

NICANOR CIMPOEȘU
Dr.ing.asist.univ.
VASILE COJOCARU-FILIPCIUC
Dr.ing.prof.univ.

BILANȚURI ASISTATE DE CALCULATOR
PENTRU ELABORAREA FONTEI ÎN CUPTOARE
CU INDUCȚIE. ZGURA-MATERIALE-
BILANȚUL TERMIC

Editura Universitas XXI

Tipărit

Autori:

NICANOR CIMPOEȘU,

Dr.ing.asist.univ.

VASILE COJOCARU-FILIPCIUC,

Dr.ing.prof.univ.

Contribuția autorilor: VASILE COJOCARU-FILIPCIUC =
NICANOR CIMPOEȘU =

Referenți științifici:

GELU BARBU,

Dr.ing.prof.univ.

SERGIU STANCIU,

Dr.ing.prof.univ.

Coperta:

VASILE COJOCARU-FILIPCIUC, Dr.ing.prof.univ.

Procesare figuri:

VASILE COJOCARU-FILIPCIUC, Dr.ing.prof.univ.

CAMELIA LENA AIOANEI, Ing.

Tehnoredactare:

CAMELIA LENA AIOANEI, Ing.

**NICANOR CIMPOEȘU
VASILE COJOCARU-FILIPCIUC**

**BILANȚURI ASISTATE DE CALCULATOR
PENTRU ELABORAREA FONTEI ÎN CUPTOARE
CU INDUCȚIE. ZGURA-MATERIALE-
BILANȚUL TERMIC**

**UNIVERSITAS XXI
IAȘI – 2010**

Prefața

Notă

Facilități de urmărire a imaginii monitorului au determinat ca secvențele reprezentând rularea programului să nu urmeze rigorile de punctuație, topică, sintaxă și stilistică ale limbii române.

Autorii

Cuprins

	Pag.
11. Calculul practic al zgurii	9
11.1. Proveniența zgurii din oxidarea unor elemente chimice în timpul topirii	9
11.1.a. Schema logică	9
11.1.b. Rularea programului	13
11.2. Proveniența zgurii din oxidarea unor elemente chimice în timpul tratamentelor metalurgice în stare lichidă	18
11.2.a. Schema logică	18
11.2.b. Rularea programului	21
11.3. Proveniența zgurii din nisipul sinterizat pe suprafața deșeurilor proprii	26
11.3.a. Schema logică	26
11.3.b. Rularea programului	28
11.4. Proveniența zgurii din căptușeala refractară	29
11.4.a. Schema logică	29
11.4.b. Rularea programului	31
11.5. Proveniența zgurii din interacțiunea chimică și mecanică, dintre materialele de adaos și fonta lichidă	32
11.5.a. Schema logică	32
11.5.b. Rularea programului	37
11.6. Alte surse de proveniență ale zgurii – rugina	41
11.6.a. Schema logică	41
11.6.b. Rularea programului	42
12. Bilanțul de materiale	47
12.a. Schema logică	47
12.b. Rularea programului	52
13. Controlul procesului de elaborare	55
13.1. Gradul de albire al fontei	56
13.2. Temperatura lichidus și solidus (eutectică)	60
13.3. Compoziția chimică	61
13.4. Structura metalografică	61

13.5. Forma grafitului	62
13.6. Fluiditatea	63
13.7. Temperatura	63
13.8. Conținuturile de carbon echivalent și de siliciu	63
13.9. Conținutul de oxigen din metal	63
13.10. Conținutul de azot	63
13.11. Conținutul de hidrogen	64
13.12. Controlul sumar, vizual, al calității zgurii	64
14. Bilanțul termic	64
14.1. Căldura utilă – căldura necesară elaborării	67
14.1.a. Căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei	67
14.1.a.1. Schema logică	67
14.1.a.2. Rularea programului	69
14.1.b. Căldura utilă pentru asimilarea materialelor de corecție	72
14.1.b.1. Schema logică	72
14.1.b.2. Rularea programului	80
14.1.c. Căldura utilă pentru interacțiunea chimică a unor materiale cu fazele metalică și nemetalică	87
14.2.c.1. Schema logică	87
14.1.c.2. Rularea programului	88
14.1.d. Căldura utilă pentru diluarea fontei lichide	91
14.1.d.1. Schema logică	91
4.1.d.2. Rularea programului	92
14.1.e. Căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea zgurii	94
14.1.e.1. Schema logică	94
14.1.e.2. Rularea programului	95
14.1.f. Căldura necesară carburării	96
14.1.f.1. Schema logică	96
14.1.f.2. Rularea programului	96
14.1.g. Căldura necesară evaporării apei	97
14.1.g.1. Schema logică	97
14.1.g.2. Rularea programului	98
14.1.h. Căldura ce se pierde prin barbotare cu gaze inerte	99

14.1.h.1.Schema logică	99
14.1.h.2.Rularea programului	100
14.1.i.Căldura utilă totală	100
14.1.i.1.Schema logică	100
14.1.i.2.Rularea programului	101
14.2.Căldura rezultată din oxidarea metalelor	101
14.2.a.Schema logică	101
14.2.b.Rularea programului	103
14.3.Căldura de formare a zgurii	111
14.3.a.Schema logică	111
14.3.b.Rularea programului	114
14.4.Cantitatea de energie preluată de la rețea	116
14.4.a.Schema logică	116
14.4.b.Rularea programului	124
Fișa șarjei	126
Rularea programului	126
Bibliografie	195

11. Calculul practic al zgurii

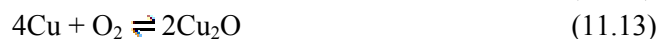
Conducerea calculului zgurii este relativă deoarece sunt mulți factori implicați în procesul de formare a zgurii, inclusiv, cum ar fi, de exemplu, intensitatea regimului termic, acoperirea sau nu a cuptorului cu capac în timpul funcționării, forma în care se află elementul chimic în sortul metalic – metal pur, compus chimic, soluție, caracterul soluției (reală, ideală, suprasaturată) – mărimea bucăților de metal, mărimea creuzetului, gradul de încărcare al creuzetului, gradul de ruginire al sortului metalic, folosirea sau nu a materialelor reducătoare în încărcătură, durata de elaborare, compoziția chimică a căptușelii refractare, compoziția chimică a fontei, compoziția chimică a materialelor de corecție (de adaos, diluare, desulfurare, carburare etc.), gradul de puritate al sorturilor metalice (prezența sau nu a nisipului sinterizat, pământului, betonului etc.) etc.

11.1. Proveniența zgurii din oxidarea unor elemente chimice în timpul topirii

11.1.a Schema logică

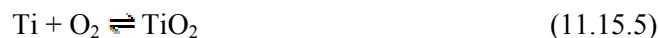
În timpul topirii elementele chimice din încărcătură se oxidează conform reacțiilor chimice următoare, în principal:





Pe lângă reacțiile chimice de mai sus, în cazul elaborării fontei, pe lângă reacțiile chimice 11.1...11.15, pot avea loc și alte reacții chimice de oxidare, reacțiile chimice 11.1...11.15 fiind considerate ca având loc în mod curent.

Ca reacții chimice cu potențial de desfășurare se mai precizează următoarele:



Reacțiile chimice (11.15.1), (11.15.3), (11.15.5) și (11.15.6) sunt de tipul reacțiilor chimice (11.1), (11.2), (11.3), (11.4), (11.5), (11.8), (11.9), (11.10) și (11.11), atunci când se calculează cantitatea de zgură, căldura exotermă a reacțiilor de oxidare etc.

Reacțiile chimice (11.15.2) și (11.15.4) sunt de tipul reacțiilor chimice (11.7), (11.12), (11.13), (11.14) și (11.15).

În funcție de prezența sau nu a cuptorului cu capac reacțiile chimice de oxidare a metalelor prezentate anterior se pot desfășura și cu obținerea de oxizi superior dacă există un disponibil de oxigen mai mare.

Unele elemente chimice dau naștere, prin oxidare, la oxizi diferiți, după cum se consideră perioada de topire sau perioada de supraîncălzire în stare lichidă – o asemenea comportare o are cuprul care în timpul etapei de topire se oxidează la CuO iar în timpul etapei de supraîncălzire în stare lichidă, se oxidează la Cu₂O. Prin urmare, calculele ce se prezintă în continuare sunt relative.

Se apreciază că în condiții ce favorizează oxidarea, în timpul topirii, se oxidează și nichelul, cuprul și molibdenul, în proporție de 3... 4%, fiecare element.

Cantitățile de oxizi E_xO_y ce trec în zgura primară – Q_{E_xO_y zg.primară} – se determină cu relații diferite, în funcție de reacția chimică de oxidare, după cum urmează:

– pentru reacții chimice de tipurile 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.8, 11.9, 11.10 și 11.11, relația (11.16);

$$Q_{E_x O_y \text{ zg.primară}} = \sum_{i=1}^n < \%E_i > \cdot \frac{\%a_{E_{it}}}{100} \cdot \frac{M_{E_x O_y}}{M_{E_i}}, \quad (11.16)$$

în care Q_{E_xO_y zg.primară} reprezintă cantitatea de oxizi E_xO_y ce trec în zgura primară – în timpul etapei de topire –, în kg/100 kg de încărcătură metalică; < %E_i > – proporția de element chimic E_i din încărcătură calculată în funcție de frecvența curentului de la cuptor – a se vedea aliniatul al doilea, care urmează; %a_{E_{it}} – proporția de element chimic E_i care arde în timpul topirii în funcție de frecvența curentului de la cuptor – a se vedea aliniatul al treilea, care urmează; M_{E_xO_y} – masa

moleculară a E_xO_y , în kg; M_{E_i} – masa atomică a elementului E_i , în kg.

CO ce rezultă din oxidarea carbonului este în stare gazoasă – trece în atmosferă gazoasă. De asemenea, SO_2 trece în atmosfera gazoasă.

Relația (11.16) se aplică pentru toate elementele chimice care se oxidează.

$\langle \%E_i \rangle$ este calculat la paragraful 2, în funcție de numărul de sorturi metalice din încărcătură și de tipul cuptorului cu inducție.

$\%a_{E_{it}}$ este prezentată în tabelul 4.1 în cazul elaborării fontei în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și în tabelul 4.2, în cazul elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei.

În tabelul 11.1 se prezintă numerele atomice pentru elementele chimice care se întâlnesc în mod curent în fonte.

Dacă, de exemplu, $\langle \%Si \rangle = 2,2$; $\%a_{Si} = 7$; $M_{SiO_2} = 28 + 2 \cdot 16 = 60$; $M_{Si} = 28$;

$Q_{SiO_2 \text{ zg, primară}} = 2,2 \cdot \frac{7}{100} \cdot \frac{60}{28} = 0,33$ kg de $SiO_2/100$ kg de încărcătură metalică;

– pentru reacții chimice de tipurile (11.5), (11.7), (11.12), (11.13), (11.14) și (11.15) relația (11.16).

$$Q_{E_xO_y \text{ zg, primară}} = \sum_{i=1}^n \langle \%E_i \rangle \cdot \frac{\%a_{E_i}}{100} \cdot \frac{M_{E_xO_y}}{M_{E_i}}, \quad (11.16.1)$$

în care semnificații sunt cele prezentate la relația (11.16), luându-se în considerație particularitățile calculului elementelor chimice din încărcătură și proporțiile de elemente chimice care ard în timpul topirii în funcție de tipul cuptorului, respectiv care funcționează cu frecvență medie sau mare, un caz, și la frecvența rețelei, al doilea caz.

Tabelul 11.1

Masele atomice ale elementelor chimice ce se întâlnesc în mod curent în fonte.

Elementul chimic	Masa atomică, în kg	Elementul chimic	Masa atomică, în kg
C	12,01	W	183,80
S	32,07	Fe	55,85
Si	28,09	Cu	63,55
Mn	54,94	O	16,00
Cr	52,00	N	14,01
Ni	58,69	H	1,01
P	30,97	Sn	118,70
Ti	47,88	Co	58,93
Mo	95,94	F	19,00
Al	26,98	Ca	40,08
Mg	24,30	V	50,94
Cl	35,45	Bi	209

Relația (11.16.1) se aplică pentru toate elementele chimice care se oxidează (CO trece în atmosferă gazoasă).

11.1.b Rularea programului

Etapa Calculul practic al zgurii

Conducerea calculului zgurii este relativă deoarece sunt mulți factori implicați în procesul de formare a zgurii, inclusiv, cum ar fi, de exemplu, intensitatea regimului termic, acoperirea sau nu a cuptorului cu capac în timpul funcționării, forma în care se află elementul chimic în sortul metalic – metal pur, compus chimic, soluție, caracterul soluției (reală, ideală, suprasaturată)

– mărimea bucăților de metal, mărimea creuzetului, gradul de încărcare al creuzetului, gradul de ruginire al sortului metalic, folosirea sau nu a materialelor reducătoare în încărcătură, durata de elaborare, compoziția chimică a căptușelii refractare, compoziția

chimică a fontei, compoziția chimică a materialelor de corecție (de adaos, diluare, desulfurare, carburare etc.), gradul de puritate al sorturilor metalice (prezența sau nu a nisipului sinterizat, pământului, betonului etc.) etc.

PROVENIENTA ZGURII DIN OXIDAREA UNOR ELEMENTE CHIMICE ÎN TIMPUL TOPIRII

Unele elemente chimice dau naștere, prin oxidare, la oxizi diferiți, după cum se consideră perioada de topire sau perioada de supraîncălzire în stare lichidă – o asemenea comportare o are cuprul care în timpul etapei de topire se oxidează la CuO iar în timpul etapei de supraîncălzire în stare lichidă, se oxidează la Cu_2O . Prin urmare, calculele ce se prezintă în continuare sunt relative

Introduceți procente de element chimic din compoziția fontei după topire - REALA, determinate etapa anterioară, de tpul Ct, Sit, Mnt...

Ct=2.4
Sit=1.2
Mnt=1.1
Pmaxt=1.8
Smaxt=1.1
Vt=0.8
Tit=1.2
Nit=0
Crt=1
Cut=1
Mot=1
Co.t=0.1
Mgt=0.3
Alt=0.5
Wt=0.3
Fet=0.2
Bit=0.8
Snt=1.1
Zrt=1.2

At=0
A1t=0
A2t=0

Introduceți %a(Eit)- a căruia valoare este prezentată în tabelul 4.1 în cazul elaborării fontei în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și în tabelul 4.2, în cazul elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei.

aCt=4
aSit=4
aMnt=5
aPmaxt=2
aSmaxt=2
aVt=2
aTit=25
aNit=0
aCrt=4
aCut=0
aMot=0
aCo.t=0
aMgt=100
aAlt=90
aWt=0
aFet=0.1
aBit=0
aSnt=0
aZrt=0
aAt=0
aA1t=0
aA2t=0

Introduceți M(ExO)(y) – masa moleculară a ExOy , în kg

Meox1=56
Meox2=45
Meox3=55
Meox4=60

Meox5=36
Meox6=24
Meox7=36
Meox8=78
Meox9=22
Meox10=32
Meox11=45
Meox12=32
Meox13=56
Meox14=54
Meox15=32
Meox16=78
Meox17=67
Meox18=65
Meox19=56
Meox20=45
Meox21=44
Meox22=34
Introduceti $M(E_i)$ – masa atomică a elementului E_i , în kg.
MCt=12
MSit=28
MMnt=54
MPmaxt=30
MSmaxt=32
MVt=51
MTit=48
MNit=58
MCrt=52
MCut=64
MMot=96
MCo.t=59
MMgt=24
MAlt=27
MWt=184

MFet=55
MBit=210
MSnt=118
MZrt=91
MAt=107
MA1t=106
MA2t=102
Aportul elementelor chimice în timpul topirii
Qeq1 =0.4480
Qeq2 =0.0771
Qeq3 =0.0560
Qeq4 =0.0720
Qeq5 =0.0248
Qeq6 =0.0075
Qeq7 =0.2250
Qeq8 = 0
Qeq9 = 0.0169
Qeq10 =0
Qeq11 = 0
Qeq12 = 0
Qeq13 =0.7000
Qeq14 =0.9000
Qeq15 = 0
Qeq16 = 2.8364e-004
Qeq17 =0
Qeq18 =0
Qeq19 =0
Qeq20 =0
Qeq21 =0
Qeq22 =0
Qeqzgura =2.5276

11.2. Proveniența zgurii din oxidarea unor elemente chimice în timpul tratamentelor metalurgice în stare lichidă

11.2.a Schema logică

În timpul supraîncălzirii fontei în stare lichidă și în timpul tratamentelor metalurgice ale băii metalice, o parte din elementele chimice din baia metalică și din materialele de corecție ce se introduc în baia metalică, se oxidează.

Reacțiile chimice de oxidare sunt de tipul celor prezentate la paragraful 11.1.

Cantitățile de oxizi E_xO_y ce trec în zgura finală, în timpul supraîncălzirii, din baia metalică, se determină cu relații diferite, în funcție de reacția chimică de oxidare, după cum urmează:

– pentru reacții chimice de tipurile 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.8, 11.9, 11.10 și 11.11, relația (11.17).

$$Q_{E_xO_y \text{ supraîncălzire}} = \sum_{i=1}^n [\%E_i]_t \cdot \frac{\%a_{E_{iS}}}{100} \cdot \frac{M_{E_xO_y}}{M_{E_i}}, \quad (11.17)$$

în care, $Q_{E_xO_y \text{ supraîncălzire}}$ reprezintă cantitatea de oxizi E_xO_y ce trec în zgura finală, în timpul supraîncălzirii fontei în stare lichidă, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $\%a_{E_{iS}}$ – proporția de element chimic E_i care arde în timpul supraîncălzirii fontei în stare lichidă – tabelul 6.1; $[\%E_i]_t$ – proporția de element chimic E_i din baia metalică, după topire – cea calculată cu relația (4.4).

– pentru reacții chimice de tipurile 11.5, 11.7, 11.12, 11.13, 11.14 și 11.15, relația (11.18).

$$Q_{E_xO_y \text{ supraîncălzire}} = \sum_{i=1}^n [\%E_i]_t \cdot \frac{\%a_{E_{iS}}}{100} \cdot \frac{M_{E_xO_y}}{2M_{E_i}}, \quad (11.18)$$

în care semnificațiile simbolurilor sunt cele din relațiile (11.16) și (11.17).

Relațiile (11.17) și (11.18) se aplică pentru toate elementele chimice care se utilizează (CO trece în atmosfera gazoasă).

Cantitățile de oxizi E_xO_y ce trec în zgura finală, în timpul tratamentelor metalurgice, din materialele de corecție, se determină cu relații diferite, în funcție de reacția chimică de oxidare, după cum urmează:

– pentru reacții chimice de tipurile 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.8, 11.9, 11.10 și 11.11, relația (11.19).

$$Q_{E_xO_y \text{ m.c.}} = \sum_{i=1}^m Q_{\text{m.c.}} \cdot \frac{\%aE_{i \text{ m.c.}}}{100} \cdot \frac{(100 - \eta_{E_i \text{ m.c.}})}{100} \cdot \frac{M_{E_xO_y}}{M_{E_i}} \quad (11.19)$$

în care $Q_{E_xO_y \text{ m.c.}}$ reprezintă cantitățile de oxizi E_xO_y ce trec în zgura finală, în timpul tratamentelor metalurgice, din materialele de corecție, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $\%E_{i \text{ m.c.}}$ – proporția de element chimic E_i din materialul de corecție; $\eta_{E_i \text{ m.c.}}$ – randamentul de asimilare al elementului chimic E_i în baia metalică – din tabelul 6.10;

Relația (11.19) se aplică pentru toate elementele chimice, din materialele de corecție, care se oxidează (CO trece în atmosfera gazoasă).

De exemplu, dacă $Q_{\text{m.c.}} = 3$ kg/100 kg de încărcătură metalică, $\%E_{i \text{ m.c.}} = 60$; $\eta_{E_i \text{ m.c.}} = 97$; $M_{\text{SiO}_2} = 60$ kg; $M_{\text{Si}} = 28$, $Q_{\text{SiO}_2 \text{ m.c.}} = 3 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{(100-97)}{100} \cdot \frac{60}{28} = 0,12$ kg de SiO_2 /100 kg de încărcătură metalică.

– pentru reacțiile chimice de tipurile (11.5), (11.7), (11.12), (11.13), (11.14) și (11.15), relația (11.19.1).

$$Q_{E_x O_y m.c.} = \sum_{i=1}^m Q_{m.c.} \cdot \frac{\%aE_{i.m.c.}}{100} \cdot \frac{(100 - \eta_{E_i - m.c.})}{100} \cdot \frac{M_{E_x O_y}}{2M_{E_i}} \quad (11.19.1)$$

în care simbolurile au semnificațiile prezentate la relația (11.19).

Se precizează, din nou, că monoxidul de carbon nu trece în zgură, ci în atmosferă gazoasă.

În cazul în care se face diluarea, după diluare, baia metalică se oxidează conform relațiilor (11.17) și (11.18).

Este de preferat ca pierderile prin oxidare de Mn, Si și Cr să se calculeze cu relația (6.6), deoarece intervine timpul de menținere a fontei în stare lichidă.

Cantitatea totală de zgură ce provine din oxidarea elementelor chimice, se determină cu relația (11.20).

$$Q_{z.g.oxid.el.} = Q_{E_x O_y zg.primară} + Q_{E_x O_y supraîncălzire} + Q_{E_x O_y m.c.} \quad (11.20)$$

în care $Q_{z.g.oxid.el.}$ reprezintă cantitatea totală de zgură ce provine din oxidarea elementelor chimice, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $Q_{E_x O_y zg.primară}$ se calculează cu relațiile (11.15) și (11.16); $Q_{E_x O_y supraîncălzire}$ se calculează cu relațiile (11.17) și (11.18); $Q_{E_x O_y m.c.}$ se calculează cu relația (11.19).

Cantitatea totală de zgură ce provine din oxidarea elementelor chimice, dintr-un cuptor, se determină cu relația (11.21).

$$Q_{z.g.oxid.el.cuptor} = Q_{efectiv} \cdot \frac{Q_{z.g.oxid.el.}}{100}, \quad (11.21)$$

în care $Q_{z.g.oxid.el.cuptor}$ reprezintă cantitatea totală de zgură ce provine din oxidarea elementelor chimice, dintr-un cuptor, în kg/cuptor; $Q_{efectiv}$ – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg;

$Q_{zg.oxid.el.}$ – din relația (11.20).

11.2.b Rularea programului

PROVENIENTA ZGURII DIN OXIDAREA UNOR ELEMENTE CHIMICE IN TIMPUL TRATAMENTELOR METALURGICE IN STARE LICHIDA

În tabelul (6.1) se prezintă pierderile prin oxidare, de elemente chimice, în timpul topirii.

Pierderile reprezentate în tabelul 6.1 sunt relative, cel puțin din cauza faptului că intervine durata de menținere în stare lichidă a fontei pentru desfășurarea tratamentelor metalurgice,

durată de menținere ce poate fi dictată și de alte cauze.

Pentru elementele chimice C, Si, Mn și Cr pierderile prin ardere se pot calcula, mai aproape de realitate și în funcție de durata de menținere în stare lichidă prin intermediul relației (6.6)

Introduceti $t(?)$ – timpul de menținere în stare lichidă la temperatura de supraîncălzire în stare lichidă, în ore (h).

$t=1.2$

a_{Eitm} reprezintă proporția de element chimic E_i care arde în timpul tratamentelor metalurgice

$atmSi1400 = 0$

$atmSi1450 = -0.4680$

$atmSi1500 = -1.8240$

$atmSi1550 = -4.5240$

$atmC1400 = 0.8760$

$atmC1450 = 2.7000$

$atmC1500 = 6$

$atmC1550 = 9.6000$

$atmMn1400 = 0.7320$

$atmMn1450 = 0.7320$

$atmMn1500 = 1.6200$

$atmMn1550 = 2.1840$

atmCr1400 =1.5240
atmCr1450 =1.7760
atmCr1500 =3.0840
atmCr1550 = 3.3840

Dacă nu se cunosc date concrete despre pierderile prin oxidare în timpul topirii, se iau în calcule mediile aritmetice ale extremelor din tabelul (6.1).

INTRODUCETI in functie de temperatura proportia de element chimic care arde in timpul tratamentelor metalurgice pentru elementele Si, C, Mn si Cr

atmSi=1.2
atmC=2
atmMn=4
atmCr=0

Din tabelul 11.1 se introduc numerele atomice pentru elementele chimice care se întâlnesc în mod curent în fonte.

Mc=12
Ms=32
Msi=28
Mmn=54
Mcr=24
Mni=28
Mp=15
Mti=22
Mmo=42
Mal=13
Mmg=12
Mcl=17
Mw=74
Mcu=29
Mfe=26
Mo=8
Mn=7
Mh=1

Msn=50
Mco=27
Mv=23
Mf=9
Mca=20
Mbi=83
Mzr =91.2240

se calculeaza masele molare Mexoy ale principalilor oxizi care se formeaza

Mfeo=71.8500
Mco=28.0100
Msio=44.0900
Mmno=70.9400
Mp2o5=141.9400
Mso2=64.0700
Mcr2o3=152
Mnio=74.6900
Mwo=199.8000
Mmoo2=111.9400
Mcoo=74.9300
Mv2o3=149.8800
Mcu2o=143.1000
Mmgo=40.3000
Mal2o3=101.9600
Mcuo=79.5500
Mbi2o3=466
Msno=134.7000
Mtio2=79.8800
Mzro2=123.2240

Se introduc din etapa 1 valorile proporțiilor de element chimic Ei din încărcătură calculată în funcție de frecvența curentului de la cuptor – a se vedea aliniatul al doilea, care urmează;

Ec=1.2

Es=2.2
Esi=1.1
Emn=0.3
Ecr=0.2
Eni=0.2
Ep=0
Eti=0
Emo=0
Eal=1.2
Emg=0.4
Ecl=0.3
Ew=0.5
Ecu=0.4
Efe=0.6
Eo=0.2
En=0
Eh=0
Esn=0
Eco=1
Ev=0.2
Ef=0
Eca=0
Ebi=1
Ezr=1

se calculeaza cantitatea de oxizi ExOy ce trec în zgura primară – în timpul etapei de topire –, în kg/100 kg de încărcătură metalică

Q1fe=9.1194e-004
Q1co=0.0245
Q1sio=0
Q1mno=0.0158
Q1p2o5=0
Q1so2=0
Q1cr2o3=0.0193

Q1nio=0
Q1wo=0
Q1moo2=0
Q1coo=0
Q1v2o3=0
Q1cu2o=0
Q1mgo=1.3433
Q1al2o3=2.3529
Q1cuo=0
Q1bi2o3=0
Q1sno=0
Q1tio2=0
Q1zro2=0
Qeq=3.7568

În timpul supraîncălzirii fontei în stare lichidă și în timpul tratamentelor metalurgice ale băii metalice, o parte din elementele chimice din baia metalică și din materialele de corecție ce se introduc în baia metalică, se oxidează.

Reacțiile chimice de oxidare sunt de tipul celor prezentate la paragraful 11.1.

Q2feo=3.0398e-004
Q2co=0.0491
Q2sio=0
Q2mno=0.0578
Q2p2o5=0
Q2so2=0
Q2cr2o3=0.0965
Q2nio=0
Q2wo=0
Q2moo2=0
Q2coo=0
Q2v2o3=0
Q2cu2o=0
Q2mgo=1.0075

$$Q_{2Al_2O_3}=0.9804$$

se ia in considerare faptul ca pentru reacții chimice de tipurile 11.5, 11.7, 11.12, 11.13, 11.14 și 11.15 se utilizeaza in calcule relația (11.18).

$$Q_{2CuO}=0$$

$$Q_{2Bi_2O_3}=0$$

$$Q_{2SnO}=0$$

$$Q_{2TiO_2}=0.1645$$

$$Q_{2ZrO_2}=0$$

$$Q_2=2.3561$$

Introduceti Q_{efectiv} – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg

$$Q_{\text{efectiv}}=12000$$

$$Q_{\text{zgoxidelcuptor}}=733.5407$$

11.3. Proveniența zgurii din nisipul sinterizat pe suprafața deșeurilor proprii

11.3.a Schema logică

Se consideră că dacă se utilizează în încărcătură deșeurii proprii, acestea aduc nisip în următoarele proporții:

– 5 kg nisip/tona de încărcătură metalică, dacă încărcătura metalică este formată exclusiv din deșeurii proprii – 0,5 kg nisip/100 kg de încărcătură metalică;

– 3,5 kg nisip/tona de încărcătură dacă încărcătura metalică este formată din 30% fontă lichidă remanentă și 70% deșeurii proprii – 0,35 kg nisip/100 kg de încărcătură metalică;

– fracțiuni corespunzătoare față de cantitățile menționate anterior.

În cazul în care se admite că nisipul sinterizat este de natură cuarțoasă, compoziția chimică a acestuia este următoarea: 85% SiO_2 și 15% Al_2O_3 .

Cantitatea de oxizi E_xO_y ce trece din nisipul cuarțos sinterizat în zgura primară, se determină cu relațiile (11.22) și

(11.23).

$$Q_{\text{SiO}_2 \text{ nisip sint.}} = Q_{\text{nisip sint.}} \cdot \frac{85}{100}, \quad (11.22)$$

în care, $Q_{\text{SiO}_2 \text{ nisip sint.}}$ reprezintă cantitatea de SiO_2 ce trece în zgura primară din nisipul sinterizat, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $Q_{\text{nisip sint.}}$ – cantitatea de nisip sinterizat ce trece în zgura primară, în kg/100 kg de încărcătură metalică – cea considerată anterior.

De exemplu, dacă $Q_{\text{nisip sint.}} = 3$ kg nisip/100 kg de încărcătură metalică, $Q_{\text{SiO}_2 \text{ nisip sint.}} = 3 \cdot \frac{85}{100} = 2,55$ kg SiO_2 /100 kg de încărcătură metalică.

$$Q_{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ nisip sint.}} = Q_{\text{nisip sint.}} \cdot \frac{15}{100}, \quad (11.23)$$

în care $Q_{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ nisip sint.}}$ reprezintă cantitatea de Al_2O_3 din nisipul sinterizat ce trece în zgura primară, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea totală de zgură primară ce provine din nisipul sinterizat se determină cu relația (11.24).

$$Q_{\text{zg.nisip sint.}} = Q_{\text{SiO}_2 \text{ nisip sint.}} + Q_{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ nisip sint.}} \quad (11.24)$$

În care $Q_{\text{zg.nisip sint.}}$ reprezintă cantitatea totală de zgură primară ce provine din nisipul sinterizat, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea totală de zgură primară ce provine din nisipul sinterizat, într-un cuptor – $Q_{\text{zg.nisip sint.cuptor}}$ –, în kg/cuptor, se determină cu relația (11.25).

$$Q_{\text{zg.nisip sint.cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{zg.nisip sint.}}}{100}, \quad (11.25)$$

Q_{efectiv} exprimându-se în kg iar $Q_{\text{zg,nisip sint.}}$ în kg/100 kg de încărcătură metalică.

11.3.b Rularea programului

PROVENIENTA ZGURII DIN NISIPUL SINTERIZAT PE SUPRAFATA DESEURILOR PROPRII

Se consideră că dacă se utilizează în încărcătură deșeuri proprii, acestea aduc nisip în următoarele proporții:

– 5 kg nisip/tona de încărcătură metalică, dacă încărcătura metalică este formată exclusiv din deșeuri proprii – 0,5 kg nisip/100 kg de încărcătură metalică;

– 3,5 kg nisip/tona de încărcătură dacă încărcătura metalică este formată din 30% fontă lichidă remanentă și 70% deșeuri proprii – 0,35 kg nisip/100 kg de încărcătură metalică;

– fracțiuni corespunzătoare față de cantitățile menționate anterior.

În cazul în care se admite că nisipul sinterizat este de natură cuarțoasă, compoziția chimică a acestuia este următoarea: 85% SiO_2 și 15% Al_2O_3 .

Cantitatea de oxizi ExO_y ce trece din nisipul cuarțos sinterizat în zgura primară, se determină cu relațiile (11.22) și (11.23).

Introduceți proporția de SiO_2

$\text{SiO}_2=75$

Introduceți proporția de $Q(\text{nisip sint.})$ – cantitatea de nisip sinterizat ce trece în zgura primară, în kg/100 kg de încărcătură metalică – cea considerată anterior.

$Q_{\text{nisipsint}}=0.5$

$Q_{\text{zgp}} = 0.3750$

iar Q_{zgp} ce reprezintă cantitatea totală de zgură primară ce provine din nisipul sinterizat, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

$Q_{\text{zgsintcuptor}}=45$

11.4. Proveniența zgurii din căptușeala refractară

11.4. a Schema logică

În general, se consideră un consum de căptușeală refractară granulară de 1,5...3,0 kg/t de încărcătură metalică, adică 0,15...0,30 kg/100 kg de încărcătură metalică (limita minimă corespunde elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența medie sau mare iar limita maximă corespunde elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei – din cauza brasajului puternic).

În tabelul 11.2 se prezintă compoziția chimică a unor cuarțite de proveniență România și alte țări, alături de unele caracteristici ale acestora.

În cazul când în compoziția chimică a cuarțitei nu se specifică proporțiile de Na₂O și K₂O, se consideră că acestea sunt egale între ele.

Căptușeala refractară granulară se consumă prin erodare mecanică și pe cale chimică.

Cantitatea de oxizi E_xO_y ce trec din căptușeala refractară în zgură se determină cu relația (11.26).

$$Q_{E_xO_y\text{căptuș.}} = \sum Q_{\text{căptuș.}} \frac{\%E_xO_y\text{căptuș.}}{100}, \quad (11.26)$$

în care $Q_{E_xO_y\text{căptuș.}}$ reprezintă cantitatea de oxizi E_xO_y ce trec din căptușeala refractară în zgură, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $\%E_xO_y\text{căptuș.}$ – proporția de oxizi E_xO_y din compoziția chimică a căptușelii (după caz SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, MgO, CaO, H₂O).

Relația (11.26) se aplică pentru toți oxizii componenți ai cuarțitei.

H₂O din cuarțită trece în atmosfera gazoasă.

Tabelul 11.2

**Compoziția chimică a unor cuarțite de proveniență
România și alte țări, alături de unele caracteristici ale
acestora**

Caracteristici		Cuarțite românești				Cuarțite străine		
		Piatra Râioasă	Orșova (Virciorova)	Hățeg	Mănăstireni	Suedia	Germania	Elveția
Compoziția chimică, în %*	SiO ₂	97,8	99,3	99,7	98...99	99,02	98,7	98,5
	Al ₂ O ₃	0,12...0,7	0,24	0,02	0,2...0,4	0,38	0,7	1
	Fe ₂ O ₃	0,12...0,5	0,15	0,15	0,06...0,08	0,21	–	0,03
	Alcalii (Na ₂ O+K ₂ O)	0,14	0,04	0,2	0,07...0,2	0,09	–	–
	MgO	–	0,07	0,2	0,06...0,16	0,08	–	–
	CaO	0,18	–	–	0,09...0,14	0,06	–	–
	Pierderi prin calcinare (PC)	0,5	0,27	0,18	0,2...0,3	0,13	–	–
Refractaritatea, în °C	1730	1730	1730	1730	–	–	–	
Densitatea aparentă, g/cm ³	2,64	2,64	2,64	–	–	–	–	
Densitatea (crud), g/cm ³	2,64...2,68	2,66	2,64	–	–	–	–	
Dilatarea, în % la	600°C	+1,3	+1,1	+1,2	–	–	–	–
	1200°C	+1,9	+1,4	+1,7	–	–	–	–
Granulația la folosire, în %	<0,06 mm	10	–	–	10...13	–	–	+16
	0,06-1 mm	40	–	–	35...41	–	–	57
	1-3 mm	50	–	–	39...46	–	–	27

* conținutul informativ de H₂O este de max. 0,3%

De exemplu, dacă $Q_{\text{căptuș}} = 0,3$ kh/100 kg de încărcătură
metalică; $\%SiO_{2\text{căptuș}} = 98$; $Q_{SiO_{2\text{căptuș}}} = 0,3 \frac{98}{100} = 0,29$
kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea totală de căptușeală refractară granulară
care trece în zgură, într-un cuptor, se determină cu relația
(11.27).

$$Q_{E_xO_y\text{c\textsubscript{a}p\textsubscript{t}u\textsubscript{s}}_{\text{cuptor}}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{E_xO_y\text{c\textsubscript{a}p\textsubscript{t}u\textsubscript{s}}}}{100}, \quad (11.27)$$

în care $Q_{E_xO_y\text{c\textsubscript{a}p\textsubscript{t}u\textsubscript{s}}_{\text{cuptor}}}$ reprezintă cantitatea totală de căptușeală refractară granulară care trece în zgură, într-un cuptor, în kg de căptușeală refractară/cuptor; Q_{efectiv} , în kg.

11.4.b Rularea programului

PROVENIENȚA ZGURII DIN CAPTUȘEALA REFRACTARA

În general, se consideră un consum de căptușeală refractară granulară de 1,5...3,0 kg/t de încărcătură metalică, adică 0,15...0,30 kg/100 kg de încărcătură metalică

(limita minimă corespunde elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența medie sau mare iar limita maximă corespunde elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei – din cauza brasajului puternic).

În tabelul 11.2 se prezintă compoziția chimică a unor cuarțite de proveniență România și alte țări, alături de unele caracteristici ale acestora.

se introduce cantitatea totală de oxizi ce trec din căptușeala refractară în zgură, în kg/100 kg de încărcătură metalică;

$Q_{\text{captus}}=1$

Introduceți % E_{xy} (căptuș.) – proporția de oxizi E_xO_y din compoziția chimică a căptușelii (după caz SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , H_2O).

