

Sintetično talilo za jeklarsko tehnologijo

UDK: 669.187.25:621.365.22

ASM/SLA: D5b, D5bd, Dnn, W 185

Vasilij Prešern



Opisani so poskusi uporabe sintetičnih talil za nadomeščanje jedavca pri izdelavi jekel v električnih obločnih pečeh.

V prvem delu so prikazani rezultati uporabe različnih talil v fazi odfosforenjenja in oksidacije, v drugem delu pa v fazi rafinacije.

Uspešnost posameznega talila smo ugotavljali s pomočjo kemične analize žlindre in jekla, mineraloške analize žlindre in različnih tehnoloških podatkov.

A. UVOD

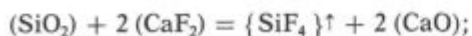
Jeklo je pri izdelavi v električnih obločnih pečeh stalno v stiku z žlindro, ki nastaja iz namerno in nenamerno dodanih surovin v peč. Manj vsebuje žlindra tudi produkte različnih reakcij raztopljenih elementov v jeklu ter komponente iz ognjevarne obloge električnih obločnih peči.

Ena od osnovnih in najvažnejših komponent žlindre je CaO. Dobra topnost in predvsem aktivnost tega CaO v žindri pa je osnovna naloga bazičnih metalurških žlinder, ki jih uporabljamo v bazičnih električnih obločnih pečeh, v SM-pečeh, v konvertorjih, itd. Da dosežemo zadosti hitro raztapljanje apna v žindri in zadostno aktivnost, oziroma reaktivnost tega apna, dodajamo žlindri različna talila in pri večini današnjih jeklarskih postopkov se kot talilo uporablja jedavec.

Kljub vsestransko dokazani in preizkušeni uporabnosti jedavca pa poizkušajo najti v svetu zamenjavo, oziroma nadomestilo za jedavec. Za to sta predvsem dva najvažnejša razloga:

- primeren jedavec imajo le nekatere države in predvidevajo, da bo njegova cena še naraščala,

- pri uporabi jedavca kot talila pride do tvorbe fluoridov — n. pr. SiF_4 po reakciji:



fluoridi so v plinastem stanju izredno strupeni, oziroma zdravju škodljivi.

Osnovni cilj naših raziskav je bil, da ugotovimo sestavo primerne sintetične talila, ki bi zamenjal sedaj uporabljeni jedavec. Novo talilo mora nadomestiti jedavec v vseh metalurških, ekoloških in ekonomskih pogledih. Zato smo pri izbiri primernih surovin za izdelavo takega talila skušali uporabiti čim cenejše in lahko razpoložljive komponente, pri čemer smo preizkusili možnost uporabe različnih odpadnih (sekundarnih) surovin.

Primernost, oziroma uporabnost sintetičnega talila smo določali z meritvami različnih fizikalnih in kemičnih lastnosti — to je dosežene stopnje razžveplanja z uporabo posameznih talil, ocenitvijo tekočnosti, oziroma viskoznosti in temperature tališča.

B. SESTAVA SINTETIČNIH TALIL

Poznano je, da se lahko n. pr. žlindre, sistema CaO-SiO_2 , pri delovni temperaturi 1870 K nasitijo le s kalcijevim ortosilikatom ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) in da vsako dodajanje apna v tako žlindro ne omogoča povečanje aktivnosti CaO. Reaktivnost in topnost apna v teh žlindrah se lahko poveča samo s povečanjem delovne temperature.

Iz trokomponentnih faznih sistemov $\text{CaO-SiO}_2\text{-CaF}_2$, $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ in $\text{CaO-SiO}_2\text{-FeO(Fe}_2\text{O}_3)$ pa lahko ugotovimo, da komponente CaF_2 , Al_2O_3 in FeO omogočajo nasičenje žlinder s CaO že pri temperaturah 1870 K. Omenjene komponente CaF_2 , Al_2O_3 in FeO delujejo namreč kot talila, ki povzročajo predvsem nižjo temperaturo tališča različnih žlinder na osnovi CaO-SiO_2 . S pravilno izbrano sestavo žlinder se da doseči pri temperaturah 1870 K nasičenje ne le z $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ali $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, temveč tudi s čistim CaO.

Z gledišča ionske sestave metalurških žlinder je delovanje CaF_2 kot talila zelo ugodno. Le-ta namreč disociira na enostavne ione Ca^{2+} in F^- , ki ne tvorijo velikih kompleksnih skupin. Zato je dodajanje CaF_2 v žlindre pozitivno tudi glede zmanjšanja viskoznosti žlinder.

Naša naloga je bila najti primerno talilo kot nadomestek za CaF_2 (jedavec). O vplivu Al_2O_3 in

Dr. V. Prešern, dipl. ing. metalurgije, samostojni raziskovalec na Metalurškem inštitutu

FeO (Fe_2O_3) na povečanje raztapljanja CaO v žlindrah smo že govorili, slabše pa se Al_2O_3 in FeO obnašata, če zasledujemo njuno vgrajevanje v zgradbo žlinder, oziroma njun vpliv na viskoznost žlinder. Elementa Al in Fe smatramo namreč za amfoterna, to je, da se v kislih žlindrah pojavljata samo v kationski obliki Al^{3+} , Fe^{2+} — v elektropečnih visokobazičnih žlindrah pa se pojavljata v kompleksnih oblikah — npr. AlO_3^{3-} . Vpliv takšnih skupin pa ovira gibanje prostih ionov, kar se pozna pri viskoznosti žlinder.

