

Razžveplanje grodlja s plavžno žlindro obogateno z MgO

UDK: 669.162.267, 6/2
ASM/SLA Dnn, Dlg, C/-a

G. Todorović, J. Lamut



Za vodenje tehnološkega procesa proizvodnje grodlja je zelo pomembna sestava žlindre. Bazična in kislav plavžna žlindra različno vplivata na razdelitev žvepla med grodljem in žlindro in učinkujeta na proizvodnjo in storilnosti plavžev. Važna fizikalna lastnost žlindre je viskoznost, ki smo jo merili pri kislavi in bazičnih žlindrah. Plavžna žlindra se uporablja tudi v cementni industriji. Mineralna sestava žlindre je pokazala, da je MgO vezan v spojinah in ni prostega periklasa.

UVOD

Vsebnost žvepla v grodlju je odvisna od količine žvepla, ki pride z vsipom v plavž. Rude imajo različne količine žvepla, koks ga ima okrog 2 %. Seveda lahko iz železovih rud s posebno pripravo zmanjšamo količino žvepla v vsipu. Ne moremo pa ga znižati v koksu. Zato je zelo važno, kako voditi tehnološki proces proizvodnje grodlja, da bo razdelitev žvepla med žlindro in grodljem čim večja pri veliki storilnosti in manjši porabi koksa. Z našimi poskusi smo želeli ugotoviti, kako učinkuje MgO na razdelitev žvepla v kislavi in bazičnih žlindrah in kako na viskoznost. Raziskave razžveplanja grodlja z bazičnimi plavžnimi žlindrami s povečano vsebnostjo MgO so pokazale, da se s povečanjem MgO do približno 10–15 %, poveča stopnja razžveplanja. Viskoznost žlinder se zmanjšuje s povečano vsebnostjo MgO v mejah 10–15 %. Kislav plavžna žlindra, obogatena z MgO do 10 % kot nadomestilo za CaO, daje bolj viskozne žlindre, ker je CaO v kislavi žlindrah boljši razredčevalec, MgO pa v bazičnih. Vodenje procesa proizvodnje grodlja s kislavimi žlindrami bazičnosti CaO med 0,8 in 0,9 ima za posledico povečanje storilnosti plavža, toda grodelj ima zvišano vsebnost žvepla. Zato ga moramo razžveplati zunaj plavža.

G. Todorović, dipl. ing. metalurgije, samostojni raziskovalec na Metalurškem inštitutu
Dr. J. Lamut, dipl. ing. metalurgije, docent na VTO montanistika

OPIS POSKUSOV

V grafitni lonček smo dali 200 gramov grodlja in 100 gramov žlindre. Zmes grodlja in žlindre je v razmerju 2:1, zato da je podobno razmeram v praksi. Poskuse smo delali tako, da smo grafitni lonček z vzorcem dali v peč, ogreti na 1400 ali pa na 1500 °C. Po raztalitvi smo na tej temperaturi v peči zadrževali vzorec 30 minut. Po tem času smo grodelj in žlindro vlili v kokilo. Poskuse smo delali z grodljem in žlindro, vzeto pri prebodu, in to med redno proizvodnjo. Kemična analiza naše plavžne žlindre je prikazana v tabeli 1.

Tabela 1: Kemična analiza prebodne plavžne žlindre (v %)

CaO	MgO	MnO	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	N ₂ O	K ₂ O	S
42,90	3,20	2,35	0,80	33,65	12,85	0,45	1,5	1,20

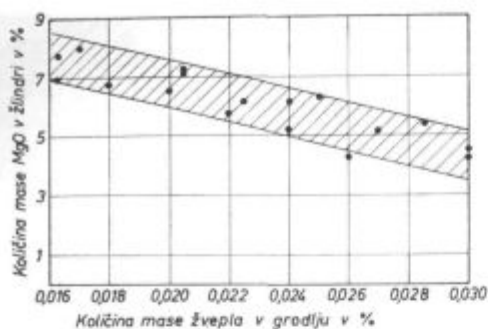
Žlindro smo ohladili počasi in je vsa kristalizirala, praktično ni bilo nič steklasto strjene. Ta žlindra se začne nataljevati pri 1320 °C, popolnoma staljena pa je pri 1335 °C.

V tabeli 2 so navedene vsebnosti žvepla v grodlju po poskusu v odvisnosti od vsebnosti MgO v žlindri pri temperaturi 1400 °C.

