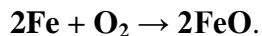
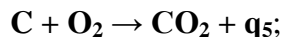
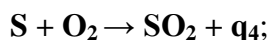
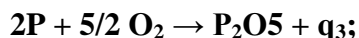
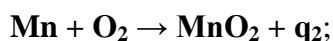
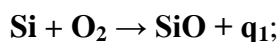


ELABORAREA OTELURILOR

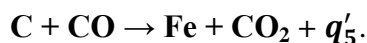
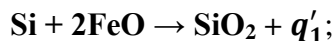
- Otelurile se obtin prin afinarea fontei brute topite printr-un proces de oxidare, care duce la scaderea continutului de **C** si elementelor insotitoare;
- Elementele insotitoare din fonta bruta sunt: **Si, Mn, P, S** s.a;
- Ele au o influenta negativa asupra calitatii otelului elaborat;
- La sfarsitul procesului de afinare, otelul prezinta un grad mare de omogenitate si un grad ridicat de puritate chimica, datorita decantarii impuritatilor si trecerii lor in stratul de zgura.
- Afinarea, ca proces de oxidare, intereseaza toate elementele oxidabile continute de fonta bruta, inclusiv **Fe**;
- Analizand natura elementelor insotitoare din fonta, constatam ca ele au o afinitate mai mare fata de **O₂** decat fata de **Fe**;
- Eliminarea acestor elemente se face prin oxidarea lor, oxizii rezultati fiind fie solizi si insolubili in masa otelului, fie sub forma de gaze;
- Afinarea fontei se realizeaza prin:
 - Reactii de oxidare directa – agent de oxidare **O₂**;
 - Reactii de oxidare indirecte – agent de oxidare **FeO** (oxid feros);
- Reactiile de oxidare directa (exoterme – „q” caldura degajata) a elementelor insotitoare din fonta sunt urmatoarele:



- Ordinea in care au loc reactiile este determinata de :
 - Afinitatea elementelor chimice fata de **O₂**;
 - de probabilitatea ca **O₂** sa intalneasca elementul respectiv.
- Gasindu-se in cea mai mare cantitate in fonte, **Fe** este primul element care se oxideaza.

➤ Oxidul feros **FeO** va purta **O₂** in masa topita si-l va ceda pe masura intalnirii cu celelalte elemente chimice;

➤ Reactiile de oxidare indirecta a elementelor insotitoare din fonta sunt urmatoarele:



Raportul dintre reactiile de oxidare directa si indirecta se modifica in masa topiturii. La suprafata de contact dintre baia metalica si jetul de **O₂** au loc reactiile directe, iar in masa baii metalice reactiile indirecte =>cele doua tipuri de reactii coexista, ele putand fi controlate intr-o anumita masura;

➤ Introducerea **O₂** (sau aerului) in baia metalica se realizeaza prin insuflarea acestuia in baia metalica sau pe suprafata ei;

➤ Toate reactiile de oxidare sunt exoterme, cu degajare de caldura - numita aport de caldura **q_a**

➤ Odata cu aportul de caldura exista si pierderi de caldura **q_p** datorita izolarii imperfecte a instalatiilor de elaborare;

➤ In functie de raportul dintre cele 2 tipuri de caldura, distingem 2 metode de afinare:

- **q_a > q_p** - afinare prin convertizare, care se realizeaza fara surse exterioare de caldura;
- **q_a ≤ q_p** - afinarea in cuptoare cu vatra, care se realizeaza cu surse exterioare de caldura.

Afinarea prin convertizare

Se bazeaza pe caldura obtinuta in urma reactiilor chimice de oxidare a elementelor insotitoare.

Principiul afinarii prin convertizare consta in introducerea **O₂** in baia metalica, fie prin insuflarea aerului de sus in jos, fie prin insuflarea de sus a **O₂ pur**.

Din acest punct de vedere distingem:

- afinare prin convertizare cu aer;
- afinare convertizarea prin convretizare cu O_2 .

Afinarea prin converizare cu aer

Oxygenul este preluat din aerul introdus in convertizor de jos in sus prin intermediul unei cutii de aer.

Deoarece aerul e introdus de jos in sus, in procesul de afinare apare o barbotare puternica a baii metalice care impiedica decantarea oxizilor si impuritatilor formate.

Barbotarea puternica a baii metalice realizeaza o omogenizare buna a topituri.

Impuritatile care raman in baia metalica genereaza ulterior defecte in otel.