Zato smo poskušali ugotoviti sestavo talila namesto jedavca, ki bi bilo sestavljeno iz več komponent. Na ta način bi že samo talilo imelo nizko temperaturo tališča in dobro tekočnost, njegova aplikacija pri dodajanju v osnovne elektropečne žlindre pa naj bi predvsem vplivala na povečano možnost raztapljanja apna in s tem predvsem na reakcije odfosforenja in odprave žvepla.

Da bi lahko ugotovili najugodnejšo sestavo sintetičnega talila namesto jedavca, smo v laboratorijskih pogojih preizkusili več po sestavi različnih talil. Najprimernejša talila v pogledu doseženega razžveplanja, odfosforenja in temperature tališča, so talila z oznakami T-7, T-13, T-15 in T-16. Ker pa je bila naša naloga, da ugotovimo možnosti nadomeščanja uporabe jedavca v industrijskih električnih obločnih pečeh za izdelavo jekla, smo izdelali večje količine predlaganih talil in jih preizkusili v stvarni jeklarski praksi.

Ena od zahtev, ki smo jo morali upoštevati pri izdelavi talil, je bil ekonomski dejavnik. Zato smo uporabili cenene (ali odpadne) surovine:

CaO — kot ostanek (drobna frakcija pod 1 mm) pri mletju kosovnega apna

FeO — v obliki odpadne valjarniške škaje

Al_2O_3 — v obliki prežarjenega boksita

CaF_2 — (v talilih ga je maksimalno 20 %)

C. INDUSTRIJSKI POSKUSI

Industrijske poskuse za ugotavljanje uporabnosti posameznih talil smo razdelili v dva dela. V prvem delu smo nadomeščali jedavec v fazi odfosforenja in oksidacije, v drugem delu pa smo opisali preizkušanje talila v fazi rafinacije.

1. Nadomeščanje jedavca v fazi odfosforenja in oksidacije

Industrijske poskuse smo opravili na 10- in 25-tonski električni obločni peči. Skupno smo izdelali 25 poskusnih talin, in sicer:

7 talin s talilom z oznako T-7

7 talin s talilom z oznako T-13

5 talin s talilom z oznako T-15

6 talin s talilom z oznako T-16

Vse taline smo izdelali po obstoječi tehnologiji, le da smo namesto jedavca dodajali sintetična talila. Količine dodatka teh talil nismo predpisali in smo jih dodajali v peč na žlindro po potrebi (vizualna ocena videza žlindre).

Prve količine talil smo dodali po raztalitvi vložka, ko smo želeli, da prične sama odtekati prva žlindra.

Prvi vzorec žlindre in jekla smo vzeli po raztalitvi celotnega vložka, drugi vzorec žlindre pred pričetkom oksidacije, tretji vzorec žlindre pa pred vlekom (odstranitvijo) oksidacijske žlindre. Drugi vzorec jekla pa smo vzeli po končani oksidaciji s plinastim kisikom.

Povprečne vsebnosti žvepla in fosforja v vzorcih jekla ter doseženo stopnjo razžveplanja in odfosforenja s posameznimi vrstami sintetičnih talil ter količina porabljenega talila so vidne iz tabele.

V trokomponentnem sistemu $\text{CaO-SiO}_2\text{-FeO}_n$ smo prikazali sestavo žlinder pri uporabi vseh štirih vrst sintetičnih talil.