$E_{xy1}=25$

$E_{xy2}=35$

$E_{xy3}=15$

$E_{xy4}=15$

$E_{xy5}=10$

Cantitatea de oxizi E_xO_y ce trec din căptușeala refractară în zgură se determină cu relația (11.26).

De exemplu, dacă $Q_{\text{căptuș}}= 0,3$ kg/100 kg de încărcătură

metalică; %SiO₂căptuș=98; Q(SiO₂ căptuș.)=0,398/100=0,29
kg/100 kg de încărcătură metalică.

Qeocaptus1 = 0.2500

Qeocaptus2 = 0.3500

Qeocaptus3 = 0.1500

Qeocaptus4 = 0.1500

Qeocaptus5 = 0.1000

Qeocaptus = 1

Cantitatea totală de căptușeală refractară granulară care trece în zgură, într-un cuptor, se determină cu relația (11.27).

Qeocaptuscuptor = 120

11.5. Proveniența zgurii din interacțiunea chimică și mecanică, dintre materialele de adaos și fonta lichidă

11.5.a Schema logică

În acest caz, este vorba despre materialele de adaos care au ca scop desulfurarea, demanganizarea, defosforarea etc.

În practică se lucrează cu adaosuri ce depășesc cantitățile ce rezultă din calculele stoechiometrice, avându-se în vedere că reacțiile chimice dintre materialele de adaos și fonta lichidă nu se desfășoară până la echilibru.

Calculele zgurificării, apelând la raționamente stoechiometrice sunt dificile din cauză că la un proces participă mai multe reacții chimice, în general necunoscându-se cota de participare a fiecărei reacții chimice. De exemplu, în cazul desulfurării cu carbid, sunt posibile să se desfășoare reacțiile chimice (6.32), (6.34), (6.35), (6.36), (6.37) etc.

Se prezintă în continuare calculul zgurii în urma desulfurării fontei cu carbid.

Carbidul care se utilizează pentru desulfurarea fontei conține 65...85% CaC₂ și 10...30%CaO, recomandându-se carbidul de compoziție eutectică – 80% CaC₂ și 15% CaO,

granulația optimă fiind de 0,3...1,0 mm.

Cantitatea de carbid necesară pentru eliminarea a ΔS procente de sulf din fonta lichidă, se determină cu relația (11.28).

$$Q_{\text{carbid}} = \frac{\Delta S - 0,83 \cdot [\%S_i] + 0,0722}{0,0036} \cdot \frac{100}{\%CaC_2_{\text{carbid}}}, \quad (11.28)$$

în care Q_{carbid} reprezintă cantitatea de carbid necesară desulfurării; ΔS – proporția de sulf ce trebuie eliminată din fontă; $[\%S_i]$ – proporția de sulf din fonta lichidă, înainte de desulfurare; $\%CaC_2_{\text{carbid}}$ – proporția de CaC_2 din carbid.

Q_{carbid} se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

$$\Delta S = [\%S_i] - [\%S], \quad (11.29)$$

în care $[\%S]$ reprezintă proporția de sulf din fonta propusă a fi elaborată.

De exemplu, dacă $[\%S_i] = 0,1$; $\Delta S = 0,1 - 0,06 = 0,04$;
 $\%CaC_2_{\text{carbid}} = 85$; $Q_{\text{carbid}} = \frac{0,04 - 0,83 \cdot 0,1 + 0,0722}{0,0036} \cdot \frac{100}{85} = 9,41$
kg/100 kg încărcătură.

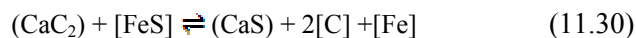
Cantitatea de CaC_2 necesară desulfurării se determină cu relația (11.29).

$$Q_{CaC_2} = \frac{\Delta S - 0,83[\%S_i] + 0,0722}{0,0036}, \quad (11.29)$$

în care Q_{CaC_2} reprezintă cantitatea de CaC_2 necesară desulfurării, în kg/t de încărcătură metalică. La modul general, consumul de CaC_2 variază între limitele 0,8...2,2 kg/100 kg de încărcătură metalică.

Pentru a facilita calculul cantității de CaS ce se află în zgură, se apelează la reacția chimică (11.30) ce reprezintă o

formă simplificată a procesului de desulfurare cu CaC_2 .



Cantitatea de CaS ce se obține în zgură se determină cu relația (11.31).

$$Q_{\text{CaS}} = Q_{\text{CaC}_2} \cdot \frac{M_{\text{CaS}}}{M_{\text{CaC}_2}}, \quad (11.31)$$

în care Q_{CaS} reprezintă cantitatea de CaS ce se obține în zgură, în kg/100 kg de încărcătură metalică; Q_{CaC_2} se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică; M_{CaS} – masa moleculară a CaS, în kg; M_{CaC_2} – masa moleculară a CaC_2 , în kg.

Cantitatea de CaO ce trece în zgură din carbid se determină cu relația (11.32).

$$Q_{\text{CaO}_{\text{carbid}}} = Q_{\text{carbid}} \cdot \frac{\% \text{CaO}_{\text{carbid}}}{100}, \quad (11.32)$$

în care $Q_{\text{CaO}_{\text{carbid}}}$ reprezintă cantitatea de CaO ce trece în zgură din carbid, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $\text{CaO}_{\text{carbid}}$ – proporția de CaO din carbid. Q_{carbid} se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării cu carbid se determină cu relația (11.33).

$$Q_{\text{zgură carbid}} = Q_{\text{CaS}} + Q_{\text{CaO}_{\text{carbid}}} \quad (11.33)$$

în care $Q_{\text{zgură carbid}}$ reprezintă cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării fontei cu carbid, în kg/100 kg de încărcătură.

Cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării fontei cu carbid, într-un cuptor – $Q_{\text{zgură carbid}_{\text{cuptor}}}$, în kg/cuptor, se determină cu relația (11.34).

$$Q_{\text{zgură carbid}}^{\text{cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{zgură carbid}}}{100}, \quad (11.34)$$

în care $Q_{\text{zgură carbid}}$, se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Dacă demanganizarea se face prin insuflare de CCl_4 cu azot, prin intermediul lăncilor, consumul de CCl_4 este de 5...20 kg/t de fontă lichidă, adică 0,5...2 kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de MnCl_2 care trece în zgură – $Q_{\text{MnCl}_2 \text{zgură}}$ –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.35).

$$Q_{\text{MnCl}_2 \text{zgură}} = Q_{\text{CCl}_4} \cdot \frac{M_{\text{MnCl}_2}}{M_{\text{CCl}_4}}, \quad (11.35)$$

în care Q_{CCl_4} reprezintă cantitatea de clorură de carbon, în kg/100 kg de încărcătură metalică; M_{MnCl_2} și M_{CCl_4} – masa moleculară a MnCl_2 , respectiv CCl_4 .

Dacă defosforarea se face prin insuflare de oxigen, se calculează cantitatea de P_2O_5 stoechiometric. Cantitatea de P_2O_5 ce trece în zgură – $Q_{\text{P}_2\text{O}_5 \text{zgură}}$ –, în kg/100 kg de încărcătură, se determină cu relația (11.36).

$$Q_{\text{P}_2\text{O}_5 \text{zgură}} = \%P_{\text{eliminat}} \cdot \frac{M_{\text{P}_2\text{O}_5}}{2M_{\text{P}}} \quad (11.36)$$

în care $M_{\text{P}_2\text{O}_5}$ și $2M_{\text{P}}$ reprezintă masele moleculare ale P_2O_5 , respectiv P.

Dacă prin insuflare de oxigen se oxidează și $\%Si_{\text{eliminat}}$, $\%Mn_{\text{eliminat}}$ și $\%C_{\text{eliminat}}$, cantitățile de SiO și MnO ce trec în zgură și de CO care trece în atmosfera gazoasă – $Q_{\text{SiO}_2 \text{zgură}}$, $Q_{\text{MnO zgură}}$ și $Q_{\text{CO atm.gaz.}}$ –, în kg/100 kg de încărcătură

metalică, se determină cu relațiile (11.37), (11.38) și (11.39).

$$Q_{\text{SiO}_2 \text{zgură}} = \% \text{Si}_{\text{eliminat}} \cdot \frac{M_{\text{SiO}_2}}{M_{\text{Si}}}, \quad (11.37)$$

$$Q_{\text{MnO zgură}} = \% \text{Mn}_{\text{eliminat}} \cdot \frac{M_{\text{MnO}}}{2M_{\text{Mn}}} \quad (11.38)$$

$$Q_{\text{CaO atm.gaz.}} = \% \text{C}_{\text{eliminat}} \cdot \frac{M_{\text{CO}}}{2M_{\text{C}}} \quad (11.39)$$

în care $\% \text{Mn}_{\text{eliminat}}$, $\% \text{Si}_{\text{eliminat}}$ și $\% \text{C}_{\text{eliminat}}$ reprezintă proporțiile de Mn, Si și C ce se elimină din baia metalică prin oxidare cu oxigen insuflat în baia metalică prin intermediul lăncilor; M_{MnO} , M_{Mn} , M_{CO} , M_{C} , M_{SiO_2} și M_{Si} – masele moleculare ale MnO, CO și SiO₂ și masele atomice ale Mn, C și Si.

Cantitățile de MnCl₂, P₂O₅, SiO₂, MnO ce trec în zgură și de CO ce trece în atmosfera gazoasă, într-un cuptor, exprimate în kg/cuptor, se determină cu relațiile (11.40), (11.41), (11.42), (1.43) și (11.44).

$$Q_{\text{MnCl}_2 \text{cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{MnCl}_2 \text{zgură}}}{100}, \quad (11.40)$$

$$Q_{\text{P}_2\text{O}_5 \text{zgurăcuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{P}_2\text{O}_5 \text{zgură}}}{100}, \quad (11.41)$$

$$Q_{\text{SiO}_2 \text{zgurăcuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{SiO}_2 \text{zgură}}}{100}, \quad (11.42)$$

$$Q_{\text{MnO zgurăcuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{MnO zgură}}}{100}, \quad (11.43)$$

$$Q_{\text{CO atm.gaz.cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot \frac{Q_{\text{CO atm.gaz.}}}{100}, \quad (11.44)$$

în care, Q_{efectiv} se exprimă în kg; $Q_{\text{MnCl}_2 \text{zgură}}$, $Q_{\text{SiO}_2 \text{zgură}}$, $Q_{\text{P}_2\text{O}_5 \text{zgură}}$, $Q_{\text{MnO zgură}}$ și $Q_{\text{CO atm.gaz.}}$ se exprimă în

kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de zgură, exprimată în kg zgură/100 kg de încărcătură metalică – $Q_{zgură}$ – se determină cu relația (11.45).

$$Q_{zgură} = Q_{zg.oxid.el.} + Q_{zg.nisip.sint.} + Q_{E_xO_yc\grave{a}pt.} + Q_{zgur\grave{a} \text{ carbid}} + Q_{al\grave{t}i \text{ oxizi}} \quad (11.45)$$

în care $Q_{al\grave{t}i \text{ oxizi}}$ reprezintă cantitatea de zgură rezultată în urma unor tratamente metalurgice – $Q_{MnCl_2 \text{ zgur\grave{a}}}$, $Q_{P_2O_5 \text{ zgur\grave{a}}}$, $Q_{SiO_2 \text{ zgur\grave{a}}}$, $Q_{MnO \text{ zgur\grave{a}}}$ etc.

Dacă desulfurarea se realizează cu cianamidă de calciu, necesarul de cianamidă de calciu se calculează stoechiometric, la cantitatea rezultată prin calcul stoechiometric adăugându-se o cantitate de 10...15%. $Q_{zgur\grave{a} \text{ carbid}}$ se transformă în $Q_{zgur\grave{a} \text{ cianam.}}$.

Cantitatea de zgură, exprimată în kg zgură/cuptor – $Q_{zgur\grave{a} \text{ cuptor}}$ – se determină cu relația (11.46).

$$Q_{zgur\grave{a} \text{ cuptor}} = Q_{efectiv} \frac{Q_{zgur\grave{a}}}{100}. \quad (11.46)$$

11.5.b Rularea programului

PROVENIENTA ZGURII DIN INTERACȚIUNEA CHIMICĂ SI MECANICĂ DINTRE MATERIALELE DE ADAOS SI FONȚA LICHIDĂ

În acest caz, este vorba despre materialele de adaos care au ca scop desulfurarea, demanganizarea, defosforarea etc.

În practică se lucrează cu adaosuri ce depășesc cantitățile ce rezultă din calculele stoechiometrice, avându-se în vedere că reacțiile chimice dintre materialele de adaos și fonta lichidă nu se desfășoară până la echilibru.

Calculul zgurificării, apelând la raționamente stoechiometrice sunt dificile din cauză că la un proces participă mai multe reacții chimice, în general necunoscându-se cota de participare

a fiecărei reacții chimice.

De exemplu, în cazul desulfurării cu carbid, sunt posibile să se desfășoare reacțiile chimice (6.32), (6.34), (6.35), (6.36), (6.37) etc.

Se prezintă în continuare calculul zgurii în urma desulfurării fontei cu carbid. Carbidul care se utilizează pentru desulfurarea fontei conține 65...85% CaC₂ și 10...30%CaO, recomandându-se carbidul de compoziție eutectică – 80% CaC₂ și 15% CaO, granulația optimă fiind de 0,3...1,0 mm.

Cantitatea de carbid necesară pentru eliminarea a ?S procente de sulf din fonta lichidă, se determină cu relația (11.28).

De exemplu, dacă [%Si] = 0,1; ?S = 0,1 – 0,06=0,04;
%CaC₂carbid = 85; Q_carbid=(0,04-0,83*0,1+0,0722)/0,0036*100/85=9,41 kg/100 kg încărcătură.

Introduceți [%S] reprezintă proporția de sulf din fonta propusă a fi elaborată

$$[%S]=0.02$$

Introduceți [%Sj] – proporția de sulf din fonta lichidă, înainte de desulfurare

$$[%Sj]=0.1$$

$$\text{deltaS} = 0.0800$$

Introduceți %CaC₂carbid – proporția de CaC₂ din carbid.

$$\text{CaC}_2=50$$

$$Q_{\text{carbid}} = 19.2222$$

Cantitatea de CaC₂ necesară desulfurării se determină cu relația (11.29).

$$Q_{\text{CaC}_2} = 19.2222$$

în care Q(CaC₂) reprezintă cantitatea de CaC₂ necesară desulfurării, în kg/t de încărcătură metalică. La modul general, consumul de CaC₂ variază între limitele 0,8...2,2 kg/100 kg de încărcătură metalică.

Pentru a facilita calculul cantității de CaS ce se află în zgură, se apelează la reacția chimică (11.30) ce reprezintă o formă simplificată a procesului de desulfurare cu CaC₂.

Introduceti M_{CaS} – masa moleculară a CaS, în kg și $M(CaC_2)$ – masa moleculară a CaC₂, în kg.

$$M_{CaS}=72$$

$$M_{CaC_2}=64$$

$$Q_{CaS} = 21.6250$$

în care Q_{CaS} reprezintă cantitatea de CaS ce se obține în zgură, în kg/100 kg de încărcătură metalică

Cantitatea de CaO ce trece în zgură din carbid se determină cu relația (11.32).

Introduceti CaO_{carbid} – proporția de CaO din carbid.

$$CaO_{carbid}=25$$

$$Q_{CaO_{carbid}} = 4.8056$$

în care $Q(CaO_{carbid})$ reprezintă cantitatea de CaO ce trece în zgură din carbid, în kg/100 kg de încărcătură metalică și Q_{carbid} se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării cu carbid se determină cu relația (11.33).

$$Q_{zguracarbid} = 26.4306$$

în care $Q(zgură\ carbid)$ reprezintă cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării fontei cu carbid, în kg/100 kg de încărcătură.

Cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării fontei cu carbid, într-un cuptor – $Q(zgură\ carbid)_{cuptor}$ –, în kg/cuptor, se determină cu relația (11.34).

$$Q_{zguracarbidcuptor} = 3.1717e+003$$

în care $Q_{zgură\ carbid}$ se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Dacă demanganizarea se face prin insuflare de CCl_4 cu azot, prin intermediul lăncilor, consumul de CCl_4 este de 5...20 kg/t de fontă lichidă, adică 0,5...2 kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de $MnCl_2$ care trece în zgură – $Q(MnCl_2\ zgură)$ –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.35).

Introduceti $Q(CCl_4)$ reprezintă cantitatea de clorură de

carbon, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $M(\text{MnCl}_2)$ și $M(\text{CCl}_4)$ – masa moleculară a MnCl_2 , respectiv CCl_4 .

$$Q_{\text{CCl}_4}=0.5$$

$$M_{\text{MnCl}_2}=90$$

$$M_{\text{CCl}_4}=47$$

$$Q_{\text{MnCl}_2 \text{ zgura}} = 0.9574$$

Dacă defosforarea se face prin insuflare de oxigen, se calculează cantitatea de P_2O_5 stoichiometric. Cantitatea de P_2O_5 ce trece în zgură – $Q(\text{P}_2\text{O}_5 \text{ zgură})$ –, în kg/100 kg de încărcătură, se determină cu relația (11.36).

Introduceti P_{eliminat} și $M(\text{P}_2\text{O}_5)$ și M_P reprezintă masele moleculare ale P_2O_5 , respectiv P .

$$P_{\text{eliminat}}=2.2$$

$$M_{\text{P}_2\text{O}_5}=45$$

$$M_P=30$$

$$Q_{\text{P}_2\text{O}_5 \text{ zgura}} = 3.3000$$

Dacă prin insuflare de oxigen se oxidează și $\%Si_{\text{eliminat}}$, $\%Mn_{\text{eliminat}}$ și $\%C_{\text{eliminat}}$, cantitățile de SiO și MnO ce trec în zgură și de CO care trece în atmosfera gazoasă – $Q(\text{SiO}_2 \text{ zgură})$, $Q(\text{MnO} \text{ zgură})$ și $Q(\text{CO}_{\text{atm.gaz.}})$ –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relațiile (11.37), (11.38) și (11.39).

Introduceti $\%Mn_{\text{eliminat}}$, $\%Si_{\text{eliminat}}$ și $\%C_{\text{eliminat}}$ reprezintă proporțiile de Mn , Si și C ce se elimină din baia metalică prin oxidare cu oxigen insuflat în baia metalică prin intermediul lăncilor; M_{MnO} , M_{Mn} , M_{CO} , M_{C} , $M(\text{SiO}_2)$ și M_{Si} – masele moleculare ale MnO , CO și SiO_2 și masele atomice ale Mn , C și Si .

$$M_{\text{Mneliminat}}=1.2$$

$$M_{\text{Sieliminat}}=1.1$$

$$M_{\text{Celiminat}}=0.85$$

$$M_{\text{SiO}_2}=44$$

$$M_{\text{Si}}=28$$

$$M_{\text{MnO}}=70$$

$$M_{\text{Mn}}=54$$

$$M_{\text{CO}}=28$$

Mc=12
Qsio2zgura=1.7286
Qmnozgura=1.5556
Qcaoatmgaz=1.9833

Cantitățile de MnCl₂, P₂O₅, SiO₂, MnO ce trec în zgură și de CO ce trece în atmosfera gazoasă, într-un cuptor, exprimate în kg/cuptor, se determină cu relațiile (11.40), (11.41), (11.42), (1.43) și (11.44).

Qmnci2cuptor = 114.8936
Qp2o5zguracuptor = 396
Qsio2zguracuptor = 207.4286
Qmnozguracuptor = 186.6667
Qcaoatmgazcuptor = 238

în care, Qefectiv se exprimă în kg; Q(MnCl₂ zgură), Q(SiO₂ zgură), Q(P₂O₅ zgură), Q(MnO zgură) și Q(CO atm.gaz.) se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de zgură, exprimată în kg zgură/100 kg de încărcătură metalică – Qzgură – se determină cu relația (11.45).

Qzgura = 2.0441e+003
Qzguracuptor = 2.4529e+005

11.6. Alte surse de proveniență ale zgurii – rugina

11.6.a Schema logică

Dacă sorturile metalice sunt ruginite – rugina se poate accepta ca fiind Fe(OH)₃, într-o primă aproximație – se apreciază că acestea conțin 0,025...0,4% FeO.

Cantitatea de FeO ce trece din rugină în zgura primară se calculează cu relația (11.46.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptorul ce funcționează la frecvența rețelei – Q_{FeO rugină f.r.}, în care Q_{FeO rugină f.r.} se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică și cu relația (11.46.2) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare – Q_{FeO rugină f.m.m.}, în care Q_{FeO rugină f.m.m.} se exprimă în kg/100 kg

de încărcătură metalică.

$$Q_{\text{FeO rugină f.r.}} = 0,7 (0,025...0,4) \quad (11.46.1)$$

$$Q_{\text{FeO rugină f.m.m.}} = (0,025...0,4) \quad (11.46.2)$$

11.6.b Rularea programului

ALTE SURSE DE PROVENIENTA A ZGURII – RUGINA

Dacă sorturile metalice sunt ruginite – rugină se poate accepta ca fiind $\text{Fe}(\text{OH})_3$, într-o primă aproximație – se apreciază că acestea conțin 0,025...0,4% FeO.

Cantitatea de FeO ce trece din rugină în zgura primară se calculează cu relația (11.46.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptorul ce funcționează la frecvența rețelei

– $Q_{\text{FeO rugină f.r.}}$, în care $Q_{\text{FeO rugină f.r.}}$ se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică și cu relația (11.46.2) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare – $Q_{\text{FeO rugină f.m.m.}}$, în care $Q_{\text{FeO rugină f.m.m.}}$ se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Introduceți procentul de FeO

$$\text{FeO} = 0.35$$

$$Q_{\text{rugină}} = 0.2450$$

Compoziția chimică a zgurii finale și cantitatea de zgură se determină cu tabelul 11.3.

SiO_2 – este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19), (11.22), (11.26), (11.42), (11.49) etc.

MnO este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19), (11.43) etc.

P_2O_5 este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1), (11.41) etc.

Cr_2O_3 este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1) etc.

NiO este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19) etc.

WO_2 este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19) etc.

MoO_2 este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19) etc.

CoO este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19) etc.

V_2O_3 este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1) etc.

Cu_2O este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1) etc.

MgO este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1), (11.49) etc.

Al_2O_3 este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1), (11.23), (11.26) etc.

TiO_2 este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19), (11.26) etc.

SnO este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19) etc.

Bi_2O_3 este posibil să rezulte din relațiile (11.16), (11.18), (11.19.1) etc.

FeO este posibil să rezulte din relațiile (11.15), (11.17), (11.19), (11.46.1), (11.46.2) etc.

CaO este posibil să rezulte din relațiile (11.26), (11.32), (11.49) etc.

Na_2O este posibil să rezulte din relațiile (11.26) etc.

K_2O este posibil să rezulte din relațiile (11.26) etc.

Fe_2O_3 este posibil să rezulte din relațiile (11.26), (11.49) etc.

CaS este posibil să rezulte din relațiile (11.31) etc.

MnCl_2 este posibil să rezulte din relațiile (11.35) etc.

În cazul în care cantitatea de zgură nu se încadrează între limitele 1...3 kg/100 kg de încărcătură metalică, se introduce în încărcătura cuptorului, de exemplu, nisip cuarțos (se pot introduce, de exemplu, și deșeuri de sticlă).

Tabelul 11.3

Compoziția chimică a zgurii finale

Componentul zgurii	Proveniența						Total		
	Oxidarea elementelor cu oxigenul din atmosfera gazoasă și FeO din baia metalică	Nisip sinterizat	Rugina de pe suprafața sorturilor metalice	Căptușeala refractară	Desulfurare cu carbid	Alte tratamente metalurgice	Din nisipul cuartșos	kg/100 de încărcătură metalică	%
SiO ₂	1,2	o		o			o		
MnO	0,8								
P ₂ O ₅	0								
Cr ₂ O ₃	2,35								
NiO	0,1								
WO ₂	0								
MoO ₂	1,2								
CoO	0								
V ₂ O ₃	0								
Cu ₂ O	0								
MgO	0			o			o		
Al ₂ O ₃	0,1	o		o					
TiO ₂	0,25			o					
SnO	0								
FeO	82		o	o					
Bi ₂ O ₃	0								
CaO	0			o	o		o		
Na ₂ O	0			o			o		
K ₂ O	0			o			o		
Fe ₂ O ₃	5,2			o			o		
CaS	0				o				
MnCl ₂	0					o			
Alți compuși chimici	0			1	1	1,5	1,5		
Total general								*	100

* – trebuie să coincidă cu Q_{zgură} din relația (11.45)

**– o – sursă de proveniență posibilă

În tabelul (11.4) se prezintă compoziția chimică a nisipului cuarțos.

În cazul în care este îndeplinită inegalitatea (11.47), cantitatea de nisip cuarțos ce trebuie introdusă în încărcătura cuptorului – $Q_{\text{nisip cuarțos}}$ –, exprimată în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.48).

$$Q_{\text{zgură}} < 1, \quad (11.47)$$

Tabelul 11.4

Compoziția chimică a nisipului cuarțos, conform STAS 5609-73 și [54].

Clasa	Denumirea	Compoziția chimică, în %					
		SiO ₂ , min.	CaO+ MgO, max.	Fe ₂ O ₃ , max.	Na ₂ O+ K ₂ O, max.	Sulfuri, max.	H ₂ O, max.
N01	Cuarțos I	97,5	0,5	0,5	0,3	–	0,5
N02	Cuarțos II	97,5	0,5	0,5	0,3	–	0,5
N03	Cuarțos I	97,5	0,5	0,5	0,3	–	0,5
N05	Cuarțos II	97,0	0,5	0,5	0,3	–	0,5
N1,5	Cuarțos III	95,0	1,0	0,5	0,5	0,025	0,5

Nota 1: În cazul în care nu sunt specificate proporțiile de CaO, MgO și, respectiv, de Na₂O și K₂O, în calcule se consideră proporția acestora ca fiind 50% din proporția celor doi oxizi asociați.

Nota 2: În calcule, se neglijează conținutul de sulfuri.

În cazul în care este îndeplinită inegalitatea (11.47), cantitatea de nisip cuarțos ce trebuie introdusă în încărcătura cuptorului – $Q_{\text{nisip cuarțos}}$ –, exprimată în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.48).

$$Q_{\text{zgură}} < 1, \quad (11.47)$$

$Q_{\text{zgură}}$ fiind calculat cu relația (11.45).

$$Q_{\text{nisip cuarțos}} = \frac{100(2 - Q_{\text{zgură}})}{\%SiO_2 + \%CaO + \%MgO + \%Fe_2O_3 + \%Na_2O + \%K_2O + H_2O} \quad (11.48)$$

în care 2 reprezintă media aritmetică dintre 1 și 3 kg de zgură/100 kg de încărcătură metalică; $\%SiO_2 + \%CaO + \%MgO + \%Fe_2O_3 + \%Na_2O + \%K_2O + H_2O$ reprezintă proporțiile oxizilor respectivi din compoziția chimică a nisipului cuarțos. $Q_{\text{nisip cuarțos}}$ și $Q_{\text{zgură}}$ se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.

Cantitatea de oxizi E_xO_y care trec din nisipul cuarțos, – $Q_{E_xO_y, \text{nisip cuarț.}}$, în kg/100 kg de încărcătură metalică, în zgură se determină cu relația (11.49).

$$Q_{E_xO_y, \text{nisip cuarț.}} = \sum Q_{\text{nisip cuarțos}} \frac{E_xO_y, \text{nisip cuarțos}}{100} \quad (11.49)$$

Apa din nisipul cuarțos trece în atmosferă gazoasă.

ÎN CAZUL ÎN CARE CANTITATEA DE ZGURĂ NU SE ÎNCADREAZĂ între limitele 1...3 kg/100 kg de încărcătură metalică, se introduce în încărcătura cuptorului, de exemplu, nisip cuarțos (se pot introduce, de exemplu, și deșeuri de sticlă).

În cazul în care este îndeplinită inegalitatea (11.47) - $Q_{\text{zgura}} < 1$, cantitatea de nisip cuarțos ce trebuie introdusă în încărcătura cuptorului – $Q_{\text{nisip cuarțos}}$, exprimată în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.48).

Folosind tabelul 11.4, introduceți proporțiile oxizilor respectivi din compoziția chimică a nisipului cuarțos ales

SiO_{2nc}=1.2
 CaO_{nc}=1.1
 MgO_{nc}=0.8
 Fe₂O_{3nc}=1.2
 Na₂O_{nc}=0.5
 K₂O_{nc}=0.3

H₂O_{nc}=0.4
Q_{nisp}cuartos = 3.7128
Etapa a luat sfârșit

12. Bilanțul de materiale

12.a Schema logică

Bilanțul de materiale este prezentat în tabelul 12.1.

Monoxidul de carbon – CO – ce rezultă din oxidarea carbonului se află în gaze.

Apa – H₂O – conținută de materialele ce se introduc în cuptor, se evaporă și trece în gaze.

Se apreciază că toate sorturile metalice și toate materialele de corecție conțin maximum 0,5% H₂O în cazul în care nu se realizează preîncălzirea sau calcinarea acestora. În acest caz particular, sorturile metalice din încărcătură aduc în cuptor o cantitate de apă dată de relația (12.1) atunci când elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei și o cantitate de apă dată de relația (12.2) atunci când elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare.

$$Q_{\text{umid.s.m.f.j.}} = 0,7 \cdot \text{max. } 0,5 \quad (12.1)$$

în care $Q_{\text{umid.s.m.f.j.}}$ reprezintă cantitatea de apă adusă în cuptor de către sorturile metalice în cazul elaborării fontei în cuptoare ce funcționează la frecvență joasă (frecvența rețelei), în kg/100 kg de încărcătură metalică; max. 0,5 – cantitatea de apă din sorturile metalice.

$$Q_{\text{umid.s.m.m.m.}} = \text{max. } 0,5 \quad (12.2)$$

în care $Q_{\text{umid.s.m.m.m.}}$ reprezintă cantitatea de apă adusă în cuptor de către sorturile metalice în cazul elaborării fontei în cuptoare

ce funcționează la frecvență medie sau mare, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

De asemenea, se apreciază că și materialele de corecție, dacă nu sunt preîncălzite sau calcinate, aduc în cuptor max. 0,5% H₂O, respectiv o cantitate de apă – Q_{umid.m.c.} –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, dată de relația (12.3).

$$Q_{\text{umid.m.c.}} = Q_{\text{m.c.}} \frac{\text{max.0,5}}{100} \quad (12.3)$$

în care Q_{m.c.} este cel calculat cu relația (6.24).

Tabelul 12.1

Bilanțul de materiale.

Nr. crt.	Denumirea elementului chimic sau a compusului chimic	Intrat în cuptor din ..., în kg/100 kg de înc.met.											Obținut în cuptor sub formă de ..., în kg/100 kg de înc.met.									
		Sorturi metalice, sm _i *				Materiale de corecție, mc _j **						Material de desulfurare	Alte materiale – oxigen, CCl ₄ etc. Căptușeală refractară	Nisip sinterizat	Material pentru formarea zgurii	Materiale reducătoare	Fontă	Zgură	Fontă lichidă antrenată în zgură	Gaze		
		Fontă remanentă	sm1	sm2	sm3	sm4	mc1	mc2	mc3	mc4	mc5										mc6	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
2	Si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
3	Mn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
5	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
6	Cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
7	Ni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
8	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	
9	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0		0	

Tabelul 12.1 – continuare

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
10	Cu	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
11	Co	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
12	Mo	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
13	Sn	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
14	Bi	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
15	Ti	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
16	Al	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
17	Mg	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o	o		
18	FeO	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o									o			
19	CO																					o	
20	SiO ₂														o	o					o		
21	MnO																				o		
22	P ₂ O ₅																				o		
23	SO ₂																					o	
24	Cr ₂ O ₃																				o		
25	NiO																				o		
26	WO ₂																				o		
27	MoO ₂																				o		
28	CoO																				o		
29	V ₂ O ₃																				o		
30	Cu ₂ O																				o		
31	MgO													o	o						o		
32	Al ₂ O ₃													o	o						o		
33	SnO																				o		
34	Bi ₂ O ₃																				o		
35	TiO ₂														o						o		
36	CaO											o		o	o						o		
37	Na ₂ O													o	o						o		
38	K ₂ O													o	o								
39	Fe ₂ O ₃													o	o								
40	CaS																				o		
41	MnCl ₂												o										
42	H ₂ O	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				o	o						o	
43	CO ₂																						
44	Alți compuși chimici sau elemente chimice E _K ***	E ₁ =CaC ₂												o									
45		E ₂ =O ₂																				o	
46		E ₃ =																					
47		E ₄ =																					
48		E ₅ =																					

Tabelul 12.1 – continuare

0	1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
49	Total	kg/100 kg de încărcătură metalică	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
50		kg/cuptor	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
51	Total general:	kg/100 kg de înc. met.	Materiale intrate:														Materiale obținute						
		kg/cuptor	Materiale intrate:														Materiale obținute						

*- sm_i = sort metalic; i = 1, 2, 3, 4;

** - cm_j = material de corecție; j = 1, 2, 3, 4, 5, 6;

***- E_k = compus chimic sau element chimic; k = 1, 2, 3, 4, 5.

o = materialul în care este posibil să se afle elementul chimic sau compus chimic din bilanțul de materiale.

Materialele de reducere și materialele de formare a zgurii, pot conține umiditate în proporție de max. 0,5%, ceea ce înseamnă că la bilanțul de materiale trebuie să se ia în considerație și cantitățile de apă conform relațiilor (12.3.1) și (12.3.2).

$$Q_{\text{umid.m.f.zg.}} = Q_{\text{m.f.zg.}} \frac{\text{max.0,5}}{100}, \quad (12.3.1)$$

în care $Q_{\text{umid.m.f.zg.}}$ reprezintă cantitatea de apă adusă în cuptor de către materialele de formare a zgurii, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $Q_{\text{m.f.zg.}}$ – cantitatea de materiale de formare a zgurii ce se introduce în cuptor, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

$$Q_{\text{umid.m.r.}} = Q_{\text{m.r.}} \frac{\text{max.0,5}}{100}, \quad (12.3.2)$$

în care $Q_{\text{umid.m.r.}}$ reprezintă cantitatea de apă adusă în cuptor de către materialele reducătoare, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $Q_{\text{m.r.}}$ – cantitatea de materiale reducătoare introduse

în cuptor, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

În condiții de preîncălzire a materialelor ce se introduc în cuptor sau, dacă este cazul, în condiții de calcinare a unor materiale ce se introduc în cuptor, apa nu este prezentă în bilanțul de materiale.

Conducerea riguroasă a unui calcul al gazelor este dificil de realizat, deoarece CO și H₂O ce se degajă din cuptor, antrenează din acesta și oxigen împreună cu azot, ceea ce înseamnă că gazele conțin obligatoriu O₂ și N₂, cantitatea acestor două elemente chimice depinzând de prezența sau nu a capacului la cuptor, frecvența curentului, capacitatea cuptorului, mărimea bucăților de sorturi metalice etc.

În cazul în care se utilizează în încărcătura metalică materiale reducătoare, acestea generează în gaze volatile, H₂O, N și CO.

În cazul în care demanganizarea se face cu CCl₄, o parte din carbonul ce rezultă din reacția chimică (6.28) interacționează chimic cu FeO dizolvat în baia metalică, conform reacției chimice (6.29), formând CO ce trece în atmosfera gazoasă.

De asemenea, oxigenul ce se insuflă în baia metalică, azotul care se insuflă în baia metalică, CCl₄, acolo unde este cazul, randamentele unor tratamente metalurgice etc., fac și mai relativ calculul riguros al gazelor.

Cantitatea de fontă lichidă care este antrenată în zgură, o dată cu eliminarea ei din cuptor, este de 1...3 kg/t de fontă lichidă.

Cantitatea de element chimic E_i care este eliminată din cuptor o dată cu zgura – %E_{if.l.zgură} –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (12.4).

$$\%E_{if.l.zgură} = (0,1 \dots 0,3) \cdot \frac{\%[E_1]_{ef}}{100}, \quad (12.4)$$

în care $\%E_{i,f.l.zgură}$ reprezintă proporția de element chimic E_i din fontă care efectiv este elaborată – cea din coloana 19 din tabelul 12.1.

Eroarea bilanțului de materiale – $\epsilon_{\text{bilanț materiale}}$ – se determină cu relația (12.5).

$$\epsilon_{\text{bilanț de materiale}} = \frac{| \text{Cantitatea de materiale intrate} - \text{Cantitatea de materiale obținute} |}{\max(\text{Cantitatea de materiale intrate}, \text{Cantitatea de materiale obținute})} \cdot 100, \quad (12.5)$$

în care cantitățile de materiale intrate și de materiale obținute se pot exprima fie în kg/100 kg de încărcătură metalică, fie în kg/cuptor.

12.b Rularea programului

BILANTUL DE MATERIALE

Bilanțul de materiale este prezentat în tabelul 12.1.

Monoxidul de carbon – CO – ce rezultă din oxidarea carbonului se află în gaze.

Apa – H₂O – conținută de materialele ce se introduc în cuptor, se evaporă și trece în gaze.

Se apreciază că toate sorturile metalice și toate materialele de corecție conțin maximum 0,5% H₂O în cazul în care nu se realizează preîncălzirea sau calcinarea acestora. În acest caz particular, sorturile metalice din încărcătură aduc

în cuptor o cantitate de apă dată de relația (12.1) atunci când elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei și o cantitate de apă dată de relația (12.1) atunci când elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei și o cantitate de apă dată de relația (12.2) atunci când elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare.