Schema de principiu a convertizorului se prezinta in **Fig.1**:

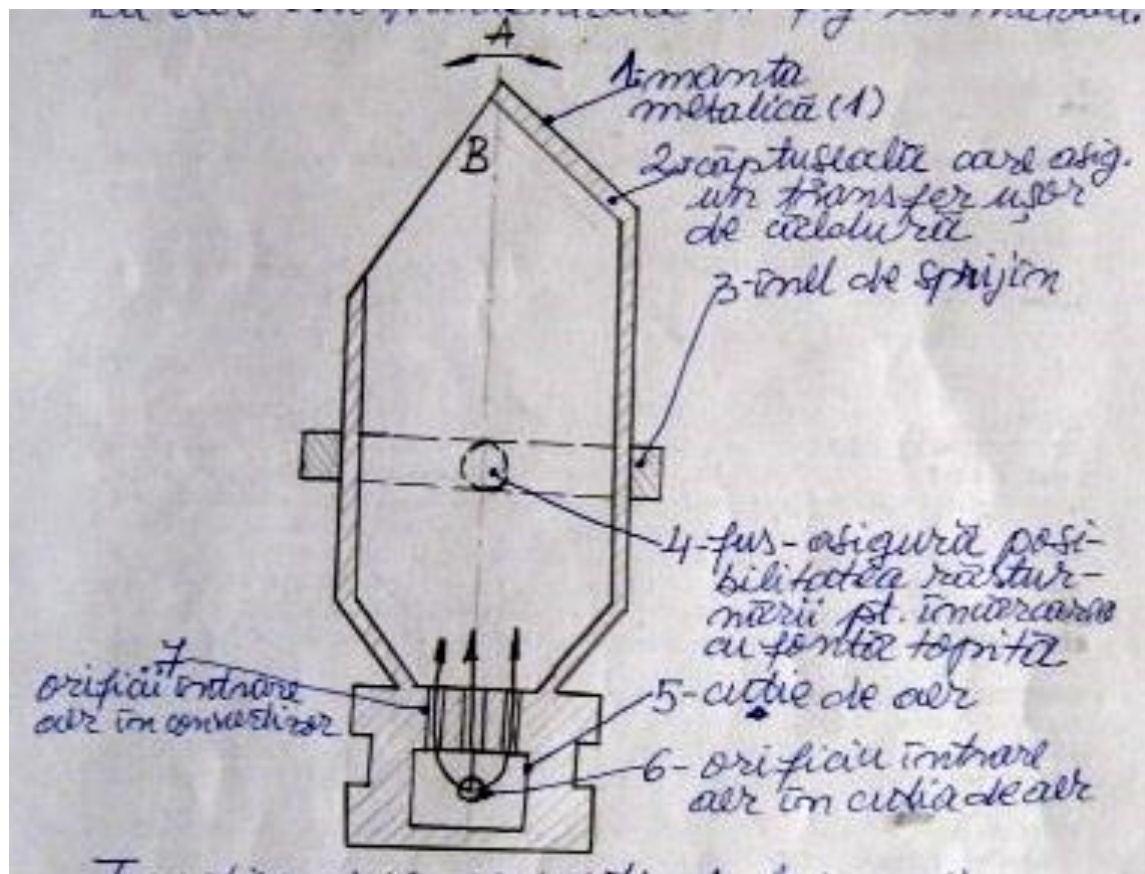


Fig.1

Functionarea convertizorului cu aer:

- convertizorul este basculat in directia **A**;
- se introduce fonta topita;
- pe masura revenirii convertizorului in pozitia verticala **B** se sufla aerul cu scopul oxidarii elementelor insotitoare;
- incepe oxidarea **Fe, Si, Mn, C**.

Datorita deficientelor legate de suflarea aerului de jos in sus si a duratei mari de afinare, convertizoarele cu aer se utilizeaza pe scara redusa.

Afinarea prin convertizare cu O_2 pur

Acest procedeu prezinta avantajele:

- amelioreaza bilantul termic prin eliminarea azotului existent in aer;
- pot fi convertizate toate tipurile de fonte brute;

Oxygenul utilizat are o puritate de 99,5%.

Exista 3 procedee de convertizare cu O_2 :

- procedeul **L-D** (lintz-Donwitz);
- procedeul **KALDO**;
- procedeul **ROTOR**.

In tote cele 3 procedee, oxygenul este introdus in convertizor prin intermediul unei lance de Cu sau hotel racita cu H_2O .