Tabela 2: Vsebnost žvepla v grodlju v odvisnosti od MgO v žlindri (v %)

[S]	0,030	0,027	0,025	0,024	0,022	0,020	0,018	0,017	0,0165
(MgO)	4,2	5,1	6,2	6,1	5,8	6,6	6,8	8,0	7,0

Vsebnost MgO v naši osnovni prebodni žlindri smo povečali z dodatkom fino zmletga MgO. Poskuse smo delali v intervalu med 2 in 8 % MgO v žlindri. Grafični prikaz učinka MgO na vsebnost žvepla v grodlju je na sliki 1. S povečano vsebnostjo MgO v žlindri se poveča koeficient razdelitve žvepla, saj smo dobili pri 8 % MgO vsebnosti žvepla med 0,016 do 0,018 %. Pri nizki vsebnosti MgO v tej žlindri je tekoča žlindra na fazni meji med dikalcijevim silikatom, merwinitom in melilithom. Pri vsebnosti okrog 8 % MgO pa že pre-



Slika 1

Razžveplanje grodlja pri temperaturi 1400°C ob različnih dodatkih MgO v plavžno žlindro

Fig. 1

Desulphurisation of pig iron at 1400°C with various additions of MgO to the blast furnace slag.

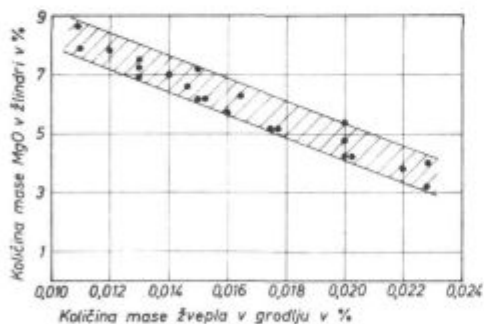
haja v področje dikalcijevega silikata, kar se pozna na njeni sposobnosti za razžveplanje.

V tabeli 3 so navedene vsebnosti žvepla v grodlju po poskusu v odvisnosti od vsebnosti MgO v žlindri pri temperaturi 1500°C.

Tabela 3: Vsebnost žvepla v grodlju v odvisnosti od MgO v žlindri (v %)

[S]	0,023	0,022	0,020	0,0175	0,016	0,015	0,014	0,013	0,012	0,011
(MgO)	4,0	3,9	4,8	5,2	5,7	6,0	7,0	7,2	7,8	8,0

Na sliki 2 je grafični prikaz učinka MgO na vsebnost žvepla v grodlju pri poskusih, opravljenih pri temperaturi 1500°C. Tu so dosežene še nižje vsebnosti žvepla v grodlju.



Slika 2

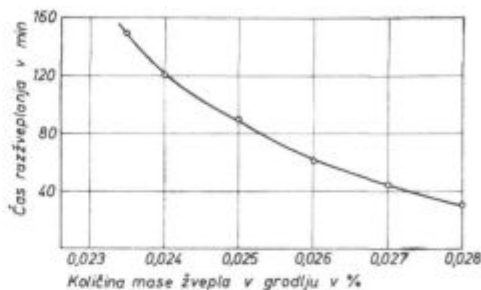
Razžveplanje grodlja pri temperaturi 1500°C ob različnih dodatkih MgO v plavžno žlindro

Fig. 2

Desulphurisation of pig iron at 1500°C with various additions of MgO to the blast furnace slag.

Poskusi razžveplanja grodlja pri temperaturah 1400 in 1500°C so izvršeni pri konstantnem času 30 minut, zato smo, da bi ugotovili vpliv časa na razdelitev žvepla, podaljšali reakcijski čas od 30 do 150 minut. Vsebnost MgO v žlindri je bila konstantna 6,3 %.

Rezultati preiskusov za temperaturo 1400°C so prikazani na sliki 3, ki kaže parabolično odvisnost vsebnosti žvepla v grodlju od časa trajanja poskusa. Žlindra pri konstantni bazičnosti v odvisnosti od reakcijskega časa še sprejema žveplo. Večje učinke dosežemo, če povišamo temperaturo. Poudariti je potrebno, da smo poskuse razžveplanja delali s plavžnimi žlindrami, ki so že vsebovale žveplo. Kisli hod plavža je navadno povezan z



Slika 3

Razžveplanje grodlja pri temperaturi 1400°C in različnem času

Fig. 3

Desulphurisation of pig iron at 1400°C and various times.