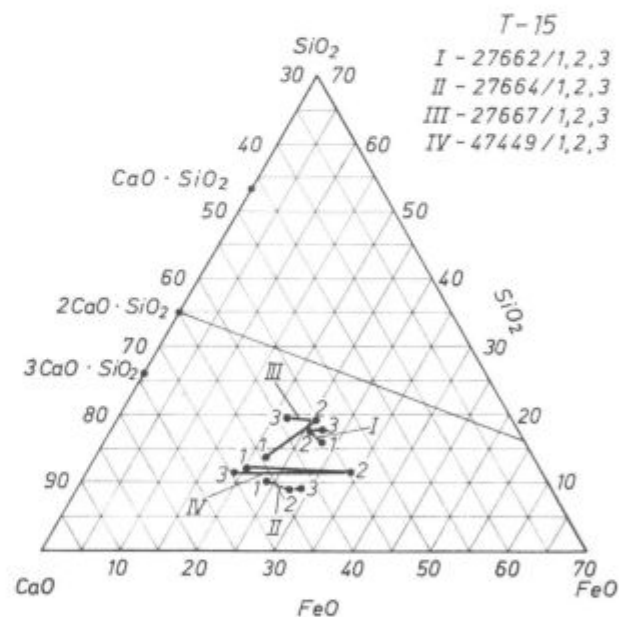
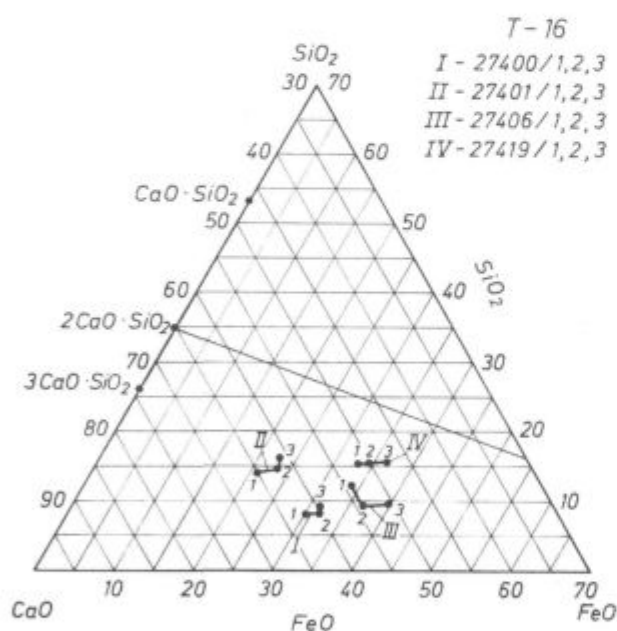
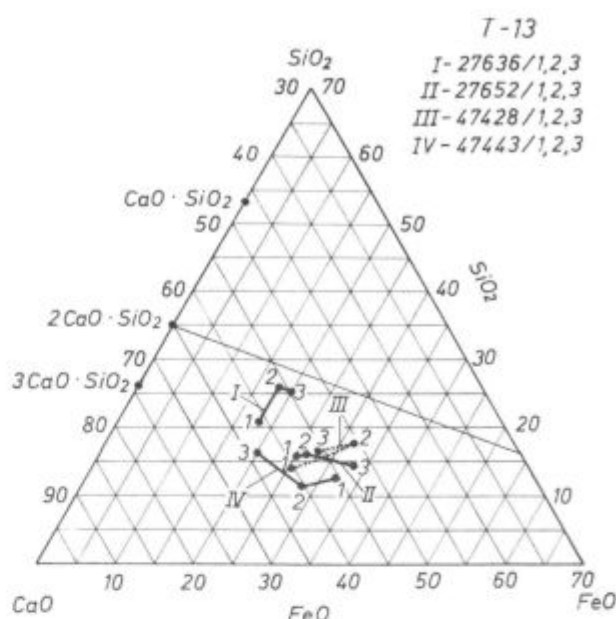
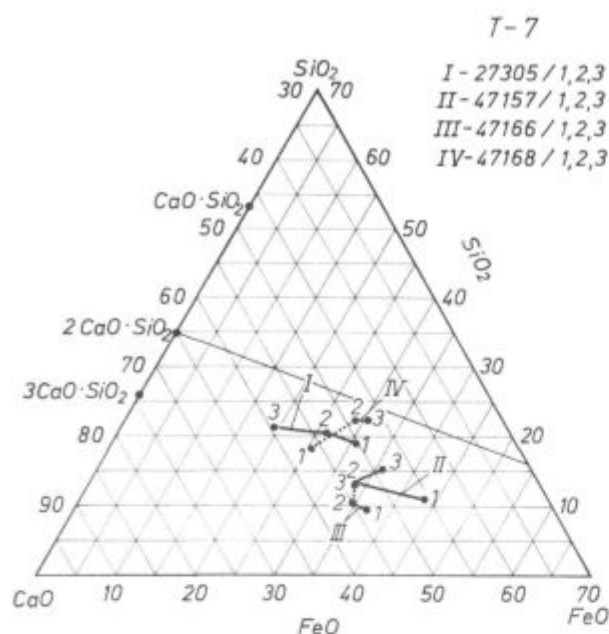
V tem trokomponentnem sistemu smo iz kemične analize žlindre preračunali CaO, SiO_2 in FeO_n , v katerem je zajet FeO in Fe_2O_3 v žlindri, na 100 % in narisali diagrame, ki so na slikah 1, 2, 3 in 4.

Žlindre smo analizirali samo v času oksidacije. Na vsakem diagramu je navedena številka taline in oznaka uporabljenega talila. Številke za oklepajem pri posameznih talinah pa pomenijo, kdaj smo vzeli vzorec posamezne žlindre.

Tak način predstavitve sestave žlindre, ki nastaja med procesom proizvodnje jekla, je sicer zelo poenostavljen, toda vseeno nam ponazori sestavo žlindre, ki je nad talino.

Sestava žlinder pri uporabi talil T-7 in T-16 se pri pregledu strukture strjenih žlinder razli-

Talilo	Poraba talila (kg/t)	1. vzorec		2. vzorec		$\frac{S_1 - S_2}{S_1} \cdot 100$	$\frac{P_1 - P_2}{P_1} \cdot 100$
		% S	% P	% S	% P	(%)	(%)
T-7	3,82	0,037	0,038	0,030	0,022	19	14
T-16	4,43	0,037	0,036	0,032	0,023	14,5	36
T-15	4,34	0,048	0,033	0,038	0,018	19,5	47
T-13	5,14	0,041	0,032	0,034	0,015	16	53



kuje od onih pri uporabi talil T-13 in T-15. V glavnem so žlindre pri uporabi talil T-7 in T-16 sestavljene iz dikalcijevega silikata $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ in Wüstita FeO in nekaj zmesnih kristalov $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ in $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, oziroma kot pišemo $4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. V žlindrah torej ni samo Fe^{2+} , temveč tudi Fe^{3+} .

V žlindrah pri uporabi talil T-13 in T-15 pa najdemo ob $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ in $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ še tudi prosto apno. Značilno za take žlindre je, da so bolj aktivne, in to zlasti pri odfosforenjenju in razžveplanju.

