**„End of pipe” clean metallurgic technologies***Tehnologii metalurgice curate de tipul „end of pipe”*

Professor Georgeta CUCULEANU, Ph.D.  
The Bucharest Academy of Economic Studies, Romania  
e-mail: cuculeanu@gmail.com

**Abstract**

*In the paper the use of “end of pipe” clean technologies for steel making in oxygen converter are presented. The exhaust gases resulted from steel making process contain dust, smoke and oxides as pollutants. For restraining them electric filter or washers are used. The washer can be scrubbers and/or multitube Venturi. The equipment in which the pollutants are restrained depends on the oxygen blast into the converter: when the blast is done from up to down through a spear the electric filter is used, but when the blast is done from down to up through bottom of the converter the washers are used.*

**Keywords:** *electric filter, blast, converter, washers, dust, steel*

**Rezumat**

*În lucrare se prezintă utilizarea tehnologiilor curate de tipul „end of pipe” la elaborarea oțelurilor în convertizoarele cu oxigen. Gazele arse rezultate din procesul elaborării conțin poluanți sub formă de praf, fum și oxizi. Pentru reținerea acestora se utilizează electrofiltre sau spălătoare de aer. Spălătoarele folosite pot fi de tipul scrubberelor și/sau multiVenturi. Utilajul în care sunt reținuți poluanții se alege în funcție de modul de insuflare a oxigenului în convertizor: când insuflarea se face de sus în jos printr-o lance se folosesc electrofiltre, iar când insuflarea se face de jos în sus, pe la baza convertizorului, se folosesc spălătoarele.*

**Cuvinte-cheie:** *filtru electric, insuflare, convertizor, spălătoare, praf, oțel*

**JEL Classification:** A20, O30, D50, E22

**M**icșorarea cantității de substanțe poluante evacuate în mediul înconjurător se obține prin folosirea tehnologiilor curate care se pot grupa în mai multe categorii precum:

- tehnologii care rețin poluanții din produsele evacuate în mediu la sfârșitul procesului tehnologic de bază, numite tehnologii „end of pipe”;
- tehnologii care realizează produse noi, ușor reciclabile și degradabile;

- tehnologii care folosesc procedee noi ce nu produc poluanți sau care substituie materialele ce generează poluanți;

- tehnologii care reciclează deșeurii.

O largă utilizare industrială o au tehnologiile „end of pipe” deoarece permit:

- menținerea procesului tehnologic de bază neschimbat;

- refolosirea unor substanțe reținute din produsele evacuate în mediu și a unor deșeurii în procesul tehnologic de bază, alături de materia primă.

Una din ramurile industriale care poluează intens mediul înconjurător este industria metalurgică, care folosește tehnologii „end of pipe” la:

- instalațiile de aglomerare a minereurilor;

- furnale;

- convertizoarele cu oxigen;

- cuptoarele cu arc electric.

Convertizoarele cu oxigen și cuptoarele cu arc electric au adaptate instalații pentru protejarea mediului de dată recentă. Lucrarea se ocupă de tehnologii „end of pipe” pentru convertizoarele cu oxigen.

Convertizoarele cu oxigen se folosesc pentru obținerea oțelurilor moi și slab aliate. Oxigenul se poate insufla în convertizor pe sus, prin lateral sau pe jos.

Încărcătura metalică se compune fie din 70% fontă lichidă și 30% fier vechi, fie 100% fontă lichidă.

Reducerea concentrației elementelor însoțitoare (Mn, Si, S și P) și a carbonului de la valorile specifice fontei la cele corespunzătoare oțelului se datorează oxidării produse de oxigenul insuflat în convertizor cu o presiune de (10÷18) atm și un debit de (40÷45) Nm<sup>3</sup>/minut. Pe lângă aceste elemente, datorită temperaturii înalte, se oxidează și o parte din fier. Oxizii formați (ai fierului, elementelor însoțitoare și carbonului) intră în componența gazelor de ardere care părăsesc convertizorul. Ele antrenează o parte din încărcătura metalică, fondanți și materiale ajutătoare, sub formă de praf. Cantitatea de praf din gazele de ardere reprezintă aproximativ (1÷1,5)% din încărcătura convertizorului. Oxizii de fier formează așa numitul fum brun.

