

Tehnološki učinki obratovanja 45t EAF — VAD

V. Macur^{*1}, A. Lesnik^{*2}

UDK: 669.187.012
ASM/SLA: D5g, D8, A5f, A4s

1. UVOD

V osnovi obratovanja elektroobložna peč — vakuumska ponovna peč (EAF-VAD postopek) smo želeli izboljšati kvaliteto jekla ob istočasno povečani produktivnosti in ekonomičnosti poslovanja. Tako smo leta 1983 uvedli izvenpečno rafinacijo jekla pri dveh 45-elektroobložnih pečeh s postopkom vakuumske obdelave z dograjevanjem — VAD postopek in leto kasneje VAD-VOD postopek za elektroobložne peči kapacitete 15 in 35 ton.

V šestih letih smo izboljšali kvaliteto ter pospeševali procese tako v elektroobložnih pečeh (EOP) kot v VAD napravi. Iz leta v leto se je povečeval odstotek sarž, izdelanih po VAD postopku, zato je prihajalo do zastojev pri obeh EOP, saj je bilo usklajeno obratovanje v VAD močno oteženo. Poraba energije in elektrod se je začela poviševati. Iz teh razlogov smo sredi leta 1988 opustili istočasno obratovanje dveh primarnih pečih in začasno uvedli izmenično obratovanje s ciljem, da gredo vse sarže preko VAD postopka. Dosegli smo ugodne rezultate.

2. TEHNOLOŠKI UČINKI OBRATOVANJA

Ponovna metalurgija po VAD postopku nam je prinesla naslednje prednosti:

- izboljšanje kvalitete jekla ob zagotavljanju boljše enakomernosti,
- večjo produktivnost in s tem večjo proizvodnjo,
- večjo ekonomičnost proizvodnje,
- izboljšanje delovnih pogojev zaradi mehanizacije procesov.

Preobsežno bi bilo obravnavati vse dosežke kot posledica obratovanja primarne obložne peči v povezavi z VAD postopkom. Poleg tega smo nekaj že poročali (1, 2, 3, 4, 5.). Poglejmo učinke obratovanja, ki so nas privedli do tega, da smo lahko eno peč ukinili in dosegli celo ugodnejše ekonomske učinke.

Učinki obratovanja dveh EOP 45 t s prenosom rafinacije v ponovno peč, kakor tudi obratovanje ene EOP 45 t, so prikazani v tabeli in na sliki. Zaradi boljšega pregleda so podatki zbrani za deset let pred uvedbo ponovne peči in zaključeni v polovici letošnjega leta. Z VAD postopkom smo pričeli obratovati junija 1983, vendar smo tega leta in še naslednje leto postopek osvajali, zato so ti rezultati združeni v desetletno obratovanje dveh elektroobložnih pečih.

Iz prikazanih učinkov sta izrazito vidni dve obdobji odločilnih sprememb, tj. obdobje uvedbe ponovne

metalurgije (rezultati za leto 1985) ter obdobje od druge polovice 1988, ko smo prenehali z istočasnim obratovanjem obeh EOP ter začeli kapacitete maksimalno izkoriščati.

Ob prenosu dela rafinacije iz EOP v VAD se je leta 1985 skrajšal celotni čas izdelave jekla EOP za 14 %, tj. od 4,5 ur na 3,9 ure. Pri tem se je čas rafinacije skrajšal za 33 %. V naslednjih dveh letih ni več bistvenih sprememb v skrajšanju časov izdelave, čeprav smo močno povečali odstotek izdelanih sarž preko VAD, in to od 57 % v letu 1985 na 80 % ob koncu 1986. leta.

Specifična poraba elektro energije v EOP se je ob uvedbi VAD postopka zmanjšala od 625 KWh/t na 585 KWh/t ali 6,4 %, vendar pa v celoti povečala na 649 KWh/t zaradi obločnega ogrevanja v ponovni peči. Poraba se je postopoma dvigala do vrednosti 670 KWh/t v letu 1977. To pomeni 45 KWh/t več kot pred uvedbo VAD postopka, čeprav se je samo v EOP zmanjšala za 25 KWh/t. VAD postopek je zahteval porabo 64 do 70 KWh/t električne energije in 0,67 do 0,70 kg/t porabo elektrod.