Procedeul L-D

- Oxygenul suflat intra in reactie cu **C, Fe** si **elementele insotitoare**, conducand la afinarea fontei;
- Prin acest procedeu se pot obtine oteluri aliate si nealiate;
- Schema de principiu a converizorului tip **L-D** este prezentata in **Fig.2:**

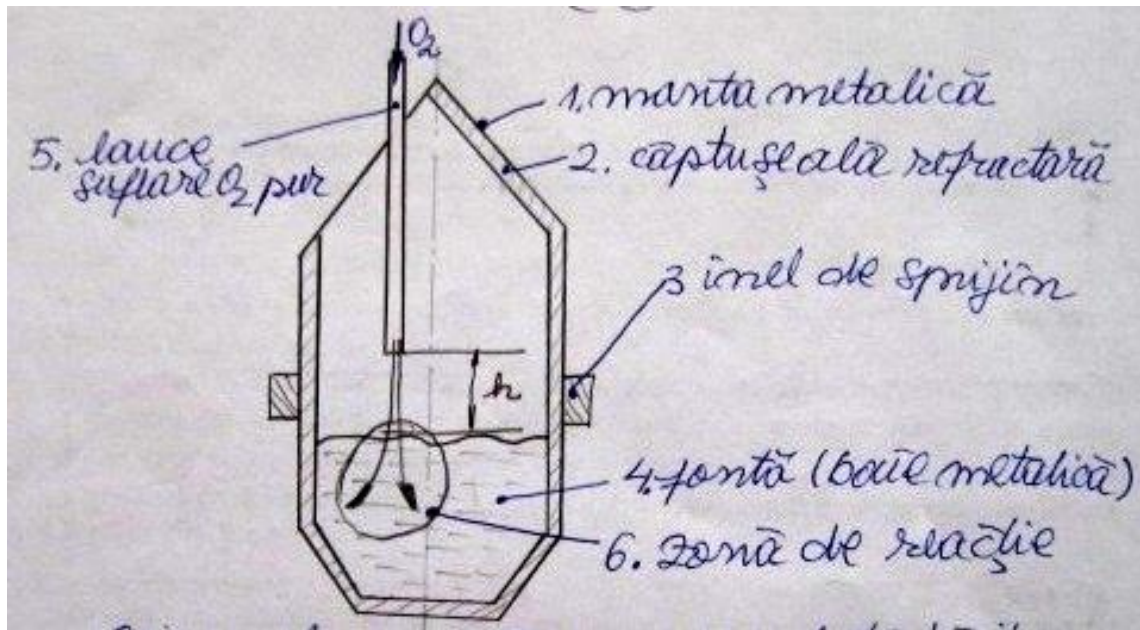


Fig.2

- Oxigenul se sufla pe suprafata baii cu ajutorul **lancii 5**;
- In vecinatatea lancei au loc reactii de oxidare directa, iar in restul baii metalice au loc reactii de oxidare indirecta.
- Raportul reactiilor directe si indirecte se modifica prin modificarea marimii h (spatiul dintre varful lancei si suprafata baii metalice):
 - daca h creste, creste si volumul reactiilor indirecte;
 - daca h scade, creste volumul reactiilor directe.
- Daca O_2 este in cantitate mare \Rightarrow temperatura baii metalice creste \Rightarrow se produc stropiri puternice \Rightarrow pierderi de material, ceea ce reprezinta un dezavantaj al acestui procedeu.

Procedeul KALDO

Scema de principia a procedeeului se prezinta in – **Fig.3**:

- Avantaje:
 - suprafata baii creste in raport cu inclinatia convertizorului \Rightarrow creste intensitatea reactiilor chimice, ceea ce conduce la reducerea timpului de elaborare a otelului;
 - ca urmare a stropirilor, stropii de material raman in in baia metalica \Rightarrow se reduc pierderile de material prin stropire.

