

## Bazična opeka za oboke in komore SM peči

Vzdržnost obokov SM peči pri plinski in mazutni kurjavi ter pri dodatku zgorevnega kisika. Vpliv kisika na vzdržnost zadnjih sten in gredel v komorah.

Zahtevam za povečano proizvodnost SM peči se mora prilagoditi industrija proti ognju odpornega gradiva. Pri kurjenju peči z generatorskim plinom je toplotna obremenitev peči znatno manjša kot pri mazutu, saj odpade na m<sup>2</sup> površine kopeli in na uro pri hitrem zakladanju le 300.000 kcal, dočim znaša pri dodatku zgorevnega kisika toplotna obremenitev že do 450.000 kcal/m<sup>2</sup>, h.

Plinska in mazutna kurjava se bistveno razlikujeta. Pri kurjenju s plinom poteka zgorevanje preko difuzije zraka s plinom. Reakcije zgorevanja so počasne. Pri kurjenju z oljem plamen zaradi velikega impulza sesa zrak, temperatura plamena je visoka in povzroča oksidacijo in izparevanje železa. Pretakanje zgorelih plinov z visoko temperaturo in veliko energijo povzroča močno obrabo proti ognju odporne obzidave peči. Če dodajamo plamenu kisik, se pogoji še zaostrijo, poviša se temperatura plamena ter oksidacija in izparevanje železa iz vložka.

Oksidacija kopeli s kisikom je še ostrejša kot dodajanje kisika plamenu. Reakcije med kisikom in kopeljo potekajo v ozkem območju tik pred cevjo, že tako visoka temperatura med oksidacijo se zaradi znatnih eksotermnih reakcij še povečuje. Oksidacija in izparevanje železa dosežeta višek. Poleg tega žilindra, ki brizga proti zadnji steni peči in jaškom ter valovanje taline mehansko in kemično nažira proti ognju odporno obzidavo peči. Difuzija železovih oksidov v zunanji sloj opeke ima za posledico reagiranje teh z opeko, kar zmanjšuje odpornost proti ognju in povečuje volumen opeke. To naraščanje opeke je posebno izrazito pri večji uporabi kisika. Zahteva jeklarjev za manj porozno in dobro termostatično opeko je zato toliko bolj upravičena. Razni postopki danes že zagotavljajo tako kvaliteto, kot npr.: s katrautom prepojena opeka, magnezit-kromitna in zelo čista magnezitna opeka. Armiranje opeke znotraj in oblaganje s pločevino zunaj preprečuje odpadanje proti plamenu obrnjenih slojev opeke, seveda, če je proti ognju odporno gradivo dobro in potrebujemo armaturo le za vezanje odluščenih slojev. Manj škodljivih primesi, ki tvorijo steklasto fazo zaradi difuzije oksidov, običajno 3—5 cm za delovno površino, pa je osnovni pogoj za dobro proti ognju odporno gradivo. Opeka z najmanj 98 % MgO je danes že precej pogosta.

Magnezitno, krom-magnezitno in magnezit-kromitno gradivo (imenovano »črno«) se danes vse bolj uporablja tudi v spodnjih delih peči. Nekdaj so bili jaški iz »črnega« gradiva, danes so obzidani s tem že žilindrniki in tudi del gredelov v komorah.

Večletni poskusi in prizadevanja proizvajalcev proti ognju odpornega gradiva so dovedli do uspehov. Tehnologija proizvodnje jekla in večanje proizvodnosti postavljata prednje vedno nove naloge, ki jih je treba z novim gradivom tudi reševati. Kisikovi postopki za proizvodnjo jekla (LD in posebno še Kaldo) so dali povod za obsežne raziskave v tej smeri. Največjo vzdržnost LD/AC konvertorja z magnezitno obzidavo znaša 939 šarž. Dosegli so jo pri Richard Thomas — Baldwins v Angliji<sup>1</sup>.