Sa se introduca cantitatea de apa din sorturile metalice

SE TINE CONT DE FAPTUL CA ACEASTA EATE CUPRINSA INTRE 0 SI 0.5

max=0.25

Introduceți cifra 1 dacă echipamentul de elaborare lucrează la frecvență joasă sau o cifră mai mare ca 2 dacă echipamentul lucrează la frecvență medie sau înaltă

$$x=1$$

$$Q_{\text{umid.smfj}} = 0.1750$$

De asemenea, se apreciază că și materialele de corecție, dacă nu sunt

preîncălzite sau calcinate, aduc în cuptor max. 0,5% H₂O, respectiv o cantitate de

apă – Q_{umid.m.c.} –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, dată de relația (12.3).

Se introduc din etapa a II a valorile pentru cantitățile de material de corecție calculate anterior pentru materialele ce au suferit corecții

$$Q_{\text{m.c.C}}=12.5$$

$$Q_{\text{m.c.Si}}=1$$

$$Q_{\text{m.c.Mn}}=2$$

$$Q_{\text{m.c.P}}=0.5$$

$$Q_{\text{m.c.S}}=0.25$$

$$Q_{\text{m.c.V}}=0.2$$

$$Q_{\text{m.c.Ti}}=2$$

$$Q_{\text{m.c.Ni}}=1$$

$$Q_{\text{m.c.Cr}}=2$$

$$Q_{\text{m.c.Cu}}=2$$

$$Q_{\text{m.c.Mo}}=2$$

$$Q_{\text{m.c.Mg}}=1$$

$$Q_{\text{m.c.Al}}=0.8$$

$$Q_{\text{m.c.W}}=1$$

$$Q_{\text{m.c.A}}=0.2$$

$$Q_{\text{m.c.A1}}=0$$

$$Q_{\text{m.c.A2}}=0$$

în care Q_{m.c.} este cel calculat cu relația (6.24)

Materialele de reducere și materialele de formare a zgurii, pot conține umiditate în proporție de max. 0,5%, ceea ce înseamnă

că la bilanțul de materiale trebuie să se ia în considerație și cantitățile de apă conform relațiilor (12.3.1) și (12.3.2).

Introduceți cantitatea de materiale de formare a zgurii, calculată în etapa 3 Q_{zg} , $Q_{m.f.zg}$ ce se introduce în cuptor, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

$$Q_{m.f.zg} = 24.56$$

$$Q_{mid} = m: [1 \times 1 \text{ struct}]$$

În cazul în care cantitatea de zgură nu se încadrează între limitele 1...3 kg/100 kg de inc. metalică, se introduce în încărcătura cuptorului nisip cuarțos (sau deseuri de sticlă).

Cantitatea de nisip cuarțos se determină cu relația (11.48) și reprezintă cantitatea de material de formare a zgurii ce se introduce în cuptor, în kg/100 kg de inc. metalică (din relația 12.3.1)).

$$Q_{nisipcuar\text{tos}} = 0$$

$$Q_{mid} = 0$$

În condiții normale, tehnologice, materialele de reducere se preîncălzesc

în condiții de preîncălzire a materialelor de reducere a FeO din încărcătura metalică, nu există apă în materialele de reducere

În acest caz valoarea pentru $Q_{m.r.}$ se introduce 0, în caz special

$Q_{m.r.}$ se determină cu relația (198) - ac se ia din tabelul 25; $\%C_{mr}$ se ia din tabelul 25; $Q_{c \text{ red}}$ se determină cu relația (197).

În relația (197) 1 din fracția 1/100 reprezintă proporția de FeO din încărcătura.

Proporția de FeO din încărcătura este de maximum 1% în condiții de nepreîncălzire a încărcăturii metalice,

1% în condiții de preîncălzire până la temperatura de 300 grade Celsius și de minimum 1% când încărcătura metalică este preîncălzită la o temperatură de minimum 300 grade Celsius.

Există tratamente de micșorare a cantității de FeO din încărcătura metalică. $\%FeO$ din încărcătura metalică este de maximum 1%.

$$Q_{m.r.} = 1.2$$

Qumid = m: [1x1 struct]

În condiții de preîncălzire a materialelor ce se introduc în cuptor sau, dacă este cazul,

în condiții de calcinare a unor materiale ce se introduc în cuptor, apa nu este prezentă în bilanțul de materiale

Conducerea riguroasă a unui calcul al gazelor este dificil de realizat, deoarece CO și H₂O ce se degajă din cuptor, antrenează din acesta și oxigen împreună cu azot, ceea ce înseamnă că gazele conțin obligatoriu O₂ și N₂, cantitatea acestor două elemente chimice depinzând de prezența sau nu a capacului la cuptor, frecvența curentului, capacitatea cuptorului, mărimea bucăților de sorturi metalice 4 etc.

În cazul în care se utilizează în încărcătura metalică materiale reducătoare, acestea generează în gaze volatile, H₂O, N și CO. În cazul în care demanganizarea se face cu CCl₄, o parte din carbonul ce rezultă din reacția chimică (6.28) interacționează chimic cu FeO dizolvat în baia metalică, conform reacției chimice (6.29), formând CO ce trece în atmosfera gazoasă.

De asemenea, oxigenul ce se insuflă în baia metalică, azotul care se insuflă în baia metalică, CCl₄, acolo unde este cazul, randamentele unor tratamente metalurgice etc., fac și mai relativ calculul riguros al gazelor.

Cantitatea de fontă lichidă care este antrenată în zgură, o dată cu eliminarea ei din cuptor, este de 1...3 kg/t de fontă lichidă.

13. Controlul procesului de elaborare

Elaborarea trebuie să asigure o serie întreagă de caracteristici cum ar fi următoarele: compoziție chimică, conținut minim de gaze, conținut minim de incluziuni nemetalice, conținut minim de impurități, temperatură a băii metalice corespunzătoare, contracție liniară minimă, volum de retasură minim, tendință mică de formare a crăpăturilor la cald, fluiditate corespunzătoare, grad de compactitate al

grafitului conform standardelor, grad de subrăcire la transformarea primară conform prescripțiilor, parțial caracteristici fizico-mecanice (o parte se reglează prin tratament termic), conform standardelor, parțial structură metalografică (în mare parte se reglează prin tratament termic), conform standardelor etc.

Pentru ca elaborarea să determine calitate corespunzătoare pentru toate caracteristicile anterioare se impune ca toate materialele ce se utilizează în încărcătura agregatelor de elaborare, materialele de modificare, gazele inerte de barbotare, gazele de afinare (aer, oxigen, bioxid de carbon etc.), natura căptușelii refractare a agregatelor de elaborare, a oalelor de turnare și a instalațiilor de modificare, combustibilul utilizat, aerul de combustie etc. să aibă calitatea impusă de standarde.

Caracteristicile ce definesc elaborarea alături de materialele implicate în procesul de elaborare a fontei se intercondiționează, elaborarea fiind un sistem de optimizare a factorilor implicați în obținerea fontei de o calitate impusă.

Controlul calității factorilor implicați în elaborare este complex, în acest paragraf reprezentându-se controlul câtorva factori metalurgici.

13.1. Gradul de albire al fontei

Gradul de albire al fontei se poate aprecia cu proba pană. Proba pană simetrică ascuțită este prezentată în figura 13.1, figură în care se observă și un dispozitiv de măsurat lungimea zonei albe din secțiunea probei pană simetrice și nesimetrice.

Proba pană are dimensiunile convenționale.

Probele pană se toarnă în forme clasice (amestec de formare preparat cu argilă, bentonită etc.), amestec de formare preparat cu silicat de sodiu și întărit cu CO₂, în forme coji și în

forme metalice, fără răcitor (cu vârful ascuțit) și cu răcitor (proba pană nu are vârful ascuțit, răcitorul aplicându-se frontal, pe vârful plat).

Probele pană ascuțite (simetrice sau asimetrice) se utilizează, în principiu, pentru analiza fontelor hipoeutectice.



Figura 13.1. Proba pană și rigla gradată specială de măsurare a lungimii zonei albe din ruptura probei pană.

Proba pană reprezintă expresia influenței vitezei de răcire asupra transformărilor primară și secundară, așa încât, în zona groasă se întâlnește fontă cenușie cu structură grosolană și matrice metalică feritică sau preponderent feritică, în funcție de compoziția chimică a fontei, în zona cu grosime mijlocie se întâlnește fontă cenușie cu structură fină și matrice metalică perlitică sau preponderent perlitică (în aceste două zone culoarea rupturii este cenușie), în zona cu grosime mică se întâlnește fontă pestriță cu structură fină și matrice metalică perlitică (culoarea rupturii este eterogenă, existând zone punctiforme de culoare albă alternând cu zone punctiforme de culoare cenușie) și în zona vârfului probei pană se întâlnește fontă albă cu structură fină și fond metalic perlitic (culoarea este albă – argintie).

Aprecierea calității fontei se face fie prin înălțimile

zonelor de fontă albă și pestriță, fie prin lățimile maxime ale zonelor de fontă albă și pestriță.

Proba pană simetrică ascuțită are lungimea (l), iar secțiunea triunghiulară are înălțimea (h) și lățimea – baza – (b).

Pentru fontele nealiate ce conțin o cantitate de carbon și siliciu (împreună) cuprinsă în intervalul 3,7...4,5, se prezintă, de exemplu, în tabelul 13.1, dimensiunile probelor și înălțimea zonei de fontă albă.

Tabelul 13.1

Dimensiunile probelor pană simetrice ascuțite pentru diverse fonte

Tipul de probă pană	Dimensiuni, în mm			Domeniile de utilizare – C+Si, în %	Înălțimea zonei albe (cu fontă albă), în mm
	h	b	l		
I	24	12	180	4,3...4,5	15...30
II	50	25	180	4,1...4,3	30...50
III	70	35	180	3,9...4,1	50...70
IV	100	50	180	3,7...3,9	70...90

În turnătorii se pot trasa diagrame (de exemplu, interdependența dintre zona albă și gradul de saturație în carbon etc.), nomograme (de exemplu, interdependența dintre cantitatea de fontă pe de o parte, și cantitatea de FeSi75 ce trebuie adăugată în baia metalică, alături de creșterea gradului de saturație în carbon – ΔS_C –, pe de altă parte etc.), tabele (de exemplu corelarea lungimilor zonelor albe cu sumele dintre conținuturile de carbon și siliciu) etc.

Pentru fontele eutectice, hipereutectice și chiar hipoeutectice cu gradul de saturație în carbon (S_C) mai mare de

0,95, se utilizează probe pană simetrice cu vârful plat turnate pe răcitor, așa cum se prezintă în figura 13.2 și în tabelul 13.2, conform standardului ASTM nr. A 469-55 T (probele pană simetrice cu vârful ascuțit nu mai sunt reprezentative – fonta albă nu mai apare în zona vârfului ascuțit).

Probele pană trebuiesc utilizate în mod oportun, într-un timp foarte mic, cu scopul intervenirii spre corectarea compoziției chimice în agregatul de elaborare sau în oala de turnare, spre inocularea suplimentară sau chiar spre modificarea suplimentară etc. De aceea, după solidificare, probele pană se dezbat, se răcesc în apă până la temperatura de circa 20°C, după care se măsoară cu rigla gradată specială (în prealabil, în vederea măsurării, probele pană se secționază).

Proba pană este prevăzută de regulă cu o canelură pe una din fețe cu lățimea de circa 10 mm, adâncimea de maximum 3 mm și lungimea de maximum o doime din înălțimea probei pană – canelura este amplasată în zona grosă a probei pană – cu scopul spargerii ușoare cu ajutorul unui ciocan clasic.

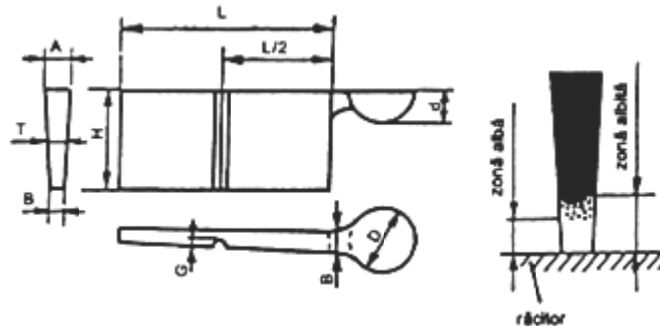


Figura 13.2. Proba pană simetrică cu vârful plat turnată pe răcitor.

În practică, prezintă interes ca piesele turnate să nu aibă pereți din fontă albă sau pestriță, situație în care prelucrarea mecanică este dificilă sau imposibilă prin mijloace

clasice. De aceea, în timpul elaborării se toarnă proba pană, măsurându-se grosimea probei, în ruptură, la limita unde se termină fonta cenușie – această grosime trebuie să fie mai mică decât grosimea cea mai mică a pereților pieselor ce trebuie turnate. Dacă această inegalitate nu este realizată, este posibil ca tot lotul de piese turnate să fie compromis, de aceea impunându-se măsuri de corectare a compoziției chimice pentru ca inegalitatea menționată anterior să fie îndeplinită.

Probele pană trebuie turnate în aceleași condiții de răcire ca și piesele în forme, în principiu.

Tabelul 13.2

Dimensiunile probelor pană simetrice cu vârful plat, turnate pe răcitor și înălțimea zonei albe

Tipul de probă pană	Dimensiuni, în mm, conform figurii 13.2								Înălțimea zonei albe, în mm
	T	A	B	H	L	D	d	G	
1C	5	6	3	31	62	19	12	0,8	2...9
2C	6	8	5	37	75	22	12	0,8	3...12
3C	9	11	8	45	88	22	12	1,6	4...18
4C	12	14	11	50	100	25	16	1,6	6...24
5C	18	21	18	62	125	25	16	2,4	9...36

13.2. Temperatura lichidus și solidus (eutectică)

Aceste două temperaturi se determină din curbele de răcire, mai precis din punctele de inflexiune. În figura 13.3 se prezintă o curbă de răcire la care se observă temperatura lichidus, temperatura eutectică de echilibru, subrăcirea eutectică și intervalul de solidificare (pentru o fontă hipoeutectică). Temperaturii lichidus (sau mai precis, diferenței de temperatură $\Delta T = T_L - T_E$ – figura 13.3), îi corespunde un carbon echivalent, C_{echiv} , ce dă informații importante despre compoziția chimică.

Pentru trasarea curbelor de răcire se utilizează

eutectometre, cum este, de exemplu cel de tip TECTIP, prezentat în figura 13.4, ce se cuplează la un aparat înregistrator, [40], [55], [56].

13.3. Compoziția chimică

Compoziția chimică se analizează prin analiză fizică spectrală sau prin analiză chimică clasică.

13.4. Structura metalografică

Structura metalografică se analizează la microscop pe probe prelevate de regulă din epruvetele utilizate pentru determinarea rezistenței la tracțiune, [57].

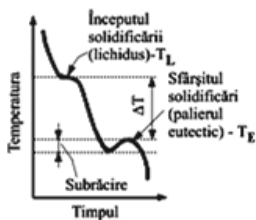


Figura 13.3. Curba de răcire a unei fonte hipoeutectice. T_L – temperatura liniei lichidus; T_E – temperatura eutectică; ΔT – intervalul de solidificare.

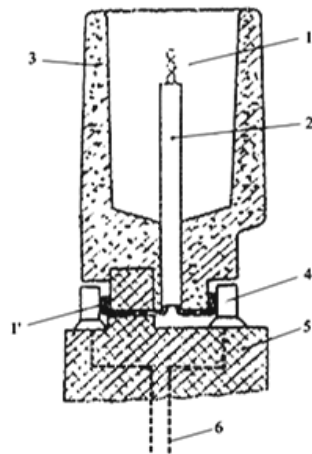


Figura 13.4. Eutectometru pentru trasarea curbelor de răcire. 1 – termocuplu cromel-alumel; 1' – termocuplu; 2 – teacă ceramică; 3 – pahar de amestec de formare; 4 – ghidaje; 5 – suport de material plastic; 6 – cablu de compensație.

13.5. Forma grafitului

Controlul cu ultrasunete determină punerea în evidență a formei grafitului datorită legăturii acesteia cu viteza de propagare a sunetului. Trecerea de la grafitul lamelar la grafitul nodular este sesizată de mărirea vitezei de propagare a sunetului. Astfel, grafitul lamelar determină viteze de 3400...4600 m/s, grafitul compact/vermicular de 5100...5400 m/s, în timp ce grafitul nodular determină o viteză de propagare a sunetului de 5 500...5 800 m/s, [8], [58], [59].

Forma grafitului se poate determina și prin măsurarea volumului de retasură. Volumul de retasură se corelează direct cu contracția, adică cu forma grafitului. Astfel, se folosește o formă cu o cavitate cilindrosferică (o sferă cu diametrul de 100 mm și un cilindru perpendicular pe sferă cu diametrul de 3,5 mm și lungimea de circa 270 mm). Se măsoară micșorarea înălțimii fontei din proba cilindrică și apoi se calculează volumul de retasură cu o formulă empirică, [15]. Astfel, în cazul fontei cu grafit lamelar, volumul de retasură este de max. 6%, în cazul fontei cu grafit compact/vermicular volumul de retasură de 6...9% iar în cazul fontei cu grafit nodular volumul de retasură este mai mare de 9%.

Indirect, gradul de compactitate a grafitului se poate determina prin măsurarea rezistivității electrice a fontei ce este în interdependență cu cantitatea de magneziu remanent (dependență liniară). Pe măsură ce cantitatea de magneziu se mărește are loc micșorarea rezistivității electrice, [15].

Dacă se măsoară curenții induși, dintr-o piesă și se compară cu respectivii curenți dintr-o piesă de referință, se pot obține informații despre gradul de compactitate a grafitului, natura matricei metalice și duritate, [60]. [61].

Gradul de compactitate al grafitului, alături de natura matricei metalice și caracteristicile mecanice de rezistență sunt în interdependență cu o serie de proprietăți magnetice (inducția maximă, inducția remanentă, câmpul coercitiv,

permeabilitatea diferențială etc.), [40].

13.6. Fluiditatea

Cea mai utilizată probă pentru determinarea fluidității este proba spirală. Practic se măsoară lungimea parcursă de fonta lichidă până la solidificare (distanța dintre două noduri de spirală este de 50 mm).

13.7. Temperatura

Temperatura se măsoară cu termometre bazate pe schimbarea volumului, a presiunii sau a stării fizice a fluidelor, cu termometre având rezistență electrică bazate pe modificarea rezistenței electrice a corpului, pirometre termoelectrice bazate pe efectul de generare a unei tensiuni electrice la punctul de sudură între două metale (termocupluri), pirometre bazate pe radiația termică a corpurilor (pirometre optice, monocromatice, pirometre de radiație totală, pirometre de culoare) etc., [62]).

13.8. Conținuturile de carbon echivalent și de siliciu

Conținuturile de carbon echivalent și de siliciu se determină cu aparate rapide livrate de firmele Electro-Nite (Belgia), Elnilab (Italia), Leeds Northrup (S.U.A.) etc.

13.9. Conținutul de oxigen din metal

Conținutul de oxigen se determină cu aparat tip Leco, de exemplu, ce analizează conținutul de oxigen între limitele 1...1 000 ppm. Analiza are loc în 35 s.

13.10. Conținutul de azot

Conținutul de azot se poate determina, de exemplu, cu un aparat de analiză rapidă de tip TN – 15, în 50 s, pentru conținuturi de azot de 1...2 000 ppm.

13.11. Conținutul de hidrogen

Conținutul de hidrogen se determină rapid cu un aparat de tip RH-2, în 3 min, în domeniul 0,01...60 ppm.

13.12. Controlul sumar, vizual, al calității zgurii

Culoarea deschisă a zgurii – culoarea gălbuie – este dată de o cantitate mică de oxizi de fier.

Culoarea neagră a zgurii este explicată de un conținut mare al zgurii în oxizi de fier.

Un conținut mare de MnO în zgură, conferă acesteia o culoare brună.

Cantități mari de oxizi bazici (CaO și MgO) în zgură, conduc la trecerea zgurii de la un aspect sticlos la o spărtură mată.

14. Bilanțul termic

Bilanțul termic pentru elaborarea fontei în cuptorul electric cu încălzire prin inducție, cu creuzet, se deosebește de bilanțul termic al cuptoarelor pentru care sursa de căldură este dată de arderea unui combustibil.

Elementul de pornire pentru calculul bilanțului termic este puterea nominală.

De regulă, puterea nominală se asociază capacității nominale a cuptorului.

În tabelul 14.1 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, precum și valori estimative ale frecvenței curentului, perioadei de topire și consumului specific de energie electrică, [42]. Tabelul 14.1 este un tabel cu valoare extinsă deoarece limitele menționate pot fi depășite prin extrapolare.

Tabelul 14.1

Correspondența între capacitatea nominală a cuptoarelor și puterea nominală a sursei și alte date tehnice.

Capacitatea nominală a cuptorului, în kg	Frecvența, în Hz	Puterea nominală a sursei, în kW	Perioada de topire, în min.	Consumul de energie electrică, în kWh/t
10	30.000...10.000	30...60	20...15	1.500...2.000
50	7.000...1.000	60...100	60...40	800...2.000
250	3.000...2.000	150...250	70...50	700...800
500	2.000...1.000	250...500	70...50	600...800
1.000	1.000...500	500...600	80...60	600...700
10.000	500...50	2.500...3.000	90...100	500...700
12.000	50	2800	118	460
15.000	50	3300	129	475
20.000	50	4000	144	480
30.000	50	6000	144	480

În tabelul 14.2 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, împreună cu productivitatea cuptorului și consumul specific de energie electrică, în cazul cuptoarelor alimentate cu frecvență industrială (50 Hz).

Tabelul 14.2

Correspondența capacitate nominală a cuptorului-putere nominală a sursei, în cazul cuptoarelor alimentate cu frecvență industrială (50 Hz), împreună cu productivitatea cuptorului și consumul specific de energie electrică.

Capacitatea nominală a cuptorului, în kg	Puterea nominală a sursei, în kW	Productivitatea cuptorului, în t/h	Consumul de energie electrică, în kWh/t
0,5...31,0	90...5.000	0,1...11,0	530...590

În tabelul 14.3 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, alături de productivitatea cuptorului, în cazul unor cuptoare personalizate.

Tabelul 14.3

Corespondența capacitate nominală a cuptorului-putere nominală a sursei, alături de productivitatea cuptorului și frecvența rețelei, în cazul unor cuptoare personalizate.

Capacitatea nominală a cuptorului, în kg	Puterea nominală a sursei, în kW	Productivitatea cuptorului, în kg/h	Frecvența, în Hz
2000	500	2000...4000	50
3500	800...850	5000...7000	50
6300	1200	6000...10000	50
12500	2200	12000...16000	50
20000	4000	20000...25000	50
75	100	150	8000
100	125	170	2500
160	125	170	2500
250	300	375	2500
400	300	375	2500
1000	600	700	2500
1000	600	700	2500

Cantitatea de căldură necesară elaborării se numește căldură utilă – Q_{util} .

În timpul elaborării, au loc procese exoterme și procese endoterme.

Se convine să se noteze cu semnul minus căldura ce provine din procesele exoterme //** și cu semnul plus căldura ce provine din procesele endoterme.

Căldura care se „asociază” cu procesul de elaborare se manifestă prin următoarele forme:

14.1. Căldura utilă – căldura necesară elaborării

Căldura utilă este formată din următoarele categorii de energie termică:

14.1.a. Căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei

14.1.a.1 Schema logică

Se notează cu $Q_{\text{util. fontă f.m.}}$ căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei, aceasta calculându-se cu relația (14.1), în cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare.

$$Q_{\text{util. fontă f.m.}} = c_f \cdot Q_{\text{efectiv}} \quad (14.1)$$

în care $Q_{\text{util. fontă f.m.}}$ se exprimă în kJ/cuptor; c_f – căldura specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg de fontă; Q_{efectiv} – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg.

c_f se calculează cu relația (14.2), [65], [66].

$$c_f = c_{p.i.s.}(1150 - T_{i.i.s.}) + L_f + c_{p.f.l.}(T_{f.l.s.} - 1150), \quad (14.2)$$

în care $c_{p.i.s.}$ reprezintă căldura specifică la presiune constantă a încărcăturii metalice solide – din tabelul 14.4 – kJ/kg·°C; 1150 – temperatura eutectică medie, în °C; $T_{i.i.s.}$ – temperatura inițială a încărcăturii metalice solide, în °C – se consideră mai mare de 0 °C; L_f – căldura latentă de topire a fontei, în kJ/kg de fontă – se consideră valoarea medie $L_f = 272$ kJ/kg de fontă, $c_{p.f.l.}$ – căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în stare lichidă, în kJ/kg · °C – se consideră valoarea medie $c_{p.f.l.} = 0,960$ kJ/kg · °C; $T_{f.l.s.}$ – temperatura de supraîncălzire a fontei în stare lichidă, în °C.

În vederea utilizării unităților de măsură omogene se utilizează următoarele echivalențe:

$$1 \text{ kcal} = 4,1855 \cdot 10^3 \text{ J} \quad (14.3)$$

$$1 \text{ J} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ kcal} \quad (14.4)$$

Cantitatea de fontă M este de regulă egală cu capacitatea nominală a cuptorului, însă poate fi egală cu capacitatea efectivă a cuptorului – în cazul în care capacitatea efectivă a cuptorului este mai mică decât capacitatea nominală a cuptorului, cresc semnificativ pierderile de energie, respectiv crește costul fontei elaborate.

De exemplu, dacă $T_{i.i.s.} = 19^{\circ}\text{C}$; $T_{f.l.s.} = 1450^{\circ}\text{C}$; $M = 10.000 \text{ kg}$;

$$Q_{\text{util. fontă f.m.}} = [0,67(1150-19) + 272 + 0,96(1450-1150)] \cdot 10.000 = 13.177.700 \text{ kJ/cuptor} = 3162,65 \text{ kcal/cuptor.}$$

În cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei – $Q_{\text{util. fontă f.r.}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.5).

$$Q_{\text{util. fontă f.r.}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} [30 \cdot c_{p.f.l.} (T_{f.l.s.} - T_{f.rem.}) + 70 \cdot c_f], \quad (14.5)$$

în care Q_{efectiv} reprezintă capacitatea efectivă a cuptorului, în kg; $c_{p.f.l.}$ – căldura specifică la presiune constantă, a fontei lichide remanente, în kJ/kg $^{\circ}\text{C}$ – se poate considera valoarea medie 0,960 kJ/kg $^{\circ}\text{C}$; $T_{f.rem.}$ – temperatura fontei remanente, în $^{\circ}\text{C}$; c_f – căldura pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg fontă.

De exemplu, dacă $Q_{\text{efectiv}} = 10.000 \text{ kg}$; $c_{p.f.l.} = 0,960 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$; $T_{rem.} = 1.300^{\circ}\text{C}$; $c_f = 1.317 \text{ kJ/kg}$ de fontă; $Q_{\text{util. fontă f.r.}} = \frac{10.000}{100} [30 \cdot 0,960(1450 - 1300) + 70 \cdot 1317] =$

$$9.651.000 \frac{\text{kJ}}{\text{cuptor}} = 2.316,24 \frac{\text{kcal}}{\text{cuptor}}. \quad \text{S-a folosit, pentru comparație, în ultimele două exemple, aceeași capacitate}$$

efectivă a cuptorului, adică de 10.000 kg. Se observă cum cantitatea de căldură necesară topirii și supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, este mai mică decât cantitatea de căldură necesară topirii și supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare, explicația bazându-se pe faptul că la cuptoarele ce funcționează la frecvența rețelei, fonta remanentă este deja lichidă – 9.651.000 kJ/cuptor < 13.177.700 kJ/cuptor.

14.1.a.2. Rularea programului

BILANTUL TERMIC

Bilanțul termic pentru elaborarea fontei în cuptorul electric cu încălzire prin inducție, cu creuzet, se deosebește de bilanțul termic al cuptoarelor pentru care sursa de căldură este dată de arderea unui combustibil.

Elementul de pornire pentru calculul bilanțului termic este puterea nominală.

De regulă, puterea nominală se asociază capacității nominale a cuptorului.

În tabelul 14.1 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, precum și valori estimative ale frecvenței curentului,

perioadei de topire și consumului specific de energie electrică, [42]. Tabelul 14.1 este un tabel cu valoare extinsă deoarece limitele menționate pot fi depășite prin extrapolare

În tabelul 14.2 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, împreună cu productivitatea cuptorului și consumul specific de energie electrică,

în cazul cuptoarelor alimentate cu frecvență industrială (50 Hz).

În tabelul 14.3 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, alături de productivitatea cuptorului, în cazul unor cuptoare personalizate.

Cantitatea de căldură necesară elaborării se numește

căldură utilă – Qutil.

În timpul elaborării, au loc procese exoterme și procese endoterme.

Se convine să se noteze cu semnul minus căldura ce provine din procesele exoterme și cu semnul plus căldura ce provine din procesele endoterme.

Căldura care se „asociază” cu procesul de elaborare se manifestă prin următoarele forme:

CĂLDURA UTILĂ – căldura necesară elaborării

Căldura utilă este formată din următoarele categorii de energie termică:

CĂLDURA UTILĂ pentru TOPIREA și SUPRAÎNCĂLZIREA FONTEI

Se notează cu Qutil.fontă f.m. căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei, aceasta calculându-se cu relația (14.1), în cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare

cf, căldura specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg de fontă, se calculează cu relația (14.2), [65], [66].

În vederea obținerii acestui coeficient trebuie să introducem mai multe valori caracteristice materialului

căldura specifică la presiune constantă a încărcăturii metalice solide, cpîs – din tabelul 14.4 – kJ/kgC

cpîs=0.25

valoarea de 1150 – din ecuația 14.2 reprezintă temperatura eutectică medie, în grade C

Tj.î.s. – temperatura inițială a încărcăturii metalice solide, în grade C – se consideră mai mare de 0 oC

Introducem temperatura inițială a încărcăturii metalice, de exemplu de 19 grade celsius

Tj.î.s.=19

Lf – căldura latentă de topire a fontei, în kJ/kg de fontă – se consideră de obicei, dacă nu este altceva specificat, valoarea medie Lf = 272 kJ/kg de fontă

Introduceți căldura latentă de topire a fontei, L_f

$$L_f = 272$$

cp.f.l. – căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în stare lichidă, în kJ/kg grade C – se consideră, dacă nu este altceva specificat în condițiile generale, valoarea medie cp.f.l.=0,960 kJ/kg *gradeC

Introduceți căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în stare lichidă, c.p.f.1

$$c.p.f.1 = 0.13$$

Introduceți Tf.l.s. – temperatura de supraîncălzire a fontei în stare lichidă, în grade C.

$$T.f.l.s. = 1400$$

$$c_f = 587.2500$$

INTRODUCETI CAPACITATEA EFECTIVA A CUPTORULUI $Q_{efectiv}$

$$Q_{efectiv} = 12000$$

$$Q_{util.fonta} = 7047000$$

Cantitatea de fontă este de regulă egală cu capacitatea nominală a cuptorului, însă poate fi egală cu capacitatea efectivă a cuptorului

– în cazul în care capacitatea efectivă a cuptorului este mai mică decât capacitatea nominală a cuptorului, cresc semnificativ pierderile de energie, respectiv crește costul fontei elaborate.

De exemplu, dacă $T_i.î.s. = 190C$; $T_f.l.s. = 14500C$; $M = 10.000$ kg;

$Q_{util.fonta}$

$$f.m. = [0,67(1150-19)+272+0,96(1450-1150)] \cdot 10.000 = 13.177.700 \text{ kJ/cuptor} = 3162,65 \text{ kcal/cuptor.}$$

în care $Q_{util.fonta}$ f.m. se exprimă în kJ/cuptor; c_f – căldura specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg de fontă; $Q_{efectiv}$ – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg.

În cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei – $Q_{util.fonta}$ f.r. –, în kJ/cuptor, se determină

cu relația (14.5).

Introduceți valoarea, $T_{f,rem}$ – temperatura fontei remanente, în grade C, de obicei cu valoarea de 1300 grade celsius

$Q_{utilfontafr} = 554878800 \quad 556657200 \quad 554036400$
 $556657200 \quad 553474800 \quad 554083200 \quad 553708800 \quad 555955200$

De exemplu, dacă $Q_{efectiv} = 10.000 \text{ kg}$; $cp.f.l. = 0,960 \text{ kJ/kggradeC}$; $T_{rem} = 1.300 \text{ grade C}$;

$cf = 1.317 \text{ kJ/kg de fontă}$; $Q_{util. fontă f.r.} = 10.000/100$
 $[30 \cdot 0,960(1450 - 1300) + 70 \cdot 1317] = 9.651.000 \text{ kJ/cuptor} = 2.316,24 \text{ kcal/cuptor}$.

S-a folosit, pentru comparație, în ultimele două exemple, aceeași capacitate efectivă a cuptorului, adică de 10.000 kg.

Se observă cum cantitatea de căldură necesară topirii și supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, este mai mică decât cantitatea de căldură necesară topirii și supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare, explicația bazându-se pe faptul că la cuptoarele ce funcționează la frecvența rețelei, fonta remanentă este deja lichidă – $9.651.000 \text{ kJ/cuptor} < 13.177.700 \text{ kJ/cuptor}$.

Introduceți cantitatea de $Q_{utilfonta}$ în funcție de caz, frecvența mare sau frecvența rețelei, cealaltă având automat valoarea 0 - zero

$Q_{utilfonta} = 5548.7$

14.1.b. Căldura utilă pentru asimilarea materialelor de corecție

14.1.b.1. Schema logică

Acest tip de căldură este dificil de calculat din cauză că există materiale de corecție a căror temperatură de topire este mai mare decât temperatura băii metalice dar care se dizolvă în baia metalică cu efect endoterm sau exoterm. Căldura de dizolvare este mai puțin cunoscută în literatura de specialitate. Dacă dizolvarea materialelor de corecție este cu

efect exoterm, căldura de dizolvare trebuie să figureze cu semnul minus.

Într-o primă aproximație, căldura utilă pentru asimilarea materialelor de corecție – $Q_{\text{utilă m.c.}}$ –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.6).

$$Q_{\text{util m.c.}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot Q_{\text{m.c.}} \cdot c_{\text{m.c.}}, \quad (14.6)$$

în care, Q_{efectiv} reprezintă capacitatea efectivă a cuptorului și se exprimă în kg; $Q_{\text{m.c.}}$ – cantitatea de material de corecție, în kg/100 kg de încărcătură metalică, calculat cu relația (6.24); $c_{\text{m.c.}}$ – căldura de mărire a temperaturii materialului de corecție, până la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se determină cu relația (14.7).

Dacă temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite, pentru calculul $c_{\text{m.c.}}$ se utilizează relația (14.7).

$$c_{\text{m.c.}} = c_{\text{p.m.c.}}(T_{\text{f.l.s.}} - T_{\text{i.m.c.}}) + c_{\text{p.m.c.}}(T_{\text{t.m.c.}} - T_{\text{f.l.s.}}), \quad (14.7)$$

în care $c_{\text{m.c.}}$ se exprimă în kJ/kg de material de corecție; $c_{\text{p.m.c.}}$ – căldura specifică la presiune constantă a materialului de corecție – valorile medii ale materialelor de corecție sunt prezentate în tabelul 14.4, [5], [63], [64], [67], [17], [18] – în kJ/ kg·°C; $T_{\text{f.l.s.}}$ – temperatura fontei lichide în stare supraîncălzită, °C; $T_{\text{i.m.c.}}$ – temperatura inițială a materialului de corecție, în °C – se consideră mai mare de 0 °C; $T_{\text{t.m.c.}}$ – temperatura de topire a materialului de corecție, în °C.

În cazul în care temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite – a se vedea tabelul 14.5 –, $c_{\text{m.c.}}$ se calculează, estimativ, cu relația (14.8).

$$c_{m.c.} = c_{p.m.c.}(T_{t.m.c.} - T_{i.m.c.}) + L_{m.c.} + c_{p.m.c.}(T_{f.l.s.} - T_{t.m.c.}) \quad (14.8)$$

în care $T_{t.m.c.}$ reprezintă temperatura de topire a materialului de corecție, în °C; $L_{m.c.}$ – căldura latentă de topire a materialului de corecție, în kJ/kg de material de corecție.

Tabelul 14.4

Căldura specifică la presiune constantă, căldura latentă de topire și temperatura de topire pentru diferite materiale.

