500 °C 4 h. [%]
	Po vylisovaní	Po 1500 °C 4 h.	
bez	0,63	2,96	17,3
600	1,74	3,02	15,6
750	1,93	3,30	7,7
1050	nelisovateľný		
Telesá lisované 3,3 MPa			

Tabuľka III

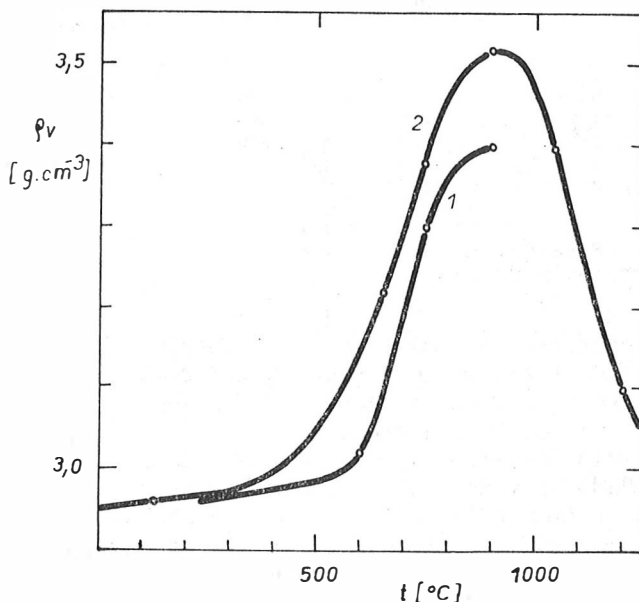
Vlastnosti výtvarok a slinutej magnézie v závislosti na teplote kalcinácie neskvehonitu

Koláč žihaný pri teplote [°C]	Obj. hmot. [g . cm ⁻³]		Pórovitosť po 1500 °C 2 h. [%]
	Výlisok	Po slinutí 1500 °C/2 h	
650	1,95	3,22	10,1
750	1,96	3,38	5,6
900	1,98	3,52	1,7
1050	2,04	3,40	5,0
1200	2,08	3,10	13,4
Telesá lisované 3,3 MPa			

spojiva tvaruje na brikety, ktoré sa spekajú pri teplotách 1 800—1 900 °C. Dosahujú sa pórovitosti 3,5—5,5 % (objemová hmotnosť 3,38—3,46 g.cm⁻³).

Hydroxid sa kalcínuje v etážových peciach. Presné dodržanie stanovenej teploty je dôležité, aby sa docielil optimálny merný povrch kalcinátu a objemová hmotnosť brikiet z neho 1,8—2,0 g.cm⁻³. Dôležitosť a efekt tohoto opatrenia v technológii je zrejmá z údajov v tabulkách (tab. II—III) a z obr. 3.

Optimálna teplota kalcinácie hydroxidu závisí na jeho spôsobe získania, jeho vlastnostiach a na druhu kalcinačných pecí. Musí sa empiricky pre každý prípad stanoviť.



Obr. 3. Vplyv teploty kalcinácie Mg(OH)₂ na hmotnosť slínutého MgO.

Tabuľka IV

Viacstupňová briketácia štiepnej magnézie (I)

Stupeň	Brikety výťažok [%]	Sypná hmotnosť [g · l ⁻¹]	Brikety objemová hmotnosť [g · cm ⁻³]
0	0	251	—
1*)	0	493	—
2*)	0	772	—
3	20	1000	1,81
4	65	—	1,87
5	80	—	2,02

*) S predstlačením šnekom.

Na úseku tvarovania sa osvedčili valcové briketačné lisy. Proces je bezspojivový a viacstupňový, pretože brikety vznikajú vtedy, ak pomer objemovej hmotnosti brikiet k sypnej hmotnosti tvarovanej látky je menší ako 1,7 (tab. IV—V). Pridávanie kysličníka medzi válce pomocou predstláčacích

Tabuľka V
Viacstupňová briketácia štiepnej magnézie (II)

Stupeň	Brikety [%]	Sypná hmotnosť [g · l ⁻¹]	Brikety objemová hmotnosť [g · cm ⁻³]
0	—	420	—
1*)	0	594	—
2*)	50**)	910	—
3	60	—	1,86
4	80	—	2,09

*) S predstlačením.