### a) Vzdržnost obokov pri plinski in mešani kurjavi

Prvi obok iz krommagnezita smo vgradili na Jesenicah. V tem času so bili oboki iz silika opeke ter so vzdržali do 550 šarž. Z vgrajevanjem domačih proti ognju odpornih obokov smo v začetku dosegli slabe rezultate, pozneje pa boljše. Poprečna vzdržnost obokov je prikazana v tabeli 1.

1. Do vključno leta 1954 so bile vse peči kurjene z generatorskim plinom, vzdržnost obokov je bila od 725—2170 šarž. Oboki so bili rebrasti z dodatno opeko.

2. V letih 1955—1956 smo pričeli uporabljati delno že opeko »Magnohroma«, vzdržnost se je gibala od 435—1084 šarž.

3. V letu 1957 so bili vsi oboki iz opeke »Magnohroma«, razen na peči 1, kjer smo prvi njihov obok vgradili leta 1958.

4. Kurjava je bila v letih 1957—1958 plinska, razen na peči 1 in 3, kjer smo kurili dodatno z mazutom. Od leta 1959 so imele vse peči dodatno mazutno kurjavo.

5. Kisik za oksidacijo smo začeli uporabljati leta 1960. V letu 1966 smo na vseh pečeh dodajali kisik za zgorevanje v količini 19 kg/t.

Poraba opeke za oboke SM peči je bila zelo različna in je dosegala:

v letu 1963 — 5,28 kg/t jekla  
v letu 1964 — 4,66 kg/t jekla  
v letu 1965 — 4,76 kg/t jekla  
v letu 1966 — 4,70 kg/t jekla

Tabela 2

Tabela 1 — Vzdržnost obokov

leto	način kurjenja	1	2	3	4	5	6	7	poprečno	gradivo
1953	plin	2.170×	1.336	1.158	725	—	—	—	1.073	Radex, Ankrom
1954	plin	788	1.754	1.028	778	—	907	—	1.051	Radex, Ankrom
1955	plin	—	—	593	867	—	849	—	770	Brohltal - Didier
1956	plin	933	1.084	539	765	459	435	—	706	Radex E, Ankrom
1957	delno mazut	931	773	500+	736	432	558	—	655	Magnohrom
1958	ostalo plin	500++	452	329	695	537	407	323	463	Magnohrom
1959	mešano plin	461	453	403	542	357	464	324	429	Magnohrom
1960	in mazut	348	445	314	400+	406++	272	275+	351	Magnohrom
1961	mešano in	318	377++	317	342++	438	255	278	332	Magnohrom
1962	kisik za	268	385	286	298	351	270	236	299	Magnohrom
1963	oksidacijo	346	339	373	380	352	233	374	342	Magnohrom
1964	oksidacijo	478	432	444	368	342	431	375	410	Magnohrom
1965	oksidacijo	421	405	348	386	332	351	390	371	Magnohrom
1966	mazut, zgo- revni in oksi- dacij. kisik	364	249	331	281	302	270	424	312	Magnohrom

Oznake: + — dodatna mazutna kurjava  
 ++ — popolna mazutna kurjava  
 × — izvzeto pri izračunu poprečij zaradi večjih popravil

Podatki<sup>2</sup> se nanašajo na 10 let ter jih je avtor zbral iz razlogov, ker se je vzdržnost slabšala. Vsa leta je podjetje »Magnohrom« izdelovalo rebraste oboke visečega tipa po patentu »Derling«. Od leta 1963 naprej smo prešli na format 5MRS z višino opeke 380 mm. Obok je bil viseč, vendar z enakomerno debelino izdelan iz krommagnezita.