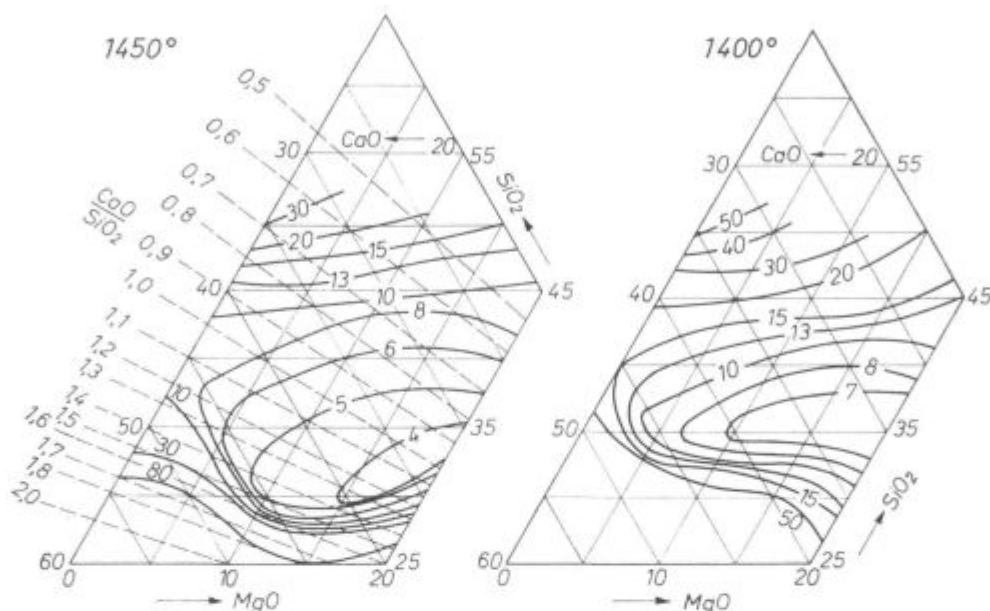
večjo storilnostjo. Zato smo delali tudi poskuse, kako se razdeli žveplo če so žlindre kisle. Bazično plavžno žlindro smo pretalili in dodajali kremen. Pretalili smo jo po postopku elektropretaljevanja pod žlindro. Dobili smo žlindro bazičnosti $\text{CaO} = 0,7$ s 1,7 % MgO. Zaradi načina pretaljevanja je bilo v njej še 9 % FeO. Taka sestava je značilna za primarne žlindre v plavžu, če reduciramo kisli vsip ali pa če je sestavljen iz kislih rud ali sintrov. Poskuse smo delali tako, kot je opisano pri bazičnih žlindrah. Grodelj je vseboval 0,066 % S, žlindra pa 1,24 % S. V tem primeru, kot smo pričakovali, ni prišlo do razžveplanja grodlja, temveč do nažveplanja. Pri temperaturi 1400°C je okrog 0,1 % S, pri 1500°C pa okrog 0,2 % S v grodlju. Z večjo vsebnostjo MgO v žlindri celo malo narašča žveplo v grodlju. Mnenja mnogih avtorjev, ki so se ukvarjali z opisanimi problemi, so različna. Nekateri primerjajo vpliv MgO na razžveplanje kot delno nadomestitev CaO, faktor zamenjave se giblje med 0,01 do 0,7. Povečanje MgO v kislih žlindrah na račun CaO ne poveča sposobnosti žlindre za razžveplanje.

Poskuse² smo delali z žlindrami, ki so že vsebovale žveplo, saj so bile narejene v plavžu. Iz tega lahko sklepamo, da bo žveplo, ki je v vsipu, prehajalo pri teh kislih žlindrah v grodelj. To nažveplanje grodlja bo potekalo v temperaturnem intervalu med 1200 in 1400°C, ko se že pojavljajo kapljice grodlja z evtektsko sestavo pri nastajanju primarne žlindre. V nižjih delih plavža pride do direktne redukcije FeO in zmanjšanja njegove aktivnosti in zaradi tega do boljše razdelitve

žvepla med žlindro in grodljem. Žveplo je v glavnem pri kislih žlindrah vezano na mangan. V takih žlindrah ima sulfid sestavo (Mn, Fe, Ca) S. Del je lahko vezan na kalij ali natrij, ki tudi pri kislih žlindrah zmanjšujeta viskoznost. Če hočemo doseči večjo vsebnost žvepla v kisli žlindri, moramo skrbeti, da bo v vsipu, oziroma v žlindri dovolj MnO. Pri kislih procesih je nujno vključiti razžveplanje zunaj plavža.