**) Len krehké úlomky.

šnekov je potrebné, aspoň v prvom stupni. Používajú sa briketačné lisy s priemermi valcov 0,6—1 m; obvodové rýchlosti sú 0,2—0,4 m/s a lisovacie tlaky 3—5 ton na lineárny centimeter šírky lisovacích obručí. Brikety majú objem 15—30 cm³ a tvar vankúšov či vajčiek.

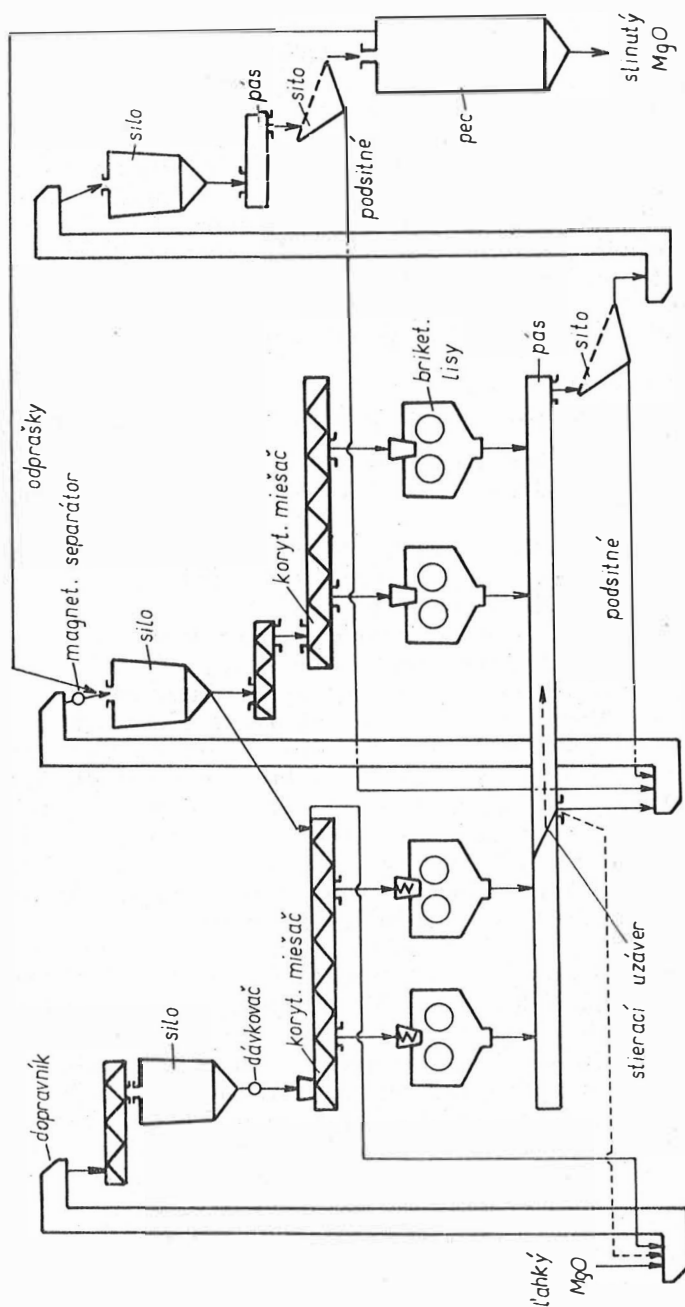
Schéma viacstupňovej briketačnej linky ukazuje (obr. 4), že produkt z prvého stupňa sa uskladňuje v zásobníku, z ktorého prechádza druhým stupňom ako posledným, alebo sa môže čiastočne vrátiť na prvý stupeň. Tým sa umožní ľubovoľná forma a počet repetícií stláčania. Počet repetícií závisí v prvom rade na sypnej hmotnosti kalcinátu a žiaducej objemovej hmotnosti brikiet. Sypnú hmotnosť briketovacej látky ovplyvňuje aj podsitná časť, ktorá sa vracia zo sita umiestneného pred vstupom brikiet do spekacej pece.

Kalcinácia, tvarovanie a spekanie tvoria plynulú linku bez prerušení.

Najmenej pokrokovým článkom linky sú etážové kalcinačné pece. Komplikovaná konštrukcia a problémy s odprašovaním sú nevýhodou.

Brikety kysličníka sa spekajú väčšinou v typových rotačných peciach. Nevýhodou sú opäť problémy s odprašovaním, pretože uletujúce častice majú malé rozmery a elektródy filtrov sa rýchle zanášajú ulpievajúcou vrstvou. Tým sa účinnosť odprašovacieho zariadenia postupne znižuje.