Odvisnost vzdržnosti obokov od načina kurjenja peči prikazuje tabela 3.

leto	delež goriva	
	mazut %	gener. plin %
1958	39,7	60,3
1959	40,0	60,0
1960	46,7	53,3
1961	51,8	48,2
1962	67,9	32,1
1963	70,8	29,2
1964	81,9	18,1
1965	98,9	1,1
1966	100,0	—

Tabela 3 — Spreminjanje goriva

Enako ugotavlja A. Schöberl<sup>3</sup>. 30-tonska SM peč z Radex E opeko je vzdržala poprečno 2600 šarž, ko so jo kurili z generatorskim plinom. V letu 1939 so uporabljali zemeljski plin in mazut ter je bila vzdržnost na 40-tonski peči z Radex E obokom 1149 šarž. Pri isti peči je obok SKI vzdržal 1574 šarž. Vrednosti so dosti večje, ker moramo upoštevati, da so bile izkušnje podjetja »RADEX« mnogo večje kot pa našega domačega podjetja »Magnohrom«.

Napori za povečanje vzdržnosti obokov na Jesenicah so bili najbolj uspešni pri prvih obokih nove vrste. Ugotavljamo, da je bila sprememba od rebrastega na radialni 5MRS obok dobra na večini pečeh, ne pa povsod. Enako je bil prvi trapezasti obok dober, saj je vzdržal 454 šarž, naslednji pa manj.

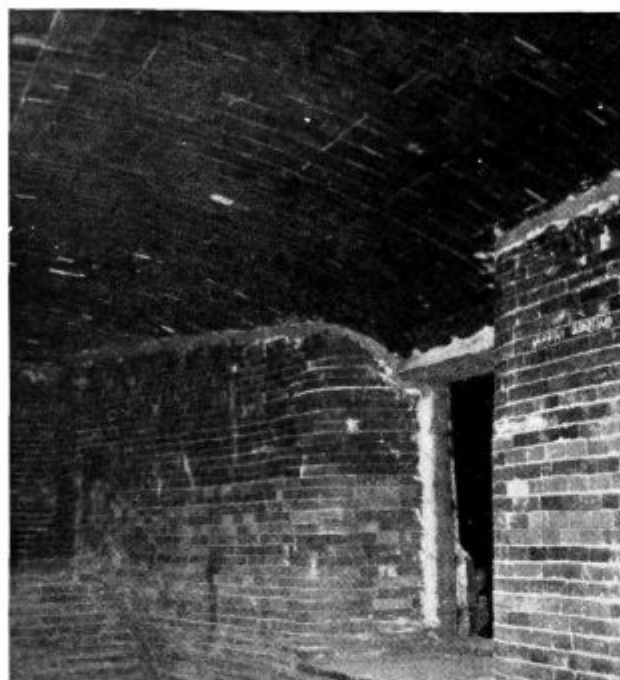
Način obešanja oboka prikazuje slika 1.



Slika 1

V letu 1966 smo prešli od formata 5MRS na 5MRT, ki ima manjšo debelino opeke. Obenem smo dobili tudi s pločevino oblečeno opeko. Lani smo uporabili nekaj obokov formata PL5MRT (žgana krommagnezitna opeka v pločevini). Prvi obok je vzdržal 393 šarž, drugi pa 453 šarž. Ob ustavitvi peči je bila opeka debela še 22 cm, izjedena bolj le ob zadnji steni. Če ne bi bila že izrabljena zadnja stena, bi oba oboka vzdržala brez vsakega krpanja še 60—80 šarž več.

Način dilatiranja prikazuje slika 2.



Slika 2

Med delom je opeka izpostavljena mnogim kemičnim vplivom, ki ji spremenijo sestavo. Spremembo kemične sestave opeke prikazuje tabela 4.

