

## Vpliv sistema VVS na procese v EOP

### Influence of the VVS System on the processes in EAF

S. Kanalec, Železarna Jesenice, Jeklarna Bela

VVS sistem je indirektni način premešavanja taline skozi dno peči. Zaradi svoje izvirne zasnove ima specifičen vpliv na procese v EOP. Zelo pomemben je njegov vpliv na metalurške reakcije in na ekonomiko dela EOP.

*Ključne besede:* premešavanje skozi dno

VVS is an indirect system of stirring the molten steel through the furnace bottom. Its original design means a special influence on metallurgical processes in EAF. Application of this system makes the EAF more effective.

*Key words:* bottom stirring

#### 1 Uvod

Sistem VVS (Veitscher-Veneto-Spülsystem) je predstavnik indirektnega načina premešavanja taline skozi dno peči. Element, skozi katerega vpihujemo argon ali dušik, je nameščen v naphanem delu dna peči, tako da plin za premešavanje prehaja skozi pore dna v talino. Število vgrajenih elementov (1 do 3) je odvisno od velikosti peči, zagotavljati pa mora premešavanje čim večjega volumna taline. Vizualno je premešavanje skoraj nevidno, kajti žindra na površini je dokaj mirna. Osnovni vzrok temu je nekonzentrirano prehajanje plinskih mehurčkov skozi talino na veliki površinski enoti. **Slika 1** prikazuje vgrajen element pred izdelavo dna peči.

#### 2 Vpliv na metalurške reakcije

##### 2.1 Razfosforenje

Eden bistvenih procesov, ki potekajo v EOP je razfosforenje. Ob vseh optimalnih pogojih lahko pospešimo reakcije razfosforenja s povečanjem kontaktne površine med žindro in talino, oziroma, če zagotovimo transport taline bogatejše na fosforju proti žindri. Na **sliki 2** je prikazan vpliv sistema VVS na razfosforenje. Dobro je vidno znižanje porabe apna pri šaržah, ki smo jih med izdelavo v peči premešavali. Vzrok za tako majhno razliko tiči v dejstvu, da med mešanjem taline v peči skoraj ni opaziti gibanja žindre. Tok plinskih mehurčkov ni koncentriran in zato ne povzroči občutnejšega mešanja taline z žindro. Ob tem velja poudariti, da smo s pretoki plina skozi dno peči omejeni. Veliki pretoki plina bi utegnili poškodovati zas-intrano skorjo dna in s tem bi se pojavila velika nevarnost prodora.

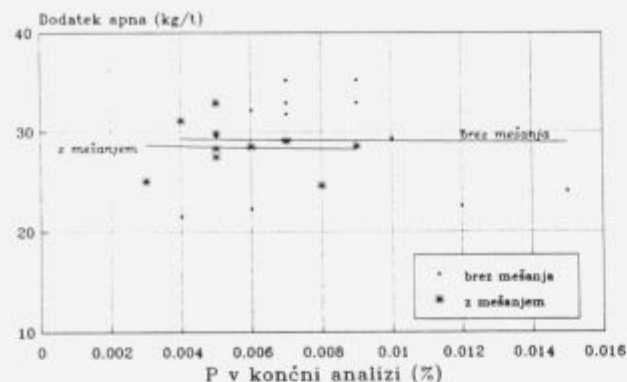
##### 2.2 Koncentracija FeO v žindri

Ob analizi žindre smo opazili, da je koncentracija FeO v žindrah kjer smo talino premešavali, bistveno nižja kot pri šaržah, kjer premešavanja nismo uporabljali. Na **sliki 3** je prikazan odnos med koncentracijo FeO v žindri in ogljikom v talini, v odvisnosti od uporabe ali neuporabe mešanja taline. V vseh primerih smo delali s penečimi žindrami, količine vpihanega koksa za penjenje so bile v vseh primerih

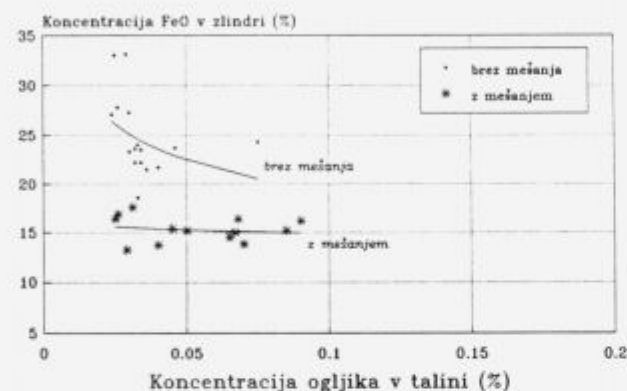


**Slika 1.** VVS element pred phanjem dna peči.  
**Figure 1.** Position of the VVS stirring element before bottom ramming.

enake. Vsi analizi podatki se nanašajo na končno stanje šarže. Zanimiv je potek krivulje, ki predstavlja primere, ko smo talino premešavali. Vsebnost FeO v žindri skorajda ni odvisna od koncentracije ogljika v talini. Vzrok je v homogenizaciji jeklene kopeli, ki je posledica premešavanja skozi dno peči. Znižana vsebnost FeO v žindri pa nam posredno kaže na večji izplen vložka.



Slika 2. Vpliv premešavanja na razfosforenje.  
Figure 2. Influence of stirring on the dephosphorization.



Slika 3. Odnos med FeO v žljndri in C v talini.  
Figure 3. Relation between the conc. of FeO in slag and carbon in steel.