Podobnemu trendu porabe elektro energije je sledila tudi poraba elektrod. Ta se je ob uvedbi VAD postopka znižala v EOP za 1 kg/t oziroma za 16 %, tj. od 6,40 kg/t na 5,40 kg/t. V skupni porabi EOP-VAD se je znižala za 10 %, tj. na 6,10 kg/t, in se postopoma dvigala tako, da je skupna poraba presegla prvotno 6,40 kg/t za 8 %. Dosegla je vrednost 6,9 kg/t.

Produktivnost obeh pečih se je ob uvedbi VAD postopka povečala od 9,6 t/h na 11,4 t/h ali za 19 %, kar je povečalo letno proizvodnjo pečih za 23.000 ton jekla. Žal je tudi ta trend ostal od 1987. leta nespremenjen. Tega leta je bila produktivnost pečih 11,4 t/h in tega leta smo po VAD postopku izdelali že 80 % vsega jekla.

Kazalo je, kot da smo leta 1985 že izkoristili prednosti izvenpečne metalurgije in da se nekateri učinki slabšajo, kot je to poraba elektrod in energije. Morda smo bili v prvih letih proizvodnje EOP-VAD preveč zagledani v kvaliteto jekla in v osvajanju proizvodnje, dokler nas niso zastoj na EOP opozorili, da je potrebno nekaj spremeniti. Želeli smo še bolj pospešiti procese v EOP, pa to ni bilo možno. Bolj, ko smo povečevali odstotek sarž preko VAD postopka, več je bilo zastojev na pečeh, in to tudi pri visokih temperaturah, večja je bila poraba energije in elektrod in vedno večje so bile organizacijske težave usklajenega obratovanja dveh pečih z eno VAD napravo. Tu imamo razlago za upadanje nekaterih učinkov kmalu po uvedbi VAD postopka.

Da bi lahko hitreje pospeševali procese v primarni peči in povečali ekonomske učinke, smo se sredi leta 1988 odločili za proizvodnjo z eno pečjo. Od takrat peči

*1 Vladimir Macur, dipl. ing. met., Železarna Ravne

*2 A. Lesnik, dipl. ing. met., Železarna Ravne

** Originalno objavljeno: ŽZB, 23(1989)4

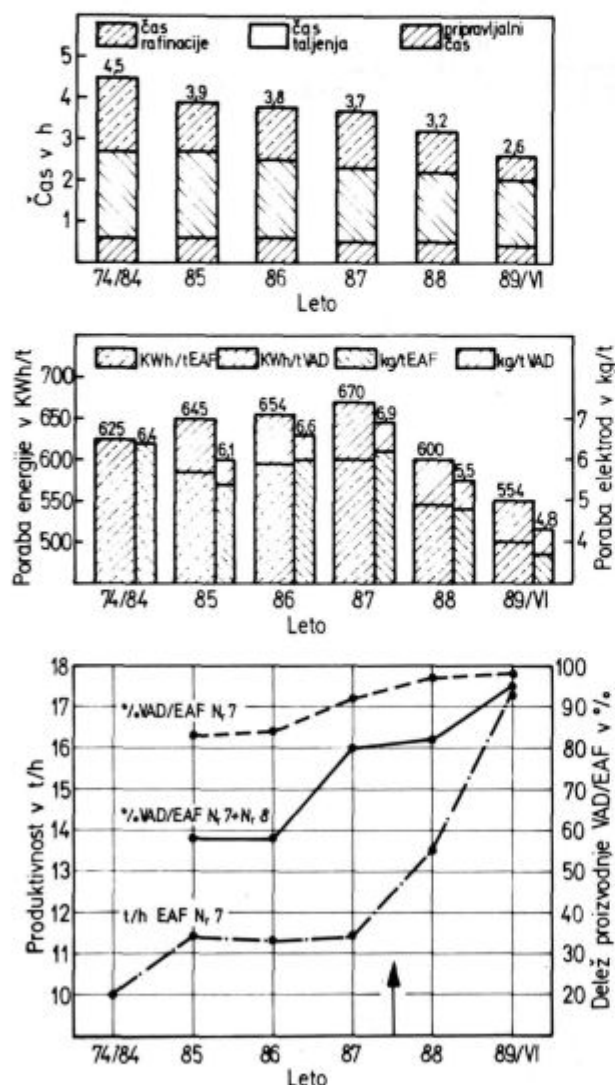
*** Rokopis prejet: avgust 1989

obratujeta izmenično, vsaj začasno. Ko ena peč obratuje in se maksimalno forsira, druga miruje in na njej opravljajo popravila.