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	cel. CaO
nova opeka	4,60	7,20	6,59	0,23	25,23	0,74	50,87	2,24
delov. sloj opeke v peči	1,50	4,60	44,07	1,43	13,59	1,55	29,54	3,14

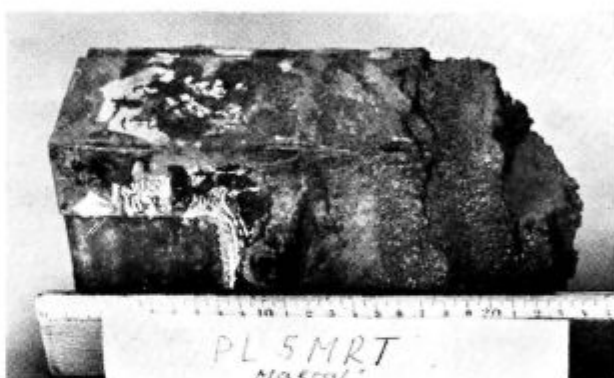
	CaF <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	žarozguba
nova opeka	2,10	0,20	0,10	0,50	0,94
del. sloj opeke v peči	2,22	0,21	0,10	0,70	0,28

Tabela 4 — Sestava dobavljenih in rabljenih opek

Sprememba sestave kaže, da postane delovni sloj opeke siromašen na Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in MgO in da se močno poveča koncentracija oksidov Fe, Ca in Mn. Že dobavljena opeka ima preveč SiO<sub>2</sub>, kar pospešuje tvorjenje silikatne faze in luščenje. Nekaj povečana koncentracija CaO kaže, da so dodatki slabi, predvsem apno, ki ima preveč prahu. Na<sub>2</sub>O verjetno izvira iz plavžarske žilindre, ker grodelj odžvepla s sodo.

Nekatere analize kažejo še večje onečiščenje z dodatki v pečeh pa obogatitve Fe oksidov zaradi kisika: CaO do 8,10, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> do 66 % in FeO do 3,4 %.

Vsi oboki imajo ob ustavitvi peči odluščen sloj, 3—5 cm oddaljen od delovne površine, če ne pa vsaj razpoko v tej razdalji. Verjetno bi armiranje opeke v notranjosti nekoliko zmanjšalo nagnjenost k luščenju (»spalling«), še bolj pa bi ta pojav zmanjšala sestava opeke z manj SiO<sub>2</sub>. Fotografija rabljene opeke s pojavi luščenja nazorno prikazuje ta pojav (slika 3).



(Slika 3 — 2 opeki na mizi)

Infiltriranje železovih oksidov v delovno površino opeke je večje pri krommagnezitni kot pri magnezitkromitni opeki. Nabrekanje ali »bursting« je izrazit pojav pri opekah z več kromita.

Slika 4 prikazuje obok po 308 šaržah.

Povečanje volumna delovnega sloja opeke je vidno kot nabrekli v neenakomernih oblikah. Vezana opeka V5MRT je izdelana brez pločevine. Po vsej peči je vidno večje luščenje kot pri opeki s pločevino, iz katere je grajen ves obok.

Študija Chestersa (4) obravnava negativne vplive atmosfere v peči. Prah (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO in CaO) se lepi na opeko. Železo je v glavnem v obliki magnetita. To da z obstoječim Cr špinelom trdno raztopino, ki precej poveča volumen. Zaradi tega se tvorijo razpoke, ki so eden glavnih vzrokov porušitve opeke. Raziskave neuporabljenih in uporabljenih krommagnezitivnih opek kažejo precej sprememb:

1. Absorpcija železovih oksidov v kromitnih zrnih, kar povzroča rast zrn (»bursting«).

2. Reakcija Si matice z vstopajočim železovim oksidom. Produkt je fajalit, ki se oblikuje v notranjosti opeke (»spalling«).

3. Absorpcija CaO, ki tvori s sestavinami opeke monticelit ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ) nekaj cm za delovno površino opeke.



(Slika 4)

Chesters trdi, da poleg navedenih vzrokov vplivajo na opeko v veliki meri tudi temperaturni skoki in naknadno krčenje, recirkulacija plinov in atmosfera peči.