Denumirea materialului	Caracteristica			
	Căldura specifică la presiune constantă, în cal/g·°C (valoare medie)**	Căldura latentă de topire, în kcal/kg	Temperatura de topire, în °C	Temperatura de vaporizare (fierbere), în °C
1	2	3	4	5
Aluminiu – Al	0,222	94	660,2	2060
Cobalt – Co	0,099	59	1490	3185
Crom – Cr	0,110	75	1920	2327
Cupru – Cu	0,092	50,7	1083	2595
Fier – Fe	0,110	64,6	1535	2730
Magneziu – Mg	0,250	89,1	650	1102
Mangan – Mn	0,115	64	1247	2090
Molibden – Mo	0,061	70	2620	4800
Nichel – Ni	0,110	74,1	1455	3100
Siliciu – Si	0,162	334	1440	2630
Staniu – Sn	0,055	13,5	231,9	2270
Titan – Ti	0,120	91	1727	>3000

Tabelul 14.4 – continuare

1	2	3	4	5
Vanadiu – V	0,120	99,6	1720	3000
Wolfram – W	0,032	44	3380	6000
Fosfor – P	0,203	4,8	44,2	280
Carbon – C	0,259	l.d.	3727	4830
Sulf – S	0,175	1,1	119	444,6
Calciu – Ca	0,150	52,4	838	1440
Bismut – Bi	0,034	12,4	271	1560
FeO	0,176	l.d.	1377	l.d.
SiO ₂	0,211	l.d.	1710	2230
MnO	0,159	l.d.	1585	l.d.
P ₂ O ₅	0,368*	l.d.	563	l.d.
SO ₂	0,163	l.d.	l.d.	l.d.
Cr ₂ O ₃	0,68	l.d.	2140	l.d.
O	0,218	3,31	-218,8	-183
NiO	0,168	l.d.	1990	l.d.
WO ₂	0,060	l.d.	l.d.	l.d.
MoO ₂	0,098	l.d.	l.d.	l.d.
CoO	0,124	l.d.	l.d.	l.d.
CO	0,253	l.d.	-207	-192
V ₂ O ₃	0,150	l.d.	1970	l.d.
Cu ₂ O	0,120	l.d.	l.d.	l.d.
MgO	0,245	l.d.	2800	3600
Al ₂ O ₃	0,220	l.d.	2050	2250
SnO	0,6	l.d.	l.d.	l.d.
Bi ₂ O ₃	0,052	l.d.	820	l.d.
Fe ₂ O ₃	0,176	l.d.	1565	l.d.
CaO	0,199	l.d.	2572	2850
Na ₂ O	0,271	l.d.	l.d.	l.d.
K ₂ O	0,178	l.d.	l.d.	l.d.
CaS	0,162	l.d.	l.d.	l.d.
MnCl ₂	0,116	l.d.	l.d.	l.d.

Tabelul 14.4 – continuare

1	2	3	4	5
TiO ₂	0,168	l.d.	1640	l.d.
SnO	0,080	l.d.	l.d.	l.d.
CaC ₂	0,252	l.d.	l.d.	l.d.
MnS	0,137	l.d.	1620	l.d.
Clor – Cl	0,116	21,72	101	-34,7
Potasiu – K	0,17	14,1	63,7	760
Sodiu – Na	0,29	26,97	97,8	892
Oțel cu conținut de carbon de max. 0,35%C, în stare solidă	0,112	l.d.	l.d.	l.d.
Oțel cu conținut de carbon cuprins între limitele 0,35...0,45%, în stare solidă	0,114	l.d.	l.d.	l.d.
Oțeluri aliate complex, în stare solidă	0,110... 0120	l.d.	l.d.	l.d.
Fontă cenușie cu grafit lamelar, în stare solidă	0,110... 0,130	l.d.	l.d.	l.d.
Fontă în stare lichidă	0,23	l.d.	l.d.	l.d.
Fontă cu grafit nodular, în stare solidă	0,130... 0,170	l.d.	l.d.	l.d.
Cocs metalurgic	0,190	l.d.	l.d.	l.d.
Calcar (fondanți, în general)	0,190	l.d.	l.d.	l.d.
Fontă maleabilă, în stare solidă	0,110... 0,120	l.d.	l.d.	l.d.
Fontă aliată cu siliciu, în stare solidă	0,130	l.d.	l.d.	l.d.
Fontă aliată cu nichel, în stare solidă	0,110... 0,120	l.d.	l.d.	l.d.

l.d. – lipsă de date

* – estimativ

**- căldura specifică la presiune constantă a materialelor care nu figurează în tabelul 14.4, se calculează prin regula activității,

reprezentată de relația (14.8.1), [16].

$$c_{p_m} = \frac{\sum_{i=1}^n (\%E_i \cdot c_{p_i})}{100}, \quad (14.8.1)$$

în care c_{p_m} reprezintă căldura specifică la presiune constantă a materialului în cal/g·°C; $\%E_i$ – proporția de element E_i din material (proporția gravimetrică); c_{p_i} – căldura specifică la presiune constantă a elementului E_i din material, exprimată în cal/g·°C.

Exemplul 1. Pentru ferosiliciu cu 75% siliciu, format din 75% Si și 25% Fe, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c_{p_{FeSi75}} = \frac{\%Fe \cdot c_{p_{Fe}} + \%Si \cdot c_{p_{Si}}}{100} = \frac{25 \cdot 0,110 + 75 \cdot 0,162}{100} = 0,149$ cal/g·°C.

Exemplul 2. Pentru o zgură care conține 65% SiO₂; 20% FeO; 10% MnO; 5% Al₂O₃, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c_{p_{zgură}} = \frac{\%SiO_2 \cdot c_{p_{SiO_2}} + \%FeO \cdot c_{p_{FeO}} + \%MnO \cdot c_{p_{MnO}} + \%Al_2O_3 \cdot c_{p_{Al_2O_3}}}{100} = \frac{65 \cdot 0,211 + 20 \cdot 0,176 + 10 \cdot 0,159 + 5 \cdot 0,220}{100} = 0,199$ cal/g·°C.

Exemplul 3. Pentru SnO₂, $c_{p_{SnO_2}}$ are valoarea următoare:

$$c_{p_{SnO_2}} = \frac{\%Sn \cdot c_{p_{Sn}} + \%O \cdot c_{p_{Sn}}}{100} = \frac{\frac{M_{Sn} \cdot 100}{M_{SnO_2}} \cdot c_{p_{Sn}} + \frac{M_O \cdot 100}{M_{SnO_2}} \cdot c_{p_{O}}}{100} = \frac{\frac{118,6 \cdot 100}{150,6} \cdot 0,055 + \frac{16 \cdot 100}{150,6} \cdot 0,218}{100} = 0,066$$
 cal/g·°C, în care M_{Sn} , M_O , M_{SnO_2} reprezintă masele atomice, respectiv moleculară ale Sn, O și, respectiv, SnO₂. Prin urmare, trebuie să se țină seama de compoziția „stoechiometrică” a compusului chimic

respectiv.

În cazul în care căldura latentă de topire nu se cunoaște, se determină cu regula activității, cu o formulă asemănătoare relației (14.8.1) – (14.9).

$$L_m = \frac{\sum_{i=1}^n (\%E_i \cdot L_i)}{100} \quad (14.9)$$

De exemplu, pentru FeSi75 de la cazul exemplului 1, anterior,

$$L_{\text{FeSi75}} = \frac{\%Fe \cdot L_{\text{Fe}} + \%Si \cdot L_{\text{Si}}}{100} = \frac{25 \cdot 64,6 + 75 \cdot 334}{100} = 266,65 \quad \text{kcal/kg}$$

de FeSi75 = 1116,06 kJ/kg de FeSi75.

În tabelul 14.5 se prezintă intervalul de solidificare, temperatura de topire și densitatea pentru câteva feroaliaje și prealiaje.

Tabelul 14.5

Intervalul de solidificare și temperatura de topire și densitatea pentru câteva feroaliaje și prealiaje.

Tipul feroaliajului	Intervalul de solidificare, în °C	Temperatura de topire, în °C*	Densitatea, în g/cm ³
1	2	3	4
FeCr70 ce conține 0,2%C	1520...1600	–	7,31...7,36
FeCr70 ce conține 0,2%...0,5C	1500...1580	–	7,31...7,36
FeCr70 ce conține 0,5...0,7 %C	1470...1530	–	7,31...7,36
FeCr70 ce conține 0,7...1,0%C	1470...1530	–	7,31...7,36
FeCr70 ce conține 1,0...2,0%C	1460...1500	–	7,10...7,30

Tabelul 14.5 – continuare

1	2	3	4
FeSi45	1270...1350	–	5,1
FeSi75	1250...1340	–	2,9
FeSi90 ce conține max. 1,0%C	1300...1400	–	2,4
SiMn20 ce conține 70% Mn	1072...1320	–	6,3
FeW80 ce conține 1,0%C	l.d.	2000	15,4
FeMo70 ce conține 0,1%C	1580...1620	–	9,4
FeW	1650...2100	–	15,4
FeW	1650...2100	–	15,4
FeMo	1550...2000	–	9,4
FeMn	1150...1220		7,5
SiMn	1130...1235		6,3
FeV	1560...1770		6,4...6,9
FeVSi	1250...1400	–	l.d.
FeTi ce conține max. 48%Ti	1310...1500	–	5,5...6,2
FeTi ce conține 70% Ti	1070...1135	–	5,6
FeSi	1260...1300		5,8
Crom tehnic	–	1830	7,2
Mangan tehnic	1220...1240	–	7,2
Cobalt tehnic	–	1490	8,9
Siliciu tehnic	–	1410	2,3
Nichel tehnic	–	1450	8,8
Cupru tehnic	–	1083	8,9

l.d. – lipsă de date

* – estimativ

14.1.b.2. Rularea programului

CĂLDURA UTILĂ pentru ASIMILAREA MATERIALELOR de CORECȚIE

Acest tip de căldură este dificil de calculat din cauză că există materiale de corecție a căror temperatură de topire este mai mare decât temperatura băii metalice dar care se dizolvă în baia metalică cu efect endoterm sau exoterm.

Căldura de dizolvare este mai puțin cunoscută în literatura de specialitate.

Dacă dizolvarea materialelor de corecție este cu efect exoterm, căldura de dizolvare trebuie să figureze cu semnul minus.

Într-o primă aproximație, căldura utilă pentru asimilarea materialelor de corecție – $Q_{utilă\ m.c.}$ –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.6).

Se introduc din etapa a II a valorile pentru cantitățile de material de corecție calculate anterior pentru materialele ce au suferit corecții, după ce ati introdus aceste valori introduceți 0 - zero

$$Q_{m.c.1}=3.2$$

$$Q_{m.c.2}=2.8$$

$$Q_{m.c.3}=2.2$$

$$Q_{m.c.4}=2.1$$

$$Q_{m.c.5}=3.5$$

$$Q_{m.c.6}=4.5$$

$$Q_{m.c.7}=3.2$$

$$Q_{m.c.8}=2.5$$

$$Q_{m.c.9}=2.3$$

$$Q_{m.c.10}=4.5$$

$$Q_{m.c.11}=1$$

$$Q_{m.c.12}=1.2$$

$$Q_{m.c.13}=1.1$$

$$Q_{m.c.14}=0.95$$

$$Q_{m.c.15}=1.56$$

$$Q_{m.c.16}=2.21$$

$$Q_{m.c.17}=3.2$$

Qm.c.18=1.2

Qm.c.19=1.2

Qm.c.20=1

cm.c.– căldura de mărire a temperaturii materialului de corecție, până la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se determină cu relația (14.7).

Dacă temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite, pentru calculul cm.c. se utilizează relația (14.7).

cpmcAl=0.2220

cpmcC0=0.0990

cpmcCr=0.1100

cpmcCu=0.0920

cpmcFe=0.1100

cpmcMg=0.2500

cpmcMn=0.1150

cpmcMo=0.0610

cpmcNi=0.1100

cpmcSi=0.1620

cpmcSn=0.0550

cpmcTi = 0.1200

cpmcV = 0.1200

cpmcW = 0.0320

cpmcP = 0.2030

cpmcC = 0.2590

cpmcS = 0.1750

cpmcCa = 0.1500

cpmcBi = 0.0340

cpmcFeO = 0.1760

cpmcSiO2 = 0.2110

cpmcMnO = 0.1590

cpmcP2O5 = 0.3680

cpmcSO2 = 0.1630

cpmcCr2O3 = 0.6800

$$c_{pmcO} = 0.2180$$

Utilizând valorile din tabelul 14.4 și urmărind exemplele date în îndrumar se calculează căldura specifică la presiune constantă a materialului de corecție utilizat la fiecare etapă de corecție realizată în etapa II

Exemplul 1. Pentru ferossiliciu cu 75% siliciu, format din 75% Si și 25% Fe, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c(p_{FeSi75}) = (\%Fe \cdot c(p_{Fe}) + \%Si \cdot c(p_{Si})) / 100 = (25 \cdot 0,110 + 75 \cdot 0,162) / 100 = 0,149 \text{ cal/g} \cdot C$.

Exemplul 2. Pentru o zgură care conține 65% SiO₂; 20% FeO; 10% MnO; 5% Al₂O₃, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c(p_{zgură}) = (\%SiO_2 \cdot c(p_{SiO_2}) + \%FeO \cdot c(p_{FeO}) + \%MnO \cdot c(p_{MnO}) + \%Al_2O_3 \cdot c(p_{Al_2O_3})) / 100 = (65 \cdot 0,211 + 20 \cdot 0,176 + 10 \cdot 0,159 + 5 \cdot 0,220) / 100 = 0,199 \text{ cal/g} \cdot ^\circ C$.

Exemplul 3. Pentru SnO₂, $c(p_{SnO_2})$ are valoarea următoare: $c(p_{SnO_2}) = (\%Sn \cdot c(p_{Sn}) + \%O \cdot c(p_{O})) / 100 = ((M_{Sn} - 100) / M(SnO_2) \cdot c(p_{Sn}) + (MO - 100) / M(SnO_2) \cdot c(p_{O})) / 100 = ((118,6 - 100) / 150,6 \cdot 0,055 + (16 - 100) / 150,6 \cdot 0,218) / 100 = 0,066 \text{ cal/g} \cdot ^\circ C$, în care M_{Sn}, MO, M(SnO₂) reprezintă masele atomice, respectiv moleculară ale Sn, O și, respectiv, SnO₂. Prin urmare, trebuie să se țină seama de compoziția „stoechiometrică” a compusului chimic respectiv.

În cazul în care căldura latentă de topire nu se cunoaște, se determină cu regula activității, cu o formulă asemănătoare relației (14.8.1) – (14.9). (14.9)

De exemplu, pentru FeSi75 de la cazul exemplului 1, anterior, $L_{FeSi75} = (\%Fe \cdot L_{Fe} + \%Si \cdot L_{Si}) / 100 = (25 \cdot 64,6 + 75 \cdot 334) / 100 = 266,65 \text{ kcal/kg}$ de FeSi75 = 1116,06 kJ/kg de FeSi75.

Exemplele le găsiți în îndrumar, forma de pe internet, la pagina 15-16

Introduceți valorile obținute în ordinea utilizării acestora în baia metalică, după finalizarea materialelor de corecție se introduce valoarea 0 - zero

cpmc1=0.5
cpmc2=0.8
cpmc3=0.75
cpmc4=0.35
cpmc5=0.95
cpmc6=1.2
cpmc7=1.75
cpmc8=0.2
cpmc9=0.6
cpmc10=1.5
cpmc11=1.2
cpmc12=1.25
cpmc13=0.35
cpmc14=0.65
cpmc15=0.85
cpmc16=1.12
cpmc17=1.18
cpmc18=1
cpmc19=0.2
cpmc20=0.1

T_(i.m.c.) – temperatura inițială a materialului de corecție, în grade C – se consideră mai mare de 0 grade C, se poate considera 19 grade celsius

Introduceți temperatura inițială a materialului de corecție în grade celsius

T_{i.m.c}=19

se determina și se introduce T_{t.m.c.}– temperatura de topire a materialului de corecție în ordinea stabilită anterior, în grade C din tabelul 14.4 coloana 3, duce ati terminat de introdus valorile pentru toate materialele de corecție folosite se introduce valoarea 0 - zero

T_{t.m.c.1}=700

T_{t.m.c.2}=650

T_{t.m.c.3}=800

T_{t.m.c.4}=850

T.t.m.c.5=900
T.t.m.c.6=1000
T.t.m.c.7=1100
T.t.m.c.8=1200
T.t.m.c.9=750
T.t.m.c.10=600
T.t.m.c.11=550
T.t.m.c.12=450
T.t.m.c.13=600
T.t.m.c.14=700
T.t.m.c.15=650
T.t.m.c.16=700
T.t.m.c.17=1100
T.t.m.c.18=1000
T.t.m.c.19=950
T.t.m.c.20=1100
cmc1 = 340.5000
cmc2 = 504.8000
cmc3 = 585.7500
cmc4 = 238.3500
cmc5 = 646.9500
cmc6 = 817.2000
cmc7 = 1.1918e+003
cmc8 = 136.2000
cmc9 = 408.6000
cmc10 = 1.0215e+003
cmc11 = 817.2000
cmc12 = 851.2500
cmc13 = 238.3500
cmc14 = 442.6500
cmc15 = 578.8500
cmc16 = 762.7200
cmc17 = 803.5800
cmc18 = 681

$$cmc19 = 136.2000$$

$$cmc20 = 68.1000$$

În cazul în care temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite – a se vedea tabelul 14.5 –, cm.c. se calculează, estimativ, cu relația (14.8).

Introduceți valorile Lm.c. – căldura latentă de topire a materialului de corecție, în kJ/kg de material de corecție din tabelul 14.4, pentru materialele de corecție în ordinea introducerii acestora în baia lichidă

$$Lm.c1=90$$

$$Lm.c2=57$$

$$Lm.c3=85$$

$$Lm.c4=6$$

$$Lm.c5=65$$

$$Lm.c6=37$$

$$Lm.c7=39$$

$$Lm.c8=98$$

$$Lm.c9=78$$

$$Lm.c10=65$$

$$Lm.c11=29$$

$$Lm.c12=38$$

$$Lm.c13=42$$

$$Lm.c14=56$$

$$Lm.c15=50$$

$$Lm.c16=58$$

$$Lm.c17=62$$

$$Lm.c18=69$$

$$Lm.c19=93$$

$$Lm.c20=110$$

Se calculează căldura de mărire a temperaturii materialului de corecție

$$cmc1mic = 780.5000$$

$$cmc2mic = 1.1618e+003$$

cmc3mic = 1.1208e+003
cmc4mic = 489.3500
cmc5mic = 1.3769e+003
cmc6mic = 1.6942e+003
cmc7mic = 2.4558e+003
cmc8mic = 374.2000
cmc9mic = 906.6000
cmc10mic = 2.1365e+003
cmc11mic = 1.6862e+003
cmc12mic = 1.7643e+003
cmc13mic = 525.3500
cmc14mic = 953.6500
cmc15mic = 1.2238e+003
cmc16mic = 1.6047e+003
cmc17mic = 1.6916e+003
cmc18mic = 1450
cmc19mic = 369.2000
cmc20mic = 248.1000

introduceti valoarea 1 pentru coeficientul a dacă
temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât
temperatura fontei lichide supraîncălzite daca nu introduceti 0 - zero
a=1

Qutilmc1=130752
Qutilmc2=1.6961e+005
Qutilmc3=1.5464e+005
Qutilmc4=6.0064e+004
Qutilmc5=2.7172e+005
Qutilmc6=441288
Qutilmc7=457632
Qutilmc8=4.0860e+004
Qutilmc9 =1.1277e+005
Qutilmc10 =551610
Qutilmc11=98064
Qutilmc12=122580

Qutilmc13=3.1462e+004
Qutilmc14=5.0462e+004
Qutilmc15=1.0836e+005
Qutilmc16=2.0227e+005
Qutilmc17=3.0857e+005
Qutilmc18=98064
Qutilmc19=1.9613e+004
Qutilmc20=8.1720e+003
Qmc=3.4386e+006

În tabelul 14.5 se prezintă intervalul de solidificare, temperatura de topire și densitatea pentru câteva feroaliaje și prealiaje.

14.1.c. Căldura utilă pentru interacțiunea chimică a unor materiale cu fazele metalică și nemetalică

14.2.c.1 Schema logică

Acest tip de căldură se referă la cantitatea de căldură necesară încălzirii materialelor introduse în cuptor cu scopul de interacțiune cu fazele metalică și nemetalică, de la temperatura inițială a lor la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se determină cu relația (14.10)

$$Q_{\text{util m.i.c.}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot Q_{\text{m.i.c.}} \cdot c_{\text{m.i.c.}}, \quad (14.10)$$

în care, $Q_{\text{util m.i.c.}}$ reprezintă cantitatea de căldură necesară încălzirii materialelor de interacțiune chimică ce se introduc în cuptor, în kJ/cuptor; Q_{efectiv} , în kg; $Q_{\text{m.i.c.}}$ – cantitatea de materiale ce se introduc în cuptor cu scopul interacțiunii chimice cu baia metalică, în kg/100 kg de încărcătură metalică; $c_{\text{m.i.c.}}$ – căldura de mărire a temperaturii materialelor de interacțiune chimică de la temperatura lor inițială la temperatura fontei lichide supraîncălzite, în kJ/kg de material de interacțiune chimică – relația (14.11).

$$c_{m.i.c.} = c_{p_{m.i.c.}} (T_{f.l.s.} - T_{i_{m.i.c.}}), \quad (14.11)$$

în care $c_{p_{m.i.c.}}$ reprezintă căldura specifică a materialelor de interacțiune chimică ce se introduc în cuptor, în $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ – tabelul 14.4; $T_{i_{m.i.c.}}$ – temperatura inițială a materialelor de interacțiune chimică – se consideră mai mare de 0°C .

Ca materiale de interacțiune chimică se enumeră următoarele: desulfuranți (carbid, de exemplu), demanganizanți (CCl_4 , de exemplu), reducători (grafit, cocs, carbură de siliciu, de exemplu) etc.

14.1.c.2 Rularea programului

CĂLDURA UTILĂ pentru INTERACȚIUNEA CHIMICĂ a unor MATERIALE cu FAZELE METALICĂ și NEMETALICĂ

Acest tip de căldură se referă la cantitatea de căldură necesară încălzirii materialelor introduse în cuptor cu scopul de interacțiune cu fazele metalică și nemetalică, de la temperatura inițială a lor

la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se determină cu relația (14.10)

Se va determina $Q_{util\ m.i.c.}$ ce reprezintă cantitatea de căldură necesară încălzirii materialelor de interacțiune chimică ce se introduc în cuptor, în kJ/cuptor

Ca materiale de interacțiune chimică se enumeră următoarele: desulfuranți (carbid, de exemplu), demanganizanți (CCl_4 , de exemplu), reducători (grafit, cocs, carbură de siliciu, de exemplu) etc

În acest sens se cere să se introducă $Q_{m.i.c.}$ – cantitatea de materiale ce se introduc în cuptor cu scopul interacțiunii chimice cu baia metalică, în $\text{kg}/100\text{ kg}$ de încărcătură metalică

$$Q_{m.i.c.1}=1.25$$

$$Q_{m.i.c.2}=2.3$$

$$Q_{m.i.c.3}=1.1$$

Qm.i.c.4=5.2
Qm.i.c.5=2.5
Qm.i.c.6=2.4
Qm.i.c.7=4.5
Qm.i.c.8=3.2
Qm.i.c.9=2.8
Qm.i.c.10=1.2
Qm.i.c.11=2.1
Qm.i.c.12=1.1
Qm.i.c.13=1.8
Qm.i.c.14=1.7
Qm.i.c.15=1

Deasemenea este necesar să calculăm și cm.i.c. – căldura de mărire a temperaturii materialelor de interacțiune chimică de la temperatura lor inițială la temperatura fontei lichide supraîncălzite, în kJ/kg de material de interacțiune chimică – relația (14.11).

În acest sens este necesar un calcul al cpm.i.c. ce reprezintă căldura specifică a materialelor de interacțiune chimică ce se introduc în cuptor, în kJ/kg grad C – tabelul 14.4

cpmic1=0.15
cpmic2=0.18
cpmic3=0.14
cpmic4=0.12
cpmic5=0.11
cpmic6=0.1
cpmic7=0.28
cpmic8=0.36
cpmic9=0.21
cpmic10=0.31
cpmic11=0.22
cpmic12=0.23
cpmic13=0.28
cpmic14=0.21
cpmic15=0.19

Se introduce Tim.i.c. – temperatura inițială a materialelor de interacțiune chimică – se consideră mai mare de 0 grade C, se poate considera între 19 și 30

Tim.i.c.=22
cmic1=206.7000
cmic2=248.0400
cmic3=192.9200
cmic4=165.3600
cmic5=151.5800
cmic6=137.8000
cmic7=385.8400
cmic8=496.0800
cmic9=289.3800
cmic10=427.1800
cmic11=303.1600
cmic12=316.9400
cmic13=385.8400
cmic14=289.3800
cmic15=261.8200
Qutilmic1=31005
Qutilmic2=6.8459e+004
Qutilmic3=2.5465e+004
Qutilmic4=1.0318e+005
Qutilmic5=45474
Qutilmic6=3.9686e+004
Qutilmic7=2.0835e+005
Qutilmic8=1.9049e+005
Qutilmic9=9.7232e+004
Qutilmic10=6.1514e+004
Qutilmic11=7.6396e+004
Qutilmic12=4.1836e+004
Qutilmic13=8.3341e+004
Qutilmic14=5.9034e+004
Qutilmic15= 3.1418e+004

Qutilmic=1.1629e+006

14.1.d. Căldura utilă pentru diluarea fontei lichide

14.1.d.1 Schema logică

În principiu, diluarea fontei lichide este dificil de efectuat deoarece din cuptor trebuie să se evacueze o cantitate de fontă lichidă egală cu cantitatea de material de diluare.

Pe de altă parte, dacă se simulează pe calculator elaborarea fontei, ceea ce înseamnă că se poate anticipa diluarea fontei lichide, circumstanțe în care se utilizează o capacitate efectivă a cuptorului mai mică decât capacitatea nominală a cuptorului.

În cazul în care se elimină din cuptor o cantitate de fontă lichidă egală cu cantitatea de material de aliene, cantitatea de căldură utilă necesară diluării – $Q_{util.dil.}$ –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.12).

$$Q_{util.dil.} = \frac{Q_{efectiv}}{100} \cdot \%m.d. \cdot c_{m.d.}, \quad (14.12)$$

în care, $Q_{efectiv}$ se exprimă în kg; %m.d. – proporția de material de diluare; $c_{m.d.}$ – căldura pentru topirea și supraîncălzirea materialului de diluare, în kJ/kg de material de diluare – relația (14.13).

$$c_{m.d.} = c_{p.m.d.} (T_{f.l.s.} - T_{i.m.d.}), \quad (14.13)$$

în care $c_{p.m.d.}$ reprezintă căldura specifică a materialului de diluare, în stare solidă, în kJ/ kg·°C – tabelul 14.4 ; $T_{i.m.d.}$ – temperatura inițială a materialului de diluare, în °C.

În general, se folosesc pentru diluare oțeluri cu conținut mic de carbon.

De exemplu, dacă $Q_{efectiv} = 10.000$ kg; % m.d. =20;

$c_{p_{m.d.}} = 0,112 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$; $T_{f.s.l.} = 1.450 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{i.m.d.} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $Q_{util \text{ dil.}} = \frac{10.000}{100} \cdot 20 \cdot 0,468(1450-20) = 1.338.480 \text{ kJ/cuptor}$. 0,468 provine de la transformarea $\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$, în $\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$.

14.1.d.2 Rularea programului

CĂLDURA UTILĂ pentru DILUAREA FONTEI LICHIDE

În principiu, diluarea fontei lichide este dificil de efectuat deoarece din cuptor trebuie să se evacueze o cantitate de fontă lichidă egală cu cantitatea de material de diluare.

Pe de altă parte, dacă se simulează pe calculator elaborarea fontei, ceea ce înseamnă că se poate anticipa diluarea fontei lichide, circumstanțe în care se utilizează o capacitate efectivă a cuptorului mai mică decât capacitatea nominală a cuptorului.

În cazul în care se elimină din cuptor o cantitate de fontă lichidă egală cu cantitatea de material de aliare, cantitatea de căldură utilă necesară diluării – $Q_{util.dil.}$ –, în kJ/cuptor , se determină cu relația (14.12).

În general, se folosesc pentru diluare oțeluri cu conținut mic de carbon. De exemplu, dacă $Q_{efectiv} = 10.000 \text{ kg}$; $\% \text{ m.d.} = 20$; grade $c_{p_{m.d.}} = 0,112 \text{ cal/g grade C}$; $T_{f.s.l.} = 1.450 \text{ grade C}$; $T_{i.m.d.} = 20 \text{ grade C}$

$Q_{util \text{ dil.}} = 10.000/100 \cdot 20 \cdot 0,468(1450-20) = 1.338.480 \text{ kJ/cuptor}$. 0,468 provine de la transformarea cal/g gradeC , în kJ/kg grade C .

Inițial se determină și apoi se introduce $c_{p.m.d.}$ ce reprezintă căldura specifică a materialului de diluare, în stare solidă, în $\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ – tabelul 14.4

$c_{pmd1} = 0.15$

$c_{pmd1} = 0.1500$

$c_{pmd2} = 0.225$

$c_{pmd2} = 0.2250$

$c_{pmd3} = 0.18$

$c_{pmd3} = 0.1800$

$c_{pmd4} = 0.17$

cpmd4 =0.1700
cpmd5=0.11
cpmd5 =0.1100
cpmd6=0.12
cpmd6 =0.1200
cpmd7=0.17
cpmd7 =0.1700
cpmd8=0.21
cpmd8 =0.2100
cpmd9=0.226
cpmd9 =0.2260
cpmd10=0.126
cpmd10 =0.1260

Să se introducă valoarea Tim.d. – temperatura inițială a materialului de diluare, în grade C., se poate considera între 19 și 25 la alegerea proiectantului

Timd=22
Timd =22
cmd1 =206.7000
cmd2 =310.0500
cmd3 =248.0400
cmd4 =234.2600
cmd5 =151.5800
cmd6 =165.3600
cmd7 =234.2600
cmd8 =289.3800
cmd9 =311.4280
cmd10 =173.6280

Se introduce proporția de material de diluare determinată în capitolul II, m.d.

m.d.1=50
m.d.2=75
m.d.3=75
m.d.4=45

m.d.5=75
 m.d.6=80
 m.d.7=90
 m.d.8=75
 m.d.9=90
 m.d.10=95
 Qutildil1 =1240200
 Qutildil2 =2790450
 Qutildil3 =2232360
 Qutildil4 =1.2650e+006
 Qutildil5 = 1364220
 Qutildil6 = 1587456
 Qutildil7 = 2.5300e+006
 Qutildil8 = 2604420
 Qutildil9 = 3.3634e+006
 Qutildil10 = 1.9794e+006
 Qutildil = 2.0957e+007

14.1.e. Căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea zgurii

14.1.e.1 Schema logică

Cantitatea de căldură utilă necesară topirii și supraîncălzirii zgurii – $Q_{util\ zgură}$ –, în kJ/cuptor, se calculează cu relația (14.14).

$$Q_{util\ zgură} = \frac{Q_{efectiv}}{100} \cdot Q_{zgură} \cdot c_{zg,} \quad (14.14)$$

în care $Q_{efectiv}$ se exprimă în kg; $Q_{zgură}$ – cantitatea de zgură exprimată în kg/100 kg de încărcătură metalică – relația (11.45); $c_{zg,}$ – căldura specifică necesară topirii și supraîncălzirii zgurii, în kJ/kg de zgură – relația informativă(14.15).

$$c_{zg.} = c_{p_{zg.}} (T_{f.l.s.} - 50 - T_{i_{zg.}}), \quad (14.15)$$

în care, $c_{p_{zg.}}$ reprezintă căldura specifică la presiune constantă – valoare medie – a zgurii – tabelul 14.4 , în kJ/kg de zgură; $T_{f.l.s.}$, în °C; $T_{i_{zg.}}$ – temperatura inițială a zgurii – se consideră valoarea medie de 690°C.

În relația (14.15) s-a considerat că temperatura maximă a zgurii este mai mică cu 50°C decât temperatura fontei lichide supraîncălzite.

De exemplu, dacă $c_{p_{zg.}} = 0,199 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$; $T_{f.l.s.} = 1450 \text{°C}$; $T_{i_{zg.}} = 690 \text{°C}$; $Q_{efectiv} = 10.000 \text{ kg}$; $Q_{zgura} = 2,5 \text{ kg/100 kg}$ de încărcătură metalică; $Q_{util \text{ zgura}} = \frac{10.000}{100} \cdot 2,5 \cdot 0,833(1450 - 50 - 690) = 147.680 \text{ kJ/cuptor}$ – 0,833 reprezintă rezultatul transformării cal/ g·°C în kJ/kg·°C.

14.1.e.2 Rularea programului

CĂLDURA UTILĂ pentru TOPIREA și SUPRAÎNCĂLZIREA ZGURII

Cantitatea de căldură utilă necesară topirii și supraîncălzirii zgurii – $Q_{util \text{ zgura}}$ –, în kJ/cuptor, se calculează cu relația (14.14).

De exemplu, dacă $c_{p_{zg.}} = 0,199 \text{ cal/g grade C}$; $T_{f.l.s.} = 1450 \text{ grade C}$; $T_{i_{zg.}} = 690 \text{ grade C}$; $Q_{efectiv} = 10.000 \text{ kg}$; $Q_{zgura} = 2,5 \text{ kg/100 kg}$ de încărcătură metalică; $Q_{(util \text{ zgura})} = 10.000/100 \cdot 2,5 \cdot 0,833(1450 - 50 - 690) = 147.680 \text{ kJ/cuptor}$ – 0,833 reprezintă rezultatul transformării cal/ g grade C în kJ/kg grade C.

Să se introducă Q_{zgura} – cantitatea de zgură exprimată în kg/100 kg de încărcătură metalică – relația (11.45)

$$Q_{zgura} = 24.25$$

Să se introducă $c_{p_{zg.}}$ ce reprezintă căldura specifică la presiune constantă – valoare medie – a zgurii – tabelul 14.4 , în kJ/kg de zgură

cpzgura=0.22

Introduceți T_{izg}– temperatura inițială a zgurii – se consideră valoarea medie de 690 grade C.

T_{izg}=690

Q_{utilzgura} =145.2000

În relația (14.15) s-a considerat că temperatura maximă a zgurii este mai mică cu 50oC decât temperatura fontei lichide supraîncălzite.

14.1.f. Căldura necesară carburării

14.1.f.1 Schema logică

Se consideră că pentru un katomgram de carbon care trece în fonta lichidă se consumă 27.202,5 kJ.

Cantitatea de căldură necesară carburării – Q_{carb.} –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.16).

$$Q_{\text{carb.}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot \frac{\Delta C \cdot 27202,5}{M_C}, \quad (14.16)$$

în care, Q_{efectiv} se exprimă în kg; ΔC reprezintă proporția de carbon cu care se carburează fonta lichidă – ΔC din relația (6.11) – ; M_C – masa atomică a carbonului, în kg.

De exemplu, dacă Q_{efectiv} = 10.000 kg; ΔC = 0,6%; M_C = 12 kg; Q_{carb.} = $\frac{10.000}{100} \cdot \frac{0,6 \cdot 27.202,5}{12} = 136.012,5$ kJ/cuptor.

14.1.f.2 Rularea programului

CĂLDURA NECESARĂ CARBURĂRII

Se consideră că pentru un katomgram de carbon care trece în fonta lichidă se consumă 27.202,5 kJ. Cantitatea de căldură necesară carburării – Q_{carb.} –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.16).

De exemplu, dacă Q_{efectiv} = 10.000 kg; ?C = 0,6%; M_C = 12 kg; Q_{carb.} = $10.000/100 \cdot (0,6 \cdot 27.202,5)/12 = 136.012,5$ kJ/cuptor.

Introduceți ΔC (deltaC) ce reprezintă proporția de carbon cu care se carburează fonta lichidă – ΔC din relația (6.11)

$$\Delta C = 12$$

Introduceți masa atomică a Carbonului, sugestie vezi exemplul anterior

$$M_C = 12$$

$$Q_{\text{carb}} = 3264300$$

14.1.g. Căldura necesară evaporării apei

14.1.g.1. Schema logică

Apa care se evaporă este aceea care provine din umiditatea sorturilor metalice din încărcătură, materialele pentru formarea zgurii, materialele reducătoare, și, după caz, materialele de corecție.

Cantitatea de căldură necesară evaporării apei – $Q_{\text{evap.apă}}$, în kJ/cuportor, se determină cu relația (14.17).

$$Q_{\text{evap.apă}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot Q_{\text{apă}} \cdot 2495, \quad (14.17)$$

în care, Q_{efectiv} se exprimă în kg; $Q_{\text{apă}}$ – cantitatea de apă care se evaporă, în kg/100 kg de încărcătură metalică.

În cazul în care elaborarea se efectuează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q_{\text{apă}}$ se determină cu relația (14.18).

$$Q_{\text{apă}} = Q_{\text{umid.s.m.f.j.}} + Q_{\text{umid.m.c.}} + Q_{\text{umid.mf.zg.}} + Q_{\text{umid.m.r.}}, \quad (14.18)$$

în care, $Q_{\text{umid.s.m.f.j.}}$ provine din relația (12.1), $Q_{\text{umid.m.c.}}$ provine din relația (12.3), $Q_{\text{umid.mf.zg.}}$ provine din relația (12.3.1) iar $Q_{\text{umid.m.r.}}$ provine din relația (12.3.2).

În cazul în care elaborarea se efectuează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare, $Q_{\text{apă}}$ se determină

cu relația (14.19).

$$Q_{ap\grave{a}} = Q_{umid.s.m.f.m.m.} + Q_{umid.m.c.} + Q_{umid.m.f.zg.} + Q_{umid.m.r.} \quad (14.19)$$

în care, $Q_{umid.s.m.f.m.m.}$ provine din relația (12.2) iar ceilalți factori provin din aceleași relații cu acelea consemnate la relația (14.18).

$Q_{ap\grave{a}}$ se află consemnat în tabelul de bilanț de materiale 12.1, la intersecțiile liniei cu numărul de ordine 42 (linia corespunzătoare apei) cu coloanele 3, 4, 5, 6, 15, 17 și 18 sau la intersecția liniei cu numărul de ordine 42 (linia corespunzătoare apei) cu coloana 22.