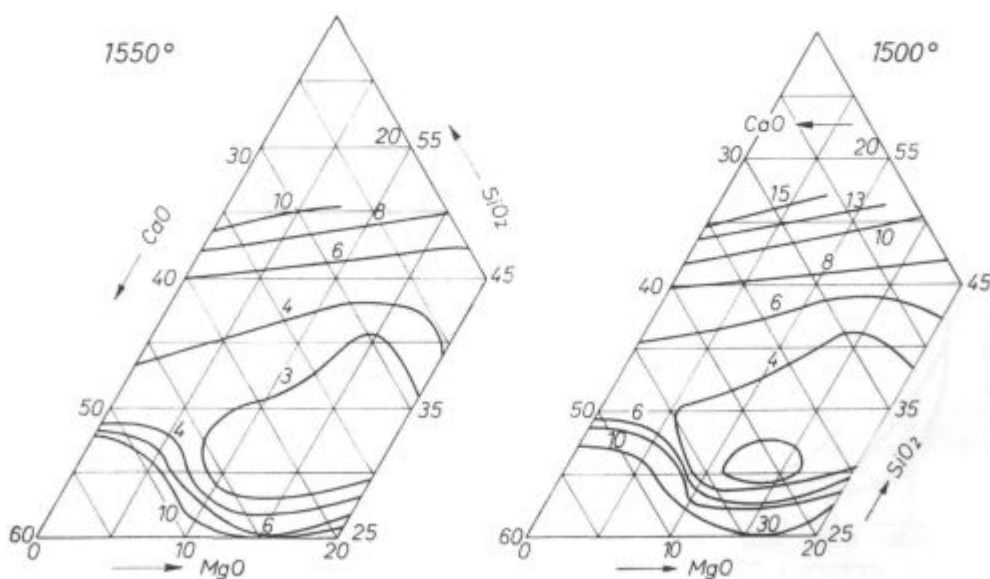
VISKOZNOST PLAVZNIH ŽLINDER

Viskoznost žlinder je ena od osnovnih fizikalnih lastnosti, ki določa tehnološki potek vodenja metalurškega procesa. Zaradi tega so merili različni raziskovalci³⁻⁷ viskoznost dvo-, tro- ali večkomponentnih sistemov. V glavnem tiste, ki sestavljajo žlindro. Viskoznost žlinder^{9, 11, 12, 17} se s temperaturo močno spreminja in je odvisna



Slika 4
Viskoznost žlinder sistema CaO-MgO-SiO₂ pri 10 % Al₂O₃ za temperaturi 1400 in 1450° C
Fig. 4

Slag viscosity in the CaO-MgO-SiO₂ system with 10 % Al₂O₃ at 1400 and 1450° C.



Slika 5
Viskoznost žlinder sistema CaO-MgO-SiO₂ pri 10 % Al₂O₃ za temperaturi 1500 in 1550° C
Fig. 5

Slag viscosity in the CaO-MgO-SiO₂ system with 10 % Al₂O₃ at 1500 and 1550° C.

od sestave žlindre. V diagramu na sliki 4 in 5 so navedene krivulje izoviskoznosti v sistemu $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$ v preseku pri 10 % Al_2O_3 v temperaturnem območju med 1400 do 1550°C. S povišano temperaturo se znižuje viskoznost žlindre, oziroma se v štirikomponentnem sistemu razširja področje, kjer so žlindre dobro tekoče. Nizke viskoznosti žlindre so v primarnih področjih izločanja melilitha, merwinita in deloma monticellita. Pri temperaturi 1450°C je bazičnost take žlindre, to je CaO/SiO_2 , okrog 1 pri 15 % MgO. Pri temperaturi 1550°C se to področje razširi na bazičnost med 0,8 do 1,4 pri vsebnosti okrog 10 % MgO. Za merjenje viskoznosti žlindre obstaja več metod. Najbolj razširjena sta rotacijski in vibracijski viskozimeter.

Naše meritve smo delali na modificiranem rotacijskem viskozimetru^{8,10}. Rotor, narejen iz grafita in potopljen v žlindro, vrti padajoča utež. Merimo hitrost padanja uteži. Viskoznost izračunamo po formuli:

$$\eta = K \frac{G}{v}$$

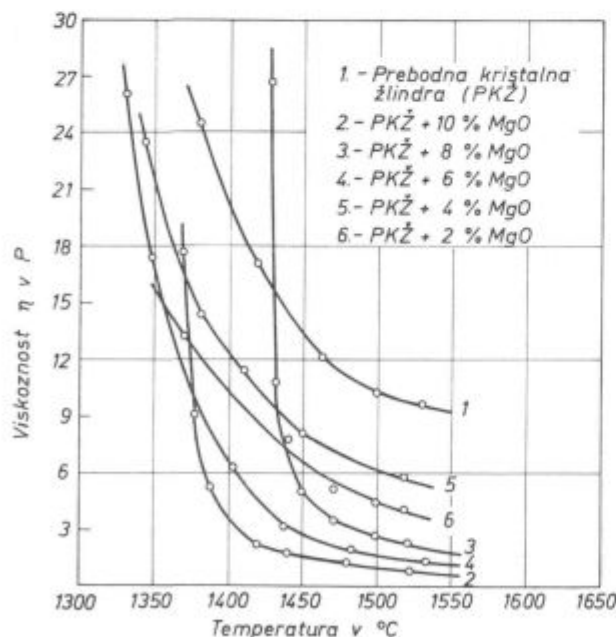
η — viskoznost žlindre (poise)