Pokrok sa zaznamenal zavedením vysokoteplotných šachtových pecí s výkonom 150 ton slinutej magnézie denne. Majú relatívne malé rozmery. Vyznačujú sa veľmi vysokými rýchlosťami vtoku plynov do pece a účinným predhriatím spaľovacieho vzduchu. Z brikiet pred vsadením do pece sa vyosejú podiele pod 10 mm, ktoré sa vracajú do briketácie. Pretože sa brikety spekaním nerozpadajú — na rozdiel od výpalu surového kúsokového magnezitu — zachováva sa požadovaná priedyšnosť obsahu pece. Bez použitia kyslíka do spaľovacieho vzduchu sa docieľujú teploty 2000 °C a pórovitosti slinutej magnézie 3,5—5,5 %. Podiel častíc menších ako 1 mm je nepatrný, produkt je zrnitý, tvrdý a kompaktný [9]—[20].



Obr. 4. Schéma viacstupňovej briketačnej linky.

Ďalší podstatný pokrok, najmä s ohľadom na zjednodušenie a zlacnenie výrobného procesu, sa docielil zavedením vysokotlakaiej filtrácie $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Prvé údaje a výsledky z použitia neobvykle vysokých tlakov pri filtrácii boli publikované v roku 1976 [21]—[23]. Aplikáciou špeciálnych vysokotlakových filtrov možno získať filtračný koláč $\text{Mg}(\text{OH})_2$ s obsahom voľnej vody približne o polovicu nižším ako je tomu pri dosiaľ používanej tlakovej filtrácii. Prednosťou takéhoto filtračného koláča je, že poskytuje pevné úlomky, ktoré možno priamo spekať na veľmi hutne slinutú magnéziu a to bez nutnosti kalcinácie $\text{Mg}(\text{OH})_2$ a briketácie MgO pred spekaním. Slinutá magnézia z úlomkov filtračného koláča má pórovitosť pod 6,5 % po spekaní pri 1850 °C. Je isté, že tento spôsob spracovania produktu chemického procesu na slinutú magnéziu je veľmi perspektívny.

VÝROBA MgO ŠTIEPENÍM CHLORIDU HOREČNATÉHO

Postup sa zakladá na reakcii:

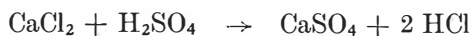


a bol dovedený do priemyselovej realizácie. Používa sa rovnaké zariadenie ako vo valcovniach plechu na štiepenie chloridu železitého a regeneráciu kyseliny soľnej [24]—[25].

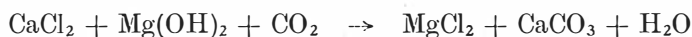
Spracovať možno roztoky prírodných solí, vedľajšie produkty z inej priemyselovej výroby obsahujúce prevažne MgCl_2 , alebo prepracovať prírodné magnezity obsahujúce škodlivé sprievodné látky.

Pri prepracovaní magnezitu sa surovina najprv kalcinuje a kalcinát rozomieľa. Rozpúšťa sa v regenerovanej kyseline soľnej pri ca. 70 °C. Nadbytkom kalcinátu sa nastaví pH tak, aby neprešli do roztoku kremičitany a zlúčeniny železa a hliníka. Roztok môže obsahovať okrem MgCl_2 alkalické chloridy a CaCl_2 . Nerozpustné látky sa oddelia filtrom. Číry roztok sa privádza cez rekuperačnú pračku, v ktorej sa zahusťuje tak, aby obsah MgCl_2 zodpovedal cca 120 g MgO v litri, do reaktora vykurovaného zemným plynom alebo olejom. Pomocou vstrekovacích čerpadiel sa rozprašuje a v tom stave pri teplote ca. 600 °C štiepi na MgO a HCl . MgO sa odvádza na ďalšie spracovanie.