V krommagnezitni opeki, ki se mineraloško sestoji iz krom špinela, periklasa, forsterita ( $2 \text{ MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ) in monticelita ( $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ), je apno vedno nezaželeno. Če se lepi preveč apna na opeko, se poveča vsebnost komponent, ki so lahko topne (monticelit in dikalcijev ferit). S tem raste razmerje  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ . Če je to molekularno razmerje manjše od 2, je  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  v špinelu, če pa je večje od 2, je v opeki kot  $\text{CaO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ , vendar le, dokler ni oksidacijske atmosfere. V oksidacijski atmosferi razpade del  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  v  $\text{CrO}_3$ . Ob zadostni količini  $\text{CaO}$  ( $\text{CaO} : \text{SiO}_2 > 2$ ) se na  $\text{CaO}$  veže tudi del ali celo ves  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  in nastane lahko topen dikalcijev ferit, pri razmerju  $< 2$  pa se  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  veže z  $\text{MgO}$  v špinelu.

Rešitev tega problema je v povišanem  $\text{MgO}$  v opeki, to je sestav magnezitkromita, direktno vezana opeka z nizko vsebnostjo  $\text{SiO}_2$ .  $\text{SiO}_2$  naj bi bil vezan v odporen forsterit ( $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ ).

Vzdržnost obokov 45—50-tonske SM peči je bila v lanskem letu različna in je znašala brez krpanja kot prikazuje tabela 5:

obok 5MRS	— 258 šarž
obok 5MRT	— 247 šarž
obok PL5MRT	— 426 šarž

Tabela 5 — Poprečna vzdržnost obokov v l. 1966

G. Mörtl<sup>6</sup> in sodelavci poročajo o različnem gradivu za oboke. Poskusi, ki so jih delali z običajnimi krommagnezitnimi in magnezitkromitnimi opekami v primerjavi s »simultan« sintrom, kažejo prednost zadnjih. Običajna opeka ima zrna sestavin vezana s silikatno fazo. Opeka se žge pri temperaturi do  $1550^\circ$ . Silikatna faza veže na eni strani kromit in periklas, da drugi periklas na periklas, govorimo torej o »silikatni vezavi«.

Keramična vezava periklasa s kromitom, ki jo dosežemo pri visoki temperaturi, imenovana »direktna vezava«, daje najboljše gradivo za opeko. »Bursting« se zmanjša od 4 na 2 ‰. Obraba direktno vezane opeke je znašala na 35-tonski peči 0,21 mm na šaržo, pri običajni magnezitkromitni opeki pa 0,38 mm na šaržo. Na 120 tonski peči je znašala obraba pri običajni opeki 0,40 mm na šaržo, pri direktni vezavi 0,28 mm na šaržo. Pri nas je obraba na šaržo pri doslej najboljši vzdržnosti 0,57 mm na šaržo; ob ustavitvi peči je opeka debela še 12 cm.

Rešitev problema za nas je uporaba opeke v pločevini z notranjo armaturo, z najmanjšo poroznostjo, pri najboljši termostabilnosti in z minimalno vsebnostjo  $\text{SiO}_2$ . Čimprej pa moramo preiti na opeko z »direktno vezavo«. Za podaljšanje vzdržnosti je izredno pomembno brizganje obokov z masami.

#### b) Zadnje stene

Karakteristika plamena ima na obrabo zadnje stene še večji vpliv kot pa na obrabo oboka. Dodatno temu je stena izpostavljena udarcem pri zakladanju vložka in še kemičnim in erozijskim vplivom žilindre, bodisi ob nivoju kopeli ali pri oksidaciji s kisikom. Dimenzija peči, v glavnem razmerje dolžine kopeli proti širini, je zelo pomembno.

Medtem, ko smo v prejšnjih letih, ko so bile peči kurjene z generatorskim plinom, obnavljali obok prej kakor zadnjo steno, se je stanje v zadnjih letih obrnilo. Po 180 — 230 šaržah je zadnja stena potrebna popravila. Odpadanje slojev opeke in luščenje opeke je glavni vzrok remontov. Izbira gradiva, od kemično vezane do magnezitkromita in »belega« magnezita z najmanj 92 ‰  $\text{MgO}$ , ni izboljšalo res kritičnega položaja. Dilatiranje opeke s 4 ‰ na račun kemičnih vplivov ni prineslo izboljšanja. Večji nagib zadnjih sten je pri uporabi mazuta brez kisika močno povečal vzdržnost, ob uporabi kisika pa opeka kljub temu odgori, v kolikor se že prej del stene ne poruši.