K — konstanta viskozimetra

G — masa uteži (g)

v — hitrost padanja uteži (m/s)

Konstanto dobimo z umerjanjem v tekočinah znane viskoznosti. Rezultati merjenja viskoznosti bazičnih in kisljih žlinder so prikazani na slikah 6 in 7.

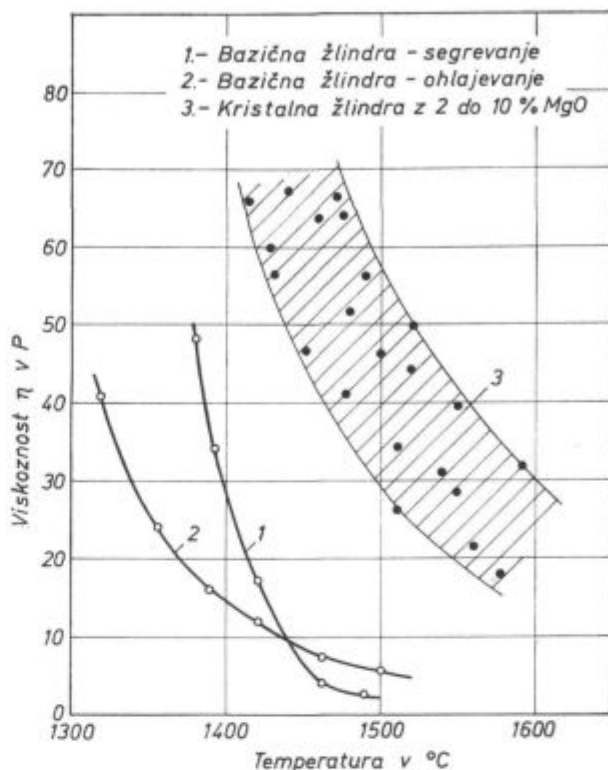


Slika 6

Viskoznost bazične plavžne žlindre obogatene z MgO

Fig. 6

Viscosity of basic blast furnace slag enriched with MgO.



Slika 7

Viskoznost kisle plavžne žlindre obogatene z MgO

Fig. 7

Viscosity of acid blast furnace slag enriched with MgO.

Na sliki 6 je prikazana odvisnost viskoznosti od temperature za žlindre bazičnosti $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 1,27$.

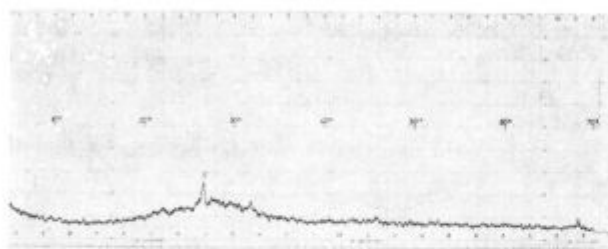
Iz diagrama je razvidno, da se viskoznost zmanjšuje z dodatkom MgO do 10 %, kot je že vidno na slikah 4 in 5. Zamenjava CaO z MgO do 10 % v kislem območju na sliki 7 prikazuje, da se viskoznost zmanjšuje s povečanjem temperature. Vpliv zamenjave ni jasno izražen, čeprav rezultati razžveplanja grodlja s temi žlindrami daje slabše rezultate. Jasno so ločena področja viskoznosti bazične plavžne žlindre in kisle obogatene z MgO.

MINERALNA SESTAVA

Plavžnim žlindram, bazičnim in kisljim, je bil dodajan MgO do vsebnosti 10 %. Po končanem razžveplanju smo žlindre pustili počasi ohlajati. V vseh teh žlindrah do 8 % MgO nismo našli prostega MgO. Glavna minerala, ki sestavljata te žlindre, sta melilith in merwinit. V teh dveh mineralih se nahaja ves MgO, ki ga imamo v žlindri. Merwinit vsebuje CaO , MgO in SiO_2 , in sicer CaO — 51,22 %, MgO — 12,19 %, SiO_2 — 36,59 %. Akermanit ima CaO — 41,14 %, MgO — 14,79 % in SiO_2 — 44,05 %, gehlenit ima CaO — 40,91 %, Al_2O_3 — 37,18 % in SiO_2 — 21,91 %. Ker merwinit



Slika 8
Difraktogram bazične plavžne žlindre
Fig. 8
Diffraction pattern of basic blast furnace slag.