Epurarea gazelor arse evacuate din convertizor are dublu scop:

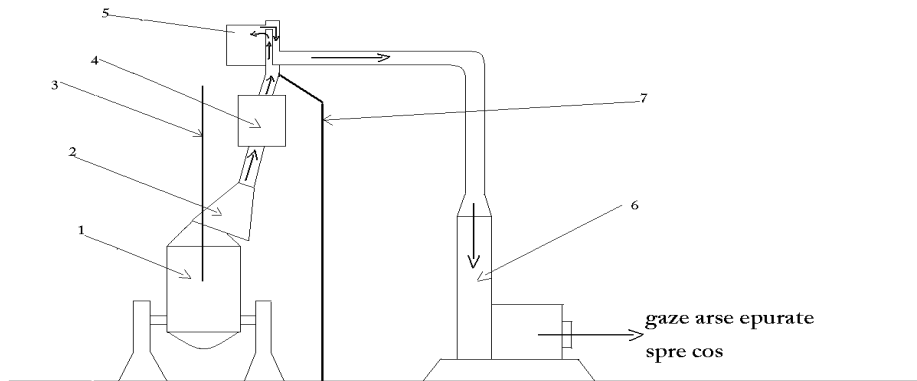
- ecologic, pentru protejarea mediului;

- economic, pentru recuperarea căldurii gazelor și a încărcăturii purtate de acestea.

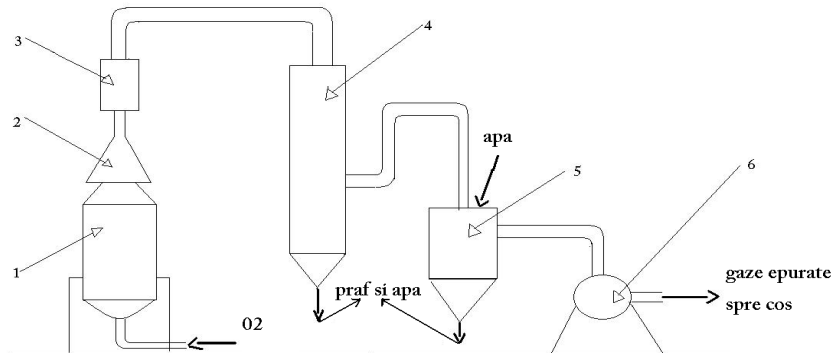
Praful este reținut fie în electrofiltre, fie în spălătoare, care pot fi de tip Venturi și/sau scrubere. Electrofiltrele sunt folosite când insuflarea oxigenului în convertizoare se face pe sus. Astfel, la uzina din Linz, Austria, se folosește instalația al cărui principiu constructiv este prezentat în figura 1.

Electrofiltrul este montat în partea superioară a halei utilizându-se astfel înălțimea acesteia, care datorită lungimii mari a lancei pentru insuflarea oxigenului, este mare. În cazan se recuperează căldura gazelor de ardere, prin obținerea de abur folosit în cadrul uzinei. Înainte de intrarea gazelor în electrofiltru, sunt răcite cu apă până la temperatura de 150<sup>0</sup>. Praful reținut în electrofiltru, aflat în stare uscată, este recuperat și refolosit în convertizor alături de materia primă. În 24 de ore sunt recuperate 12 t de praf uscat.

Când insuflarea oxigenului se face de jos în sus pe la baza convertizorului instalația de epurare a gazelor arse are în componență un scruber și un tub Venturi (figura 2).



**Figura 1. Epurarea gazelor arse la convertizorul cu insuflarea oxigenului pe sus**  
1 – convertizor; 2 – captator; 3 – lance; 4 – cazan recuperator;  
5- electrofiltru; 6 – stabilizator; 7 – conductă de apă rece



**Figura 2. Instalația Pease-Anthony-Venturi pentru epurarea gazelor la convertizoarele cu oxigen cu insuflare pe jos**  
1-convertizor;2-captator de gaze;3-cazan recuperator;  
4-scruder;5-spălător multiVenturi;6-ventilator

Căldura gazelor evacuate este utilizată pentru obținerea aburului. Cazanul recuperator este montat, ca și în cazul precedent, deasupra convertizorului. Cele două spălătoare sunt amplasate la nivelul solului. La ieșirea din scruber, gazele au o temperatură de  $80^{\circ}\text{C}$ . În secțiunea minimă a tubului Venturi, unde gazele capătă o viteză de  $100\text{ m/s}$ , se injectează apă sub presiune perpendicular pe direcția de curgere a gazelor.