De exemplu, dacă $Q_{efectiv} = 10.000 \text{ kg}$; $Q_{ap\grave{a}} = 0,2 \text{ kg/100 kg}$ de încărcătură metalică; $Q_{evap.ap\grave{a}} = \frac{10.000}{100} \cdot 0,2 \cdot 2495 = 49.900 \text{ kJ/cuptor}$.

14.1.g.2. Rularea programului

CĂLDURA NECESARĂ EVAPORĂRII APEI

Apa care se evaporă este aceea care provine din umiditatea sorturilor metalice din încărcătură, materialele pentru formarea zgurii, materialele reducătoare, și, după caz, materialele de corecție.

Cantitatea de căldură necesară evaporării apei – $Q_{evap.ap\grave{a}}$ –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.17).

De exemplu, dacă $Q_{efectiv} = 10.000 \text{ kg}$; $Q_{ap\grave{a}} = 0,2 \text{ kg/100 kg}$ de încărcătură metalică;
 $Q_{evap.ap\grave{a}} = 10.000/100 \cdot 0,2 \cdot 2495 = 49.900 \text{ kJ/cuptor}$.

În cazul în care elaborarea se efectuează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q_{ap\grave{a}}$ se determină cu relația (14.18).

$$Q_{ap\grave{a}} = Q_{(umid.s.m.f.j.)} + Q_{(umid.m.c.)} + Q_{(umid.mf.zg.)} + Q_{(umid.m.r.)}, \quad (14.18)$$

în care, $Q_{(umid.s.m.f.j.)}$ provine din relația (12.1), $Q_{(umid.m.c.)}$ provine din relația (12.3), $Q_{(umid.mf.zg.)}$ provine din

relația (12.3.1) iar $Q_{\text{(umid.m.r.)}}$ provine din relația (12.3.2).

În cazul în care elaborarea se efectuează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare, $Q_{\text{apă}}$ se determină cu relația (14.19).

$$Q_{\text{apă}} = Q_{\text{(umid.s.m.f.m.m.)}} + Q_{\text{(umid.m.c.)}} + Q_{\text{(umid.m.f.z.g.)}} + Q_{\text{(umid.m.r.)}}, \quad (14.19)$$

în care, $Q_{\text{(umid.s.m.f.m.m.)}}$ provine din relația (12.2) iar ceilalți factori provin din aceleași relații cu acelea consemnate la relația (14.18).

Introduceți cantitatea de apă Q_{apa} reiesita din insumarea datelor prezentate mai sus

$$Q_{\text{apa}} = 18.5$$

$$Q_{\text{evapapa}} = 5538900$$

14.1.h. Căldura ce se pierde prin barbotare cu gaze inerte

14.1.h.1 Schema logică

În cazul demanganizării cu CCl_4 , barbotarea cu azot determină micșorarea temperaturii băii metalice cu maximum 0,6 grade Celsius/minut (se are în vedere și efectul exoterm al formării $\text{MnCl}_2 - 112,7 \text{ kcal/mol de MnCl}_2$), [68].

Cantitatea de căldură ce se pierde prin barbotare cu gaze inerte – cu azot, de regulă, în cazul antrenării de CCl_4 –, $Q_{\text{barbotare}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.20).

$$Q_{\text{barbotare}} = Q_{\text{efectiv}} \cdot c_{p_{\text{fl.}}} \cdot \Delta T \cdot \tau_{\text{barbotare}}, \quad (14.20)$$

în care, Q_{efectiv} se exprimă în kg; $c_{p_{\text{fl.}}}$ – căldura specifică la presiune constantă, a fontei lichide, în $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$; ΔT – intensitatea de scădere a temperaturii, în $^\circ\text{C/min.}$ – max. 0,6 $^\circ\text{C/min.}$; $\tau_{\text{barbotare}}$ – perioada de barbotare, în minute.

De exemplu, dacă $Q_{\text{efectiv}} = 10.000 \text{ kg}$; $c_{p_{\text{fl.}}} = 0,23$

cal/gram·°C; $\Delta T=0,3$ °C/min.; $\tau_{\text{barbotare}} = 10$ min.; $Q_{\text{barbotare}} = 10.000 \cdot 0,960 \cdot 0,3 \cdot 10 = 28.800$ kJ/cuptor.

14.1.h.2 Rularea programului

CĂLDURA CE SE PIERDE prin BARBOTARE cu GAZE INERTE

În cazul demanganizării cu CCl₄, barbotarea cu azot determină micșorarea temperaturii băii metalice cu maximum 0,6 grade Celsius/minut

(se are în vedere și efectul exoterm al formării MnCl₂ – 112,7 kcal/mol de MnCl₂), [68].

Cantitatea de căldură ce se pierde prin barbotare cu gaze inerte – cu azot, de regulă, în cazul antrenării de CCl₄ –, $Q_{\text{barbotare}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.20).

De exemplu, dacă $Q_{\text{efectiv}} = 10.000$ kg; $cpf.l. = 0,23$ cal/gram gradC; $\Delta T = 0,3$ °C/min.; $t_{\text{barbotare}} = 10$ min.; $Q_{\text{barbotare}} = 10.000 \cdot 0,960 \cdot 0,3 \cdot 10 = 28.800$ kJ/cuptor.

Introduceți $cpf.l.$ – căldura specifică la presiune constantă, a fontei lichide, în kJ/kg* grad C

$cpf.l. = 0,18$

Introduceți ΔT – intensitatea de scădere a temperaturii, în grade C/min. – max. 0,6 grade C/min.

$\Delta T = 0,35$

Introduceți $t_{\text{barbotare}}$ – perioada de barbotare, în minute,]n general]ntre 20 - 60 minute

$t_{\text{barbotare}} = 20$

$Q_{\text{barbotare}} = 15120$

14.1.i. Căldura utilă totală

14.1.i.1 Schema logică

Căldura utilă totală, $Q_{\text{util total}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.21) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu

relația (14.22) în cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei.

$$Q_{\text{util total}} = Q_{\text{util fontă f.m.}} + Q_{\text{util.m.c.}} + Q_{\text{util m.i.c.}} + Q_{\text{util dil.}} + Q_{\text{util zgură}} + Q_{\text{carb.}} + Q_{\text{evap.apă}} + Q_{\text{barbotare}} \quad (14.21)$$

$$Q_{\text{util total}} = Q_{\text{util fontă f.r.}} + Q_{\text{util.m.c.}} + Q_{\text{util m.i.c.}} + Q_{\text{util dil.}} + Q_{\text{util zgură}} + Q_{\text{carb.}} + Q_{\text{evap.apă}} + Q_{\text{barbotare}} \quad (14.22)$$

în care $Q_{\text{util inc.cupt.}}$ este cel consemnat la relația (14.21).

14.1.i.2 Rularea programului

CĂLDURA UTILĂ TOTALĂ

Căldura utilă totală, $Q_{\text{util total}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.21) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu relația (14.22) în cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei.

$$Q_{\text{util total}} = 3.4382e+007$$

14.2. Căldura rezultată din oxidarea metalelor

14.2.a. Schema logică

Toate reacțiile de oxidare sunt exoterme.

Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea elementului chimic E, din încărcătură, în cazul elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare, $Q_{E_x O_{y_{c.f.m.m.}}}$, în kJ/100 kg de înc.met., se determină cu relația (14.33) iar în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q_{E_x O_{y_{c.f.r.}}}$, se determină cu relația (14.33.1).

$$Q_{E_x O_{y_{c.f.m.m.}}} = g_{E_x O_{y_{c.f.m.m.}}} \cdot \frac{q_{E_x O_y}}{M_{E_x O_y}} \cdot 10^3, \quad (14.33)$$

în care, $g_{E_x O_y}$ reprezintă cantitatea de oxid $E_x O_y$ ce rezultă în urma oxidării metalelor în timpul topirii și supraîncălzirii fontei în stare lichidă, în kg/100 kg de înc.met. – înc.met. este prescurtarea expresiei încărcătură metalică și are și semnificația de fontă lichidă; $q_{E_x O_y}$ – cantitatea de căldură ce se degajă din formarea unui mol de oxid $E_x O_y$, prin oxidare cu oxigen, în kJ/mol de $E_x O_y$ – tabelul 14.6, [9]; $M_{E_x O_y}$ – masa moleculară a oxidului $E_x O_y$ – tabelul 14.6.

$$Q_{E_x O_y \text{ c.f.r.}} = g_{E_x O_y \text{ c.f.r.}} \cdot \frac{q_{E_x O_y}}{M_{E_x O_y}} \cdot 10^3. \quad (14.33.1)$$

$g_{E_x O_y \text{ c.f.m.m.}}$ se determină cu relația (14.34)

$$g_{E_x O_y \text{ c.f.m.m.}} = Q_{E_x O_y \text{ zg, primară c.f.m.m.}} + Q_{E_x O_y \text{ supraîncălzire}}, \quad (14.34)$$

în care, $Q_{E_x O_y \text{ zg, primară c.f.m.m.}}$ este calculat cu relația (11.16) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare iar $Q_{E_x O_y \text{ supraîncălzire}}$ este calculat cu relația (11.17).

$g_{E_x O_y \text{ c.f.r.}}$ se determină cu relația (14.34.1).

$$g_{E_x O_y \text{ c.f.r.}} = Q_{E_x O_y \text{ zg, primară c.f.r.}} + Q_{E_x O_y \text{ supraîncălzire}}, \quad (14.34.1)$$

unde, $Q_{E_x O_y \text{ zg, primară c.f.r.}}$ este calculat cu relația (11.16) în cazul în care elaborarea se realizează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei.

De exemplu, dacă $g_{E_x O_y} = 0,4$ kg/100 kg de înc.met.;

$$q_{SiO_2} = -861,37 \text{ kJ/mol de } SiO_2; M_{SiO_2} = 60 \text{ g}, Q_{SiO_2} = 0,4 \cdot \frac{861,37}{60} \cdot 10^3 = -5742,46 \text{ kJ/100 kg înc.met.}$$

Tabelul 14.6

Cantitatea de căldură ce se degajă în timpul formării unui mol de oxid și masa moleculară a oxizilor.

Oxidul și reacția chimică de formare a lui	Masa moleculară a oxizilor (proveniența de la metal+proveniența de la oxigen)	Cantitatea de căldură ce se degajă din reacția chimică de oxidarea unui mol de oxid, în kJ/mol de oxid
1	2	3
$2V+5/2O_2=V_2O_5$	$102+80=182$	-1829,06
$2Al+3/2O_2=Al_2O_3$	$54+48=102$	-1686,75
$2B+3/2O_2=B_2O_3$	$22+48=70$	-1460,73
$3Mn+2O_2=Mn_3O_4$	$165+64=229$	-1372,84
$3Fe+2O_2=Fe_3O_4$	$168+64=232$	-1133,43
$2Cr+3/2O_2=Cr_2O_3$	$104+48=152$	-1130,08
$2Sb+5/2O_2=Sb_2O_5$	$240+80=320$	-967,68
$Ti+O_2=TiO_2$	$48+32=80$	-914,53
$Zr+O_2=ZrO_2$	$91+32=123$	-1079,85
$2Fe+3/2O_2=Fe_2O_3$	$112+48=160$	-818,68
$2Sb+3/2O_2=Sb_2O_3$	$240+48=288$	-698,55
$Ca+1/2O_2=CaO$	$40+16=56$	-634,94
$Mg+1/2O_2=MgO$	$24+16=40$	-610,24
$2Li+1/2O_2=Li_2O$	$14+16=30$	-595,59
$Sn+O_2=SnO_2$	$118+32=150$	-575,50
$2Bi+3/2O_2=Bi_2O_3$	$418+48=466$	-569,22
$Be+1/2O_2=BeO$	$9+16=25$	-577,59
$Ba+1/2O_2=BaO$	$137+16=153$	-558,34

Tabelul 14.6. – continuare

1	2	3
$\text{Sr}+1/2\text{O}_2=\text{SrO}$	$88+16=104$	-548,30
$\text{Mo}+1/2\text{O}_2=\text{MoO}$	$96+32=128$	-548,30
$\text{Mn}+\text{O}_2=\text{MnO}_2$	$55+32=87$	-524,44
$\text{Si}+\text{O}_2=\text{SiO}_2$	$28+32=60$	-861,37
$2\text{Na}+1/2\text{O}=\text{Na}_2\text{O}$	$46+16=62$	-416,45
$\text{Mn}+1/2\text{O}_2=\text{MnO}$	$55+16=71$	-376,69
$2\text{K}+1/2\text{O}_2=\text{K}_2\text{O}$	$78+16=94$	-360,79
$\text{Zn}+1/2\text{O}_2=\text{ZnO}$	$65,4+16=81,4$	-348,23
$\text{Sn}+1/2\text{O}_2=\text{SnO}$	$118+16=134$	-295,91
$\text{Cd}+1/2\text{O}_2=\text{CdO}$	$112+16=128$	-277,49
$\text{Fe}+1/2\text{O}_2=\text{FeO}$	$56+16=72$	-274,98
$\text{Ni}+1/2\text{O}=\text{NiO}$	$58,5+16=74,5$	-243,59
$\text{Pb}+\text{O}_2=\text{PbO}_2$	$207+32=239$	-217,64
$\text{Pb}+1/2\text{O}_2=\text{PbO}$	$207+16=223$	-212,62
$\text{Ti}+1/2\text{O}_2=\text{TiO}$	$408+16=424$	-179,13
$2\text{Cu}+1/2\text{O}_2=\text{Cu}_2\text{O}$	$127,2+16=143,2$	-167,00
$\text{Cu}+1/2\text{O}_2=\text{CuO}$	$63,3+16=79,6$	-146,07

Cantitatea totală de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică $Q_{\text{total } E_x O_y \text{ c.f.m.m.}}$, se determină cu relația (14.35), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu relația (14.35.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q_{\text{total } E_x O_y \text{ c.f.r.}}$, în kJ/100 kg înc.met.

$$Q_{\text{total } E_x O_y \text{ c.f.m.m.}} = \sum Q_{E_x O_y \text{ c.f.m.m.}} \quad (14.35)$$

$$Q_{\text{total } E_x O_y \text{ c.f.r.}} = \sum Q_{E_x O_y \text{ c.f.r.}} \quad (14.35.1)$$

Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q_{\text{total } E_x O_y \text{ cuptor}}$, în kg/cuptor, se determină cu relația (14.36), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la frecvența rețelei, $Q_{\text{total } E_x O_y \text{ cuptor c.f.r.}}$, în kJ/cuptor.

$$Q_{\text{total } E_x O_y \text{ cuptor c.f.m.m.}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot Q_{\text{total } E_x O_y \text{ c.f.m.m.}} \quad (14.36)$$

$$Q_{\text{total } E_x O_y \text{ cuptor c.f.r.}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot Q_{\text{total } E_x O_y \text{ c.f.r.}} \quad (14.36.1)$$

14.2.b Rularea programului

CALDURA REZULTATA din OXIDAREA METALELOR

Toate reacțiile de oxidare sunt exoterme.

Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea elementului chimic E, din încărcătură, în cazul elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare, $Q_{(E_x O_y) \text{ (c.f.m.m.)}}$, în kJ/100 kg de înc.met., se determină cu relația (14.33) iar în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q_{(E_x O_y) \text{ (c.f.r.)}}$, se determină cu relația (14.33.1).

Introduceți Q_{eoprimar} și $Q_{\text{eosupraincalzire}}$ pentru fiecare oxid luat în calcul

$Q_{\text{eoprimar1}}=11$
 $Q_{\text{eoprimar2}}=12$
 $Q_{\text{eoprimar3}}=10$
 $Q_{\text{eoprimar4}}=9$
 $Q_{\text{eoprimar5}}=0.1$
 $Q_{\text{eoprimar6}}=0.2$
 $Q_{\text{eoprimar7}}=0.8$
 $Q_{\text{eoprimar8}}=0.25$

Qeoprimar9=0.35
 Qeoprimar10=0.56
 geo1 = 92 112 122 126 128 123 125 108 116
 121 110 108 119 133 116 125 112 60 72
 geo2 = 93 113 123 127 129 124 126 109 117
 122 111 109 120 134 117 126 113 62 73
 geo3 = 91 111 121 125 127 122 124 107 115
 120 109 107 118 132 115 124 111 61 71
 geo4 = 90 110 120 124 126 121 123 106 114
 119 108 106 117 131 114 123 110 61 70
 geo5 = Columns 1 through 12
 81.1000 101.1000 111.1000 115.1000 117.1000
 112.1000 114.1000 97.1000 105.1000 110.1000 99.1000
 97.1000
 Columns 13 through 19
 108.1000 122.1000 105.1000 114.1000 101.1000
 53.1000 61.1000
 geo6 =Columns 1 through 12
 81.2000 101.2000 111.2000 115.2000 117.2000
 112.2000 114.2000 97.2000 105.2000 110.2000 99.2000
 97.2000
 Columns 13 through 19
 108.2000 122.2000 105.2000 114.2000 101.2000
 54.2000 61.2000
 geo7 =Columns 1 through 12
 81.8000 101.8000 111.8000 115.8000 117.8000
 112.8000 114.8000 97.8000 105.8000 110.8000 99.8000
 97.8000
 Columns 13 through 19
 108.8000 122.8000 105.8000 114.8000 101.8000 55.8000
 61.8000
 geo8 = Columns 1 through 12
 81.2500 101.2500 111.2500 115.2500 117.2500
 112.2500 114.2500 97.2500 105.2500 110.2500 99.2500

97.2500
Columns 13 through 19
108.2500 122.2500 105.2500 114.2500 101.2500
56.2500 61.2500
geo9 = Columns 1 through 12
81.3500 101.3500 111.3500 115.3500 117.3500
112.3500 114.3500 97.3500 105.3500 110.3500 99.3500
97.3500
Columns 13 through 19
108.3500 122.3500 105.3500 114.3500 101.3500
57.3500 61.3500
geo10 =Columns 1 through 12
81.5600 101.5600 111.5600 115.5600 117.5600
112.5600 114.5600 97.5600 105.5600 110.5600 99.5600
97.5600
Columns 13 through 20
108.5600 122.5600 105.5600 114.5600 101.5600
49.5600 48.5600 61.5600
Introduceti $q(\text{ExOy})$ – cantitatea de căldură ce se degajă din
formarea unui mol de oxid ExOy , prin oxidare cu oxigen, în kJ/mol de
 ExOy – tabelul 14.6,
 $q\text{ExOy}1=0.11$
 $q\text{ExOy}2=0.105$
 $q\text{ExOy}3=0.12$
 $q\text{ExOy}4=0.13$
 $q\text{ExOy}5=0.14$
 $q\text{ExOy}6=0.15$
 $q\text{ExOy}7=0.16$
 $q\text{ExOy}8=0.22$
 $q\text{ExOy}9=0.2$
 $q\text{ExOy}10=0.21$
introduceti valorile pentru $M(\text{ExOy})$ – masa moleculară a
oxidului ExOy – tabelul 14.6.
 $M\text{ExOy}1=90$

MExOy2=45
 MExOy3=70
 MExOy4=90
 MExOy5=35
 MExOy6=45
 MExOy7=56
 MExOy8=90
 MExOy9=49
 MExOy10=80
 Introduceti Qefectiv
 Qefectiv=12000
 Qexoy1 = Columns 1 through 12
 112.4444 136.8889 149.1111 154.0000 156.4444
 150.3333 152.7778 132.0000 141.7778 147.8889 134.4444
 132.0000
 Columns 13 through 19
 145.4444 162.5556 141.7778 152.7778 136.8889
 73.3333 88.0000
 Qexoy2 = Columns 1 through 12
 217.0000 263.6667 287.0000 296.3333 301.0000
 289.3333 294.0000 254.3333 273.0000 284.6667 259.0000
 254.3333
 Columns 13 through 19
 280.0000 312.6667 273.0000 294.0000 263.6667
 144.6667 170.3333
 Qexoy3 = Columns 1 through 12
 156.0000 190.2857 207.4286 214.2857 217.7143
 209.1429 212.5714 183.4286 197.1429 205.7143 186.8571
 183.4286
 Columns 13 through 19
 202.2857 226.2857 197.1429 212.5714 190.2857
 104.5714 121.7143
 Qexoy4 = Columns 1 through 12
 130.0000 158.8889 173.3333 179.1111 182.0000

174.7778	177.6667	153.1111	164.6667	171.8889	156.0000
153.1111					
	Columns 13 through 19				
	169.0000	189.2222	164.6667	177.6667	158.8889
88.1111	101.1111				
	Qexoy5 = Columns 1 through 12				
	324.4000	404.4000	444.4000	460.4000	468.4000
448.4000	456.4000	388.4000	420.4000	440.4000	396.4000
388.4000					
	Columns 13 through 19				
	432.4000	488.4000	420.4000	456.4000	404.4000
212.4000	244.4000				
	Qexoy6 = Columns 1 through 12				
	270.6667	337.3333	370.6667	384.0000	390.6667
374.0000	380.6667	324.0000	350.6667	367.3333	330.6667
324.0000					
	Columns 13 through 19				
	360.6667	407.3333	350.6667	380.6667	337.3333
180.6667	204.0000				
	Qexoy7 = Columns 1 through 12				
	233.7143	290.8571	319.4286	330.8571	336.5714
322.2857	328.0000	279.4286	302.2857	316.5714	285.1429
279.4286					
	Columns 13 through 19				
	310.8571	350.8571	302.2857	328.0000	290.8571
159.4286	176.5714				
	Qexoy8 = Columns 1 through 12				
	198.6111	247.5000	271.9444	281.7222	286.6111
274.3889	279.2778	237.7222	257.2778	269.5000	242.6111
237.7222					
	Columns 13 through 19				
	264.6111	298.8333	257.2778	279.2778	247.5000
137.5000	149.7222				
	Qexoy9 = Columns 1 through 12				

332.0408	413.6735	454.4898	470.8163	478.9796
458.5714	466.7347	397.3469	430.0000	405.5102
397.3469				

Columns 13 through 19

442.2449	499.3878	430.0000	466.7347	413.6735
234.0816	250.4082			

Qexoy10 = Columns 1 through 12

214.0950	266.5950	292.8450	303.3450	308.5950
295.4700	300.7200	256.0950	277.0950	290.2200
256.0950				

Columns 13 through 20

284.9700	321.7200	277.0950	300.7200	266.5950
130.0950	127.4700	161.5950		

De exemplu, dacă $g_{(E_x O_y)} = 0,4$ kg/100 kg de înc.met.; $q_{(SiO_2)} = -861,37$ kJ/mol de SiO₂; $M_{(SiO_2)} = 60$ g, $Q_{(SiO_2)} = 0,4 \cdot 861,37 / 60 \cdot 10^3 = -5742,46$ kJ/100 kg înc.met.

Cantitatea totală de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică $Q_{(total\ ExOyc.f.m.m.)}$,

se determină cu relația (14.35), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu relația (14.35.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q_{(total\ ExOyc.f.r.)}$, în kJ/100 kg înc.met.

$$Q_{total\ exoy} = 120007$$

Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q_{(total\ E_x\ O_y\ cuptor)}$, în kg/cuptor, se determină cu relația (14.36), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1),

în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la frecvența rețelei, $Q_{(total\ E_x\ O_y\ cuptor\ c.f.r.)}$, în kJ/cuptor.

$$Q_{total\ exoy\ cuptor} = 14400840$$

14.3. Căldura de formare a zgurii

14.3.a Schema logică

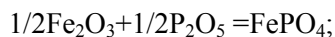
Marea majoritate a oxizilor E_xO_y formați în timpul topirii și supraîncălzirii în stare lichidă, o dată ajunși la suprafața băii metalice, interacționează chimic între ei și formează zgura, respectiv combinații chimice oxidice complexe.

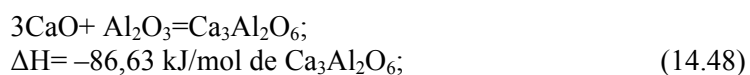
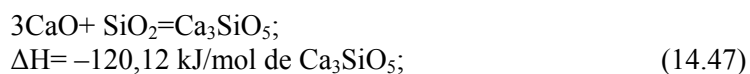
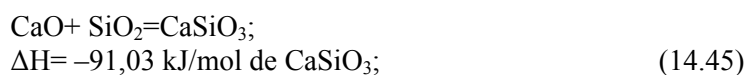
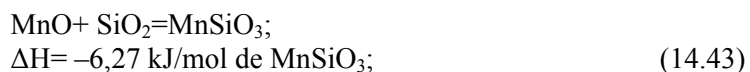
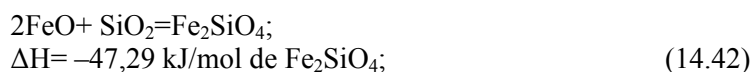
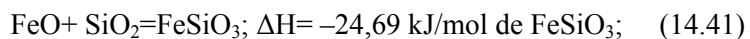
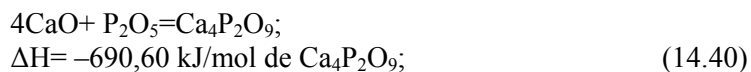
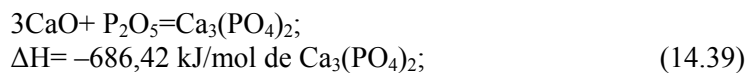
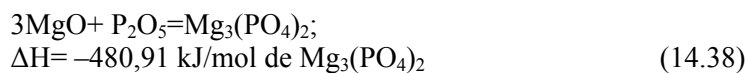
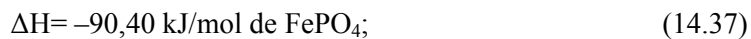
Viteza de reacție dintre oxizi și natura combinațiilor chimice oxidice complexe care rezultă, sunt în funcție de mai mulți factori, temperatura zgurii, bazicitatea și aciditatea zgurii, respectiv caracterul neutru al oxizilor și cantitatea de oxizi fiind cei mai importanți.

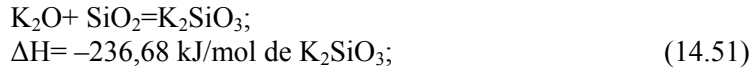
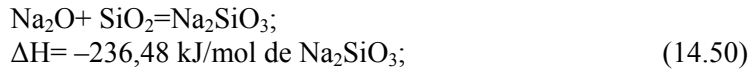
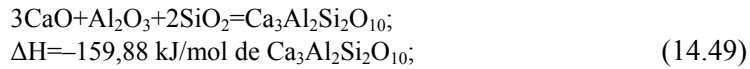
Formarea zgurii este rezultatul unor interacțiuni chimice exoterme ce conduc la obținerea de combinații chimice oxidice complexe de tipul următor: $CaO \cdot SiO_2$, $2FeO \cdot SiO_2$, $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$, $MgO \cdot SiO_2$, $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, $3CaO \cdot P_2O_5$, $5CaO \cdot Al_2O_3$, $2CaO \cdot Fe_2O_3$, $2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$, $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, $3CaO \cdot 2SiO_2$, $2CaO \cdot SiO_2$, $3CaO \cdot SiO_2$, $3CaO \cdot Al_2O_3$, $12CaO \cdot 7Al_2O_3$, $CaO \cdot Al_2O_3$, $CaO \cdot 6Al_2O_3$, $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, $3CaO \cdot P_2O_5$, $CaO \cdot P_2O_5$, $CaO \cdot 2P_2O_5$, $2CaO \cdot FeO$, $CaO \cdot Fe_2O_3$, $MgO \cdot Al_2O_3$, $4MgO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, $4MgO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, $3CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$, $2CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$, $CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$ etc. Prin urmare, procesul de formare a zgurii este unul complex.

Deoarece nu se cunosc ponderile proceselor de formare a combinațiilor chimice oxidice complexe, un calcul simplu pentru cantitatea de căldură care se degajă în timpul formării respectivelor combinații chimice complexe, nu se poate realiza.

Efectele termice – variația de entalpie ale câtorva reacții chimice, se prezintă în continuare.







În funcție de compoziția chimică a zgurii, în funcție de oxidul predominant din zgură, în practică se utilizează formule empirice.

Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, $Q_{\text{formare zg.}}$, în kJ/100 kg de înc.met., se calculează cu relația (14.52).

$$Q_{\text{formare zg.}} = g_{\text{zg.}} \cdot c_{\text{for.,zg.}} \quad (14.52)$$

în care, $g_{\text{zg.}}$ reprezintă cantitatea de zgură, în kg/100 kg de înc.met.; $c_{\text{form.zg.}}$ – căldura specifică de formare a zgurii, în kJ/kg de zgură.

Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, dintr-un cuptor, $Q_{\text{formare zg.cuptor}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.53).

$$Q_{\text{formare zg.cuptor}} = \frac{Q_{\text{efectiv}}}{100} \cdot Q_{\text{formare zg.}} \quad (14.53)$$

în care Q_{efectiv} se exprimă în kg; $Q_{\text{formare zg.}}$ se exprimă în kJ/100 kg de înc.met.

Căldura de formare a zgurii reprezintă, în %, valori mici. De exemplu, la furnal, căldura de formare a zgurii are o pondere de 0,02% din totalul de căldură ce se introduce în furnal, [21].

Sursa [67] nu prezintă în bilanțurile termice ale elaborării fontei în cubilou căldura de formare a zgurii – prezintă doar căldura rezultată din oxidarea elementelor chimice din încărcătura metalică, căldura de formare a zgurii fiind neglijată.

Sursa [8] neglijează căldura de formare a zgurii, cel mult incluzând-o în categoria reacții exoterme (2,5...5% din totalul de surse de energie).

În cazul actualului bilanț termic se neglijează participarea la bilanțul termic a căldurii de formare a zgurii, cu atât mai mult cu cât temperatura zgurii este mică – mai mică decât cea a băii metalice – și cu atât mai mult cu cât zgura are un caracter pronunțat acid – compoziția chimică clasică este 45...70% SiO_2 , 5...30% ($\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$), 2...20% MnO și 0,2...20% Al_2O_3 . În cazul în care în încărcătura cuptorului se introduc materiale reducătoare, cantitatea de FeO din zgură scade până la valori mai mici de 2%. De exemplu, o zgură obținută în urma utilizării în încărcătură de reducător SiC , are următoarea compoziție chimică: 62,14% SiO_2 , 1,81% FeO , 0,16% Fe_2O_3 , 12,25% CaO , 18,31% Al_2O_3 , 0,15% MnO și alți oxizi în rest până la 100%. În acest caz se remarcă doar prezența unui oxid bazic în zgură, respectiv CaO care va interacționa chimic semnificativ cu SiO_2 , o asemenea situație însemnând o cantitate mică de căldură de formare a zgurii.

14.3.b. Rularea programului

CALDURA de FORMARE a ZGURII

Marea majoritate a oxizilor E_xO_y formați în timpul topirii și supraîncălzirii în stare lichidă, o dată ajunși la suprafața băii metalice, interacționează chimic între ei și formează zgura, respectiv combinații chimice oxidice complexe.

Viteza de reacție dintre oxizi și natura combinațiilor chimice oxidice complexe care rezultă, sunt în funcție de mai mulți factori, temperatura zgurii, bazicitatea și aciditatea zgurii, respectiv

caracterul neutru al oxizilor și cantitatea de oxizi fiind cei mai importanți.

Deoarece nu se cunosc ponderile proceselor de formare a combinațiilor chimice oxidice complexe, un calcul simplu pentru cantitatea de căldură care se degajă în timpul formării respectivelor combinații chimice complexe, nu se poate realiza.

Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, $Q_{\text{formare zg.}}$, în kJ/100 kg de înc.met., se calculează cu relația (14.52).

Introduceți g_{zg} . reprezintă cantitatea de zgură, în kg/100 kg de înc.met.; $c_{\text{form.zg.}}$ – căldura specifică de formare a zgurii, în kJ/kg de zgură.

$$g_{\text{zg}}=24.5$$

$$c_{\text{formzg}}=0.11$$

$$Q_{\text{formarezg}}=24.6100$$

Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, dintr-un cuptor, $Q_{\text{formare zg.cuptor}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.53)

$$Q_{\text{formarezg.cuptor}}=2.9532e+003$$

în care Q_{defectiv} se exprimă în kg; $Q_{\text{formare zg.}}$ se exprimă în kJ/100 kg de înc.met.

Consideratii tehnice:

Căldura de formare a zgurii reprezintă, în %, valori mici. De exemplu, la furnal, căldura de formare a zgurii are o pondere de 0,02% din totalul de căldură ce se introduce în furnal, [21].

Sursa [67] nu prezintă în bilanțurile termice ale elaborării fontei în cubilou căldura de formare a zgurii – prezintă doar căldura rezultată din oxidarea elementelor chimice din încărcătura metalică, căldura de formare a zgurii fiind neglijată.

Sursa [8] neglijează căldura de formare a zgurii, cel mult incluzând-o în categoria reacții exoterme (2,5...5% din totalul de surse de energie).

În cazul actualului bilanț termic se neglijează participarea la bilanțul termic a căldurii de formare a zgurii, cu atât mai mult cu cât

temperatura zgurii este mică – mai mică decât cea a băii metalice – și cu atât mai mult cu cât zgura are un caracter pronunțat acid – compoziția chimică clasică este 45...70% SiO₂, 5...30% (FeO+Fe₂O₃), 2...20% MnO și 0,2...20% Al₂O₃. În cazul în care în încărcătura cuptorului se introduc materiale reducătoare, cantitatea de FeO din zgură scade până la valori mai mici de 2%. De exemplu, o zgură obținută în urma utilizării în încărcătură de reducător SiC, are următoarea compoziție chimică: 62,14%SiO₂, 1,81% FeO, 0,16%Fe₂O₃, 12,25%CaO, 18,31% Al₂O₃, 0,15%MnO și alți oxizi în rest până la 100%. În acest caz se remarcă doar prezența unui oxid bazic în zgură, respectiv CaO care va interacționa chimic semnificativ cu SiO₂, o asemenea situație însemnând o cantitate mică de căldură de formare a zgurii.

14.4. Cantitatea de energie preluată de la rețea

14.4.a Schema logică

Cantitatea de energie electrică preluată de la rețea, se notează cu $Q_{rețea}$ și se determină cu relația (14.62).

$$Q_{rețea} = \frac{0,24 \cdot (\sum Q)}{860 \cdot \eta_{cuptor}} + P_n(1 - \eta_{cuptor}) \cdot \tau_{menținere} \quad (14.62)$$

în care, $Q_{rețea}$ se exprimă în kWh/cuptor; $\sum Q$ reprezintă suma dintre căldura utilă totală și celelalte categorii de căldură participante la bilanțul termic, în kJ/cuptor – relația (14.63) în cazul în care elaborarea se face în cuptorul ce funcționează cu frecvență medie sau mare și relația (14.64) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvență industrială; η_{cuptor} – randamentul, în %.

$$\sum Q = Q_{util\ total} + Q_{total\ E_xO_y\ c.f.m.m.} \quad (14.63)$$

în care $Q_{util\ total}$ s-a determinat cu relația (14.21); $\sum Q$ se

exprimă în kJ/cuptor.

$$\sum Q = Q_{\text{util total}} + Q_{\text{total E}_x\text{O}_y \text{ c.f.r.}} \quad (14.64)$$

în care $Q_{\text{util total}}$ s-a determinat cu relația (14.22); $\sum Q$ se exprimă în kJ/cuptor.

Randamentul cuptorului – η_{cuptor} – se determină cu relația (14.65).

$$\eta_{\text{cuptor}} = \eta_t \cdot \eta_e, \quad (14.65)$$

în care η_t – randamentul termic; η_e – randamentul electric.

Randamentul termic al cuptorului se determină în funcție de diametrul interior al creuzetului, diametrul interior al spirei inductorului, coeficientul de zveltețe al băii metalice, conductivitatea termică a materialului refractar, timpul de topire și capacitatea nominală a cuptorului. În condiții practice, variază în intervalul 0,75...0,9, [42].

Randamentul electric al cuptorului se determină în funcție de coeficientul de zveltețe al băii metalice, capacitatea nominală a cuptorului, raportul funcțiilor rezistențelor, factorul de umplere axială al țevilor, raportul dintre diametrul interior al inductorului și înălțimea inductorului și raportul dintre funcția auxiliară α_M pentru calculul inductivității mutuale între țevi concentrice cuplate magnetic și funcția auxiliară α pentru calculul inductivității de dispersie a unei țevi, raport considerat la partea a doua, [69].

În condiții practice, variază în intervalul 0,6...0,8, [42].

Conform relației (14.65), η_{cuptor} variază între limitele 0,45...0,72.

P_n reprezintă puterea nominală a sursei, în kW – tabelul 14.1 sau tabelele 14.2 și 14.3.

$\tau_{\text{menț}}$ reprezintă timpul de menținere a fontei lichide, la temperatura de supraîncălzire, în ore (h). Timpul necesar încălzirii materialelor de corecție sau a altor materiale (inclusiv cele de diluare) este inclus în factorul $\frac{0,24 \cdot \sum Q}{860 \cdot \eta}$, așa încât, $\tau_{\text{menț}}$ se referă la perioada de timp determinată de manevrele care se fac cu diverse utilaje în vederea introducerii în cuptor a respectivelor materiale. $\tau_{\text{menț}}$ se adoptă în funcție de dotare, numărul de operații de corectare a compoziției chimice a fontei lichide, natura tratamentului metalurgic etc., apreciindu-se că variază în intervalul – dacă există tratamente metalurgice – 0,15...0,85 h.

Puterea absorbită de cuptor se numește putere utilă – P_u –, în kW, și se determină cu relația (14.66)

$$P_u = P_n \cdot \eta_{\text{cupt.}}, \quad (14.66)$$

în care, P_n se exprimă în kW.