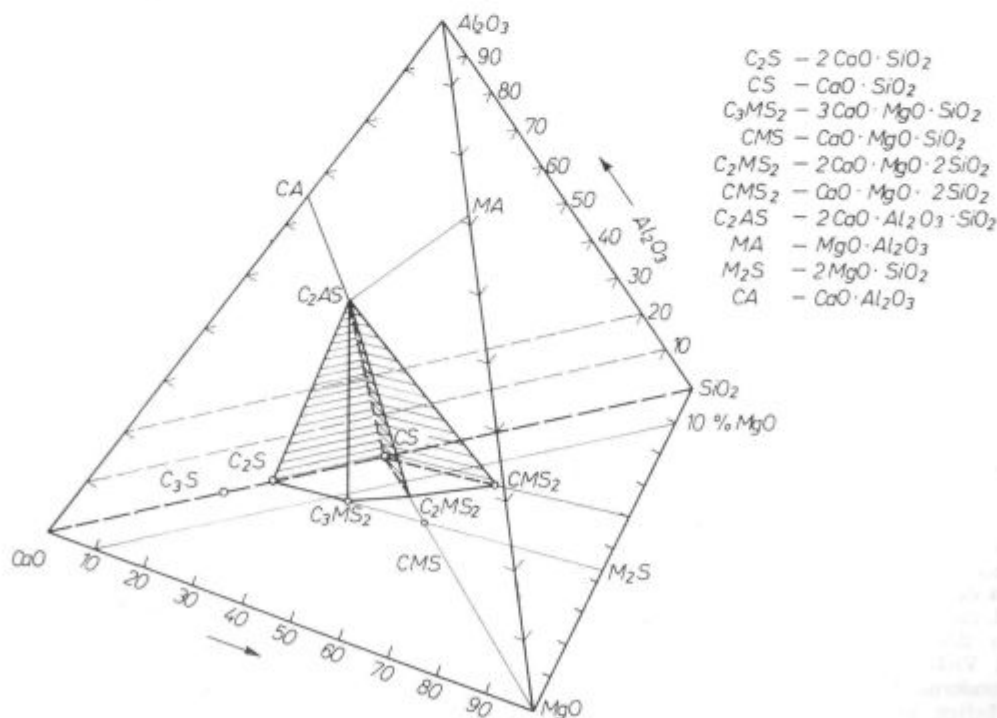
Slika 9
Difraktogram kisle plavžne žlindre
Fig. 9
Diffraction pattern of acid blast furnace slag.

ne vsebuje Al_2O_3 , lahko predpostavljamo, da je ves Al_2O_3 vezan na gehlenit. Pri računu, da je 13,8 % Al_2O_3 , je potem gehlenita v počasi ohlajeni

žlindri okrog tretjine, ostalo je merwininit, nekaj dikalcijevega silikata, sulfidi in malo steklasto strjene žlindre. Na difraktogramu sl. 8, ki je narejen za počasi ohlajeno bazično žlindro, so prisotni dikalcijev silikat $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, melilith, oziroma gehlenit, merwininit, sulfidi in steklasto strjena žlindra, ki je bogata z alkalijami.

Kisle žlindre se strjujejo steklasto, kar je vidno iz difraktograma na sl. 9 za kisko žlindro. Ne dobijo se odkloni za posamezne faze, temveč značilen diagram za amorfne snovi. V tem diagramu so samo odkloni za sulfid mangana. Ta preiskovalna žlindra je vsebovala okrog 4 % MnO in približno 11 % MgO pri razmerju $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 0,88$.

Sestavo preiskovanih žlinder lahko prikažemo v tetraedru¹⁴ štirikomponentnega sistema $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. Sestava se nahaja v prostoru med $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2\text{-(C}_2\text{S)-2CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (C_2AS)- $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2\text{-(C}_2\text{MS}_2)$ in $3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ (C_3MS_2). Iz diagrama, ki sicer shematično prikazuje sestavo žlinder, vidimo, da pri žlindrah, ki vsebujejo do 10 % MgO , ni pričakovati monticellita $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ niti prostega MgO in so zaradi tega uporabne v cementni industriji. V preiskovanih žlindrah je pri počasnem ohlajevanju pričakovati minerale, ki so navedeni na sliki 10. Sestava žlinder je v debelo izvlečenem prostoru štirikomponentnega sistema $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$.