Spaliny, voda a HCl , prechádzajú regeneračnou pračkou, v ktorej zahusťujú vstupujúci roztok MgCl_2 a v nasledujúcej absorpčnej kolone kondenzujú. Získaná HCl má koncentráciu 18—20 % a používa sa v cykle na rozpúšťanie kalcinátu magnezitu. Získaný „ľahký“ MgO má sypnú hmotnosť 300—450 g.l⁻¹ a obsahuje okrem malých zvyškov MgCl_2 látky, ktoré sa pri teplote 600 °C nerozložili. Ak je ich obsah zanedbateľný, môže sa MgO v stave, v akom sa získa, použiť na výrobu slinutej magnézie rovnakým spôsobom aký sa popisuje pri spracovaní MgO z morskej vody. Ak MgO obsahuje chloridy alkalických kovov a CaCl_2 v množstve, ktoré neumožňuje priame spracovanie na slinutú magnéziu, podrobí sa hydratácii. Pripraví sa suspenzia, ktorá sa prepiera trojnásobne čistou riečnou vodou. Získaný hydroxid sa potom spracúva rovnako ako z morskej vody. Týmto spôsobom sa dá získať magnézia s obsahom MgO 99,5 %. Realizácia procesu prania závisí od možnosti vypúšťať vody z práčky obsahujúce alkalické chloridy a najmä CaCl_2 do mora alebo vodných tokov. Možno postupovať aj tak, že sa odstránia vápenaté soli vyžrážaním pomocou H_2SO_4



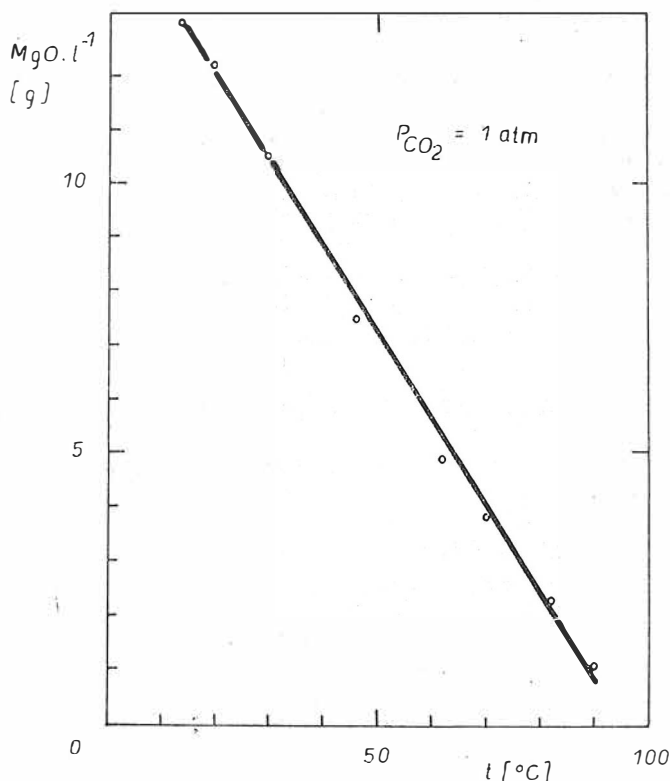
a CaSO_4 sa odstráni filtráciou. Pri použití tohoto postupu treba akceptovať skutočnosť, že ľahký MgO potom obsahuje ešte zvyšky síranov a CaO zodpovedajúce rozpustnosti CaSO_4 . Výhodnejšie je odstrániť CaO z roztokov MgCl_2 na základe reakcie



Ak sa na štiepenie používajú hotové roztoky MgCl_2 , musí sa zabezpečiť odbyt alebo spracovanie ekvivalentného množstva kyseliny solnej. Závod na spracovanie horečnatých solí uvedeným spôsobom je v činnosti a produkuje 50 kt slinutej magnézie ročne.

Okrem roztokov MgCl_2 možno štiepiť aj roztoky síranov, dusičnanov, bikarbonátov. Termický rozklad týchto zlúčenín nebol dovedený dosiaľ do štádia priemyselnej realizácie. Dôvodom sú najmä neriešené problémy súvisiace s koróziou reaktorov a ekonómie.

Záverom treba uviesť, že výroba MgO štiepením roztokov MgCl_2 je energeticky značne náročná, aj keď zariadenia fungujú z hľadiska tepelne-technického ekonomicky.



Obr. 5. Rozpustnosť $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ vo vode v závislosti na teplote.

BIKARBONÁTOVÁ METÓDA VÝROBY MgO

Zakladá sa na reakciách:



Suspenzia látky obsahujúcej Mg(OH)_2 v koncentrácii ekvivalentnej 20—30 g MgO v litri sa pod tlakom a pri chladení sýti CO_2 . Vzniká $\text{Mg(HCO}_3)_2$, ktorý je vo vode rozpustný. Jeho rozpustnosť s teplotou výrazne klesá (obr. 5) a s parciálnym tlakom CO_2 sa zvyšuje. Roztok $\text{Mg(HCO}_3)_2$ sa filtráciou oddelí od nerozpustných sprievodných látok. Jeho rozklad prebieha podľa rovnice (B) väčšinou pri zvýšenej teplote (50—60 °C) pri znižovaní parciálneho tlaku CO_2 prefukovaním inertným plynom (vzduchom) alebo aj súčasným odsávaním CO_2 . Zrazenina neskevhonitu ($\text{MgCO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$) veľmi dobre sedimentuje a dá sa oddeliť filtráciou alebo odstredením.