Perioada de topire calculată, $\tau_{\text{topire calc.}}$, în min., se determină cu relația (14.67).

$$\tau_{\text{topire calc.}} = \frac{0,24 \cdot (\sum Q) \cdot 60}{860 \cdot \eta_{\text{cuptor}} \cdot P_u}, \quad (14.67)$$

în care, $(\sum Q)$ se exprimă în kJ/cuptor iar P_u se exprimă în kW.

Perioada de topire, τ_{topire} , în accepțiunea tabelului 14.1 reprezintă perioada de încălzire, topire și preîncălzire a fontei în stare lichidă.

$\tau_{\text{topire calc.}}$ trebuie să se încadreze între limitele perioadei de topire – τ_{topire} – din tabelul 14.1, sau să fie de ordinul de mărime al acestora.

În cazul în care perioada de topire calculată, $\tau_{\text{topire calc.}}$, este mai mare, semnificativ, decât perioada de

topire, τ_{topire} , trebuie utilizat pentru elaborarea fontei un cuptor electric cu încălzire prin inducție cu puterea nominală mai mare.

În cazul în care perioada de topire calculată – $\tau_{\text{topire calc.}}$ – este mai mică, semnificativ, decât perioada de topire, τ_{topire} , înseamnă că puterea nominală avută la dispoziție determină o perioadă de topire mai mică decât perioada de topire calculată.

În cazul în care elaborarea se face în cuptor ce funcționează cu frecvența medie mai mare iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare decât 0°C , graficul bilanțului termic este de forma celui prezentat în figura 14.1 – toate participațiile la bilanțul termic se exprimă în kJ/cuptor, și sunt reprezentate în %.

În vederea calculării participațiilor, consumatoare de căldură, la bilanțul termic din figura 14.1, în %, se aplică formulele (14.68), (14.70), (14.71), (14.72), (14.73), (14.74), (14.75) și (14.76).

$$Q_{\text{util fontă f.m.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util fontă f.m.}}}{\sum Q'}, \quad (14.68)$$

în care, $Q_{\text{util fontă f.m.}}$ se exprimă în kJ; $\sum Q'$ reprezintă suma participațiilor la bilanțul termic care sunt consumatoare de căldură, în kJ/cuptor – relația (14.69); $Q_{\text{util fontă f.m.\%}}$ se exprimă în %.

$$\begin{aligned} \sum Q' = & Q_{\text{util fontă f.m.}} + Q_{\text{util m.c.}} + Q_{\text{util m.i.c.}} + \\ & Q_{\text{util dil.}} + Q_{\text{util zgură}} + Q_{\text{carbon}} + Q_{\text{evap apă}} + Q_{\text{barbotare}} \end{aligned} \quad (14.69)$$

$$Q_{\text{util m.c.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util m.c.}}}{\sum Q'} \quad (14.70)$$

(14.71)

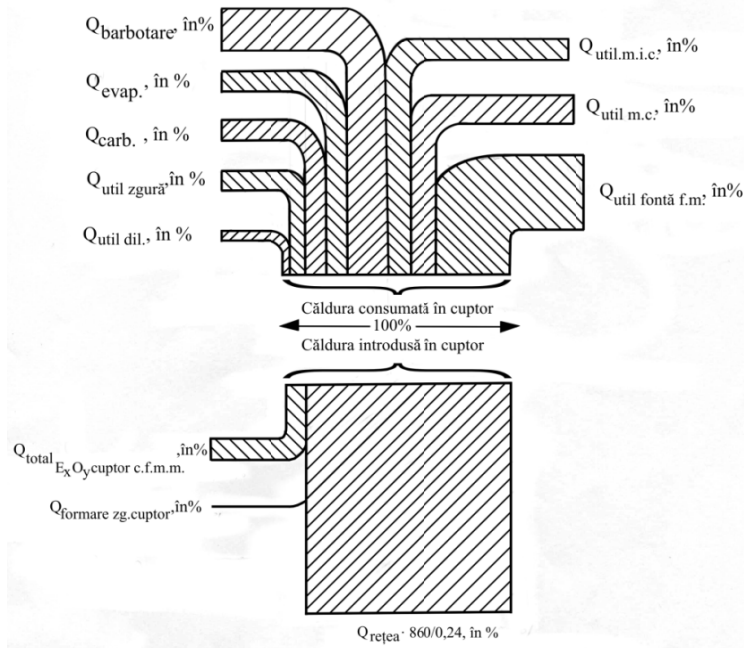


Fig.14.1. Graficul bilanțului termic în cazul în care elaborarea se realizează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare decât 0°C .

(14.72)

(14.73)

$$Q_{\text{carb.}\%} = 100 \frac{Q_{\text{carb.}}}{\Sigma Q'} \quad (14.74)$$

$$Q_{\text{evap.apă}\%} = 100 \frac{Q_{\text{evap.apă}}}{\Sigma Q'} \quad (14.75)$$

$$Q_{\text{barbotare}\%} = 100 \frac{Q_{\text{barbotare}}}{\Sigma Q'} \quad (14.76)$$

În relațiile (14.70), (14.71), (14.72), (14.73), (14.74), (14.75) și (14.76), unitățile de măsură sunt cele utilizate, prin corespondență, în relația (14.68).

Pentru calcularea participațiilor, cu aport de căldură, la bilanțul termic din figura 14.1, se aplică formulele (14.77) și (14.80).

$$Q_{\text{rețea}} \cdot \frac{860}{0,24} \% = 100 \frac{Q_{\text{rețea}} \cdot \frac{860}{0,24}}{\Sigma Q''} \quad (14.77)$$

în care $Q_{\text{rețea}}$ se exprimă în kJ/cuptor și este calculat prin intermediul relației (14.63); $\Sigma Q''$ reprezintă suma participațiilor la bilanțul termic care aduc căldură în cuptor, în kJ/cuptor – relația (14.78); $Q_{\text{rețea}} \cdot \frac{860}{0,24} \%$ se exprimă în %.

$$\Sigma Q'' = Q_{\text{rețea}} \cdot \frac{860}{0,24} + Q_{\text{formare zg.cuptor}} + Q_{\text{total } E_x O_y \text{cuptor c.f.m.m.}} \quad (14.78)$$

$Q_{\text{formare zg.cuptor}} = 0\%$ – se neglijează.

$$Q_{\text{total } E_x O_y \text{cuptor c.f.m.m.}\%} = \frac{Q_{\text{total } E_x O_y \text{cuptor c.f.m.m.}}}{\Sigma Q''} \quad (14.79)$$

Iar relația (14.80), cantitățile de măsură sunt cele utilizate, prin corespondență, în relația (14.77).

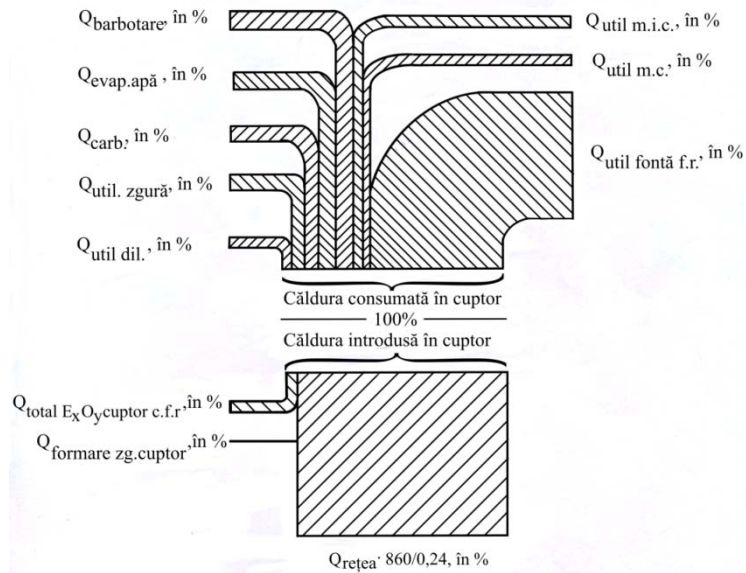


Fig. 14.2. Graficul bilanțului termic în cazul în care elaborarea se realizează în cuptoare ce funcționează cu frecvența rețelei iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare decât 0°C.

În cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare de 0°C, graficul bilanțului termic este de forma celui prezentat în figura 14.2 – toate participațiile la bilanțul termic se exprimă în kJ/cuptor și sunt reprezentate în %.

În vederea calculării participanților, consumatoare de căldură, la bilanțul termic din figura 14.2, în %, se aplică formulele (14.81), (14.83), (14.84), (14.85), (14.86), (14.87), (14.88) și (14.89).

$$Q_{\text{util fonta f.r.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util fonta f.r.\%}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.81)$$

în care $Q_{\text{util fonta f.r.\%}}$ se exprimă în kJ/cuptor; $\Sigma Q'''$ se prezintă suma participațiilor la bilanțul termic care sunt consumatoare de căldură, în kJ/cuptor – relația (14.78); $Q_{\text{util fonta f.r.\%}}$ se exprimă în %.

$$\Sigma Q''' = Q_{\text{util fonta f.r.}} + Q_{\text{util m.c.}} + Q_{\text{util m.i.c.}} + Q_{\text{util dil.}} + Q_{\text{util zgură}} + Q_{\text{carb.}} + Q_{\text{evap.apă}} + Q_{\text{barbotare}} \quad (14.82)$$

$$Q_{\text{util m.c.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util m.c.}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.83)$$

$$Q_{\text{util m.i.c.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util m.i.c.}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.84)$$

$$Q_{\text{util dil.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util dil.}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.85)$$

$$Q_{\text{util zgură\%}} = 100 \frac{Q_{\text{util zgură}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.86)$$

$$Q_{\text{carb.\%}} = 100 \frac{Q_{\text{carb.}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.87)$$

$$Q_{\text{evap.apă\%}} = 100 \frac{Q_{\text{evap.apă}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.88)$$

$$Q_{\text{barbotare\%}} = 100 \frac{Q_{\text{barbotare}}}{\Sigma Q'''} \quad (14.89)$$

În relațiile (14.83), (14.84), (14.85), (14.86), (14.87) și (14.88), unitățile de măsură sunt cele utilizate, prin corespondență, în relația (14.81).

Pentru calcularea participațiilor, cu aport de căldură, la

bilanțul termic din figura 14.2, se aplică formulele (14.90) și (14.92).

$$Q_{re\breve{t}ea} \cdot \frac{860}{0,24} \% = 100 \frac{Q_{re\breve{t}ea} \cdot \frac{860}{0,24}}{\sum Q^{IV}} \quad (14.90)$$

în care $Q_{re\breve{t}ea}$ se exprimă în kJ/cuptor și este calculat prin intermediul relației (14.64); $\sum Q^{IV}$ reprezintă suma participațiilor la bilanțul termic care aduc căldură în cuptor, în kJ/cuptor – relația (14.91); $Q_{re\breve{t}ea} \cdot \frac{860}{0,24} \%$ se exprimă în %.

$$\sum Q^{IV} = Q_{re\breve{t}ea} \cdot \frac{860}{0,24} + Q_{total \ E_xO_y.c.f.r.} + Q_{formare \ z.g.cuptor} \quad (14.91)$$

$$Q_{total \ E_xO_y.c.f.r.} \% = 100 \cdot \frac{Q_{total \ E_xO_y.c.f.r.}}{\sum Q^{IV}} \quad (14.92)$$

$$Q_{formare \ cuptor} = 0\% - \text{se neglijează}$$

În relația (14.92), unitățile de măsură sunt cele utilizate, prin corespondență, în relația (14.90).

14.4.b. Rularea programului

CANTITATEA de ENERGIE PRELUATA de la RETEA

Randamentul termic al cuptorului se determină în funcție de diametrul interior al creuzetului, diametrul interior al spirei inductorului, coeficientul de zveltețe al băii metalice, conductivitatea termică a materialului refractar, timpul de topire și capacitatea nominală a cuptorului. În condiții practice, variază în intervalul 0,75...0,9, [42].

Randamentul electric al cuptorului se determină în funcție de coeficientul de zveltețe al băii metalice, capacitatea nominală a

cuptorului, raportul funcțiilor rezistențelor, factorul de umplere axială al țevilor, raportul dintre diametrul interior al inductorului și înălțimea inductorului și raportul dintre funcția auxiliară β_M pentru calculul inductivității mutuale între țevi concentrice cuplate magnetic și funcția auxiliară β pentru calculul inductivității de dispersie a unei țevi, raport considerat la partea a doua, [69].

Conform relației (14.65), β_{cuptor} variază între limitele 0,45...0,72.

P_n reprezintă puterea nominală a sursei, în kW – tabelul 14.1 sau tabelele 14.2 și 14.3.

$\beta_{\text{(menț.)}}$ reprezintă timpul de menținere a fontei lichide, la temperatura de supraîncălzire, în ore (h). Timpul necesar încălzirii materialelor de corecție sau a altor materiale (inclusiv cele de diluare) este inclus în factorul $(0,24\beta_{\text{menț.}}Q)/(860\beta)$, așa încât, $\beta_{\text{(menț.)}}$ se referă la perioada de timp determinată de manevrele care se fac cu diverse utilaje în vederea introducerii în cuptor a respectivelor materiale. $\beta_{\text{(menț.)}}$ se adoptă în funcție de dotare, numărul de operații de corectare a compoziției chimice a fontei lichide, natura tratamentului metalurgic etc., apreciindu-se că variază în intervalul – dacă există tratamente metalurgice – 0,15...0,85 h.

Puterea absorbită de cuptor se numește putere utilă – P_u –, în kW, și se determină cu relația (14.66).

În cazul în care perioada de topire calculată – $\beta_{\text{(topire calc.)}}$ – este mai mică, semnificativ, decât perioada de topire, $\beta_{\text{(topire)}}$, înseamnă că puterea nominală avută la dispoziție determină o perioadă de topire mai mică decât perioada de topire calculată.

În cazul în care elaborarea se face în cuptor ce funcționează cu frecvența medie mai mare iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare decât 0oC, graficul bilanțului termic este de forma celui prezentat în figura 14.1 – toate participațiile la bilanțul termic se exprimă în kJ/cuptor, și sunt reprezentate în %.

Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q_{\text{(total)}}$

Ex Oy cuptor), în kg/cuptor, se determină cu relația (14.36),
 în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care
 funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1), în
 cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la
 frecvența rețelei, Q(total Ex Oy cuptor c.f.r.), în kJ/cuptor.

Fișa șarjei

14.4.b.1. Rularea programului

MARCA DE FONTA PROPUSA A FI ELABORATA

Introduceți compoziția chimică a fontei propuse a fi elaborată,
 cantitatea în %, element chimic.

C=2.9

Si=0.1

Mn=0.2

Pmax=0.1

Smax=0.1

V=0.1

Ti=0.4

Ni=0.1

Cr=0.25

Cu=0.025

Mo=0

Mg=0

Al=0

W=1.2

A=0

A1=0

A2=0

Compoziția chimică a fontei propuse a fi elaborate:

Elementul chimic	Cr	Cu	Mo	Mg	Al	W	A	A1
Cantitatea, in %								

Elementul chimic	C	Si	Mn	Pmax	Smax	V	Ti	Ni
Cantitatea, in %								

Introduceți sorturile metalice utilizate - denumire și cantitatea în kg/cuptor:

Cantitatea sort1=5000

Cantitatea sort2=5000

Cantitatea sort3=2000

Cantitatea sort4=0

Introduceți dacă este cazul COMPOZIȚIA CHIMICĂ a fontei remanente:

Crem=0

Sirem=0

Mnrem=0

Pmaxrem=0

Smaxrem=0

Vrem=0

Tirem=0

Nirem=0

Crrem=0

Curem=0

Morem=0

Mgrem=0

Alrem=0

Wrem=0

Arem=0

A1rem=0

A2rem=0

Introduceți cantitatea de fontă remanentă în kg/cuptor:

Fontarem=0

Introduceți cantitățile de materiale nemetalice utilizate, în kg/cuptor

MatNemet1=2.5

MatNemet2=3.5
MatNemet3=4.5
MatNemet4=2
MatNemet5=2.1
Introduceți cantitățile de materiale de aliere utilizate, în kg/cuptor
MatAiere1=1
MatAiere2=0
MatAiere3=0
MatAiere4=0
MatAiere5=3
Introduceți cantitățile de materiale de procesare (diluare, desulfurare, defosforare, demanganizare etc.) denumire și cantități, în kg/cuptor
MatProcesare1=2.4
MatProcesare2=4.2
MatProcesare3=3.8
MatProcesare4=3.2
MatProcesare5=3.1
MatProcesare6=3.2
MatProcesare7=1.2
MatProcesare8=1.1
MatProcesare9=1
MatProcesare10=2
Introduceți compoziția chimică a fontei obținute, cantitatea în %, element chimic.
Cfinal=2.85
Sifinal=2
Mfinal=1
Pmaxfinal=2
Smaxfinal=3
Vfinal=2
Tifinal=1
Nifinal=2
Crfinal=3
Cufinal=2

Mofinal=1
Mgfinal=2
Alfinal=3
Wfinal=2
Afinal=1
A1final=1
A2final=1
Introduceți capacitatea nominală a cuptorului, în kg.
Qnominal=12000
Introduceți capacitatea efectivă a cuptorului, în kg.
Qefectiv=12000
Introduceți frecvența de alimentare a cuptorului:
Frecventa=50
Introduceți cantitatea de zgură obținută, în kg/cuptor (relația 11.46)
Qzgura=24.5
Introduceți cantitatea de materiale intrate în cuptor, în kg/cuptor
Qmaterialein=12000
Introduceți cantitatea materiale obținute în cuptor, în kg/cuptor
Qmaterialeout=11950
PROIECTUL A LUAT SFÂRȘIT
%ETAPA 3 CALCUL ZGURII
disp('Etapa Calculul practic al zgurii');
disp('Conducerea calculului zgurii este relativă deoarece sunt mulți
factori implicați în procesul de formare a zgurii, inclusiv, cum ar fi, de
exemplu, intensitatea regimului termic,');
disp('acoperirea sau nu a cuptorului cu capac în timpul funcționării,
forma în care se află elementul chimic în sortul metalic – metal pur,
compus chimic, soluție, caracterul soluției (reală, ideală,
suprasaturată)');
disp('– mărimea bucăților de metal, mărimea creuzetului, gradul de
încărcare al creuzetului, gradul de ruginire al sortului metalic,
folosirea sau nu a materialelor reducătoare în încărcătură, durata de
elaborare, compoziția chimică a căptușelii refractare, compoziția
chimică a fontei,');


```

disp('compoziția chimică a materialelor de corecție (de adaos,
diluare, desulfurare, carburare etc.), gradul de puritate al sorturilor
metalice (prezența sau nu a nisipului sinterizat, pământului, betonului
etc.) etc. ');
disp('PROVENIENTA ZGURII DIN OXIDAREA UNOR ELEMENTE
CHIMICE IN TIMPUL TOPIRII');
disp('Unele elemente chimice dau naștere, prin oxidare, la oxizi
diferiți, după cum se consideră perioada de topire sau perioada de
supraîncălzire în stare lichidă – o asemenea comportare o are cuprul
care în timpul etapei de topire se oxidează la CuO iar în timpul etapei
de supraîncălzire în stare lichidă,');
disp('se oxidează la Cu2O. Prin urmare, calculele ce se prezintă în
continuare sunt relative');
disp('Introduceti procentele de element chimic din compozitia fontei
dupa topire - REALA, determinate etapa anterioara, de tpul Ct, Sit,
Mnt... ');
Ct=input('Ct=');
Sit=input('Sit=');
Mnt=input('Mnt=');
Pmaxt=input('Pmaxt=');
Smxt=input('Smxt=');
Vt=input('Vt=');
Tit=input('Tit=');
Nit=input('Nit=');
Crt=input('Crt=');
Cut=input('Cut=');
Mot=input('Mot=');
Co.t=input('Co.t=');
Mgt=input('Mgt=');
Alt=input('Alt=');
Wt=input('Wt=');
Fet=input('Fet=');
Bit=input('Bit=');
Snt=input('Snt=');

```

```

Zrt=input('Zrt=');
At=input('At=');
A1t=input('A1t=');
A2t=input('A2t=');
disp('Introduceți %a(Eit)- a cărei valoare este prezentată în tabelul
4.1 în cazul elaborării fontei în cuptoare ce funcționează cu frecvență
medie sau mare și în tabelul 4.2, în cazul elaborării în cuptoare ce
funcționează la frecvența rețelei.');
```

```

aCt=input('aCt=');
aSit=input('aSit=');
aMnt=input('aMnt=');
aPmaxt=input('aPmaxt=');
aSmxt=input('aSmxt=');
aVt=input('aVt=');
aTit=input('aTit=');
aNit=input('aNit=');
aCrt=input('aCrt=');
aCut=input('aCut=');
aMot=input('aMot=');
aCo.t=input('aCo.t=');
aMgt=input('aMgt=');
aAlt=input('aAlt=');
aWt=input('aWt=');
aFet=input('aFet=');
aBit=input('aBit=');
aSnt=input('aSnt=');
aZrt=input('aZrt=');
aAt=input('aAt=');
aA1t=input('aA1t=');
aA2t=input('aA2t=');
disp('Introduceți M(ExO)(y) – masa moleculară a ExOy , în kg');
Mexo1=input('Meox1=');
Mexo2=input('Meox2=');
Mexo3=input('Meox3=');
```

```
Mexo4=input('Meox4=');
Mexo5=input('Meox5=');
Mexo6=input('Meox6=');
Mexo7=input('Meox7=');
Mexo8=input('Meox8=');
Mexo9=input('Meox9=');
Mexo10=input('Meox10=');
Mexo11=input('Meox11=');
Mexo12=input('Meox12=');
Mexo13=input('Meox13=');
Mexo14=input('Meox14=');
Mexo15=input('Meox15=');
Mexo16=input('Meox16=');
Mexo17=input('Meox17=');
Mexo18=input('Meox18=');
Mexo19=input('Meox19=');
Mexo20=input('Meox20=');
Mexo21=input('Meox21=');
Mexo22=input('Meox22=');
disp('Introduceti M(Ei) – masa atomică a elementului Ei, în kg.');
```

MCt=input('MCt=');

MSit=input('MSit=');

MMnt=input('MMnt=');

MPmaxt=input('MPmaxt=');

MSmaxt=input('MSmaxt=');

MVt=input('MVt=');

MTit=input('MTit=');

MNit=input('MNit=');

MCrt=input('MCrt=');

MCut=input('MCut=');

MMot=input('MMot=');

MCo.t=input('MCo.t=');

MMgt=input('MMgt=');

MAlt=input('MAlt=');

```

MWt=input('MWt=');
MFet=input('MFet=');
MBit=input('MBit=');
MSnt=input('MSnt=');
MZrt=input('MZrt=');
MAt=input('MAt=');
MA1t=input('MA1t=');
MA2t=input('MA2t=');
Qeq1=Ct*aCt*Mexo1/(100*MCt)
Qeq2=Sit*aSit*Mexo2/(100*MSit)
Qeq3=Mnt*aMnt*Mexo3/(100*MMnt)
Qeq4=Pmaxt*aPmaxt*Mexo4/(100*MPmaxt)
Qeq5=Smaxt*aSmaxt*Mexo5/(100*MSmaxt)
Qeq6=Vt*aVt*Mexo6/(100*MVt)
Qeq7=Tit*aTit*Mexo7/(100*MTit)
Qeq8=Nit*aNit*Mexo8/(100*MNit)
Qeq9=Crt*aCrt*Mexo9/(100*MCrt)
Qeq10=Cut*aCut*Mexo10/(100*MCut)
Qeq11=Mot*aMot*Mexo11/(100*MMot)
Qeq12=Co.t*aCo.t*Mexo12/(100*MCo.t)
Qeq13=Mgt*aMgt*Mexo13/(100*MMgt)
Qeq14=Alt*aAlt*Mexo14/(100*MAlt)
Qeq15=Wt*aWt*Mexo15/(100*MWt)
Qeq16=Fet*aFet*Mexo16/(100*MFet)
Qeq17=Bit*aBit*Mexo17/(100*MBit)
Qeq18=Snt*aSnt*Mexo18/(100*MSnt)
Qeq19=Zrt*aZrt*Mexo19/(100*MZrt)
Qeq20=At*aAt*Mexo20/(100*MAt)
Qeq21=A1t*aA1t*Mexo21/(100*MA1t)
Qeq22=A2t*aA2t*Mexo22/(100*MA2t)
Qeqzgura=Qeq1+Qeq2+Qeq3+Qeq4+Qeq5+Qeq6+Qeq7+Qeq8+Qeq9+Qeq10+Qeq11+Qeq12+Qeq13+Qeq14+Qeq15+Qeq16+Qeq17+Qeq18+Qeq19+Qeq20+Qeq21+Qeq22

```

disp('PROVENIENTA ZGURII DIN OXIDAREA UNOR ELEMENTE
 CHIMICE IN TIMPUL TRATAMENTELOR METALURGICE IN
 STARE LICHIDA');

disp(' În tabelul (6.1) se prezintă pierderile prin oxidare, de elemente
 chimice, în timpul topirii.');

disp('Pierderile reprezentate în tabelul 6.1 sunt relative, cel puțin din
 cauza faptului că intervine durata de menținere în stare lichidă a
 fontei pentru desfășurarea tratamentelor metalurgice.');

disp('durată de menținere ce poate fi dictată și de alte cauze.');

disp('Pentru elementele chimice C, Si, Mn și Cr pierderile prin ardere
 se pot calcula, mai aproape de realitate și în funcție de durata de
 menținere în stare lichidă prin intermediul relației (6.6)');

disp('Introduceti t(-) – timpul de menținere în stare lichidă la
 temperatura de supraîncălzire în stare lichidă, în ore (h).');

t=input('t=');

disp('aEitm reprezinta proportia de element chimic Ei care arde in
 timpul tratamentelor metalurgice');

atmSi1400=0*t
 atmSi1450=-0.39*t
 atmSi1500=-1.52*t
 atmSi1550=-3.77*t
 atmC1400=0.73*t
 atmC1450=2.25*t
 atmC1500=5*t
 atmC1550=8*t
 atmMn1400=0.61*t
 atmMn1450=0.61*t
 atmMn1500=1.35*t
 atmMn1550=1.82*t
 atmCr1400=1.27*t
 atmCr1450=1.48*t
 atmCr1500=2.57*t
 atmCr1550=2.82*t

```

disp('Dacă nu se cunosc date concrete despre pierderile prin oxidare
în timpul topirii, se iau în calcule mediile aritmetice ale extremelor din
tabelul (6.1).');
atmS=(0.03+0.90)/2;
atmNi=0;
atmP=(0.13+0.8)/2;
atmTi=(6.3+8.8)/2;
atmMo=0;
atmAl=(10+40)/2;
atmMg=100;
atmW=0;
atmFe=(0.03+0.08)/2;
atmCu=0;
atmSn=0;
atmV=0;
atmP=0;
atmNi=0;
atmV=0;
atmS=0;
atmCo=0;
atmZr=0;
aA=0;
aA1=0;
aA2=0;
atmBi=0;
disp('INTRODUCETI in funcție de temperatura proportia de element
chimic care arde in timpul tratamentelor metalurgice pentru
elementele Si, C, Mn si Cr');
atmSi=input('atmSi=');
atmC=input('atmC=');
atmMn=input('atmMn=');
atmCr=input('atmCr=');
disp('Din tabelul 11.1 se introduc numerele atomice pentru
elementele chimice care se întâlnesc în mod curent în fonte.');
```

```

Mc=input('Mc=');
Ms=input('Ms=');
Msi=input('Msi=');
Mmn=input('Mmn=');
Mcr=input('Mcr=');
Mni=input('Mni=');
Mp=input('Mp=');
Mti=input('Mti=');
Mmo=input('Mmo=');
Mal=input('Mal=');
Mmg=input('Mmg=');
Mcl=input('Mcl=');
Mw=input('Mw=');
Mcu=input('Mcu=');
Mfe=input('Mfe=');
Mo=input('Mo=');
Mn=input('Mn=');
mh=input('Mh=');
Msn=input('Msn=');
Mco=input('Mco=');
Mv=input('Mv=');
Mf=input('Mf=');
Mca=input('Mca=');
Mbi=input('Mbi=');
Mzr=91.224
disp('se calculeaza masele molare Mexoy ale principalilor oxizi care
se formeaza' );
Mfeo=55.85+16
Mco=12.01+16
Msio=28.09+16
Mmno=54.94+16
Mp2o5=30.97*2+16*5
Mso2=32.07+16*2
Mcr2o3=52*2+16*3

```

```

Mnio=58.69+16
Mwo=183.8+16
Mmoo2=95.94+16
Mcoo=58.93+16
Mv2o3=50.94*2+16*3
Mcu2o=63.55*2+16
Mmgo=24.3+16
Mal2o3=26.98*2+16*3
Mcuo=63.55+16
Mbi2o3=209*2+16*3
Msno=118.7+16
Mtio2=47.88+16*2
Mzro2=91.224+16*2
disp('Se introduc din etapa 1 valorile ');
disp('proporțiilor de element chimic Ei din încărcătură calculată în
funcție de frecvența curentului de la cuptor – a se vedea aliniatul al
doilea, care urmează;');
Ec=input('Ec=');
Es=input('Es=');
Esi=input('Esi=');
Emn=input('Emn=');
Ecr=input('Ecr=');
Eni=input('Eni=');
Ep=input('Ep=');
Eti=input('Eti=');
Emo=input('Emo=');
Eal=input('Eal=');
Emg=input('Emg=');
Ecl=input('Ecl=');
Ew=input('Ew=');
Ecu=input('Ecu=');
Efe=input('Efe=');
Eo=input('Eo=');
En=input('En=');

```



```

Eh=input('Eh=');
Esn=input('Esn=');
Eco=input('Eco=');
Ev=input('Ev=');
Ef=input('Ef=');
Eca=input('Eca=');
Ebi=input('Ebi=');
Ezr=input('Ezr=');
disp('se calculeaza ');
disp('cantitatea de oxizi ExOy ce trec în zgura primară – în timpul
etapei de topire –, în kg/100 kg de încărcătură metalică');
Q1feo=Efe*atmFe*Mfeo/(100*Mfe)
Q1co=Ec*atmC1400*Mco/(100*Mc)
Q1sio=Esi*atmSi1400*Msio/(100*Ms)
Q1mno=Emn*atmMn*Mmno/(100*Mmn)
Q1p2o5=Ep*atmP*Mp2o5/(100*Mp)
Q1so2=Es*atmS*Mso2/(100*Ms)
Q1cr2o3=Ecr*atmCr1400*Mcr2o3/(100*Mcr)
Q1nio=Eni*atmNi*Mnio/(100*Mni)
Q1wo=Ew*atmW*Mwo/(100*Mw)
Q1moo2=Emo*atmMo*Mmoo2/(100*Mmo)
Q1coo=Eco*atmCo*Mcoo/(100*Mco)
Q1v2o3=Ev*atmV*Mv2o3/(100*Mv)
Q1cu2o=Ecu*atmCu*Mcu2o/(100*Mcu)
Q1mgo=Emg*atmMg*Mmgo/(100*Mmg)
Q1al2o3=Eal*atmAl*Mal2o3/(100*Mal)
Q1cuo=Ecu*atmCu*Mcuo/(100*Mcu)
Q1bi2o3=Ebi*atmBi*Mbi2o3/(100*Mbi)
Q1sno=Esn*atmSn*Msno/(100*Msn)
Q1tio2=Eti*atmTi*Mtio2/(100*Mti)
Q1zro2=Ezr*atmZr*Mzro2/(100*Mzr)
Qeq=Q1feo+Q1co+Q1sio+Q1mno+Q1p2o5+Q1so2+Q1cr2o3+Q1nio
+Q1wo+Q1moo2+Q1coo+Q1v2o3+Q1cu2o+Q1mgo+Q1al2o3+Q1cu
o+Q1bi2o3+Q1sno+Q1tio2+Q1zro2

```

```

%calculul zgurii din oxidarea unor elemente .....
disp('În timpul supraîncălzirii fontei în stare lichidă și în timpul
tratamentelor metalurgice ale băii metalice,');
disp('o parte din elementele chimice din baia metalică și din
materialele de corecție ce se introduc în baia metalică, se
oxidează.');
```

Reacțiile chimice de oxidare sunt de tipul celor prezentate la
paragraful 11.1.');

$$Q_{2\text{feo}} = F_{\text{et}} \cdot \text{atmFe} \cdot M_{\text{feo}} / (100 \cdot M_{\text{fe}})$$

$$Q_{2\text{co}} = C_{\text{t}} \cdot \text{atmC} \cdot 1400 \cdot M_{\text{co}} / (100 \cdot M_{\text{c}})$$

$$Q_{2\text{sio}} = S_{\text{it}} \cdot \text{atmSi} \cdot 1400 \cdot M_{\text{sio}} / (100 \cdot M_{\text{si}})$$

$$Q_{2\text{mno}} = M_{\text{nt}} \cdot \text{atmMn} \cdot M_{\text{mno}} / (100 \cdot M_{\text{mn}})$$

$$Q_{2\text{p2o5}} = P_{\text{maxt}} \cdot \text{atmP} \cdot M_{\text{p2o5}} / (100 \cdot M_{\text{p}})$$

$$Q_{2\text{so2}} = S_{\text{maxt}} \cdot \text{atmS} \cdot M_{\text{so2}} / (100 \cdot M_{\text{s}})$$

$$Q_{2\text{cr2o3}} = C_{\text{rt}} \cdot \text{atmCr} \cdot 1400 \cdot M_{\text{cr2o3}} / (100 \cdot M_{\text{cr}})$$

$$Q_{2\text{nio}} = N_{\text{it}} \cdot \text{atmNi} \cdot M_{\text{nio}} / (100 \cdot M_{\text{ni}})$$

$$Q_{2\text{wo}} = W_{\text{t}} \cdot \text{atmW} \cdot M_{\text{wo}} / (100 \cdot M_{\text{w}})$$

$$Q_{2\text{moo2}} = M_{\text{ot}} \cdot \text{atmMo} \cdot M_{\text{moo2}} / (100 \cdot M_{\text{mo}})$$

$$Q_{2\text{coo}} = C_{\text{o.t}} \cdot \text{atmCo} \cdot M_{\text{coo}} / (100 \cdot M_{\text{co}})$$

$$Q_{2\text{v2o3}} = V_{\text{t}} \cdot \text{atmV} \cdot M_{\text{v2o3}} / (100 \cdot M_{\text{v}})$$

$$Q_{2\text{cu2o}} = C_{\text{ut}} \cdot \text{atmCu} \cdot M_{\text{cu2o}} / (100 \cdot M_{\text{cu}})$$

$$Q_{2\text{mgo}} = M_{\text{gt}} \cdot \text{atmMg} \cdot M_{\text{mgo}} / (100 \cdot M_{\text{mg}})$$

$$Q_{2\text{al2o3}} = A_{\text{lt}} \cdot \text{atmAl} \cdot M_{\text{al2o3}} / (100 \cdot M_{\text{al}})$$

```

disp('se ia in considerare faptul ca pentru reacții chimice de tipurile
11.5, 11.7, 11.12, 11.13, 11.14 și 11.15 se utilizeaza in calcule relația
(11.18).');
```

$$Q_{2\text{cuo}} = C_{\text{ut}} \cdot \text{atmCu} \cdot M_{\text{cuo}} / (200 \cdot M_{\text{cu}})$$

$$Q_{2\text{bi2o3}} = B_{\text{it}} \cdot \text{atmBi} \cdot M_{\text{bi2o3}} / (200 \cdot M_{\text{bi}})$$

$$Q_{2\text{sno}} = S_{\text{nt}} \cdot \text{atmSn} \cdot M_{\text{sno}} / (200 \cdot M_{\text{sn}})$$

$$Q_{2\text{tio2}} = T_{\text{it}} \cdot \text{atmTi} \cdot M_{\text{tio2}} / (200 \cdot M_{\text{ti}})$$

$$Q_{2\text{zro2}} = Z_{\text{rt}} \cdot \text{atmZr} \cdot M_{\text{zro2}} / (200 \cdot M_{\text{zr}})$$

$$Q_2 = Q_{2\text{feo}} + Q_{2\text{co}} + Q_{2\text{sio}} + Q_{2\text{mno}} + Q_{2\text{p2o5}} + Q_{2\text{so2}} + Q_{2\text{cr2o3}} + Q_{2\text{nio}} +$$

$$Q_{2\text{wo}} + Q_{2\text{moo2}} + Q_{2\text{coo}} + Q_{2\text{v2o3}} + Q_{2\text{cu2o}} + Q_{2\text{mgo}} + Q_{2\text{al2o3}} + Q_{2\text{cuo}} +$$

$$Q_{2\text{bi2o3}} + Q_{2\text{sno}} + Q_{2\text{tio2}} + Q_{2\text{zro2}}$$

disp('Introduceti Qefectiv – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg');
 Qefectiv=input('Qefectiv=');
 $Qzgoxidelcuptor=(Qeq+Q2)*Qefectiv/100$
 disp(' PROVENIENTA ZGURII DIN NISIPUL SINTERIZAT PE SUPRAFATA DESEURILOR PROPRII');
 disp('Se consideră că dacă se utilizează în încărcătură deșeuri proprii, acestea aduc nisip în următoarele proporții:');
 disp('– 5 kg nisip/tona de încărcătură metalică, dacă încărcătura metalică este formată exclusiv din deșeuri proprii – 0,5 kg nisip/100 kg de încărcătură metalică;');
 disp('– 3,5 kg nisip/tona de încărcătură dacă încărcătura metalică este formată din 30% fontă lichidă remanentă și 70% deșeuri proprii – 0,35 kg nisip/100 kg de încărcătură metalică;');
 disp('– fracțiuni corespunzătoare față de cantitățile menționate anterior.');

disp('În cazul în care se admite că nisipul sinterizat este de natură cuarțoasă, compoziția chimică a acestuia este următoarea: 85% SiO₂ și 15% Al₂O₃.');

disp('Cantitatea de oxizi ExO_y ce trece din nisipul cuarțos sinterizat în zgura primară, se determină cu relațiile (11.22) și (11.23).');

disp('Introduceti proportia de SiO₂');
 SiO2=input('SiO2=');
 disp('Introduceti proportia de Q(nisip sint.) – cantitatea de nisip sinterizat ce trece în zgura primară, în kg/100 kg de încărcătură metalică – cea considerată anterior.');