Slika 10
Tetraeder štirikomponentnega sistema $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$
Fig. 10
Tetrahedron of the quaternary $\text{CaO-MgO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ system.

Ti se lahko izločajo med procesom proizvodnje grodlja in učinkujejo na fizikalne in kemične lastnosti žlinder. Če tako žlindro dodajamo klinkerju, ki že vsebuje blizu 5 % MgO, potem je vsebnost MgO v cementu prekoračena, toda s tem ne dobimo periklasa. Pri segrevanju žlinder take sestave, ki je navedena, pa lahko pride do spremembe mineralne sestave v smislu nastanka faz, ki so navedene na tetraedru.

SKLEPI

Plavžne žlindre z okrog 3 % MgO in 1 % žvepla bazičnosti $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 1,27$ imajo še sposobnost raz-

žveplanja grodlja, če jim dodajamo MgO. Pri 8 % MgO v žlindri je bilo po 30-minutni reakciji v grodlju še 0,017 % žvepla, pri temperaturi 1400° C in 0,011 % žvepla pri temperaturi 1500° C.

Pri kislih žlindrah bazičnosti $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 0,7$, ki vse-

bujejo 1,24 % žvepla, pa pride do nažveplanja grodlja v odvisnosti od temperature na 0,1 do 0,2 % žvepla. Viskoznost bazičnih žlinder, ki so obogatene z MgO do 10 % je v območju med 2 in 27 poise. Preiskovane bazične plavžne žlindre, počasi ohlajene, so sestavljene iz mineralov melilitha, merwinita, dikalcijevega silikata in nekaj steklasto strjene žlindre. V njih ni periklasa.

Literatura

1. G. Todorović, J. Lamut, B. Dobovišek, A. Rosina, M. Simnić: Ugotavljanje viskoznosti plavžnih žlinder pri različnih dodatkih MgO, Poročilo MI, 1977.
2. G. Todorović, B. Dobovišek, J. Lamut, M. Simnić: Preiskava viskoznosti kislih žlinder, Poročilo MI, 1978.
3. I. I. Gultaj, N. L. Žilo, G. A. Sokolov, L. M. Ciler: Vpliv magnezija na fizične lastnosti plavžnih žlinder, Metalurgija i toplivo, 1959, No. 3, str. 20—24.
4. Erich E. Hofmann: Viskositätsverhalten von syntetischen Schlacken in Abhängigkeit von der Zusammensetzung und Temperatur, Stahl und Eisen, No. 12, 1959, str. 846—854.
5. G. I. Žmojdin, I. Kulikov: Fizične lastnosti plavžnih žlinder in vpliv na njih MgO, S, Mn in Fe, Metalurgija i toplivo, 1960, No. 5, str. 25—32.
6. I. I. Gultaj: Viskoznost žlinder sistema CaO-MgO-SiO₂ pri 5 % Al₂O₃, Metalurgija i toplivo, 1960, No. 5, str. 219 do 220.
7. I. I. Gultaj: Vpliv Al₂O₃ na viskoznost žlinder sistema CaO-MgO-SiO₂, Metalurgija i toplivo, 1962, No. 5, str. 52 do 65.
8. B. Dobovišek, N. Smajić: Viskozimetrija metalurških žlinder, Poročilo MI, 1963.
9. L. L. Levin, V. G. Mančinskij, S. I. Petrov: O viskoznosti žlinder karagandiskog metalurškog kombinata, Stal, No. 12, 1976.
10. A. Rosina: Studij strukture staljenih metalurških žlinder III. del, Poročilo MI, 1975.
11. V. N. Potanin, S. V. Savrin, M. I. Pantilov: Viskoznost magnezialnih aluminosilikatnih plavžnih žlinder, Metali, No. 6, 1976, str. 67—70.
12. V. P. Gorbačev, M. S. Bikov, N. I. Valov, P. V. Peršikov, S. V. Koršikov: Anomalija viskoznosti magnezialno-aluminatnih žlinder, Izvestija, No. 4, 1977, str. 31—34.
13. S. A. Gavrilko, J. M. Potebnja, R. G. Rihter, V. V. Voropajev, S. I. Kudievskaja: Nekatere termofizične lastnosti plavžnih žlinder, Izvestija, No. 10, 1977, str. 15—17.
14. J. Lamut: Die Phasen Aufbau von Eisenhüttenschlacken Dissertation Montanistische Hochschule Leoben 1974.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Führung des technologischen Verfahrens der Roheisenerzeugung hat die Schlacke einen bedeutenden Einfluss, wegen der gegenseitigen Reaktionen, in der Schicht, zwischen der Schlacke, und dem Roheisen. Von der chemischen Zusammensetzung und der physikalischen Eigenschaften der Schlacke sind auch die technologischen Vorgänge bei der Roheisengewinnung abhängig. Dementsprechend ist den MgO haltigen Schlacken (10 % MgO), wegen deren Viskosität und der Entschwefelungseigenschaften besonderen Nachdruck zu legen. Jugoslawische Hochofen arbeiten mit Schlacken die weit unter dem normalen MgO Gehalt liegen. Deshalb war es nötig, die Entschwefelungsfähigkeit, die Viskosität und die mineralogische Zusammensetzung der Hochofenschlacken mit 10 % MgO zu untersuchen. Die Entschwefelungsergebnisse waren positiv, wenn diese im Temperaturbereich von 1400