Značilno za ta talila in zato tudi žlindre je, da vsebujejo minimalno vsebnost CaF_2 . Ta CaF_2 pa

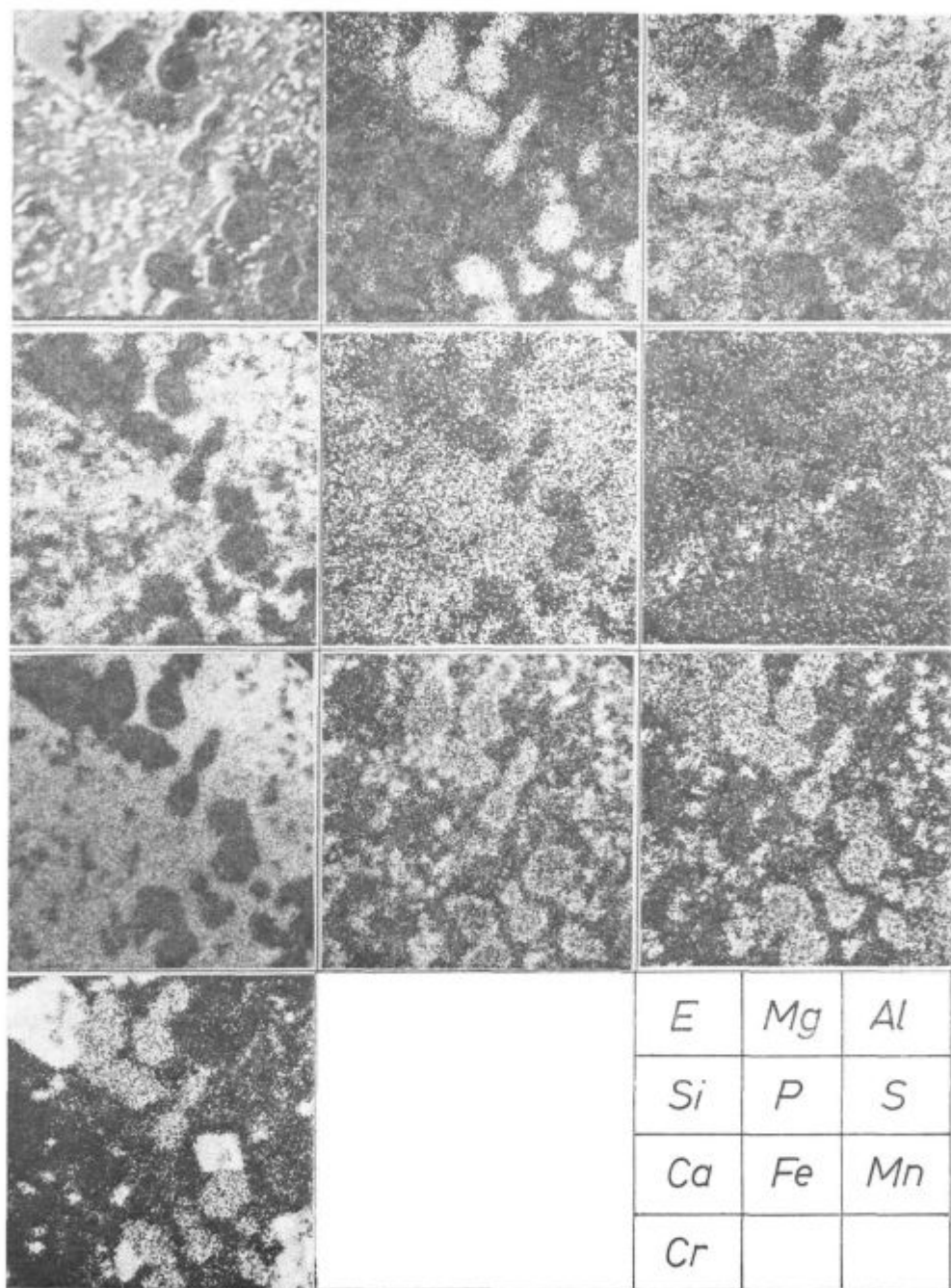
povzroča še boljše tekočnost žlindre, čeprav so po sestavi že v področju CaO , toda v resnici so nekje na fazni meji med področjem izločanja CaO in $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$

V omenjenih trokomponentnih sistemih nismo upoštevali MgO , ki nastopa v žlindrah kot prost periklas kot ostanek ognjevarnega gradiva.

Preizkušanje talil v fazi odfosforenja in oksidacije je pokazalo, da je najbolj primerno talilo

z oznako T-13 in zato smo izdelali temeljitejšo analizo uporabe tega talila.

Uporabo, oziroma uspešnost talila z oznako T-13 smo preizkusili pri izdelavi 7 talin. Izdelana so bila nizkolegirana jekla s končno vsebnostjo ogljika od 0,14 do 0,60 %. Na podlagi doseženih rezultatov domnevamo, da je bilo preizkušano talilo dobro, ker so doseženi rezultati v pogledu zmanjšanja vsebnosti žvepla (povprečno razžvep-



Slika 5
Sestava talilne žlindre v talini 47443

Fig. 5
Composition of the smelting slag in the 47443 heat.