V primerjavi z desetimi leti pred uvedbo VAD postopka smo ob polletju 1989 s takim načinom dela dosegli naslednje rezultate (Tabela 1, in slika 1).

Tabela 1

Učinki	enota	1974/84	1985	1986	1987	1988	1989/VI
Popravila in zalaganje	h/ch	0,580	0,581	0,558	0,481	0,370	0,337
Taljenje	h/ch	2,100	2,084	1,892	1,837	1,829	1,679
Rafinacija	h/ch	1,790	1,193	1,371	1,381	1,024	0,648
Skupni čas	h/ch	4,470	3,858	3,821	3,700	3,232	2,597
Produktivnost	t/h	9,610	11,390	11,280	11,410	13,530	17,328
Poraba energ. EOP	KWh/t	625	585	590	600	543	506
Poraba energ. VAD	KWh/t	—	64	64	70	58	48
Poraba elektrod EOP	kg/t	6,40	5,40	5,90	6,20	4,80	4,16
Poraba elektrod VAD	kg/t	—	0,67	0,68	0,70	0,67	0,65
% AOP-EOP 45t št. 7	%	—	83	84	92	97	98
% AOP-EOP 45t št. 7 + 8	%	—	57	57	80	82	98
Refinacija VAD	h	—	1,411	1,372	1,007	1,106	0,958



Slika 1
Učinki obratovanja EAF/VAD
Fig. 1
Effects of WAF/FAD operation

— skrajšanje skupnega časa v EOP od 4,5 ur na 2,6 ur ali za 42 %;

— skrajšanje rafiniranja v EOP od 1,8 ur na 0,6 ur ali za 64 %;

— skrajšanje časov taljenja od 2,1 ur na 1,7 ur ali za 20 %;

— povečanje produktivnosti peči od 9,6 t/h na 17,3 t/h ali za 80 %;

— zmanjšanje porabe električne energije v EOP od 625 KWh/t na 506 KWh/t ali za 19 %;

— zmanjšanje celotne energije (EOP-VAD) od 625 KWh/t na 554 KWh/t ali za 12 %;

— zmanjšanje porabe elektrod pri EOP od 6,40 kg/t na 4,16 kg/t ali za 35 %;

— zmanjšanje celotne porabe elektrod (EOP-VAD) od 6,40 kg/t na 4,81 kg/t ali za 25 %;

— povečanje odstotka izdelanih sarž po VAD postopku od 57 % leta 1985 na 98 %.

Če upoštevamo, da imata peči moč transformatorja komaj 12,5 MVA oz. specifično moč 280 KVA/t, smo lahko z rezultati obratovanja EOP-VAD zadovoljni. Ker sta življenjsko in tehnološko zaostali, ju bomo odstranili in postavili novo OBT peč (Oval-shell Bottom Tapping Furnace) z močjo transformatorja 41 MVA. Tako bi skrajšali tudi čase taljenja na 0,92 ur in odpravili dvojno ponev.

LITERATURA

- V. Macur, V. Prešern: Raziskovalni projekt: Tehnologija obdelave jekla s posebnimi postopki sekundarne rafinacije: I. del. Vakuumska metalurgija jekla. Poročilo Metalurškega inštituta, Ljubljana, dec. 1980.
- V. Macur, J. Bratina: Razvoj in uvedba vakuumske ponovne peči v Železarni Ravne Rudarsko-metalurški zbornik, 1984, 39.
- S. Petovar, A. Rozman, A. Lesnik: Opis, Zakon in tehnološki VAD naprave v Jeklarni 2 Železarne Ravne. Rudarsko-metalurški zbornik, 18, 1984, 2, 45.
- S. Petovar, A. Rozman, V. Macur, A. Lesnik: Erfahrungen mit VAD- und VOD Technologien Železarna Ravne. Simpozium über Problematik Stahlproduktion mit Pfannenmetallurgischen Verfahren. Budapest 16. — 19. 4. 1985.
- V. Macur, A. Lesnik: Sechs-Jährige Erfahrungen mit VAD-Verfahren in Železarna Ravne. 5. Internationale Konferenz «Sekundärmetallurgie». Vsetin, 7. — 9. 11. 1989.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Grundzweck der Einführung des VAD Verfahrens war die Verbesserung der Stahlqualität jedoch haben sich wesentlich auch die Betriebsleistungen des primären Lichtbogenofens verbessert. Charakteristisch sind zwei ausgeprägte Zeitabschnitte dieser Änderungen. Die erste Änderung entstand bei der Einführung des VAD Verfahrens wo man bei zwei 45 t Lichtbogenöfen mit der Trafoleistung von 12,5 MVA die gesamte Chargenzeit von 4,5 Stunden auf 3,9 Stunden bzw. um 14 % verkürzen konnte und die Refination selbst um 33 %. Die Ofenleistung ist um 19 % gestiegen, wodurch die Jahresproduktion um 23 000 t grösser war. Mit immer grösserem Anteil über der VAD Anlage erzeugten Schmelzen kam zu Schwierigkeiten