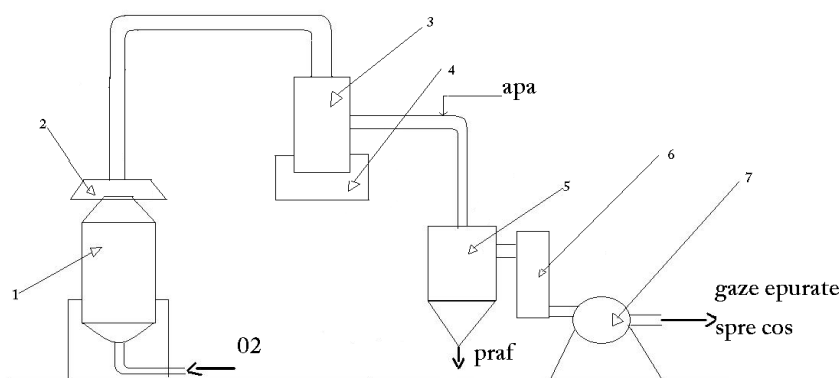
Consumul de apă total este de  $0,2\text{ m}^3/\text{t}$  oțel brut. Cantitatea de praf pe care o mai poartă gazele la ieșirea din instalația de epurare este mai mică de  $0,15\text{ g/m}^3$ .

În scruber se reține un procent de (15 - 20)% din cantitatea de praf totală, iar în tubul Venturi (80÷85)% din cantitatea de praf intrată. Praful reținut în instalație sub formă de nămol, este preparat prin amestec cu lapte de var și îngroșat. După uscare este refolosit în convertizor alături de materia primă.

O instalație de epurare cu două spălătoare de gaze (un scruber și un tub Venturi) este utilizată și la oțelăriile din Olanda unde randamentul de epurare ajunge la aproximativ 99%. Gazele evacuate în mediu au mai puțin de 0,1g praf/m<sup>3</sup>, protejându-se astfel câmpiile de flori din apropierea oțelăriilor.

Praful recuperat în spălătoare are un conținut de 54% Fe, și este refolosit în convertizor. El se poate folosi și în industria vopselelor și cea a ceramicii.

La Combinatul Mittal Steel din Galați, oțelăria are în dotare trei convertizoare de tip L - D cu o capacitate fiecare de 150 t. În timp ce două funcționează, al treilea este de rezervă. Cantitatea de praf antrenată de gazele care părăsesc un convertizor este de 2000 kg/h. Temperatura gazelor la ieșirea din convertizor este cuprinsă între 1200<sup>0</sup> C și 1700<sup>0</sup> C. Instalația folosită la acest combinat este prezentată în figura 3.



**Figura 3. Instalația de epurare a gazelor de convertizor la Combinatul Mittal Steel**

1-convertizor;2-hotă;3-cazan recuperator;4-recipient; 5-spălător multi Venturi;  
6-reținător de picături;7-ventilator

Hota, ca și captatoarele instalațiilor mai sus menționate, este răcită cu apă. Praful grosier separat în timp ce gazele coboară în cazan sunt colectate în buncăr. La ieșirea din cazan gazele arse au o temperatură de circa 1000<sup>0</sup> C. Pe traseul dintre cazan și spălătorul multi Venturi, gazele sunt răcite cu apă prin pulverizare. În spălător epurarea gazelor este avansată, astfel că la ieșire conținutul de praf este de (0,1÷0,15)g/m<sup>3</sup> gaze, iar temperatura este 80<sup>0</sup> C. Picăturile de apă ce se mai află în gaze sunt reținute în reținător.

O parte din oxizii de sulf rezultați în faza de desulfurare a băii metalice se elimină odată cu praful sub formă de CaSO<sub>4</sub>. Oxidul de calciu rămas nereacționat în convertizor și antrenat de gazele arse reacționează cu apa injectată în instalație și se transformă în Ca (OH)<sub>2</sub>. Acesta se unește cu SO<sub>2</sub> și formează CaSO<sub>4</sub> care este reținut fie în electrofiltru, fie în spălătoare.

Cheltuielile cerute de instalațiile de epurare a gazelor de convertizor se acoperă prin:

- 1<sup>0</sup> valorificarea aburului în centrala de forță a întreprinderii;
- 2<sup>0</sup> recuperarea încărcăturii antrenate de gaze și prin re folosirea ei, micșorarea cantității de materii prime consumate pentru o șarjă;
- 3<sup>0</sup> scutirea de taxe pentru poluanții reținuți.

### **Bibliografie**

- Cuculeanu, G. (2000). „Tehnologii industriale sau care reduc emisiile de gaze cu efect de seră”, *Economia seria Management*, Vol. 3, nr. 1-2/2000, pp. 51 - 52.
- Miloșan, I.(2005). *Tehnologii curente*, Editura Universitatea, Brașov
- Ungureanu, R., Pătrașcu, R.(2000). *Tehnologii curate*, Editura AGIR