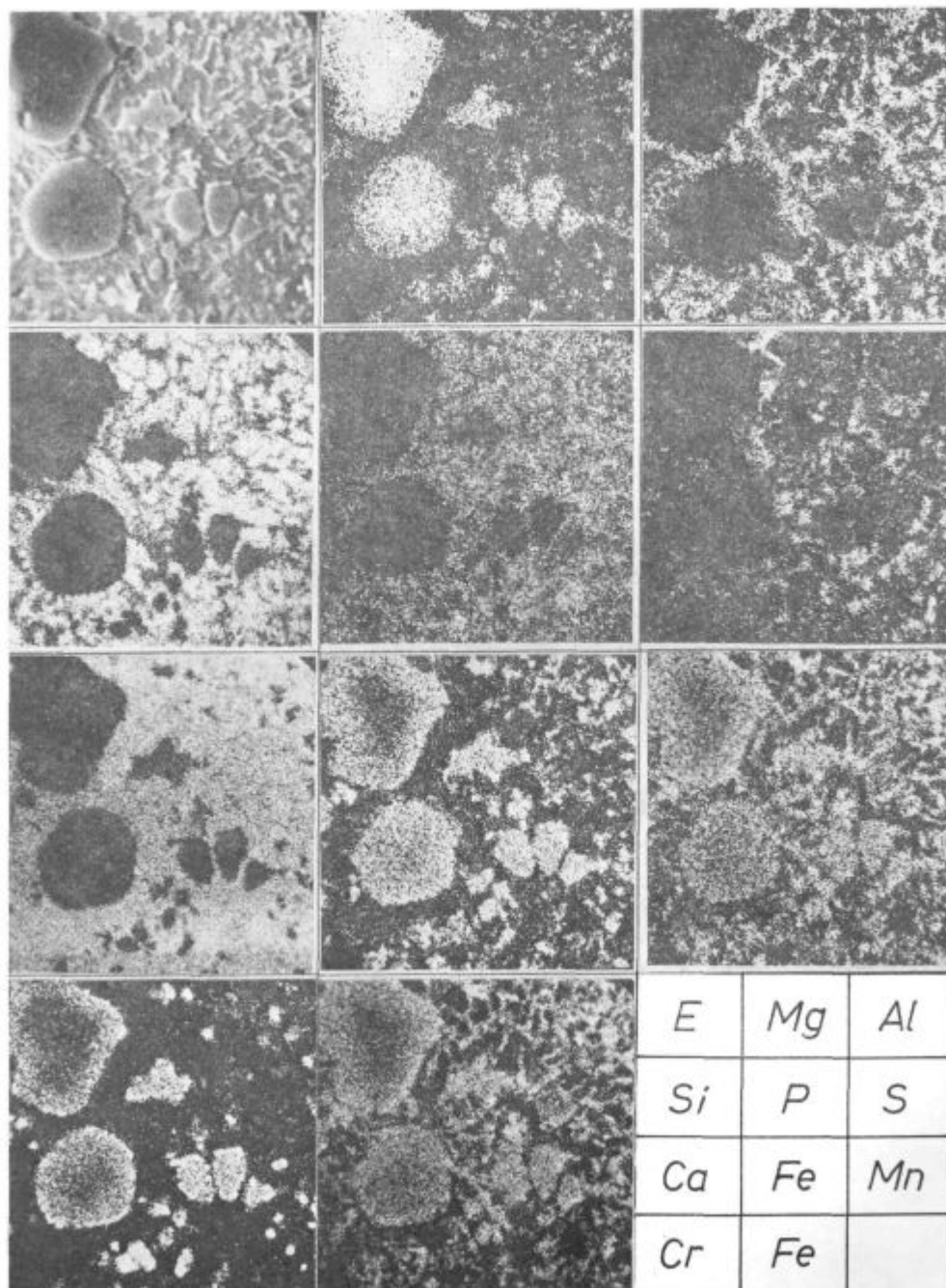
lanje do konca oksidacije je bilo 16 %) in fosforja (povprečno zmanjšanje vsebnosti fosforja je bilo 53 %) dobri. Tudi količina uporabljenega talila v primerjavi z običajno prakso z uporabo jedavca kot talila je bila v mejah normalnosti.

Za boljšo predstavbo poteka izdelave taline z uporabo talila T-13 bomo v nadaljevanju podrobneje opisali izdelavo taline 47443 (Č. 4830).

Ta talina vsebuje okoli 0,8 % kroma in je zato večja tudi vsebnost Cr_2O_3 v žlindri.

Znano pa je, da vsebnost Cr_2O_3 močno gosti žlindro. Ob raztalitvi je bila vsebnost Cr_2O_3 v žlindri 5,4 %, vendar smo že z majhno količino dodanega talila (okoli 1,5 kg/t) žlindro močno razredčili in je bila zato žlindra zelo reaktivna (vsebnost fosforja v prvem vzorcu jekla je bila le 0,018 %, žvepla pa 0,030 %). Sestavo te žlindre na mikroanalizatorju prikazuje slika 5.