Qnisipsint=input('Qnisipsint=');
 $Qzgp=Qnisipsint*SiO2/100$
 disp('iar Qzgp ce reprezintă cantitatea totală de zgură primară ce provine din nisipul sinterizat, în kg/100 kg de încărcătură metalică.');

$Qzgsintcuptor=Qefectiv*Qzgp/100$
 disp('PROVENIENTA ZGURII DIN CAPTUȘEA REFRACTARA');
 disp('În general, se consideră un consum de cătușeală refractară granulară de 1,5...3,0 kg/t de încărcătură metalică, adică 0,15...0,30 kg/100 kg de încărcătură metalică');

```

disp('(limita minimă corespunde elaborării în cuptoare ce
funcționează la frecvența medie sau mare iar limita maximă
corespunde elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei
– din cauza brasajului puternic).');
disp('În tabelul 11.2 se prezintă compoziția chimică a unor cuarțite de
proveniență România și alte țări, alături de unele caracteristici ale
acestora.');
```

disp('se introduce cantitatea totală de oxizi ce trec din căptușeala
refractară în zgură, în kg/100 kg de încărcătură metalică;');

```

Qcaptus=input('Qcaptus=');
disp('Introduceți %Exy(căptuș.) – proporția de oxizi ExOy din
compoziția chimică a căptușelii (după caz SiO2, Al2O3, Fe2O3,
Na2O, K2O, MgO, CaO, H2O).');
```

```

Exy1=input('Exy1=');
Exy2=input('Exy2=');
Exy3=input('Exy3=');
Exy4=input('Exy4=');
Exy5=input('Exy5=');
```

disp('Cantitatea de oxizi ExOy ce trec din căptușeala refractară în
zgură se determină cu relația (11.26).');

disp('De exemplu, dacă Qcăptuș= 0,3 kh/100 kg de încărcătură
metalică; %SiO2căptuș=98; Q(SiO2 căptuș.)=0,398/100=0,29
kg/100 kg de încărcătură metalică.');

```

Qeocaptus1=Qcaptus*Exy1/100
Qeocaptus2=Qcaptus*Exy2/100
Qeocaptus3=Qcaptus*Exy3/100
Qeocaptus4=Qcaptus*Exy4/100
Qeocaptus5=Qcaptus*Exy5/100
Qeocaptus=Qeocaptus1+Qeocaptus2+Qeocaptus3+Qeocaptus4+Qe
ocaptus5
```

disp('Cantitatea totală de căptușeală refractară granulară care trece
în zgură, într-un cuptor, se determină cu relația (11.27).');

```

Qeocaptuscuptor=Qefectiv*Qeocaptus/100
```

```

disp('PROVENIENTA ZGURII DIN INTERACTIUNEA CHIMICA SI
MECANICA DINTRE MATERIALELE DE ADAOS SI FONTA
LICHIDA');
disp('În acest caz, este vorba despre materialele de adaos care au ca
scop desulfurarea, demanganizarea, defosforarea etc.');
```

disp('În practică se lucrează cu adaosuri ce depășesc cantitățile ce rezultă din calculele stoechiometrice, avându-se în vedere că reacțiile chimice dintre materialele de adaos și fonta lichidă nu se desfășoară până la echilibru.');

disp('Calculul zgurificării, apelând la raționamente stoechiometrice sunt dificile din cauză că la un proces participă mai multe reacții chimice, în general necunoscându-se cota de participare a fiecărei reacții chimice.');

disp('De exemplu, în cazul desulfurării cu carbid, sunt posibile să se desfășoare reacțiile chimice (6.32), (6.34), (6.35), (6.36),(6.37) etc.');

disp('Se prezintă în continuare calculul zgurii în urma desulfurării fontei cu carbid. Carbidul care se utilizează pentru desulfurarea fontei conține 65...85% CaC₂ și 10...30%CaO, recomandându-se carbidul de compoziție eutectică – 80% CaC₂ și 15% CaO, granulația optimă fiind de 0,3...1,0 mm.');

disp('Cantitatea de carbid necesară pentru eliminarea a -S procente de sulf din fonta lichidă, se determină cu relația (11.28).');

disp('De exemplu, dacă [%Si] = 0,1; -S = 0,1 – 0,06=0,04;
%CaC₂carbid = 85; Qcarbid=(0,04-0,83*0,1+0,0722)/0,0036*100/85=9,41 kg/100 kg încărcătură.');

disp('Introduceți [%S] reprezintă proporția de sulf din fonta propusă a fi elaborată');

[S]=input(['%S]=');
disp('Introduceți [%Sj] – proporția de sulf din fonta lichidă, înainte de desulfurare');

[Sj]=input(['%Sj]='];
deltaS=[Sj]-[S]
disp('Introduceți %CaC₂carbid – proporția de CaC₂ din carbid.');

CaC2=input('CaC2=');

$Q_{\text{carbid}} = (\Delta S - 0.83 \cdot [S_j] + 0.0722) \cdot 100 / (0.0036 \cdot 100)$
 disp('Cantitatea de CaC2 necesară desulfurării se determină cu relația (11.29).');
 $Q_{\text{CaC2}} = (\Delta S - 0.83 \cdot [S_j] + 0.0722) / 0.0036$
 disp('În care $Q(\text{CaC2})$ reprezintă cantitatea de CaC2 necesară desulfurării, în kg/t de încărcătură metalică. La modul general, consumul de CaC2 variază între limitele 0,8...2,2 kg/100 kg de încărcătură metalică.');

disp('Pentru a facilita calculul cantității de CaS ce se află în zgură, se apelează la reacția chimică (11.30) ce reprezintă o formă simplificată a procesului de desulfurare cu CaC2.');

disp('Introduceți M_{CaS} – masa moleculară a CaS, în kg și M(CaC2) – masa moleculară a CaC2, în kg.');

M_{CaS} = input('M_{CaS}=');
 M_{CaC2} = input('M_{CaC2}=');
 $Q_{\text{CaS}} = Q_{\text{CaC2}} \cdot M_{\text{CaS}} / M_{\text{CaC2}}$
 disp('În care Q_{CaS} reprezintă cantitatea de CaS ce se obține în zgură, în kg/100 kg de încărcătură metalică.');

disp('Cantitatea de CaO ce trece în zgură din carbid se determină cu relația (11.32).');

disp('Introduceți CaO_{carbid} – proporția de CaO din carbid.');

CaO_{carbid} = input('CaO_{carbid}=');
 $Q_{\text{CaOcarbid}} = Q_{\text{carbid}} \cdot \text{CaO}_{\text{carbid}} / 100$
 disp('În care $Q(\text{CaOcarbid})$ reprezintă cantitatea de CaO ce trece în zgură din carbid, în kg/100 kg de încărcătură metalică și Q_{carbid} se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.');

disp('Cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării cu carbid se determină cu relația (11.33).');

$Q_{\text{zguracarbid}} = Q_{\text{CaS}} + Q_{\text{CaOcarbid}}$
 disp('În care $Q(\text{zgură carbid})$ reprezintă cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării fontei cu carbid, în kg/100 kg de încărcătură.');

disp('Cantitatea de zgură ce se obține în urma desulfurării fontei cu
carbide, într-un cuptor – $Q(\text{zgură carbide})_{\text{cuptor}}$ –, în kg/cuptor, se
determină cu relația (11.34).');

$$Q_{\text{zguracarbidecuptor}} = Q_{\text{efectiv}} * Q_{\text{zguracarbide}} / 100$$
disp('în care $Q_{\text{zgură carbide}}$, se exprimă în kg/100 kg de încărcătură
metalică.');

disp('Dacă demanganizarea se face prin insuflare de CCl_4 cu azot,
prin intermediul lăncilor, consumul de CCl_4 este de 5...20 kg/t de
fontă lichidă, adică 0,5...2 kg/100 kg de încărcătură metalică.');

disp('Cantitatea de MnCl_2 care trece în zgură – $Q(\text{MnCl}_2 \text{ zgură})$ –, în
kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.35).');

disp('Introduceți $Q(\text{CCl}_4)$ reprezintă cantitatea de clorură de carbon,
în kg/100 kg de încărcătură metalică; $M(\text{MnCl}_2)$ și $M(\text{CCl}_4)$ – masa
moleculară a MnCl_2 , respectiv CCl_4 .');

$Q_{\text{CCl}_4} = \text{input}('Q_{\text{CCl}_4} =');$
 $M_{\text{mncl}_2} = \text{input}('M_{\text{mncl}_2} =');$
 $M_{\text{ccl}_4} = \text{input}('M_{\text{ccl}_4} =');$
 $Q_{\text{mncl}_2 \text{ zgura}} = Q_{\text{CCl}_4} * M_{\text{mncl}_2} / M_{\text{ccl}_4}$

disp('Dacă defosforarea se face prin insuflare de oxigen, se
calculează cantitatea de P_2O_5 stoichiometric. Cantitatea de P_2O_5
ce trece în zgură – $Q(\text{P}_2\text{O}_5 \text{ zgură})$ –, în kg/100 kg de încărcătură, se
determină cu relația (11.36).');

disp('Introduceți Peliminat și $M(\text{P}_2\text{O}_5)$ și M_{P} reprezintă masele
moleculare ale P_2O_5 , respectiv P .');

Peliminat = input('Peliminat = ');
 $M_{\text{p}_2\text{o}_5} = \text{input}('M_{\text{p}_2\text{o}_5} =');$
 $M_{\text{p}} = \text{input}('M_{\text{p}} =');$
 $Q_{\text{p}_2\text{o}_5 \text{ zgura}} = \text{Peliminat} * M_{\text{p}_2\text{o}_5} / M_{\text{p}}$

disp('Dacă prin insuflare de oxigen se oxidează și %Si eliminat,
%Mn eliminat și %C eliminat, cantitățile de SiO și MnO ce trec în zgură
și de CO care trece în atmosfera gazoasă – $Q(\text{SiO}_2 \text{ zgură})$, $Q(\text{MnO}$
 $\text{zgură})$ și $Q(\text{CO}_{\text{atm.gaz.}})$ –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, se
determină cu relațiile (11.37), (11.38) și (11.39).');

```

disp('Introduceti %Mneliminat, %Sieliminat și %Celiminat reprezintă
proporțiile de Mn, Si și C ce se elimină din baia metalică prin oxidare
cu oxigen insuflat în baia metalică prin intermediul lăncilor; MMnO,
MMn, MCO, MC, M(SiO2 ) și MSi – masele moleculare ale MnO, CO
și SiO2 și masele atomice ale Mn, C și Si. ');
Mneliminat=input('Mneliminat=');
Sieliminat=input('Sieliminat=');
Celiminat=input('Celiminat=');
MsiO2=input('MsiO2=');
Msi=input('Msi=');
Mmno=input('Mmno=');
Mmn=input('Mmn=');
Mco=input('Mco=');
Mc=input('Mc=');
Qsio2zgura=Sieliminat*MsiO2/Msi
Qmnozgura=Mneliminat*Mmno/Mmn
Qcaoatmgaz=Celiminat*Mco/Mc
disp('Cantitățile de MnCl2, P2O5, SiO2, MnO ce trec în zgură și de
CO ce trece în atmosfera gazoasă, într-un cuptor, exprimate în
kg/cuptor, se determină cu relațiile (11.40), (11.41), (11.42), (1.43) și
(11.44). ');
QmncI2cuptor=Qefectiv*QmncI2zgura/100
Qp2o5zguracuptor=Qefectiv*Qp2o5zgura/100
Qsio2zguracuptor=Qefectiv*Qsio2zgura/100
Qmnozguracuptor=Qefectiv*Qmnozgura/100
Qcaoatmgazcuptor=Qefectiv*Qcaoatmgaz/100
disp('în care, Qefectiv se exprimă în kg; Q(MnCl2 zgură), Q(SiO2
zgură), Q(P2O5 zgură), Q(MnO zgură) și Q(CO atm.gaz.) se exprimă
în kg/100 kg de încărcătură metalică. ');
disp('Cantitatea de zgură, exprimată în kg zgură/100 kg de
încărcătură metalică – Qzgură – se determină cu relația (11.45). ');
Qzgura=Qeqzgura+Qzgoxidelcuptor+Qzgsintcuptor+Qeocaptuscupto
r+QmncI2cuptor+Qp2o5zguracuptor+Qsio2zguracuptor+Qmnozgura
cuptor+Qcaoatmgazcuptor

```


$Q_{zgura\text{cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} * Q_{zgura} / 100$
disp('ALTE SURSE DE PROVENIENTA A ZGURII – RUGINA');
disp('Dacă sorturile metalice sunt ruginite – rugină se poate accepta ca fiind Fe(OH)3, într-o primă aproximație – se apreciază că acestea conțin 0,025...0,4% FeO.');

disp('Cantitatea de FeO ce trece din rugină în zgura primară se calculează cu relația (11.46.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptorul ce funcționează la frecvența rețelei');

disp('– QFeO rugină f.r.–, în care QFeO rugină f.r. se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică și cu relația (11.46.2) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare – QFeO rugină f.m.m.–, în care QFeO rugină f.m.m. se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.');

disp('Introduceți procentul de FeO');

FeO=input('FeO=');

Qrugină=0.7*FeO

disp('Compoziția chimică a zgurii finale și cantitatea de zgură se determină cu tabelul 11.3.');

disp('ÎN CAZUL ÎN CARE CANTITATEA DE ZGURA NU SE INCADREAZA între limitele 1...3 kg/100 kg de încărcătură metalică, se introduce în încărcătura cuptorului, de exemplu, nisip cuarțos (se pot introduce, de exemplu, și deșeuri de sticlă).');

disp('În cazul în care este îndeplinită inegalitatea (11.47)- $Q_{zgura} < 1$, cantitatea de nisip cuarțos ce trebuie introdusă în încărcătura cuptorului – $Q_{\text{nisip cuarțos}}$ –, exprimată în kg/100 kg de încărcătură metalică, se determină cu relația (11.48).');

disp('Folosind tabelul 11.4, introduceți proporțiile oxizilor respectivi din compoziția chimică a nisipului cuarțos ales');

SiO2nc=input('SiO2nc=');

CaOnc=input('CaOnc=');

MgOnc=input('MgOnc=');

Fe2O3nc=input('Fe2O3nc=');

Na2Onc=input('Na2Onc=');

K2Onc=input('K2Onc=');

```

H2Onc=input('H2Onc=');
Qnispquartos=100*(2-
Qzgura)/(SiO2nc+CaOnc+MgOnc+Fe2O3nc+Na2Onc+K2Onc+H2Onc)
c)
disp('în care 2 reprezintă media aritmetică dintre 1 și 3 kg de
zgură/100 kg de încărcătură metalică; SiO2nc, CaOnc...reprezintă
proporțiile oxizilor respectivi din compoziția chimică a nisipului
cuartșos.');
```

disp('și Qzgură se exprimă în kg/100 kg de încărcătură metalică.');

disp('Etapa a luat sfârșit')

% Etapa a IV a proiectului de elaborare a aliajelor feroase

% Bilanțul de materiale

```

disp('BILANTUL DE MATERIALE');
disp('Bilanțul de materiale este prezentat în tabelul 12.1.');
```

disp('Monoxidul de carbon – CO – ce rezultă din oxidarea carbonului se află în gaze.');

disp('Apa – H2O – conținută de materialele ce se introduc în cuptor, se evaporă și trece în gaze.');

disp('Se apreciază că toate sorturile metalice și toate materialele de corecție ');

disp('conțin maximum 0,5% H2O în cazul în care nu se realizează preîncălzirea sau ');

disp('calcinarea acestora. În acest caz particular, sorturile metalice din încărcătură aduc ');

disp('în cuptor o cantitate de apă dată de relația (12.1) atunci când elaborarea se face în ');

disp('cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei și o cantitate de apă dată de relația ');

disp('(12.1) atunci când elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența ');

disp('rețelei și o cantitate de apă dată de relația (12.2) atunci când elaborarea se face în ');

disp('cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare.');

disp('Sa se introduca cantitatea de apa din sorturile metalice');

```

disp('SE TINE CONT DE FAPTUL CA ACEASTA EATE CUPRINSA
INTRE 0 SI 0.5');
max=input('max=');
if 0<max&max<0.6
disp('Introduceti cifra 1 daca echipamentul de elaborare lucreaza la
frecventa joasa sau o cifra mai mare ca 2 daca echipamentul
lucreaza la frecventa medie sau inalta');
x=input('x=');
    if x<2
        Qumidsmfj=0.7*max
    else
        Qumidsmmm=max
    end
disp('De asemenea, se apreciază că și materialele de corecție, dacă
nu sunt');
disp('preîncălzite sau caldinate, aduc în cuptor max. 0,5% H2O,
respectiv o cantitate de');
disp('apă – Qumid.m.c. –, în kg/100 kg de încărcătură metalică, dată
de relația (12.3).');
disp('Se introduc din etapa a II a valorile pentru cantitatile de material
de corecție calculate anterior pentru materialele ce au suferit corectii')
Qm.c.C=input ('Qm.c.C=');
Qm.c.Si=input ('Qm.c.Si=');
Qm.c.Mn=input ('Qm.c.Mn=');
Qm.c.P=input ('Qm.c.P=');
Qm.c.S=input ('Qm.c.S=');
Qm.c.V=input ('Qm.c.V=');
Qm.c.Ti=input ('Qm.c.Ti=');
Qm.c.Ni=input ('Qm.c.Ni=');
Qm.c.Cr=input ('Qm.c.Cr=');
Qm.c.Cu=input ('Qm.c.Cu=');
Qm.c.Mo=input ('Qm.c.Mo=');
Qm.c.Mg=input ('Qm.c.Mg=');
Qm.c.Al=input ('Qm.c.Al=');

```

```

Qm.c.W=input ('Qm.c.W=');
Qm.c.A=input ('Qm.c.A=');
Qm.c.A1=input ('Qm.c.A1=');
Qm.c.A2=input ('Qm.c.A2=');
Qumid.m.c=Qm.c.C*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Si*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Mn*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.P*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.S*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.V*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Ti*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Ni*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Cr*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Cu*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Mo*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Mg*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.Al*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.W*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.A*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.A1*max/100;
Qumid.m.c=Qm.c.A2*max/100;
disp('în care Qm.c. este cel calculat cu relația (6.24)');
disp('Materialele de reducere și materialele de formare a zgurii, pot
conține');
disp('umiditate în proporție de max. 0,5%, ceea ce înseamnă că la
bilanțul de materiale');
disp('trebuie să se ia în considerație și cantitățile de apă conform
relațiilor (12.3.1) și(12.3.2).');
disp('Introduceți cantitatea de materiale de formare a zgurii, calculata
in etapa 3 Qzgura, Qm.f.zg ce se introduce în cuptor, în kg/100 kg de
încărcătură metalică. ');
Qm.f.zg=input('Qm.f.zg.=');
Qumid.m.f.zg=Qm.f.zg*max/100

```

```

disp(' In cazul in care cantitatea de zgura nu se incadreaza intre
limitele 1...3 kg/100 kg de inc. metalica, se introduce in incarcatura
cuptorului nisip cuarzos ( sau deseuri de sticla ).');
disp('Cantitatea de nisip cuarzos se determina cu relatia (11.48) si
reprezinta cantitatea de material de formare a zgurii ce se introduce
in cuptor, in kg/100 kg de inc. metalica ( din relatia 12.3.1)).');
Qnisipcuarzos=input('Qnisipcuarzos=');
Qumid.m.f.zg=Qnisipcuarzos*max/100
disp('In conditii normale, tehnologice, materialele de reducere se
preincalzesc');
disp('in conditii de preincalzire a materialelor de reducere a FeO din
incarcatura metalica, nu exista apa in materialele de reducere');
disp('In acest caz valoarea pentru Qm.r. se introduce 0, in caz
special');
disp('Qm.r. se determina cu relatia (198) - ac se ia din tabelul
25;%Cmr se ia din tabelul 25;Qc red se determina cu relatia (197).');
disp('In relatia (197) 1 din fractia 1/100 reprezinta proportia de FeO
din incarcatura.');
```

disp('Proportia de FeO din incarcatura este de maximum 1% in
conditii de nepreincalzire a incarcaturii metalice,');

disp('1% in conditii de preincalzire pana la temperatura de 300 grade
Celsius si de minimum 1% cand incarcatura metalica este
preincalzita la o temperatura de minimum 300 grade Celsius.');

disp('Exista tratamente de micorare a cantitatii de FeO din
incarcatura metalica. %FeO din incarcatura metalica este de
maximum 1%.');

Qm.r=input('Qm.r.=');

Qumid.m.r=Qm.r*max/100

disp('În condiții de preîncălzire a materialelor ce se introduc în cuptor
sau, dacă este cazul,');

disp('în condiții de calcinare a unor materiale ce se introduc în cuptor,
apa nu este prezentă în bilanțul de materiale');

else

disp('EROARE INTRODUCETI O VALOARE INTRE 0 si 0.5');

```

end
disp('Conducerea riguroasă a unui calcul al gazelor este dificil de
realizat,');
disp('deoarece CO și H2O ce se degajă din cuptor, antrenază din
acesta și oxigen');
disp('împreună cu azot, ceea ce înseamnă că gazele conțin
obligatoriu O2 și N2, cantitatea');
disp('acestor două elemente chimice depinzând de prezența sau nu a
capacului la cuptor,')
disp('frecvența curentului, capacitatea cuptorului, mărimea bucăților
de sorturi metalice 4 etc.');
```

disp('În cazul în care se utilizează în încărcătura metalică materiale
reducătoare,');

disp('acestea generează în gaze volatile, H2O, N și CO. În cazul în
care demanganizarea se face cu CCl4, o parte din carbonul ce');

disp('rezultă din reacția chimică (6.28) interacționează chimic cu FeO
dizolvat în baia');

disp('metalică, conform reacției chimice (6.29), formând CO ce trece
în atmosfera gazoasă.');

disp('De asemenea, oxigenul ce se insuflă în baia metalică, azotul
care se insuflă');

disp('în baia metalică, CCl4, acolo unde este cazul, randamentele
unor tratamente');

disp('metalurgice etc., fac și mai relativ calculul riguros al gazelor.');

disp('Cantitatea de fontă lichidă care este antrenată în zgură, o dată
cu eliminarea');

disp('ei din cuptor, este de 1...3 kg/t de fontă lichidă.');

% BILANTUL TERMIC

%Facultatea SIM - Iasi

%proiect an III

disp('BILANTUL TERMIC');

disp('Bilanțul termic pentru elaborarea fontei în cuptorul electric cu
încălzire prin inducție, cu creuzet, se deosebește de bilanțul termic al
cuptoarelor');

disp('pentru care sursa de căldură este dată de arderea unui combustibil.');

disp('Elementul de pornire pentru calculul bilanțului termic este puterea nominală.');

disp('De regulă, puterea nominală se asociază capacității nominale a cuptorului.');

disp('În tabelul 14.1 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, precum și valori estimative ale frecvenței curentului.');

disp('perioadei de topire și consumului specific de energie electrică, [42]. Tabelul 14.1 este un tabel cu valoare extinsă deoarece limitele menționate pot fi depășite prin extrapolare');

disp('În tabelul 14.2 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, împreună cu productivitatea cuptorului și consumul specific de energie electrică.');

disp('în cazul cuptoarelor alimentate cu frecvență industrială (50 Hz).');

disp('În tabelul 14.3 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, alături de productivitatea cuptorului, în cazul unor cuptoare personalizate.');

disp('Cantitatea de căldură necesară elaborării se numește căldură utilă – Qutil.');

disp('În timpul elaborării, au loc procese exoterme și procese endoterme.');

disp('Se convine să se noteze cu semnul minus căldura ce provine din procesele exoterme și cu semnul plus căldura ce provine din procesele endoterme.');

disp('Căldura care se „asociază” cu procesul de elaborare se manifestă prin următoarele forme:');

disp('CĂLDURA UTILĂ – căldura necesară elaborării');

disp('Căldura utilă este formată din următoarele categorii de energie termică:');

disp('CĂLDURA UTILĂ pentru TOPIREA și SUPRAÎNCĂLZIREA FONTEI');

```

disp('Se notează cu  $Q_{util}$  f.m. căldura utilă pentru topirea și
supraîncălzirea fontei, aceasta calculându-se cu relația (14.1), în
cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce
funcționează cu frecvență medie sau mare');
disp('cf, căldura specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în
kJ/kg de fontă, se calculează cu relația (14.2), [65], [66].');
disp('În vederea obținerii acestui coeficient trebuie introduse mai
multe valori caracteristice materialului');
disp('căldura specifică la presiune constantă a încălzirii metalice
solide,  $c_{p1s}$  – din tabelul 14.4 – kJ/kgC');
cp1s=input('cp1s=');
disp('valoarea de 1150 – din ecuația 14.2 reprezintă temperatura
eutectică medie, în grade C');
disp('Tj.i.s. – temperatura inițială a încălzirii metalice solide, în
grade C – se consideră mai mare de 0 oC');
disp('Introduceți temperatura inițială a încălzirii metalice, de
exemplu de 19 grade celsius');
Tjis=input('Tj.i.s.=');
disp('Lf – căldura latentă de topire a fontei, în kJ/kg de fontă – se
consideră de obicei, dacă nu este altceva specificat, valoarea medie
Lf = 272 kJ/kg de fontă');
disp('Introduceți căldura latentă de topire a fontei, Lf');
Lf=input('Lf=');
disp('cp.f.l. – căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în
stare lichidă, în kJ/kg grade C – se consideră, dacă nu este altceva
specificat în condițiile generale, valoarea medie cp.f.l.=0,960 kJ/ kg
*gradeC');
disp('Introduceți căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în
stare lichidă, c.p.f.1');
cpf1=input('c.p.f.1=');
disp('Introduceți Tf.l.s. – temperatura de supraîncălzire a fontei în
stare lichidă, în grade C. ');
Tf1s=input('T.f.1.s=');
cf=cp1s*(1150-Tjis)+Lf+cpf1*(Tf1s-1150)

```



```

disp('INTRODUCETI CAPACITATEA EFECTIVA A CUPTORULUI
Qefectiv');
Qefectiv=input('Qefectiv=');
Qutilfontafm=cf*Qefectiv
disp('Cantitatea de fontă este de regulă egală cu capacitatea
nominală a cuptorului, însă poate fi egală cu capacitatea efectivă a
cuptorului');
disp('– în cazul în care capacitatea efectivă a cuptorului este mai
mică decât capacitatea nominală a cuptorului, cresc semnificativ
pierderile de energie, respectiv crește costul fontei elaborate.');
```

De exemplu, dacă $T_{i.s.} = 190C$; $T_{f.l.s.} = 14500C$; $M = 10.000$ kg;);

```

disp('Qutil.fontă      f.m.=[0,67(1150–19)+272+0,96(1450–1150)]-
10.000=13.177.700 kJ/cuptor = 3162,65 kcal/cuptor.');
```

disp('în care Qutil.fontă f.m. se exprimă în kJ/cuptor; cf – căldura specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg de fontă; Qefectiv – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg.');

disp('În cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei – Qutil.fontă f.r. –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.5).');

```

disp('Introduceți valoarea, Tf.rem. – temperatura fontei remanente, în
grade C, de obicei cu valoarea de 1300 grade celsius');
Tfrem=('T.f.rem=');
```

```

Qutilfontafr=Qefectiv*(30*cpf1*(Tf1s-Tfrem)+70*cf)
disp('De exemplu, dacă Qefectiv = 10.000 kg; cp.f.l. = 0,960 kJ/
kggradeC; Trem.= 1.300 grade C;');
```

```

disp('cf = 1.317 kJ/kg de fontă; Qutil. fontă f.r. = 10.000/100 [30-
0,960(1450-1300)+70-
1317]=9.651.000kJ/cuptor=2.316,24kcal/cuptor.');
```

disp('S-a folosit, pentru comparație, în ultimele două exemple, aceeași capacitate efectivă a cuptorului, adică de 10.000 kg.');

disp('Se observă cum cantitatea de căldură necesară topirii și supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, este mai mică decât cantitatea de căldură necesară topirii și

```

supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvență medie
sau mare,');
disp('explicația bazându-se pe faptul că la cuptoarele ce funcționează
la frecvența rețelei, fonta remanentă este deja lichidă – 9.651.000
kJ/cuptor< 13.177.700 kJ/cuptor.');
```

CĂLDURA UTILĂ pentru ASIMILAREA MATERIALELOR de CORECȚIE');

```

disp('Acest tip de căldură este dificil de calculat din cauză că există
materiale de corecție a căror temperatură de topire este mai mare
decât temperatura băii metalice dar care se dizolvă în baia metalică
cu efect endoterm sau exoterm.');
```

Căldura de dizolvare este mai puțin cunoscută în literatura de specialitate.');

```

disp('Dacă dizolvarea materialelor de corecție este cu efect exoterm,
căldura de dizolvare trebuie să figureze cu semnul minus.');
```

Într-o primă aproximație, căldura utilă pentru asimilarea materialelor de corecție – Qutilă m.c. –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.6).);

```

disp('Se introduc din etapa a II a valorile pentru cantitățile de material
de corecție calculate anterior pentru materialele ce au suferit corecții,
după ce ați introdus aceste valori introduceți 0 - zero')
```

```

Qmc1=input ('Qm.c.1=');
Qmc2=input ('Qm.c.2=');
Qmc3=input ('Qm.c.3=');
Qmc4=input ('Qm.c.4=');
Qmc5=input ('Qm.c.5=');
Qmc6=input ('Qm.c.6=');
Qmc7=input ('Qm.c.7=');
Qmc8=input ('Qm.c.8=');
Qm9c9=input ('Qm.c.9=');
Qmc10=input ('Qm.c.10=');
Qmc11=input ('Qm.c.11=');
Qmc12=input ('Qm.c.12=');
Qmc13=input ('Qm.c.13=');
```

```

Qmc14=input ('Qm.c.14=');
Qmc15=input ('Qm.c.15=');
Qmc16=input ('Qm.c.16=');
Qmc17=input ('Qm.c.17=');
Qmc18=input ('Qm.c.18=');
Qmc19=input ('Qm.c.19=');
Qmc20=input ('Qm.c.20=');
disp('cm.c.– căldura de mărire a temperaturii materialului de
corecție, până la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se
determină cu relația (14.7).');
disp('Dacă temperatura de topire a materialului de corecție este mai
mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite, pentru calculul
cm.c. se utilizează relația (14.7).');
cpmcAl=0.222
cpmcC0=0.099
cpmcCr=0.11
cpmcCu=0.092
cpmcFe=0.11
cpmcMg=0.25
cpmcMn=0.115
cpmcMo=0.061
cpmcNi=0.11
cpmcSi=0.162
cpmcSn=0.055
cpmcTi=0.12
cpmcV=0.12
cpmcW=0.032
cpmcP=0.203
cpmcC=0.259
cpmcS=0.175
cpmcCa=0.15
cpmcBi=0.034
cpmcFeO=0.176
cpmcSiO2=0.211

```

$c_{pmcMnO}=0.159$

$c_{pmcP2O5}=0.368$

$c_{pmcSO2}=0.163$

$c_{pmcCr2O3}=0.68$

$c_{pmcO}=0.218$

disp('Utilizand valorile din tabelul 14.4 si urmarind exemplele date in indrumar se calculeaza căldura specifică la presiune constantă a materialului de corecție utilizat la fiecare etapa de corectie realizata in etapa II');

disp('Exemplul 1. Pentru ferosiliciu cu 75% siliciu, format din 75% Si și 25% Fe, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c(pFeSi75) = (\%Fe - c(pFe) + \%Si - c(pSi)) / 100 = (25 - 0,110 + 75 - 0,162) / 100 = 0,149$ cal/g C.');

disp('Exemplul 2. Pentru o zgură care conține 65% SiO2; 20% FeO; 10% MnO; 5% Al2O3, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c(pzguna) = (\%SiO2 - c(p(SiO2)) + \%FeO - c(pFeO) + \%MnO - c(pMnO) + \%Al2O3 - c(p(Al2O3))) / 100 = (65 - 0,211 + 20 - 0,176 + 10 - 0,159 + 5 - 0,220) / 100 = 0,199$ cal/g-oC.')

disp('Exemplul 3. Pentru SnO2, $c(p(SnO2))$ are valoarea următoare: $c(p(SnO2)) = (\%Sn - c(pSn) + \%O - c(pO)) / 100 = ((MSn - 100) / M(SnO2) - c(pSn) + (MO - 100) / M(SnO2) - c(pO)) / 100 = ((118,6 - 100) / 150,6 - 0,055 + (16 - 100) / 150,6 - 0,218) / 100 = 0,066$ cal/g-oC, în care MSn, MO, M(SnO2)');

disp('reprezintă masele atomice, respectiv moleculară ale Sn, O și, respectiv, SnO2. Prin urmare, trebuie să se țină seama de compoziția „stoechiometrică” a compusului chimic respectiv.');

disp('În cazul în care căldura latentă de topire nu se cunoaște, se determină cu regula activității, cu o formulă asemănătoare relației (14.8.1) – (14.9). (14.9)');

disp('De exemplu, pentru FeSi75 de la cazul exemplului 1, anterior, $LFeSi75 = (\%Fe - LFe + \%Si - LSi) / 100 = (25 - 64,6 + 75 - 334) / 100 = 266,65$

kcal/kg de FeSi75 = 1116,06 kJ/kg de FeSi75.');

disp('Exemplele le gasiti în îndrumar, forma de pe internet, la pagina 15-16');

```

disp('Introduceți valorile obținute în ordinea utilizării acestora în baia
metalică, după finalizarea materialelor de corecție se introduce
valoarea 0 - zero' );
cpmc1=input('cpmc1=');
cpmc2=input('cpmc2=');
cpmc3=input('cpmc3=');
cpmc4=input('cpmc4=');
cpmc5=input('cpmc5=');
cpmc6=input('cpmc6=');
cpmc7=input('cpmc7=');
cpmc8=input('cpmc8=');
cpmc9=input('cpmc9=');
cpmc10=input('cpmc10=');
cpmc11=input('cpmc11=');
cpmc12=input('cpmc12=');
cpmc13=input('cpmc13=');
cpmc14=input('cpmc14=');
cpmc15=input('cpmc15=');
cpmc16=input('cpmc16=');
cpmc17=input('cpmc17=');
cpmc18=input('cpmc18=');
cpmc19=input('cpmc19=');
cpmc20=input('cpmc20=');
disp(' T(i.m.c.) – temperatura inițială a materialului de corecție, în
grade C – se consideră mai mare de 0 grade C, se poate considera
19 grade celsius');
disp('Introduceți temperatura inițială a materialului de corecție în
grade celsius');
Timc=input('Ti.m.c=');
disp('se determină și se introduce T.t.m.c.– temperatura de topire a
materialului de corecție în ordinea stabilită anterior, în grade C din
tabelul 14.4 coloana 3, după ce ați terminat de introdus valorile pentru
toate materialele de corecție folosite se introduce valoarea 0 - zero')
Ttmc1=input('T.t.m.c.1=');

```

```

Ttmc2=input('T.t.m.c.2=');
Ttmc3=input('T.t.m.c.3=');
Ttmc4=input('T.t.m.c.4=');
Ttmc5=input('T.t.m.c.5=');
Ttmc6=input('T.t.m.c.6=');
Ttmc7=input('T.t.m.c.7=');
Ttmc8=input('T.t.m.c.8=');
Ttmc9=input('T.t.m.c.9=');
Ttmc10=input('T.t.m.c.10=');
Ttmc11=input('T.t.m.c.11=');
Ttmc12=input('T.t.m.c.12=');
Ttmc13=input('T.t.m.c.13=');
Ttmc14=input('T.t.m.c.14=');
Ttmc15=input('T.t.m.c.15=');
Ttmc16=input('T.t.m.c.16=');
Ttmc17=input('T.t.m.c.17=');
Ttmc18=input('T.t.m.c.18=');
Ttmc19=input('T.t.m.c.19=');
Ttmc20=input('T.t.m.c.20=');
cmc1=cpmc1*(Tf1s-Timc)+cpmc1*(Ttmc1-Tf1s)
cmc2=cpmc2*(Tf1s-Timc)+cpmc2*(Ttmc2-Tf1s)
cmc3=cpmc3*(Tf1s-Timc)+cpmc3*(Ttmc3-Tf1s)
cmc4=cpmc4*(Tf1s-Timc)+cpmc4*(Ttmc1-Tf1s)
cmc5=cpmc5*(Tf1s-Timc)+cpmc5*(Ttmc1-Tf1s)
cmc6=cpmc6*(Tf1s-Timc)+cpmc6*(Ttmc1-Tf1s)
cmc7=cpmc7*(Tf1s-Timc)+cpmc7*(Ttmc1-Tf1s)
cmc8=cpmc8*(Tf1s-Timc)+cpmc8*(Ttmc1-Tf1s)
cmc9=cpmc9*(Tf1s-Timc)+cpmc9*(Ttmc1-Tf1s)
cmc10=cpmc10*(Tf1s-Timc)+cpmc10*(Ttmc1-Tf1s)
cmc11=cpmc11*(Tf1s-Timc)+cpmc11*(Ttmc1-Tf1s)
cmc12=cpmc12*(Tf1s-Timc)+cpmc12*(Ttmc1-Tf1s)
cmc13=cpmc13*(Tf1s-Timc)+cpmc13*(Ttmc1-Tf1s)
cmc14=cpmc14*(Tf1s-Timc)+cpmc14*(Ttmc1-Tf1s)
cmc15=cpmc15*(Tf1s-Timc)+cpmc15*(Ttmc1-Tf1s)