A. Schöberl<sup>3</sup> ugotavlja, da je pri kurjenju peči z generatorskim plinom zadnja stena vzdržala 1400 šarž, pri kurjenju z zemeljskim plinom in mazutom pa so z brizganjem stene dosegli manj, to je 1148 šarž. Pri zidanju stene s »SKI« opeko je znašala vzdržnost brez brizganja 1574 šarž.

Premajhna termostabilnost navadnega magnezita in prevelika trdnost povzročata luščenje in odgorevanje opeke. Če smatramo, da je zadnja stena podaljšek oboka, kar je pri MB peči tudi izvedeno, moramo uporabljati nad nivojem kopeli gradivo, ki ima enake fizikalne lastnosti kakor za dober obok. Poskus na peči 7, kjer smo steno zidali iz opeke 5MRT, ni dal zadovoljive rešitve. Opeka je vzdržala 269 šarž. Normalna vzdržnost zadnje stene na isti peči je bila 250 šarž. Na vsak način je nujno treba uskladiti dimenzije opeke za oboke in debelino zadnjih sten tako, da bo obraba obeh delov peči istočasna in ne, da je treba porušiti še dokaj uporaben obok.

Večina jeklarn podaljšuje vzdržnost obokov in zadnjih sten z brizganjem primernih mas. Brizgati je treba po 6—8 šaržah obratovanja in ne šele, ko je obzidava tanka.

Poraba mas je velika.<sup>6</sup> Za obok 185-tonske peči 1,33 kg/t jekla, vendar podaljša življenjsko dobo oboka za 66—100 %. Kadar peč ustavimo, ni mogoče popravljati površine, ampak je potreba popraviti vso peč, tako zgoraj kot spodaj.

Vzorec nasedlin na gredelni opeki je pokazal naslednji sestav (tabela 7):

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	alkal.
nasedline površina	2,84	4,08	71,52	—	4,48	4,16	1,29	11,37
opeke K-3	23,00	19,99	29,12	—	4,48	4,32	1,03	17,16

Tabela 7 — Sestava nasedlin v gredelih

Posebno je viden porast Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO in alkalij, ki izvirajo iz onečiščenja atmosfere v peči. Podobni so pojavi v žilndrnikih. V žilndrnikih je gradivo, ki odpade od jaškov in prah iz peči. Sestava je podobna rabljeni opeki iz krommagnezita (tabela 8):

SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	alkalije
2,60	49,09	11,28	7,17	19,96	0,12

Tabela 8 — Sestava žilndre v žilndrniku

Ze nekaj let uporabljajo po svetu bazično gredelno opeko. A. Schöberl<sup>3</sup> opisuje gredele 40-tonske peči, ki ima 13 vrst EGT opeke (magnezitkromit) in spodaj 16 vrst šamotne opeke z odpornostjo proti ognju SK 34. Vzdržnost gredelov z vmesnim čiščenjem znaša 3000 šarž.

Brizganje zadnjih sten opisuje B. A. Velikij.<sup>7</sup> Na 500-tonske peči je stena vzdržala prej do 135 šarž, z brizganjem do 680 šarž. Potreba po takem delu je več kot upravičena.