### 2.3 Legiranje v peč

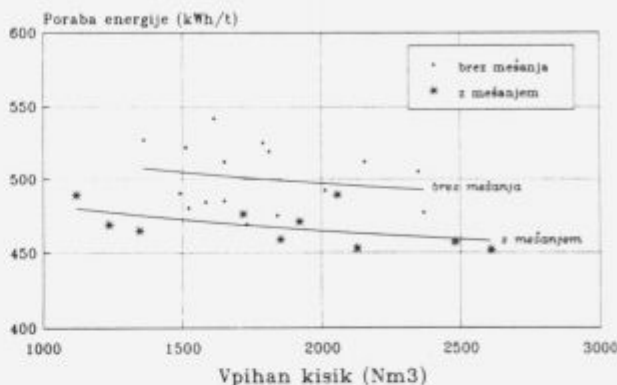
Med opazovanjem sistema VVS smo izdelali tudi nekaj šarž, ki so bile legirane z večjimi količinami FeCr v peč. Legiranje je bilo uspešno in to predvsem v smislu visokih izkoristkov in hitrega raztapljanja dodanih legur, ki se niso lepile v testastem stanju na dno peči. Pri izdelavi nerjavnih jekel smo uspeli tudi po večjem številu izdelanih šarž ohraniti peč čisto, brez nasadlin. Izvedene so bile meritve temperature taline v različnih conah peči, kolikor je to seveda mogoče. Prišli smo do spoznanja, da je talina zelo homogena tudi v temperaturnem smislu, tako da lahko upravičeno sklepamo, da sistem VVS prispeva tudi k delnemu odpravljanju hladnih mest v EOP.

## 3 Vpliv sistema VVS na ekonomiko peči

### 3.1 Poraba električne energije

Že dalj časa imamo namen, da bi z eksotermnimi reakcijami v kovinski kopeli nadomestili del potrebne električne energije, ki jo moramo dovesti v peč. Zato smo skušali povečati količine vpihanega kisika. Slika 4 prikazuje vpliv vpihanega kisika na zmanjšanje porabe električne energije. Šarže, ki niso bile premešavane, sledijo zakonitosti, da povečanje vpihanega kisika prispeva k znižanju porabe električne energije. Ob uporabi sistema VVS pa se specifične porabe električne energije še dodatno znižajo za približno 30 kWh/t. Vzroka za to sta:

- povečana temperatura homogenost taline in s tem skrajšanje potrebnega časa za dosego željene temperature po celotnem volumnu kopeli,
- povečana kemijska homogenost, ki zagotavlja konstantno hitrost kemičnih reakcij v kovinski kopeli.



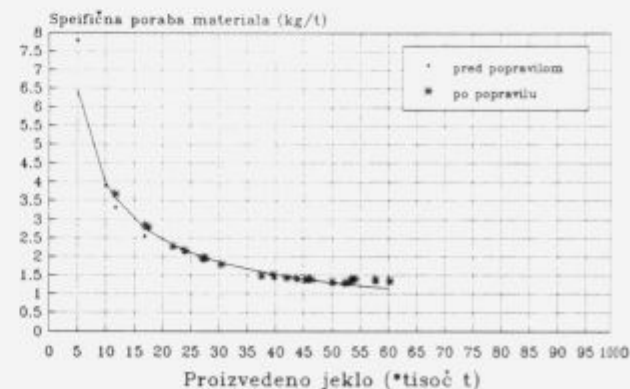
Slika 4. Odnos med porabo energije in vpihanim kisikom.  
Figure 4. Relation between the energy consumption and the oxygen blow.

### 3.2 Čas med prebodom

Dobavitelj VVS sistema, firma Veitscher-Magnesitwerke, v dokumentaciji navaja, da uporaba premešavanja taline skozi dno peči povzroči skrajšanje časa med prebodom za 4 do 6 minut. Na žalost so nas razmere prisilile v močno diskontinuuirno obratovanje, tako da ni bilo mogoče ugotovljati vpliva sistema VVS na skrajšanje časa med prebodom. Nedvomno pa je to možno dokazati pri kontinuirnem obratovanju jeklarne.

### 3.3 Dno peči

Ker je sistem VVS indirektni sistem premešavanja taline, je naphano dno izpostavljeno mnogim škodljivim vplivom. Plin za premešavanje si namreč sam išče pot skozi naphano dno proti talini. Zato dobavitelj predpisuje material za izdelavo dna peči. Ustrezna granulacijska sestava zagotavlja propustnost za plin, obenem pa preprečuje infiltracijo taline v naphano dno. Ob doslednem upoštevanju obratovalnih navodil nismo imeli nobenih težav z lokalnimi poškodbami naphane mase, pač pa je bila obraba dna kljub



Slika 5. Poraba materiala za popravilo dna peči.  
Figure 5. Consumption of the material for the bottom repair.

prekinitvam dela in pogostemu hlajenju peči enakomerna. To je dobro vidno na **sliki 5**.

- povečan izplen vložka
- nepredrt film žindre in s tem zaščita taline

#### 4 Zaključki

Vpliv sistema VVS na procese v EOP so:

- povečana kemična in temperaturna homogenost v peči
- intenziviranje kemičnih reakcij
- znižanje porabe energije
- ob kontinuirnem delu skrajšanje časa izdelave šarže
- enakomerna poraba ognjestalnih gradiv

#### 5 Literatura

- <sup>1</sup> E. Hoffken in sod.: Bottom stirring in the electric arc furnace by introduction of inert gases, *Stahl und Eisen*, 1989, s. 83/88
- <sup>2</sup> J. Cipolla in sod.: Experience of inert gas stirring in the EAF at Armco Butler, *EAF Conf. Proceedings*, Dallas 1990
- <sup>3</sup> M. Torkar, J. Lamut: Racionalizacija in optimiranje proizvodnje v Jeklarni Bela, *Kovine, zlitine, tehnologije*, 26, 1992, št. 1–2, s. 23/29