Nova žlindra je bila izdelana z dodatki apna, apnenca, rude in talila T-13. Vsebnost Cr_2O_3 v dru-



Slika 6
Sestava druge žlindre v talini 47443

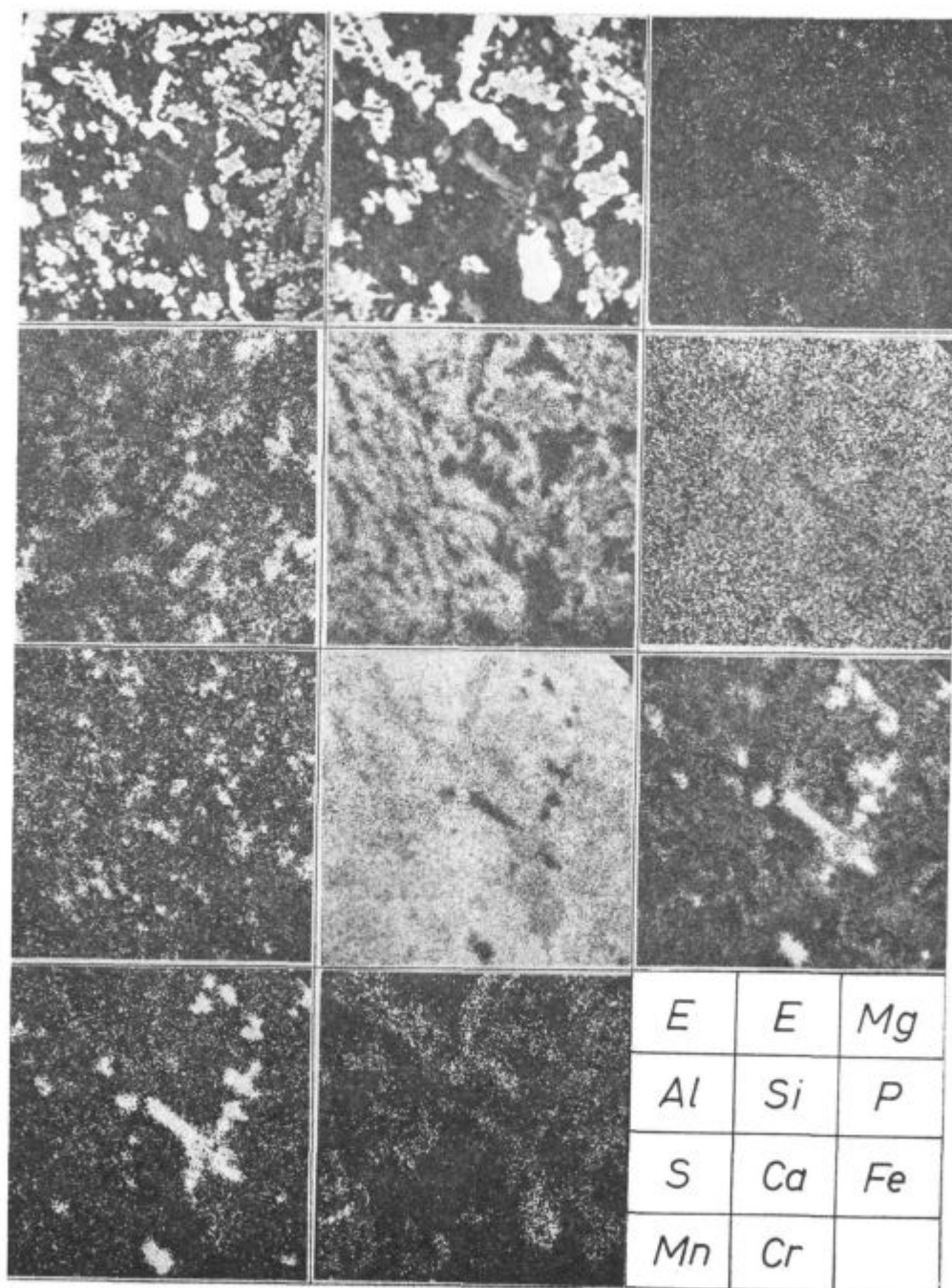
Fig. 6
Composition of the second slag in the 47443 heat.

gem vzorcu žlindre je bila več kot 8 % (slika 6), pa vendar je bila reaktivnost, oziroma tekočnost žlindre zadovoljiva. Tudi analiza tretjega vzorca žlindre je pokazala vsebnost kromovega oksida (slika 7), vendar je izkuhanje potekalo normalno.

Mineraloška analiza žlinder te taline je pokazala vsebnost tudi trikalcijevega silikata ob dikalcijevem silikatu in wüstitu ter $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Sestava te žlindre v omenjenem trokom-

ponentnem sistemu (slika 3) je ravno na meji izločanja dikalcijevega silikata in trikalcijevega silikata. V žlindri smo opazili vse dosedaj omenjene kristale — to je dikalcijev in trikalcijev silikat, prosto apno, zmesne kristale $4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Sestavo strnjene žlindre smo določevali na osnovi mikroskopije, difraktometrije in preiskav na elektronskem mikroanalizatorju.

Ocena uporabnosti talila T-13 pri izdelavi te taline je vsekakor zelo pozitivna, saj smo ga na-



Slika 7
Sestava tretje žlindre v talini 47443
Fig. 7
Composition of the third slag in the 47443 heat.

menoma preizkusili pri jeklu z večjo vsebnostjo kroma, oziroma kromovega oksida. Zelo dobre rezultate v pogledu majhnih vsebnosti fosforja in žvepla v tej talini smo potrdili tudi s kemičnimi in predvsem mineraloški preiskavami žlinder.