Poraba magnezitne opeke, ki jo vgrajujemo v zadnje stene in v del stebričev je bila pri nas (tabela 6):

v letu 1963	— 4,96 kg/t jekla
v letu 1964	— 4,84 kg/t jekla
v letu 1965	— 5,42 kg/t jekla
v letu 1966	— 9,50 kg/t jekla

Tabela 6 — Poraba opeke za stene in stebriče

### c) Bazična opeka v komorah

Normalno smo pri uporabi generatorskega plina menjavali gredele v komorah ob remontu oboka. Pri pečeh, ki imajo majhne komore in slabo razdelitev odvodnih plinov tudi na nekdanje plinske komore, je potrebno to ob remontu zadnje stene ali pri 180 — 230 šaržah. Samotna opeka s SK 31/32 ni več dovolj odporna proti ognju ob kurjenju z mazutom, še posebno pa ne ob uporabi kisika. Prah, ki se vseda v odprtine gredelov ima zelo podobno sestavo kot v tabeli 4, le da nima MgO in Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ampak do 71,5 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ta prah reagira s šamotno opeko in jo raztali. Nataljena gmota steče navzdol po jaških gredelov in jih začepi.

Ž. A. Vidrina in A. P. Ključenov<sup>8</sup> poročata o obsežnih poskusih za primerno gradivo v komorah. Visokoglinična opeka se je natalila s prahom v debelini 8—25 mm. Forsteritna opeka se je dobro obnesla, ima pa slab koeficient toplotne prevodnosti (pri 1200° — 0,8 kcal/m, °C, h, šamot pri 1200° — 1,14 do 1,47 kcal/m, °C, h).

Najbolje se je obnesel magnezitkromit (koeficient toplotne prevodnosti je pri 1200° — 2,71 kcal/m, °C, h). V članku so opisani poskusi in meritve za razne vrste opeke.

Obsežni poskusi na Jesenicah so pokazali prednost forsteritnih in magnezitkromitnih gredelnih opek. V večje in forsirano delujoče peči smo dali od 8 — 14 vrst opek.

Poskusi z »belim« magnezitom so dali boljše rezultate kakor pa šamot. Pravilno je, da položimo na magnezitne opeke po 2 vrsti šamotnih opek, ki prevzamejo nase toplotne udrce. Po ustavitvi peči je bila ta šamotna opeka izlizana, magne-

zitna pa ne toliko razpokana, da ne bi bila več uporabna. Komore brez šamota na vrhu so imele opeko razcvetenno.

Na peči 3 smo preizkusili doma izdelan forsterit z naslednjimi lastnostmi (tabela 9):

Ta	trdnost	SK	teža/kom.
1510	230	33	7,7

Tabela 9 — Fizikalne lastnosti domačega forsterita

Ta	trdnost	spec. teža	vol. teža	poroz.	vpij. vode	temp. sp.
1700	472—602	3,40—3,42	2,62—2,69	21,8	8,1—8,3	1—2 krat

Tabela 10 — Fizikalne lastnosti forsteritne opeke iz »Mahnroma«

Korundna opeka proizvedena v Gostivaru je bila v komorah peči 4. Po 201 šarži so bile komore popolnoma nataljene in preseki začepjeni. Opeka je imela 60 in 80 %  $Al_2O_3$ .



(Slika 5)

Opeka sama je bila izdelana nepravilno. Večja zrna korunda so bila vezana s proti ognju odporno glino. Med obratovanjem se je glina natalila in zrna korunda so izpadla. Vložiti zrna z visoko odpornostjo proti ognju v slabo vezavo nima nobene vrednosti. Verjetno je vmes še kemični vpliv prahu in  $Al_2O_3$ , ki tvori spojine z nižjim tališčem. Po 201 šarži je bila opeka odtaljena na 40 % debeline, stvorjena žindra pa je zalila prehode pod gredeli.

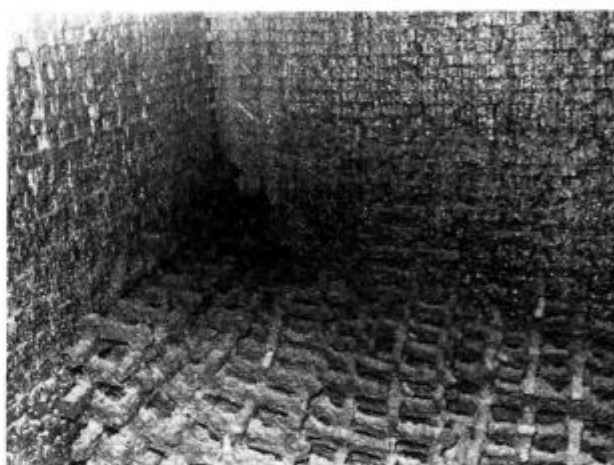
Iz silke 7 je razvidno odtaljevanje korunda. Opeka take vrste je neuporabna za gredede.