Metóda bola patentovaná v roku 1891 Pattinsonom, upravená neskoršie Komorovským a priemyslove realizovaná počas druhej svetovej vojny, najmä vo výrobe horčíka. Použila sa tiež na čistenie Mg(OH)_2 získaného mokkými cestami z rôznych východiskových materiálov, napr. i z morskej vody. Ako zdroj Mg(OH)_2 sa môže použiť kalcinovaný prírodný znečistený magnezit, či polopálený dolomit ($\text{MgO} + \text{CaCO}_3$), ktoré sa rozomieľajú a hydratujú [26]—[30].

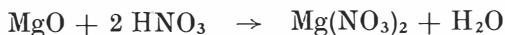
Sú zmienky o tom, že úpravou podmienok sýtenia možno doceliť koncentraciu roztoku $\text{Mg(HCO}_3)_2$ až 80 g/l. Ako zdroj CO_2 sa využívajú plyny z kalcinácie surovín, alebo prírodné ložiská vyvierajúce zo zeme. Nedocenenou výhodou postupu je skutočnosť, že nevznikajú škodlivé vedľajšie produkty, ktoré by znečisťovali okolie a vodné toky alebo by sa museli nákladným spôsobom zneškodňovať. Nevýhodou je značná energetická ako aj investičná náročnosť.

Z procesu získaný neskevhonit sa spracuje rovnako ako Mg(OH)_2 vo výrobe z morskej vody. Získaná magnézia má vysokú čistotu. V poslednej dobe bola metóda overená v poloprevádzkovom meradle v MLR.

NITRÁTOVÁ METÓDA VÝROBY MgO

Postup A — základný

Zakladá sa na reakciách:

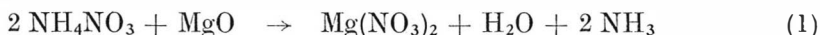


Kalcinovaný magnezit obsahujúci zlúčeniny železa v trojmocnej forme sa rozkladá kyselinou dusičnou. Získa sa ca. 40 %-ný roztok $\text{Mg(NO}_3)_2$. Reakcia je exotermná a teplota dosahuje 105 °C. pH sa nastaví tak, aby kremičitany a hydroxidy železa neprešli do roztoku. Filtruje sa dvojstupňovo s repulpáciou po prvom stupni a premývaním vodou z filtrácie Mg(OH)_2 cez bubnové vákuové filtre. Filtrát sa ochladí na 35 °C a zráža kvapalným amoniakom. Zrazenina Mg(OH)_2 sa oddelí v tlakových filtroch, v ktorých sa premýva vnútornou cirkulačnou vodou. Vlhký koláč má ca. 50 % Mg(OH)_2 . Filtrát sa zahusťuje v od-

parkách a používa ako vysokohodnotné dusíkaté hnojivo. Okrem NH_4NO_3 obsahuje aj $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ v množstve, aké sa vneslo rozkladom surovinou. Popísaná metóda dovoľuje spracovať magnezit s obsahom CaO bez jeho odstránenia nie viac ako ca. 4–5 % z dôvodov nárokov na vlastnosti hnojiva, kde obsah dusíka a tým aj Ca^{2+} je limitovaný. Metóda bola v modelovom meradle vyskúšaná.

Postup B — modifikovaný, s uzavretým cyklom

Zakladá sa na rozpustnosti periklasu v roztokoch amonných solí podľa reakcií:



Kalcinát magnezitu sa za varu rozkladá roztokom NH_3NO_3 . Vzniká dusičnan horečnatý, od ktorého sa nerozpustné sprievodné látky oddelia rovnakým spôsobom ako v postupe (A). Z roztoku $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ sa vyzráža skvapalneným amoniakom uvoľneným z reakcie (1) $\text{Mg}(\text{OH})_2$, ktorý sa oddeli filtráciou a filtrát pozostávajúci z NH_4NO_3 sa v uzavrenom cykle použije na rozklad kalcinovaného magnezitu. V procese prechádza do roztoku aj Ca^{2+} ako $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Aby nedochádzalo k jeho postupnej akumulácii v rozkladnom roztoku, musí sa z neho plynule alebo periodicky odstrániť v zásaditom prostredí syténím s CO_2 a prevedením na CaCO_3 podľa rovnice:



Potreba NH_3NO_3 sa obmedzí len na krytie strát a výroba MgO nie je viazaná na priemysel výroby HNO_3 či NH_3 , či umelých hnojív.