Talilo T-13, sestavljeno iz CaO , Al_2O_3 in 20 % CaF_2 , je zadostilo našim zahtevam v fazi odfosforjenja in oksidacije. Zato smo to talilo preizkusili tudi v fazi rafinacije, kar opisujemo v nadaljevanju članka.

2. Nadomeščanje jedavca v fazi rafinacije

Faza rafinacije ima odločilno vlogo za končno kvaliteto jekla, saj potekajo tedaj dezoksidacija, dokončno legiranje in razžveplanje. Predvsem za uspešno odpravo žvepla pa je potrebna dobro tekoča, reaktivna in močno bazična žlindra. Prav zato je v tej fazi odločilen vpliv talila.

Preizkušanje sintetičnega talila T-13 smo opravili na 60-tonski električni obločni peči. Naredili smo 15 poskusov in vse poskusne taline smo izdelali brez dodatka jedavca. Tehnologije izdelave nismo spreminjali, količino dodatka talila pa smo določali po trenutni potrebi (vizualna ocena stanja žlindre).

Med izdelavo poskusov smo jemali vzorce jekla in žlindre. Povprečna vsebnost žvepla po končani oksidaciji in izkuhavanju je bila 0,032 %. Po odstranitvi oksidacijske žlindre smo dodali talila povprečno 4,3 kg/t. Rafinacija je bila 53 minut in končna vsebnost žvepla 0,013 %, dosežena stopnja razžveplanja v rafinaciji pa 59 %.

Sestavo nekaterih vzorcev rafinacijske žlindre prikazuje tabela 1, kjer pomeni:

/1 — prvi vzorec žlindre po dodatku in raztalitvi talila,

/2 — drugi vzorec žlindre, vzet istočasno kot vzorec jekla 2 (na sredini rafinacije),

/3 — tretji vzorec žlindre tik pred prebodom.

Analiza uporabe sintetičnega talila T-13 v fazi rafinacije je pokazala, da lahko to talilo popolnoma nadomesti do sedaj uporabljeni jedavec. To smemo trditi na podlagi rezultatov številnih industrijskih poskusov, najvažnejše ugotovitve pa lahko strnemo v naslednjem:

— sintetično talilo T-13 je uspešno zamenjalo jedavec,

— dosežena stopnja razžveplanja je zadovoljiva,

— poraba talila je v mejah sedanje porabe jedavca,

— trajanje rafinacije je normalno,

— dodatno talilo je v ca. 5 minutah omogočilo tvorbo dobro tekoče, aktivne in bazične žlindre,

— nismo opazili večje porabe ognjevarnega materiala v peči zaradi uporabe novega talila.

Iz dobljenih analiz je razvidno, da smo že v peči dosegli občutno razžveplanje, da pa smo velik del žvepla odpravili tudi med prebodom, ko se je žlindra močno mešala z jeklom. To ponovno dokazuje, da smo imeli že v peči zelo aktivno rafinacijsko žlindro.

Tabela 1: Kemična analiza vzorcev rafinacijske žlindre (v masnih odstotkih)

Oznaka vzorca	SiO_2 (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al_2O_3 (%)	FeO (%)	Fe_2O_3 (%)	Fe celot. (%)	MnO (%)	Cr_2O_3 (%)
7987/1	11,75	56,08	8,06	13,90	5,15	0,29	4,0	0,72	0,15
7987/3	12,20	54,40	11,69	12,49	4,59	0,98	4,33	0,9	0,15
7991/1	9,95	45,99	11,20	7,01	14,79	8,44	17,50	2,13	0,45
7991/2	11,80	56,60	11,29	12,11	8,12	2,70	8,20	2,04	0,29
7991/3	11,50	48,51	14,92	8,10	9,91	3,30	10,01	3,14	0,38
7996/1	4,2	51,40	7,96	10,00	14,01	9,98	17,80	2,07	0,58
7996/3	4,35	57,45	8,87	12,49	10,38	5,23	11,73	1,32	0,35
8106/1	10,0	60,30	5,34	16,63	4,03	1,52	4,19	1,06	0,06
8106/2	7,05	65,33	5,89	16,18	3,86	—	3,00	0,49	0,06
8106/3	8,30	64,5	5,02	14,25	4,53	0,16	3,63	1,06	0,11
8208/1	11,10	51,63	5,3	8,66	8,34	9,49	13,12	4,74	0,60
8208/3	9,12	59,73	4,6	8,22	7,9	4,8	9,50	3,72	0,58
8212/1	13,47	60,85	4,90	10,64	4,12	2,2	4,74	3,50	0,21
8212/2	11,35	61,83	4,93	10,83	3,34	3,07	4,75	3,19	0,28
8212/3	14,05	60,01	4,70	10,50	4,67	2,0	5,03	3,72	0,32

D. ZAKLJUČKI

Naša naloga je bila, da izdelamo talilo, ki bi nadomestilo uporabo jedavca pri izdelavi jekla v električnih obločnih pečeh. Zato smo izdelali številne laboratorijske poskuse in na podlagi rezultatov teh poskusov smo izdelali večje količine štirih tipov sintetičnih talil, ki so bila sestavljena iz apna, prežarjenega boksita, škaja in do 20 % jedavca.