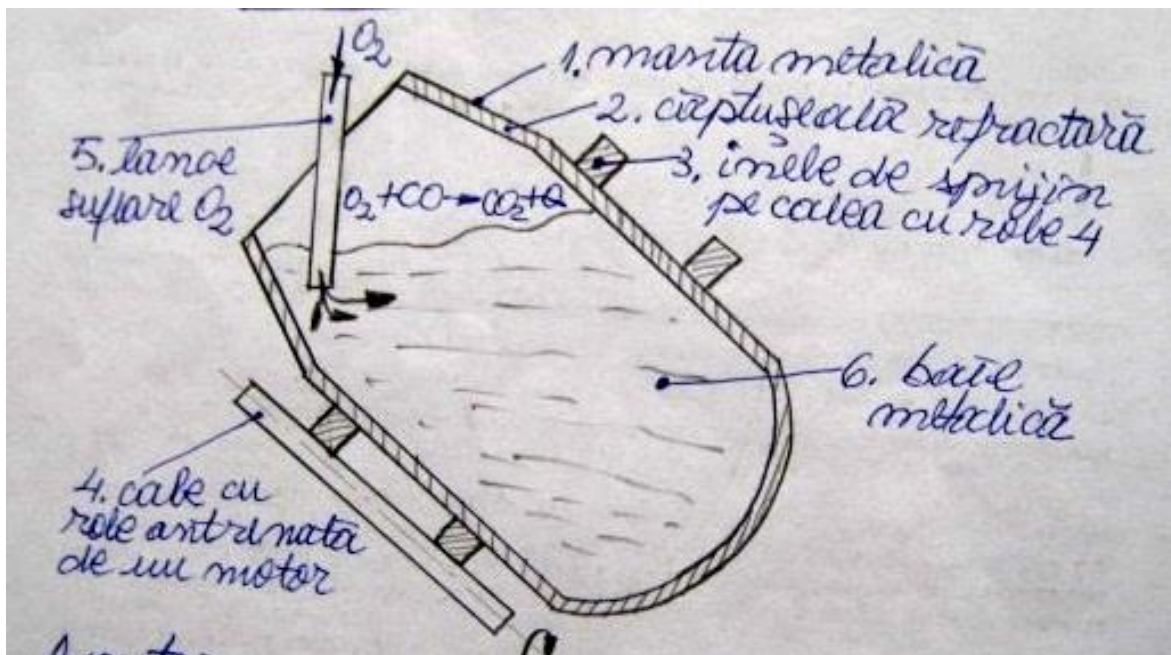


Fig.3

- O_2 introdus ataca oblic suprafața bainei metalice, o parte din el participă la procesul de afinare prin reacții directe și indirecte, iar cealaltă parte rămâne în atmosfera cuptorului;
- Prin această temperatură bainei metalice crește și mai mult, permițând elaborarea oțelurilor aliate și nealiate.
- O supraîncălzire a captuselii cuptorului la distrugerea prematură a ei.

Procedeul ROTOR

Schema de principiu a procedurii se prezintă în **Fig.4**:

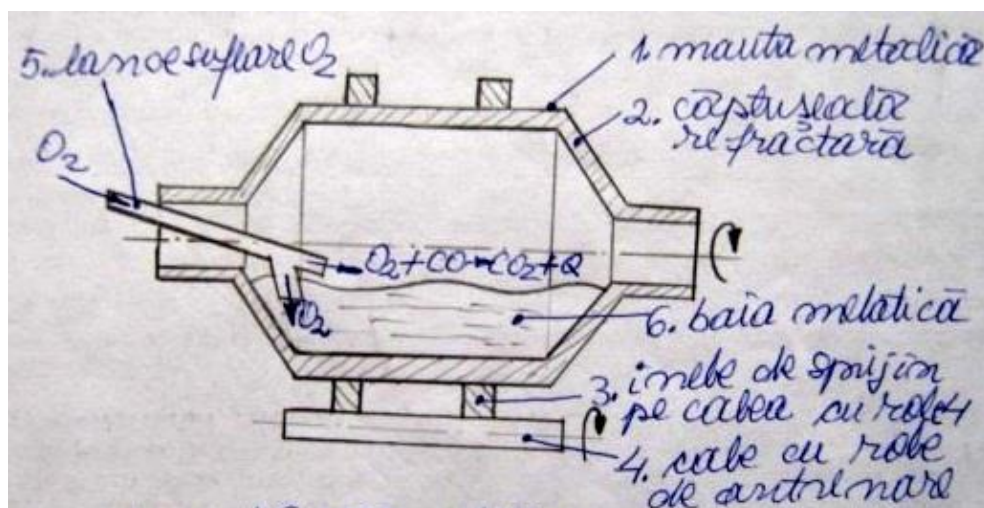


Fig.4

- Convertizorul **ROTOR** utilizeaza o lance bifurcata **5**; una dintre bifurcatiile sufla **O₂** pe suprafata topiturii, iar cealalta insufla **O₂** in topitura;
- Caldura **Q** din atmosfera cuptorului va fi transferata captuselii cuptorului, de unde este preluata de baia metalica datorita rotatiei convertizorului.
- Avantaje:
 - instalatia utilizeaza mai eficient caldura **Q** rezultat in urma reactiilor chimice;
 - temperatura barii creste, putandu-se obtine oteluri aliate si bogat aliate;
 - datorita pozitiei orizontale a convertizorului se reduc pierderile prin stropire.
- Dezavantaje:
 - Datorita supraincalzirii captuselii cuptorului durata lui de viata scade, necesitand reparatii dese.