Poleg slabe vzdržljivosti je izredno visoka cena glavna ovira za uporabnost take opeke.

Po 264 šaržah je bila opeka začepljena s prahom, ne pa posedena. Peč je izdelala še 297 šarž. Po ustavitvi so bile komore zelo nataljene. Dejstvo pa je, da je peč vso kampanjo zelo dobro obratovala ter so se komore posedle šele zadnjih nekaj dni. Skupna vzdržnost 561 šarž je na tej peči doslej največja.

Pod enakimi pogoji je bil v drugi komori magnezitkromit in je vzdržal enako kakor forsterit.

Forsterit proizveden v »Mahnromu« je še sedaj na peči I in je bil ob ustavitvi peči popolnoma nenataljen, le preseki so bili začepljeni s prahom. Po odstranitvi zgornjega sloja opeke peč še obratuje. Lastnosti tega forsterita so bile (tabela 10):



(Slika 6)



(Slika 7) — Preseki korundnih opek

Pokazatelj vzdržnosti gredel je poraba opeke. Samo šamota smo porabili lani (tabela 11):

- v letu 1963 — 7,99 kg/t jekla
- v letu 1964 — 5,85 kg/t jekla
- v letu 1965 — 7,30 kg/t jekla
- v letu 1966 — 6,53 kg/t jekla

Tabela 11 — Poraba šamotne gredelne opeke

Lani smo delno že imeli forsteritno in magnezitkromitno opeko. Porabo le-te prikazujemo pod krommagnezitom in je zato porabljeno še manj šamotne opeke.

### Zaključki

Domači poskusi in inozemske izkušnje kažejo, da je nujno treba uporabljati za oboke armirano in s pločevino obloženo opeko. Sestava se mora približevati magnezitkromitu, zrna sestavin morajo biti direktno vezana.

Za zadnje stene je potrebno še preizkusiti s pločevino obložen magnezit. Fizikalne lastnosti ma-

gnezita morajo izkazovati predvsem boljšo termostabilnost, manj primesi in več MgO. Še boljše je armirana opeka.

Pri forsiranem delu peči ne moremo uporabljati že preživele šamotne opeke, ampak v izpostavljenem delu kamor le forsterit ali magnezitkromit. Ugotoviti pa je treba vpliv slabše toplotne prevodnosti forsterita proti magnezitu. Korundna opeka za gredele v taki izvedbi kot smo jo dobili, je neuporabna. Nujno bi bilo treba preizkusiti boksitno opeko za gredele. Nasprotno pa bo korundna opeka verjetno za viseče jaške zelo dobra. Poskusi so v teku na Jesenicah.

<sup>1</sup> — The british Steelmaker — december 1966

<sup>2</sup> — Inž. A. Prešeren — Poročilo o vzdržnosti obokov, 1962

<sup>3</sup> — A. Schöbel in E. Pink — Radex Rundschau, zvezek 4, 1965

<sup>4</sup> — Chesters: Steelplant Refractories — 1965

<sup>5</sup> — G. Mörtl, N. Skalla, A. Winkler, W. Zednicek — Redex Rundschau, zvezek 4 — 1965

<sup>6</sup> — F. C. Muttitt, G. A. Nanne — Journal of Metals, junij 1965

<sup>7</sup> — B. A. Velikij — Stalj, zvezek 11 — 1966

<sup>8</sup> — Z. A. Vidrina in A. P. Ključerov — Stalj 1965, stran 522 do 528.