bei der Koordinierung des Betriebes zweier Lichtbogenöfen so sind wir auf die wechselweise Arbeit mit einem Ofen übergegangen um die Prozesse zu beschleunigen. Die Gesamte Betriebszeit im Lichtbogenofen hat sich von den anfänglichen 4,5 Stunden auf 2,6 Stunden verkürzt bzw. um 42 %, die Ofenleistung hat sich um 80 % vergrössert, der Energieverbrauch im Lichtbogenofen ist von 625 kwh/t auf 506 kwh/t bzw. um 19 % gefallen und der Elektrodenverbrauch fiel von 6,4 kg/t auf 4,16 kg/t oder um 35 %. Für den Ofen mit der spezifischen Trafoleistung von kaum 280 KVA/t sind das gute Ergebnisse. Auch der Gesamtenergieverbrauch LBO-VAD ist kleiner als anfangs nur am Lichtbogenofen.

SUMMARY

Basic intention for application of the VAD process was the improvement of steel quality, but simultaneously also the operational effects of the primary EAF were improved. The first change appeared when VAD process was introduced since the overall time of steelmaking was reduced with the two 45 t EAF with transformer power of 12.5 MVA, from 4.5 to 3.9 hours, or for 14 %, and the time of refining for 33 %. The output was increased for 19 % which represents 23,000 t higher production. The increasing portion of melts made by the VAD process caused the problems in harmonized operation of the two EAF.

Thus alternating operation with one furnace was applied and the processes were intensified. The total operational time of EAF was reduced from 4.5 to 2.6 hours or for 42 %, and the productivity was increased for 80 %, while the energy consumption in EAF was reduced from 625 to 506 kWh/t or for 19 %, and the electrode consumption from 6.4 to 4.16 kg/t or for 35 %. For the furnace with specific transformer power of 280 kVA/t, these results are favourable. Also the joint consumption of EAF and VAD set is lower than the previous consumption of EAF itself.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основная цель введения ВАД способа состоялась в улучшении качества стали, хотя мы параллельно с этим заметно улучшили технологические действия первичных основ электрических дуговых печей.

Характерная особенность состоит из двух выразительных периодов изменения. Первое изменение состоялось в введении ВАД способа, при котором мы при двух 45-ти электрических печах при помощи трансформатора 12,5 мвт сократили совокупное время изготовления стали от 4,5 часа на 3,9 часа т. е. 14 %, рафинацию же на 33 %. Продуктивность же увеличилась на 19 %, что представляла 23.000 т больше.

Всё больше увеличением процентов изготовлением шихтов свыше ВАД способа наступали затруднения согласования работы двух электрической дуговой печи.

Вследствии мы перешли на перемонную работу с одной печкой и сократили первоначальных 4,5 часов на 2,6 часа т. е. на 42 %. Продуктивность увеличилась на 80 %, хотя расход энергия электрической дуговой печи снизилась с 625 квт/т. на 506 квт/т т. е. 19 %, расход электрод составлял 6,4 кг/т на 4,16 кг/т или на 35 %. Для печки, удельный вес который силы трансформатора составляет только 280 квт квт/т представляет это благоприятные результаты.

Также совокупный расход при электро дуговой печи и ВАД приспособления более низко от первоначального значения электро дуговой печи.