Afinarea in cuptoare cu vatra

- **O₂** necesar proceselor de oxidare este luat din atmosfera cuptorului;
- Datorita cantitatii mici de **O₂**, procesul de oxidare este lent, iar aportul de caldura **Q** este mic, ceea ce impune folosirea unei surse exterioare de caldura;
- Intre baia metalica si atmosfera cuptorului se interpune stratul de zgura;
- Trecerea **O₂** in fonta bruta topita se face prin stratul de zgura topita, in urma reactiilor la suprafata de separatie dintre **atmosfera – zgura – metal**;
- Aceste reactii au loc conform legii lui **Nernst**:
 - o substanta repartizata in medii aflate in echilibru cere ca activitatea ei sa fie aceiasi in fiecare mediu;
 - **ex.:** echilibrul **zgura-metal**, unde activitatea substantei **A** in zgura este egala cu activitatea sa in metal – **Fig.5**:

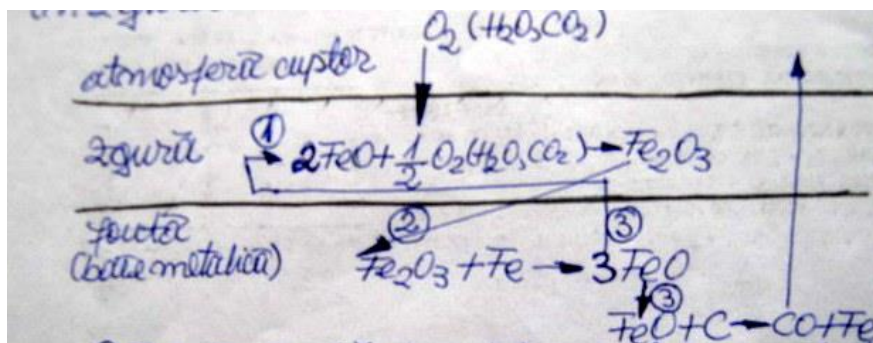


Fig.5

➤ Reacțiile de la suprafața de separare **zgura-fonta**:

- (1) – **FeO** din zgura se oxidează la suprafața de contact a zgurii cu atmosfera cuptorului conform reacției:



- (2) – pentru refacerea echilibrului conținutului de **Fe₂O₃** (oxid feric) din zgura și fonta, o parte din oxid trece în baia metalică conform reacției:



- (3) – din cele **3** molecule de **FeO**, **2** trec în zgura pentru refacerea echilibrului, iar a **3** parte participă la procesul de oxidare a **C** din baia metalică.

➤ În funcție de tipul sursei de căldură exterioară utilizată, cuptoarele cu vatră pot fi:

- cuptoare cu flacăra;
- cuptoare electrice cu arc;
- cuptoare electrice cu inducție.

Afinarea în cuptoare cu flacăra Siemens-Martin (S-M)

➤ Cuptorul **S-M** este un cuptor cu vatră, încălzit cu flacăra deschisă, cu ajutorul unor arzătoare (amestec de combustibil + aer);

➤ Temperatura de lucru în cuptor este de cca. **1800 °C**;

➤ Funcționarea cuptorului este discontinuă – **Fig.6**:

- cuptorul se încarcă cu fonta brută de afinsre → afinare → se evacuează oțelul după care ciclul se repetă;
- aerul de combustie se preîncălzeste în camerele regeneratoare;
- uneori este preîncălzit și combustibilul în regeneratoare pentru combustibil;
- regeneratoarele sunt încălzite de gazele de ardere la ieșirea din spațiul de lucru al cuptorului;
- cele **2** generatoare lucrează alternativ: unul se încălzește în timp ce celălalt încălzit alimentează cuptorul cu aer (combustibil) preîncălzit;
- inversarea sensului de lucru al regeneratoarelor se realizează cu ajutorul **ventilului 11**;
- frecvența inversiunii este de **cca. 15 minute**;
- se pot elabora atât oțeluri nealiat cât și aliate;