Industrijske poskuse smo opravili najprej v fazi odfosforenja in oksidacije. S pomočjo kemičnih analiz žlinder in jekla ter mineraloških preskav žlinder in z upoštevanjem različnih tehnoloških

podatkov (temperatura jekla, količina dodatkov, čas trajanja posameznih tehnoloških faz, itd.) smo ugotovili in dokazali, da je najprimernejše talilo z oznako T-13, ki je sestavljeno iz apna, prežarjenega boksita in 20 % CaF_2 .

To talilo smo preizkusili tudi v fazi rafinacije jekla. Pokazalo se je, da lahko uspešno nadomestimo jedavec tudi v tej tehnološki fazi izdelave jekla.

Na podlagi dobljenih rezultatov smemo zaključiti, da smo uspešno rešili dano nalogo — to je poiskati primerno sintetično talilo za nadomeščanje jedavca pri izdelavi jekla v električnih obločnih pečeh.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Zweck dieser Arbeit war ein Flussmittel herzustellen, welches die Anwendung von Fluorapat bei der Stahlerzeugung in Lichtbogenöfen ersetzen könnte. Auf Grund der vorgehenden laboratorischen Versuche haben wir grössere Mengen von vier Typen der synthetischen Flussmittel, welche aus Kalk, gebranntem Bauxit, Zunder und bis zu 20 % Fluorapat zusammengesetzt waren, hergestellt.

Industrierversuche haben wir zuerst in der Entphosphorungsphase und der Oxydationsphase durchgeführt. Mit Hilfe der chemischen Schlackenanalyse (Bild 1, 2, 3 und 4) der Stahlanalyse und der mineralogischen Schlackenuntersuchungen und bei Berücksichtigung verschiedener technologischer Daten (wie der Stahltemperatur, der Menge der Zusätze, der Dauer der einzelnen technologischen Phasen, ...) haben wir festgestellt, dass das Flussmittel mit der Bezeichnung T-13 den Forderungen

am besten entspricht. Die Bilder 5, 6 und 7 zeigen die Änderungen der Schlackenzusammensetzung beim Zusatz dieses Flussmittels.

Aus der mineralogischen Analyse dieser Schlacken ist ersichtlich, dass die Zusammensetzung der Schlacken sehr günstig ist und zwar gerade an der Grenze der Ausscheidung von Dikalzium und Trikalziumsilikat.

Das Flussmittel T-13 enthält keine Eisenoxide und könnte deshalb während der Raffinationszeit eingesetzt werden. Es hat sich gezeigt, dass auch in dieser technologischen Phase das neue Flussmittel den Fluorapat in jeder Hinsicht erfolgreich ersetzt hat.

Unserer Betrachtung nach sind die erhaltenen Ergebnisse günstig und die Aufgabe — ein synthetisches Flussmittel für die Ersetzung von Fluorapat bei der Stahlerzeugung in elektrischen Lichtbogenöfen zu finden, sei damit gelöst.

SUMMARY

The intention was to prepare the flux which could substitute fluorspar in the electric-arc-furnace steelmaking. Based on previous laboratory tests, greater amounts of four synthetic fluxes composed of lime, calcined, bauxite, scale and up to 20 % fluorite were prepared.

At first, industrial tests of dephosphorisation and oxidation were made. Chemical analyses of slags (Figs. 1 to 4) and steel, mineralogical investigations of slags, and taking in account various technological parameters (steel temperature, amount of additives, duration of single technological stages, etc.) proved that T.13 flux is the most suitable. Figs. 5 to 7 present the changed slag composition when this flux was added while the mineralogical analysis of those slags gives evidence that the slag composition is very favourable and it is just on the boundary of the precipitation of dicalcium- and tricalcium silicate. T-13 flux does not contain iron oxides, and thus it was tested also in steel refining. This new flux proved to be in all respects successful substitute for fluorspar also in this technological stage.

The obtained results are supposed to be favourable in solving the problem, i.e. in finding a suitable synthetic flux as a substitute for fluorspar in the electric-arc-furnace steelmaking.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель исследования была изготовить флюс, который бы послужил как заменитель плавикового шпата при изготовлении стали в электрических дуговых печах. На основании результатов предварительных лабораторных опытов приготовили сравнительно большое количество синтетических флюсов четырех различных видов, состоящих из извести, прокаленного боксита, окалины и максимум 20 % плавикового шпата.

Сначала опыты промышленного масштаба велись в фазах дефосфоризации и окисления. При помощи химического анализа шлаков (фиг. 1, 2, 3 и 4) и стали, а также минералогических исследований шлаков, учитывая разные технологические данные как напр.: т-ру стали, количество добавок, длительность отдельных технологических фаз и пр. доказали, что более всего от-

вечает требованиям флюс с обозначением T-13. На фиг. 5, 6 и 7 приведены изменения в составе шлака при добавке этого флюса.

Из минералогического анализа этих шлаков ясно, что состав шлаков благоприятен именно на границе выделений бисиликата и трисиликата кальция.

Флюс T-13 не содержит окисей железа и, поэтому, исследования вели также в фазе рафинирования стали. Оказалось также, что и в этой технологической фазе новый флюс во всех отношениях успешно заменяет плавиковый шпат.

Автор считает, что полученные результаты исследования благоприятны, и что поставленное задание т.е., произвести соответствующий синтетический флюс как заменитель за плавиковый шпат при изготовлении стали в электрических дуговых печах, успешно выполнено.