bis 1500° C, und bei der Basizität $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 1,0 - 1,2$, durchgeführt worden ist. Der Zweck der Untersuchungen war auch die Aktivität von MgO, in den Schlacken, als teilweisen Ersatz für CaO festzustellen. Die Ersetzung von CaO mit MgO bis 10 % gibt die besten Ergebnisse bei der üblichen Hochofenschlackenbasizität. Im saueren Bereich ist CaO ein besseres Entschwefelungsmittel als MgO. Die Viskosität dieser Schlacken wurde mit einem Rotationsviskosimeter gemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen zeigten, dass die Viskosität mit dem steigenden MgO Gehalt in der Schlacke bis zu 10 %, und bei der steigenden Temperatur, kleiner wird. Die Ersetzung von CaO in der Schlacke durch MgO bis 10 % vermindert die Viskosität im basischen, und vergrößert sie, im saueren Bereich. Das Gefüge der Schlacken ist hauptsächlich aus Melilith und Merwint zusammengesetzt, ohne freien MgO Gehalt.

SUMMARY

In the technological process of ironmaking the slag has important influence due to the interactions in the slag/pig iron interface. The technological process depends also on the chemical composition and the physical properties of slag. Thus the emphasis is given to the slags containing about 10 % MgO because of their viscosity and ability for desulphurisation. Yugoslav blast furnaces operate with the slags having MgO contents far below the normal values thus the ability for desulphurisation, viscosity, and mineral composition of slags with up to 10 % MgO were investigated. Desulphurisation of pig iron produced between 1400 and 1500° C gave positive results especially if the slag basicity CaO/SiO_2 was 1.0 to 1.2.

The intention of the investigation was also to determine the MgO activity as a partial substitute for CaO. The substitution of CaO with MgO up to 10 % gives the best results with slag basicities which are usual in the blast furnace operation. In the highly acid region, CaO is better desulphuriser than MgO. Slag viscosities were measured with a rotary viscosimeter. The results show that the slag viscosity is reduced if the MgO content in slag is increased up to 10 %, and with the increased temperature too. Substitution of CaO with MgO in slag up to 10 % reduces the viscosity in the basic region while it is increased in the acid region. Slag structure mainly contains melilite and merwinite without free MgO.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При управлении технологического процесса производства чугуна значительное влияние, вследствие взаимных реакций в промежуточном слое имеет отношение шлак-чугун. От химического состава шлака и от его физических свойств зависит также технологический процесс производства. Поэтому надо подчеркнуть значение шлака с содержанием прибл. 10 % MgO из-за его вязкости и способности к обессериванию. Югославские доменные печи работают с шлаками, которые содержат гораздо меньше MgO, далеко под нормальным значением.

Поэтому было необходимо исследовать способность на обессеривание, вязкость и минералогический состав доменных шлаков, которые содержат до 10 % MgO.

Обессеривание чугуна выполнялось в температурном интервале между 1400—1500° и дало положительные результаты, в осо-

бенности в области основания $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} = 1,0 - 1,2$.

Следующая цель исследования была также определить активность в шлаках как частичного заменителя за CaO. Обмен CaO с MgO до 10 % дает самые лучшие результаты при работе доменных печей с основными шлаками. В очень кислой среде является CaO лучшим десульфуризатором чем MgO. Вязкость этих шлаков измеряли с ротационным вискозиметром. Результаты измерений показали, что с увеличением содержания MgO до 10 % и с повышением температуры вязкость уменьшается. Замена CaO с MgO в шлаках с содержанием до 10 % уменьшает вязкость в основной и увеличивает в области кислой среды. Структура шлаков составлена главным образом из мелинита и мервинита, который не содержит свободный MgO.