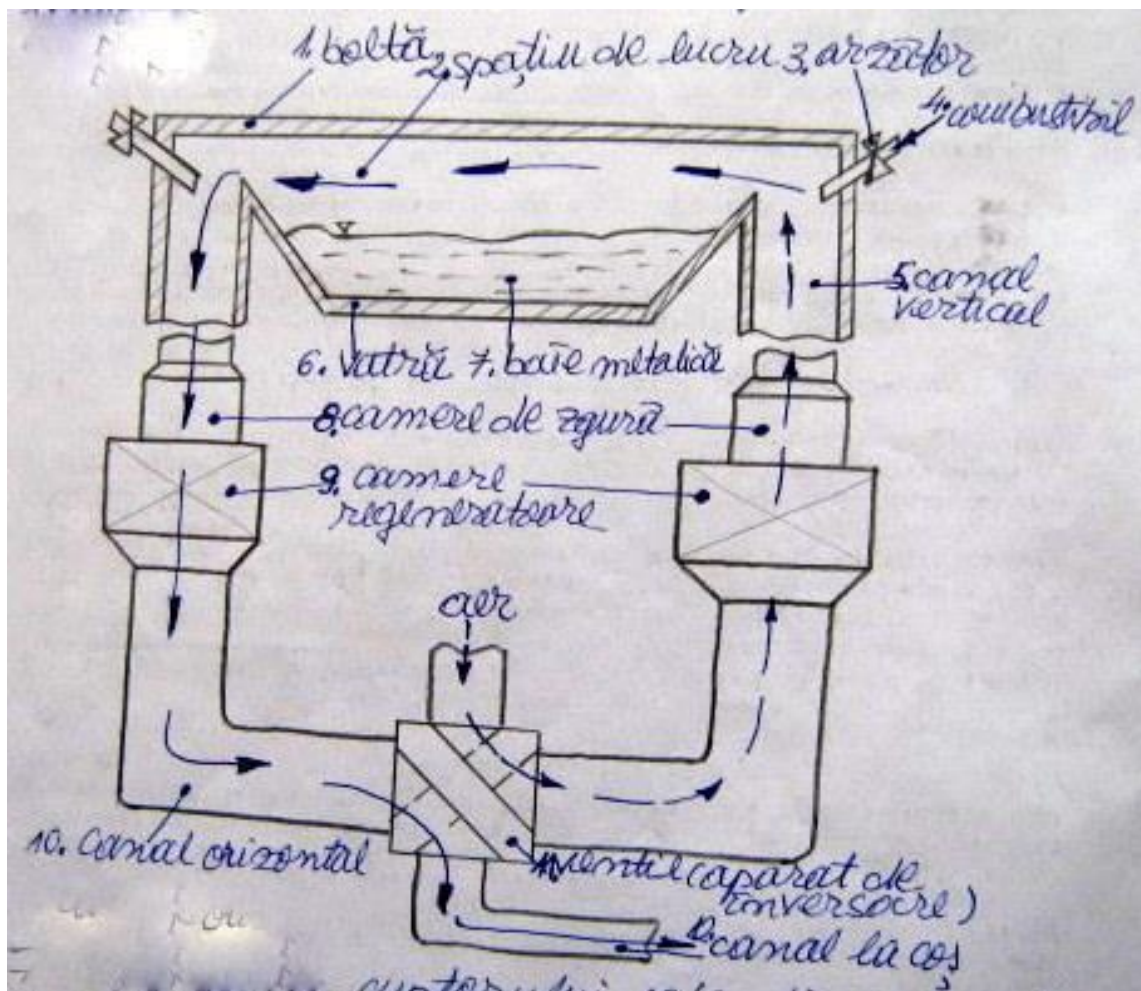


Fig.6

Procedeul de afinare in cuptoare **S-M** poate fi de **2** feluri:

➤ Procedeul **S-M acid**:

- cu afinare activa sau cu eliminarea zgurei, cand se elaboreaza oteluri cu continut mare de carbon - aliate sau nealiate;
- cu afinare pasiva sau fara eliminarea zgurei, cand se elaboreaza oteluri cu continut mic de carbon - aliate sau nealiate.

➤ Procedeul **S-M bazic**: mai putin pretentios decat cel acid sub aspectul calitatii incarcaturii si al conducerii procesului.