Metóda dovoľuje použiť aj suroviny s vyšším obsahom CaO a bola taktiež v modelovom meradle vyskúšaná. Získaný MgO je veľmi čistý. Dosahuje sa obsahu MgO až 99,8 %.

ĎALŠIE METÓDY VÝROBY MgO

Vo svetovej praxi sa vyvinulo a aplikovalo viacero ďalších metód na výrobu veľmi čistého MgO , najmä v spojení s výrobou kovového horčíka. Svetové ceny horčíka umožnili použiť aj spôsoby, ktoré by z ekonomického hľadiska vo výrobe žiaruvzdorných materiálov boli neúnosné. Okrem toho niektoré z navrhnutých spôsobov neriešili otázky zneškodňovania vedľajších alebo odpadových produktov, čo v dnešnej dobe je tiež jedným z rozhodujúcich hľadísk. Z uvedených dôvodov sa tieto ďalšie metódy nepopisujú.

ZÁVER

Je nepochybné, že výroba žiaruvzdorných materiálov na podklade magnézie smeruje k vysokej čistote a hutnosti slinutej magnézie. Preto potreba zaviesť jej výrobu je žiaduca a nevyhnutná.

Literatúra

- [1] Majdič A.: *Keram. Zeitschrift* 27, 534 (1975).
 - [2] Brown D. J.: *Iron and Steel Engineer* 53, 1, R-1 (1976).
 - [3] Orlov V. A.: *Ogneupory* 41, [7], 11 (1976).
 - [4] Baker B. H.: *Trans. Journ. Brit. Ceram. Soc.* 74, 213 (1975).
 - [5] Spencer D. R. F.: *Refr. Journ.* 50, 718, 10 (1975).
 - [6] Zubukov S. M.: *Ogneupory* 40, [4], 33 (1975).
 - [7] Gittins D. J., Spencer D. R. V., Ball N.: *Ref. act. J.* 48, 10, 12 (1973).
 - [8] Konopický K., Weckerle H., Künkele R.: *L'industrie ceram.* [655], 707 (1972).
 - [9] Hall R. J., Spencer D. R. F.: *Interceram* 22, 213 (1973).
 - [10] Anon.: *Industrial Minerals* 90, 9 (1975).
 - [11] Anon.: *Refract. Journ.* 49, [9/10], 5 (1974).
 - [12] Anon.: *Biuletyn Informacyjny* 10, [3], 28 (1974).
 - [13] Anon.: *Chem. Process* 20, [4], 25 (1974).
 - [14] Anon.: *Ind. Heating* 30, 912 (1973).
 - [15] Ivanov J. V.: *Ogneupory* 38, [12], 25 (1973).
 - [16] Gilpin W. C., Spencer D. R. F.: *Refr. Journ.* 47, [4], 4 (1972).
 - [17] Nameisi, Waojuki: *Kogjo to seichin, Ind. and Ind. Prod.* 51, 242 (1970).
 - [18] Smith A. R.: *Mining Eng.* 22, 60 (1970).
 - [19] Anon.: *Industr. Minerals* 39, 9 (1970).
 - [20] Koji, Shibazaki: *Taikabutsu* 19, 323 (1967).
 - [21] Randle R. T., Heasman N., Gilpin W. C.: *Refr. Journ.* 51, [5/6], 13 (1976).
 - [22] Anon.: *Refr. Journ.* 52, [7], 15 (1977).
 - [23] Anon.: *Industr. Minerals* 119, 47 (1977).
 - [24] Nordem R. B.: *Chem. Eng.* 63, 346 (1956).
 - [25] Nordem R. B.: *Chem. Ing. Techn.* 29, 481 (1957).
 - [26] Wrege E. E.: *Trans. Am. Inst. Chem. Eng.* 41, 1 (1945).
 - [27] Šojchen B. A.: *Ukr. chim. ž.* 25, 659 (1959).
 - [28] Skomarowski E.: *Cement—wapno—gips* 27, 187 (1962).
 - [29] Anon.: *Sprechsaal* 108, 45 (1975).
 - [30] Anon.: *Geologický průzkum* 17, 12 (1975).
-