```

```

cmc16=cpmc16*(Tf1s-Timc)+cpmc16*(Ttmc1-Tf1s)
cmc17=cpmc17*(Tf1s-Timc)+cpmc17*(Ttmc1-Tf1s)
cmc18=cpmc18*(Tf1s-Timc)+cpmc18*(Ttmc1-Tf1s)
cmc19=cpmc19*(Tf1s-Timc)+cpmc19*(Ttmc1-Tf1s)
cmc20=cpmc20*(Tf1s-Timc)+cpmc20*(Ttmc1-Tf1s)
disp('În cazul în care temperatura de topire a materialului de corecție
este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite – a se
vedea tabelul 14.5 –, cm.c. se calculează, estimativ, cu relația
(14.8).');
disp('Introduceti valorile Lm.c. – căldura latentă de topire a
materialului de corecție, în kJ/kg de material de corecție din tabelul
14.4, pentru materialele de corecție în ordinea introducerii acestora
în baia lichidă ');
Lmc1=input('Lm.c1=');
Lmc2=input('Lm.c2=');
Lmc3=input('Lm.c3=');
Lmc4=input('Lm.c4=');
Lmc5=input('Lm.c5=');
Lmc6=input('Lm.c6=');
Lmc7=input('Lm.c7=');
Lmc8=input('Lm.c8=');
Lmc9=input('Lm.c9=');
Lmc10=input('Lm.c10=');
Lmc11=input('Lm.c11=');
Lmc12=input('Lm.c12=');
Lmc13=input('Lm.c13=');
Lmc14=input('Lm.c14=');
Lmc15=input('Lm.c15=');
Lmc16=input('Lm.c16=');
Lmc17=input('Lm.c17=');
Lmc18=input('Lm.c18=');
Lmc19=input('Lm.c19=');
Lmc20=input('Lm.c20=');

```

disp('Se calculează căldura de mărire a temperaturii materialului de corecție');

cmc1mic=cpmc1*(Ttmc1-Timc)+Lmc1+cpmc1*(Tf1s-Ttmc1)

cmc2mic=cpmc2*(Ttmc2-Timc)+Lmc2+cpmc2*(Tf1s-Ttmc2)

cmc3mic=cpmc3*(Ttmc3-Timc)+Lmc3+cpmc3*(Tf1s-Ttmc3)

cmc4mic=cpmc4*(Ttmc4-Timc)+Lmc4+cpmc4*(Tf1s-Ttmc4)

cmc5mic=cpmc5*(Ttmc5-Timc)+Lmc5+cpmc5*(Tf1s-Ttmc5)

cmc6mic=cpmc6*(Ttmc6-Timc)+Lmc6+cpmc6*(Tf1s-Ttmc6)

cmc7mic=cpmc7*(Ttmc7-Timc)+Lmc7+cpmc7*(Tf1s-Ttmc7)

cmc8mic=cpmc8*(Ttmc8-Timc)+Lmc8+cpmc8*(Tf1s-Ttmc8)

cmc9mic=cpmc9*(Ttmc9-Timc)+Lmc9+cpmc9*(Tf1s-Ttmc9)

cmc10mic=cpmc10*(Ttmc10-Timc)+Lmc10+cpmc10*(Tf1s-Ttmc10)

cmc11mic=cpmc11*(Ttmc11-Timc)+Lmc11+cpmc11*(Tf1s-Ttmc11)

cmc12mic=cpmc12*(Ttmc12-Timc)+Lmc12+cpmc12*(Tf1s-Ttmc12)

cmc13mic=cpmc13*(Ttmc13-Timc)+Lmc13+cpmc13*(Tf1s-Ttmc13)

cmc14mic=cpmc14*(Ttmc14-Timc)+Lmc14+cpmc14*(Tf1s-Ttmc14)

cmc15mic=cpmc15*(Ttmc15-Timc)+Lmc15+cpmc15*(Tf1s-Ttmc15)

cmc16mic=cpmc16*(Ttmc16-Timc)+Lmc16+cpmc16*(Tf1s-Ttmc16)

cmc17mic=cpmc17*(Ttmc17-Timc)+Lmc17+cpmc17*(Tf1s-Ttmc17)

cmc18mic=cpmc18*(Ttmc18-Timc)+Lmc18+cpmc18*(Tf1s-Ttmc18)

cmc19mic=cpmc19*(Ttmc19-Timc)+Lmc19+cpmc19*(Tf1s-Ttmc19)

cmc20mic=cpmc20*(Ttmc20-Timc)+Lmc20+cpmc20*(Tf1s-Ttmc20)

disp('introduceti valoarea 1 pentru coeficientul a dacă temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite daca nu introduceti 0 - zero');

a=input('a=');

if a>0

 Qutilmc1=(Qefectiv*Qmc1*cmc1)/100

 Qutilmc2=(Qefectiv*Qmc2*cmc2)/100

 Qutilmc3=(Qefectiv*Qmc3*cmc3)/100

 Qutilmc4=(Qefectiv*Qmc4*cmc4)/100

 Qutilmc5=(Qefectiv*Qmc5*cmc5)/100

 Qutilmc6=(Qefectiv*Qmc6*cmc6)/100

 Qutilmc7=(Qefectiv*Qmc7*cmc7)/100

Qutilmc8=(Qefectiv*Qmc8*cmc8)/100
Qutilmc9=(Qefectiv*Qmc9*cmc9)/100
Qutilmc10=(Qefectiv*Qmc10*cmc10)/100
Qutilmc11=(Qefectiv*Qmc11*cmc11)/100
Qutilmc12=(Qefectiv*Qmc12*cmc12)/100
Qutilmc13=(Qefectiv*Qmc13*cmc13)/100
Qutilmc14=(Qefectiv*Qmc14*cmc14)/100
Qutilmc15=(Qefectiv*Qmc15*cmc15)/100
Qutilmc16=(Qefectiv*Qmc16*cmc16)/100
Qutilmc17=(Qefectiv*Qmc17*cmc17)/100
Qutilmc18=(Qefectiv*Qmc18*cmc18)/100
Qutilmc19=(Qefectiv*Qmc19*cmc19)/100
Qutilmc20=(Qefectiv*Qmc20*cmc20)/100
else
Qutilmc1=(Qefectiv*Qmc1*cmc1mic)/100
Qutilmc2=(Qefectiv*Qmc2*cmc2mic)/100
Qutilmc3=(Qefectiv*Qmc3*cmc3mic)/100
Qutilmc4=(Qefectiv*Qmc4*cmc4mic)/100
Qutilmc5=(Qefectiv*Qmc5*cmc5mic)/100
Qutilmc6=(Qefectiv*Qmc6*cmc6mic)/100
Qutilmc7=(Qefectiv*Qmc7*cmc7mic)/100
Qutilmc8=(Qefectiv*Qmc8*cmc8mic)/100
Qutilmc9=(Qefectiv*Qmc9*cmc9mic)/100
Qutilmc10=(Qefectiv*Qmc10*cmc10mic)/100
Qutilmc11=(Qefectiv*Qmc11*cmc11mic)/100
Qutilmc12=(Qefectiv*Qmc12*cmc12mic)/100
Qutilmc13=(Qefectiv*Qmc13*cmc13mic)/100
Qutilmc14=(Qefectiv*Qmc14*cmc14mic)/100
Qutilmc15=(Qefectiv*Qmc15*cmc15mic)/100
Qutilmc16=(Qefectiv*Qmc16*cmc16mic)/100
Qutilmc17=(Qefectiv*Qmc17*cmc17mic)/100
Qutilmc18=(Qefectiv*Qmc18*cmc18mic)/100
Qutilmc19=(Qefectiv*Qmc19*cmc19mic)/100
Qutilmc20=(Qefectiv*Qmc20*cmc20mic)/100

```

end
Qmc=Qutilmc1+Qutilmc2+Qutilmc3+Qutilmc4+Qutilmc5+Qutilmc6+Q
utilmc7+Qutilmc8+Qutilmc9+Qutilmc10+Qutilmc11+Qutilmc12+Qutil
mc13+Qutilmc14+Qutilmc15+Qutilmc16+Qutilmc17+Qutilmc18+Qutil
mc19+Qutilmc20
disp('În tabelul 14.5 se prezintă intervalul de solidificare, temperatura
de topire și densitatea pentru câteva feroaliaje și prealiaje.');
```

disp('CĂLDURA UTILĂ pentru INTERACȚIUNEA CHIMICĂ a unor
MATERIALE cu FAZELE METALICĂ și NEMETALICĂ');

```

% BILANTUL TERMIC
%proiect an III
disp('BILANTUL TERMIC');
```

disp('Bilanțul termic pentru elaborarea fontei în cuptorul electric cu
încălzire prin inducție, cu creuzet, se deosebește de bilanțul termic al
cuptoarelor');

disp('pentru care sursa de căldură este dată de arderea unui
combustibil.');

disp('Elementul de pornire pentru calculul bilanțului termic este
puterea nominală.');

disp('De regulă, puterea nominală se asociază capacității nominale a
cuptorului.');

disp('În tabelul 14.1 se prezintă corespondența între capacitatea
nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, precum și valori
estimative ale frecvenței curentului.');

disp('perioadei de topire și consumului specific de energie electrică,
[42]. Tabelul 14.1 este un tabel cu valoare extinsă deoarece limitele
menționate pot fi depășite prin extrapolare');

disp('În tabelul 14.2 se prezintă corespondența între capacitatea
nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, împreună cu
productivitatea cuptorului și consumul specific de energie electrică.');

disp('În cazul cuptoarelor alimentate cu frecvență industrială (50
Hz).');

disp('În tabelul 14.3 se prezintă corespondența între capacitatea nominală a cuptorului și puterea nominală a sursei, alături de productivitatea cuptorului, în cazul unor cuptoare personalizate.');

disp('Cantitatea de căldură necesară elaborării se numește căldură utilă – Qutil.');

disp('În timpul elaborării, au loc procese exoterme și procese endoterme.');

disp('Se convine să se noteze cu semnul minus căldura ce provine din procesele exoterme și cu semnul plus căldura ce provine din procesele endoterme.');

disp('Căldura care se „asociază” cu procesul de elaborare se manifestă prin următoarele forme:');

disp('CĂLDURA UTILĂ* – căldura necesară elaborării');

disp('Căldura utilă este formată din următoarele categorii de energie termică:');

disp('CĂLDURA UTILĂ pentru TOPIREA și SUPRAÎNCĂLZIREA FONTEI');

disp('Se notează cu Qutil.fontă f.m. căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea fontei, aceasta calculându-se cu relația (14.1), în cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare');

disp('cf, căldura specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg de fontă, se calculează cu relația (14.2), [65], [66].');

disp('In vederea obtinerii acesturi coeficient trebuiesc introduse mai multe valori caracteristice materialului');

disp('căldura specifică la presiune constantă a încărcăturii metalice solide, cpîs – din tabelul 14.4 – kJ/kgC');

cpis=input('cpîs=');

disp('valoarea de 1150 – din ecuatia 14.2 reprezinta temperatura eutectică medie, în grade C');

disp('Tj.î.s. – temperatura inițială a încărcăturii metalice solide, în grade C – se consideră mai mare de 0 oC');

disp('Introduceți temperatura inițială a încărcăturii metalice, de exemplu de 19 grade celsius');

```

Tjis=input('Tj.î.s.=*');
disp('Lf – căldura latentă de topire a fontei, în kJ/kg de fontă – se
consideră de obicei, dacă nu este altceva specificat, valoarea medie
Lf = 272 kJ/kg de fontă');
disp('Introduceți căldura latentă de topire a fontei, Lf');
Lf=input('Lf=');
disp('cp.f.l. – căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în
stare lichidă, în kJ/kg grade C – se consideră, dacă nu este altceva
specificat în condițiile generale, valoarea medie cp.f.l.=0,960 kJ/ kg
*gradeC');
disp('Introduceți căldura specifică, la presiune constantă, a fontei în
stare lichidă, c.p.f.1');
cpf1=input('c.p.f.1=');
disp('Introduceți Tf.l.s. – temperatura de supraîncălzire a fontei în
stare lichidă, în grade C. ');
Tf1s=input('T.f.1.s=');
cf=cpis*(1150-Tjis)+Lf+cpf1*(Tf1s-1150)
disp('INTRODUCETI CAPACITATEA EFECTIVA A CUPTORULUI
Qefectiv');
Qefectiv=input('Qefectiv=');
Qutilfontafm=cf*Qefectiv
disp('Cantitatea de fontă este de regulă egală cu capacitatea
nominală a cuptorului, însă poate fi egală cu capacitatea efectivă a
cuptorului');
disp('– în cazul în care capacitatea efectivă a cuptorului este mai
mică decât capacitatea nominală a cuptorului, cresc semnificativ
pierderile de energie, respectiv crește costul fontei elaborate. ');
disp('De exemplu, dacă Ti.î.s. = 190C; Tf.l.s. = 14500C; M = 10.000
kg;');
disp('Qutil.fontă      f.m.=[0,67(1150–19)+272+0,96(1450–1150)]-
10.000=13.177.700 kJ/cuptor = 3162,65 kcal/cuptor. ');
disp('în care Qutil.fontă f.m. se exprimă în kJ/cuptor; cf – căldura
specifică pentru topirea și supraîncălzirea fontei, în kJ/kg de fontă;
Qefectiv – capacitatea efectivă a cuptorului, în kg. ');

```

```

disp('În cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează
la frecvența rețelei, căldura utilă pentru topirea și supraîncălzirea
fontei – Qutil.fontă f.r. –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.5).');
disp('Introduceți valoarea, Tf.rem. – temperatura fontei remanente, în
grade C, de obicei cu valoarea de 1300 grade celsius');
Tfrem=('T.f.rem=');
Qutilfontafr=Qefectiv*(30*cpf1*(Tf1s-Tfrem)+70*cf)
disp('De exemplu, dacă Qefectiv = 10.000 kg; cp.f.l. = 0,960 kJ/
kggradeC; Trem.= 1.300 grade C;');
disp('cf = 1.317 kJ/kg de fontă; Qutil. fontă f.r. = 10.000/100 [30-
0,960(1450-1300)+70-
1317]=9.651.000kJ/cuptor=2.316,24kcal/cuptor. ');
disp('S-a folosit, pentru comparație, în ultimele două exemple,
aceeași capacitate efectivă a cuptorului, adică de 10.000 kg. ');
disp('Se observă cum cantitatea de căldură necesară topirii și
supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei,
este mai mică decât cantitatea de căldură necesară topirii și
supraîncălzirii fontei în cuptoare ce funcționează la frecvență medie
sau mare, ');
disp('explicația bazându-se pe faptul că la cuptoarele ce funcționează
la frecvența rețelei, fonta remanentă este deja lichidă – 9.651.000
kJ/cuptor< 13.177.700 kJ/cuptor. ');
disp('Introduceți cantitatea de Qutilfonta in funcție de caz, frecventa
mare sau frecventa retelei, cealalta avand atomat valoarea 0 - zero')
Qutilfonta=input ('Qutilfonta=');
% se calculeaza CĂLDURA UTILĂ pentru ASIMILAREA
MATERIALELOR de CORECȚIE
disp('CĂLDURA UTILĂ pentru ASIMILAREA MATERIALELOR de
CORECȚIE');
disp('Acest tip de căldură este dificil de calculat din cauză că există
materiale de corecție a căror temperatură de topire este mai mare
decât temperatura băii metalice dar care se dizolvă în baia metalică
cu efect endoterm sau exoterm. ');

```

```

disp('Căldura de dizolvare este mai puțin cunoscută în literatura de
specialitate.');
```

disp('Dacă dizolvarea materialelor de corecție este cu efect exoterm,
căldura de dizolvare trebuie să figureze cu semnul minus.');

```

disp('Într-o primă aproximație, căldura utilă pentru asimilarea
materialelor de corecție – Qutilă m.c. –, în kJ/cuptor, se determină cu
relația (14.6).');
```

disp('Se introduc din etapa a II a valorile pentru cantitățile de material
de corecție calculate anterior pentru materialele ce au suferit corecții,
după ce ați introdus aceste valori introduceți 0 - zero')

```

Qmc1=input('Qm.c.1=');
Qmc2=input('Qm.c.2=');
Qmc3=input('Qm.c.3=');
Qmc4=input('Qm.c.4=');
Qmc5=input('Qm.c.5=');
Qmc6=input('Qm.c.6=');
Qmc7=input('Qm.c.7=');
Qmc8=input('Qm.c.8=');
Qmc9=input('Qm.c.9=');
Qmc10=input('Qm.c.10=');
Qmc11=input('Qm.c.11=');
Qmc12=input('Qm.c.12=');
Qmc13=input('Qm.c.13=');
Qmc14=input('Qm.c.14=');
Qmc15=input('Qm.c.15=');
Qmc16=input('Qm.c.16=');
Qmc17=input('Qm.c.17=');
Qmc18=input('Qm.c.18=');
Qmc19=input('Qm.c.19=');
Qmc20=input('Qm.c.20=');
```

disp('cm.c.– căldura de mărire a temperaturii materialului de
corecție, până la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se
determină cu relația (14.7).');

disp('Dacă temperatura de topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite, pentru calculul cm.c. se utilizează relația (14.7).');

c_{pmcAl}=0.222
c_{pmcC0}=0.099
c_{pmcCr}=0.11
c_{pmcCu}=0.092
c_{pmcFe}=0.11
c_{pmcMg}=0.25
c_{pmcMn}=0.115
c_{pmcMo}=0.061
c_{pmcNi}=0.11
c_{pmcSi}=0.162
c_{pmcSn}=0.055
c_{pmcTi}=0.12
c_{pmcV}=0.12
c_{pmcW}=0.032
c_{pmcP}=0.203
c_{pmcC}=0.259
c_{pmcS}=0.175
c_{pmcCa}=0.15
c_{pmcBi}=0.034
c_{pmcFeO}=0.176
c_{pmcSiO2}=0.211
c_{pmcMnO}=0.159
c_{pmcP2O5}=0.368
c_{pmcSO2}=0.163
c_{pmcCr2O3}=0.68
c_{pmcO}=0.218

disp('Utilizand valorile din tabelul 14.4 si urmarind exemplele date in indrumar se calculeaza căldura specifică la presiune constantă a materialului de corecție utilizat la fiecare etapa de corectie realizata in etapa II');

disp('Exemplul 1. Pentru ferosiliciu cu 75% siliciu, format din 75% Si și 25% Fe, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c(p_{FeSi75}) = (\%Fe \cdot c(p_{Fe}) + \%Si \cdot c(p_{Si})) / 100 = (25 \cdot 0,110 + 75 \cdot 0,162) / 100 = 0,149 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}.$ ');

disp('Exemplul 2. Pentru o zgură care conține 65% SiO₂; 20% FeO; 10% MnO; 5% Al₂O₃, căldura specifică la presiune constantă are valoarea următoare: $c(p_{zgura}) = (\%SiO_2 \cdot c(p_{SiO_2}) + \%FeO \cdot c(p_{FeO}) + \%MnO \cdot c(p_{MnO}) + \%Al_2O_3 \cdot c(p_{Al_2O_3})) / 100 = (65 \cdot 0,211 + 20 \cdot 0,176 + 10 \cdot 0,159 + 5 \cdot 0,220) / 100 = 0,199 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}.$ ');

disp('Exemplul 3. Pentru SnO₂, $c(p_{SnO_2})$ are valoarea următoare: $c(p_{SnO_2}) = (\%Sn \cdot c(p_{Sn}) + \%O \cdot c(p_{O})) / 100 = ((M_{Sn} \cdot 100) / M(SnO_2) - c(p_{O})) / 100 = ((118,6 \cdot 100) / 150,6 - 0,055 + (16 \cdot 100) / 150,6 - 0,218) / 100 = 0,066 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$, în care M_{Sn} , M_{O} , $M(SnO_2)$);

disp('reprezintă masele atomice, respectiv moleculară ale Sn, O și, respectiv, SnO₂. Prin urmare, trebuie să se țină seama de compoziția „stoechiometrică” a compusului chimic respectiv.');

disp('În cazul în care căldura latentă de topire nu se cunoaște, se determină cu regula activității, cu o formulă asemănătoare relației (14.8.1) – (14.9). (14.9)');

disp('De exemplu, pentru FeSi₇₅ de la cazul exemplului 1, anterior, $L_{FeSi75} = (\%Fe \cdot L_{Fe} + \%Si \cdot L_{Si}) / 100 = (25 \cdot 64,6 + 75 \cdot 334) / 100 = 266,65 \text{ kcal/kg de FeSi75} = 1116,06 \text{ kJ/kg de FeSi75}.$ ');

disp('Exemplele le găsiți în îndrumar, forma de pe internet, la pagina 15-16');

disp('Introduceți valorile obținute în ordinea utilizării acestora în baia metalică, după finalizarea materialelor de corecție se introduce valoarea 0 - zero');

cpmc1=input('cpmc1=');

cpmc2=input('cpmc2=');

cpmc3=input('cpmc3=');

cpmc4=input('cpmc4=');

cpmc5=input('cpmc5=');

cpmc6=input('cpmc6=');


```

cpmc7=input('cpmc7=');
cpmc8=input('cpmc8=');
cpmc9=input('cpmc9=');
cpmc10=input('cpmc10=');
cpmc11=input('cpmc11=');
cpmc12=input('cpmc12=');
cpmc13=input('cpmc13=');
cpmc14=input('cpmc14=');
cpmc15=input('cpmc15=');
cpmc16=input('cpmc16=');
cpmc17=input('cpmc17=');
cpmc18=input('cpmc18=');
cpmc19=input('cpmc19=');
cpmc20=input('cpmc20=');
disp(' T(i.m.c.) – temperatura inițială a materialului de corecție, în
grade C – se consideră mai mare de 0 grade C, se poate considera
19 grade celsius');
disp('Introduceți temperatura inițială a materialului de corecție în
grade celsius');
Timc=input('Ti.m.c=');
disp('se determina și se introduce T.t.m.c.– temperatura de topire a
materialului de corecție în ordinea stabilită anterior, în grade C din
tabelul 14.4 coloana 3, duce ati terminat de introdus valorile pentru
toate materialele de corecție folosite se introduce valoarea 0 - zero')
Ttmc1=input('T.t.m.c.1=');
Ttmc2=input('T.t.m.c.2=');
Ttmc3=input('T.t.m.c.3=');
Ttmc4=input('T.t.m.c.4=');
Ttmc5=input('T.t.m.c.5=');
Ttmc6=input('T.t.m.c.6=');
Ttmc7=input('T.t.m.c.7=');
Ttmc8=input('T.t.m.c.8=');
Ttmc9=input('T.t.m.c.9=');
Ttmc10=input('T.t.m.c.10=');

```

```

Ttmc11=input('T.t.m.c.11=');
Ttmc12=input('T.t.m.c.12=');
Ttmc13=input('T.t.m.c.13=');
Ttmc14=input('T.t.m.c.14=');
Ttmc15=input('T.t.m.c.15=');
Ttmc16=input('T.t.m.c.16=');
Ttmc17=input('T.t.m.c.17=');
Ttmc18=input('T.t.m.c.18=');
Ttmc19=input('T.t.m.c.19=');
Ttmc20=input('T.t.m.c.20=');
cmc1=cPMC1*(Tf1s-Timc)+cPMC1*(Ttmc1-Tf1s)
cmc2=cPMC2*(Tf1s-Timc)+cPMC2*(Ttmc2-Tf1s)
cmc3=cPMC3*(Tf1s-Timc)+cPMC3*(Ttmc3-Tf1s)
cmc4=cPMC4*(Tf1s-Timc)+cPMC4*(Ttmc1-Tf1s)
cmc5=cPMC5*(Tf1s-Timc)+cPMC5*(Ttmc1-Tf1s)
cmc6=cPMC6*(Tf1s-Timc)+cPMC6*(Ttmc1-Tf1s)
cmc7=cPMC7*(Tf1s-Timc)+cPMC7*(Ttmc1-Tf1s)
cmc8=cPMC8*(Tf1s-Timc)+cPMC8*(Ttmc1-Tf1s)
cmc9=cPMC9*(Tf1s-Timc)+cPMC9*(Ttmc1-Tf1s)
cmc10=cPMC10*(Tf1s-Timc)+cPMC10*(Ttmc1-Tf1s)
cmc11=cPMC11*(Tf1s-Timc)+cPMC11*(Ttmc1-Tf1s)
cmc12=cPMC12*(Tf1s-Timc)+cPMC12*(Ttmc1-Tf1s)
cmc13=cPMC13*(Tf1s-Timc)+cPMC13*(Ttmc1-Tf1s)
cmc14=cPMC14*(Tf1s-Timc)+cPMC14*(Ttmc1-Tf1s)
cmc15=cPMC15*(Tf1s-Timc)+cPMC15*(Ttmc1-Tf1s)
cmc16=cPMC16*(Tf1s-Timc)+cPMC16*(Ttmc1-Tf1s)
cmc17=cPMC17*(Tf1s-Timc)+cPMC17*(Ttmc1-Tf1s)
cmc18=cPMC18*(Tf1s-Timc)+cPMC18*(Ttmc1-Tf1s)
cmc19=cPMC19*(Tf1s-Timc)+cPMC19*(Ttmc1-Tf1s)
cmc20=cPMC20*(Tf1s-Timc)+cPMC20*(Ttmc1-Tf1s)
disp('În cazul în care temperatura de topire a materialului de corecție
este mai mică decât temperatura fontei lichide supraîncălzite – a se
vedea tabelul 14.5 –, cm.c. se calculează, estimativ, cu relația
(14.8).');

```

disp('Introduceti valorile Lm.c. – căldura latentă de topire a materialului de corecție, în kJ/kg de material de corecție din tabelul 14.4, pentru materialele de corecție în ordinea introducerii acestora în baia lichidă ');

Lmc1=input('Lm.c1=');

Lmc2=input('Lm.c2=');

Lmc3=input('Lm.c3=');

Lmc4=input('Lm.c4=');

Lmc5=input('Lm.c5=');

Lmc6=input('Lm.c6=');

Lmc7=input('Lm.c7=');

Lmc8=input('Lm.c8=');

Lmc9=input('Lm.c9=');

Lmc10=input('Lm.c10=');

Lmc11=input('Lm.c11=');

Lmc12=input('Lm.c12=');

Lmc13=input('Lm.c13=');

Lmc14=input('Lm.c14=');

Lmc15=input('Lm.c15=');

Lmc16=input('Lm.c16=');

Lmc17=input('Lm.c17=');

Lmc18=input('Lm.c18=');

Lmc19=input('Lm.c19=');

Lmc20=input('Lm.c20=');

disp('Se calculează căldura de mărire a temperaturii materialului de corecție');

cmc1mic=cpmc1*(Ttmc1-Timc)+Lmc1+cpmc1*(Tf1s-Ttmc1)

cmc2mic=cpmc2*(Ttmc2-Timc)+Lmc2+cpmc2*(Tf1s-Ttmc2)

cmc3mic=cpmc3*(Ttmc3-Timc)+Lmc3+cpmc3*(Tf1s-Ttmc3)

cmc4mic=cpmc4*(Ttmc4-Timc)+Lmc4+cpmc4*(Tf1s-Ttmc4)

cmc5mic=cpmc5*(Ttmc5-Timc)+Lmc5+cpmc5*(Tf1s-Ttmc5)

cmc6mic=cpmc6*(Ttmc6-Timc)+Lmc6+cpmc6*(Tf1s-Ttmc6)

cmc7mic=cpmc7*(Ttmc7-Timc)+Lmc7+cpmc7*(Tf1s-Ttmc7)

cmc8mic=cpmc8*(Ttmc8-Timc)+Lmc8+cpmc8*(Tf1s-Ttmc8)

```

cmc9mic=cpmc9*(Ttmc9-Timc)+Lmc9+cpmc9*(Tf1s-Ttmc9)
cmc10mic=cpmc10*(Ttmc10-Timc)+Lmc10+cpmc10*(Tf1s-Ttmc10)
cmc11mic=cpmc11*(Ttmc11-Timc)+Lmc11+cpmc11*(Tf1s-Ttmc11)
cmc12mic=cpmc12*(Ttmc12-Timc)+Lmc12+cpmc12*(Tf1s-Ttmc12)
cmc13mic=cpmc13*(Ttmc13-Timc)+Lmc13+cpmc13*(Tf1s-Ttmc13)
cmc14mic=cpmc14*(Ttmc14-Timc)+Lmc14+cpmc14*(Tf1s-Ttmc14)
cmc15mic=cpmc15*(Ttmc15-Timc)+Lmc15+cpmc15*(Tf1s-Ttmc15)
cmc16mic=cpmc16*(Ttmc16-Timc)+Lmc16+cpmc16*(Tf1s-Ttmc16)
cmc17mic=cpmc17*(Ttmc17-Timc)+Lmc17+cpmc17*(Tf1s-Ttmc17)
cmc18mic=cpmc18*(Ttmc18-Timc)+Lmc18+cpmc18*(Tf1s-Ttmc18)
cmc19mic=cpmc19*(Ttmc19-Timc)+Lmc19+cpmc19*(Tf1s-Ttmc19)
cmc20mic=cpmc20*(Ttmc20-Timc)+Lmc20+cpmc20*(Tf1s-Ttmc20)
disp('introduceti valoarea 1 pentru coeficientul a dacă temperatura de
topire a materialului de corecție este mai mică decât temperatura
fontei lichide supraîncălzite daca nu introduceti 0 - zero');
a=input('a=');
if a>0
    Qutilmc1=(Qefectiv*Qmc1*cmc1)/100
    Qutilmc2=(Qefectiv*Qmc2*cmc2)/100
    Qutilmc3=(Qefectiv*Qmc3*cmc3)/100
    Qutilmc4=(Qefectiv*Qmc4*cmc4)/100
    Qutilmc5=(Qefectiv*Qmc5*cmc5)/100
    Qutilmc6=(Qefectiv*Qmc6*cmc6)/100
    Qutilmc7=(Qefectiv*Qmc7*cmc7)/100
    Qutilmc8=(Qefectiv*Qmc8*cmc8)/100
    Qutilmc9=(Qefectiv*Qmc9*cmc9)/100
    Qutilmc10=(Qefectiv*Qmc10*cmc10)/100
    Qutilmc11=(Qefectiv*Qmc11*cmc11)/100
    Qutilmc12=(Qefectiv*Qmc12*cmc12)/100
    Qutilmc13=(Qefectiv*Qmc13*cmc13)/100
    Qutilmc14=(Qefectiv*Qmc14*cmc14)/100
    Qutilmc15=(Qefectiv*Qmc15*cmc15)/100
    Qutilmc16=(Qefectiv*Qmc16*cmc16)/100
    Qutilmc17=(Qefectiv*Qmc17*cmc17)/100

```

```

Qutilmc18=(Qefectiv*Qmc18*cmc18)/100
Qutilmc19=(Qefectiv*Qmc19*cmc19)/100
Qutilmc20=(Qefectiv*Qmc20*cmc20)/100
else
Qutilmc1=(Qefectiv*Qmc1*cmc1mic)/100
Qutilmc2=(Qefectiv*Qmc2*cmc2mic)/100
Qutilmc3=(Qefectiv*Qmc3*cmc3mic)/100
Qutilmc4=(Qefectiv*Qmc4*cmc4mic)/100
Qutilmc5=(Qefectiv*Qmc5*cmc5mic)/100
Qutilmc6=(Qefectiv*Qmc6*cmc6mic)/100
Qutilmc7=(Qefectiv*Qmc7*cmc7mic)/100
Qutilmc8=(Qefectiv*Qmc8*cmc8mic)/100
Qutilmc9=(Qefectiv*Qmc9*cmc9mic)/100
Qutilmc10=(Qefectiv*Qmc10*cmc10mic)/100
Qutilmc11=(Qefectiv*Qmc11*cmc11mic)/100
Qutilmc12=(Qefectiv*Qmc12*cmc12mic)/100
Qutilmc13=(Qefectiv*Qmc13*cmc13mic)/100
Qutilmc14=(Qefectiv*Qmc14*cmc14mic)/100
Qutilmc15=(Qefectiv*Qmc15*cmc15mic)/100
Qutilmc16=(Qefectiv*Qmc16*cmc16mic)/100
Qutilmc17=(Qefectiv*Qmc17*cmc17mic)/100
Qutilmc18=(Qefectiv*Qmc18*cmc18mic)/100
Qutilmc19=(Qefectiv*Qmc19*cmc19mic)/100
Qutilmc20=(Qefectiv*Qmc20*cmc20mic)/100
end
Qmc=Qutilmc1+Qutilmc2+Qutilmc3+Qutilmc4+Qutilmc5+Qutilmc6+Q
utilmc7+Qutilmc8+Qutilmc9+Qutilmc10+Qutilmc11+Qutilmc12+Qutil
mc13+Qutilmc14+Qutilmc15+Qutilmc16+Qutilmc17+Qutilmc18+Qutil
mc19+Qutilmc20
disp('În tabelul 14.5 se prezintă intervalul de solidificare, temperatura
de topire și densitatea pentru câteva feroaliaje și prealiaje. ');
disp('CĂLDURA UTILĂ pentru INTERACȚIUNEA CHIMICĂ a unor
MATERIALE cu FAZELE METALICĂ și NEMETALICĂ');

```

disp('Acest tip de căldură se referă la cantitatea de căldură necesară încălzirii materialelor introduse în cuptor cu scopul de interacțiune cu fazele metalică și nemetalică, de la temperatura inițială a lor');

disp('la temperatura fontei lichide supraîncălzite – se determină cu relația (14.10)');

disp('Se va determina Q_{til} m.i.c. ce reprezintă cantitatea de căldură necesară încălzirii materialelor de interacțiune chimică ce se introduc în cuptor, în kJ/cuptor');

disp('Ca materiale de interacțiune chimică se enumeră următoarele: desulfuranți (carbide, de exemplu), demanganizanți (CCl₄, de exemplu), reducători (grafit, cocs, carbură de siliciu, de exemplu) etc');

disp('În acest sens se cere să se introducă Q_{m.i.c.} – cantitatea de materiale ce se introduc în cuptor cu scopul interacțiunii chimice cu baia metalică, în kg/100 kg de încărcătură metalică');

Qmic1=input('Q_{m.i.c.1}=');

Qmic2=input('Q_{m.i.c.2}=');

Qmic3=input('Q_{m.i.c.3}=');

Qmic4=input('Q_{m.i.c.4}=');

Qmic5=input('Q_{m.i.c.5}=');

Qmic6=input('Q_{m.i.c.6}=');

Qmic7=input('Q_{m.i.c.7}=');

Qmic8=input('Q_{m.i.c.8}=');

Qmic9=input('Q_{m.i.c.9}=');

Qmic10=input('Q_{m.i.c.10}=');

Qmic11=input('Q_{m.i.c.11}=');

Qmic12=input('Q_{m.i.c.12}=');

Qmic13=input('Q_{m.i.c.13}=');

Qmic14=input('Q_{m.i.c.14}=');

Qmic15=input('Q_{m.i.c.15}=');

disp('Deasemenea este necesar să calculăm și c_{m.i.c.} – căldura de mărire a temperaturii materialelor de interacțiune chimică de la temperatura lor inițială la temperatura fontei lichide supraîncălzite, în kJ/kg de material de interacțiune chimică – relația (14.11).');

```

disp('În acest sens este necesar un calcul al cpm.i.c. ce reprezintă
căldura specifică a materialelor de interacțiune chimică ce se introduc
în cuptor, în kJ/kg grad C – tabelul 14.4 ');
cpmic1=input('cpmic1=');
cpmic2=input('cpmic2=');
cpmic3=input('cpmic3=');
cpmic4=input('cpmic4=');
cpmic5=input('cpmic5=');
cpmic6=input('cpmic6=');
cpmic7=input('cpmic7=');
cpmic8=input('cpmic8=');
cpmic9=input('cpmic9=');
cpmic10=input('cpmic10=');
cpmic11=input('cpmic11=');
cpmic12=input('cpmic12=');
cpmic13=input('cpmic13=');
cpmic14=input('cpmic14=');
cpmic15=input('cpmic15=');
disp('Se introduce Tim.i.c. – temperatura inițială a materialelor de
interacțiune chimică – se consideră mai mare de 0 grade C, se poate
considera între 19 și 30 ');
Timic=input('Tim.i.c.=');
cmic1=cpmic1*(Tf1s-Timic)
cmic2=cpmic2*(Tf1s-Timic)
cmic3=cpmic3*(Tf1s-Timic)
cmic4=cpmic4*(Tf1s-Timic)
cmic5=cpmic5*(Tf1s-Timic)
cmic6=cpmic6*(Tf1s-Timic)
cmic7=cpmic7*(Tf1s-Timic)
cmic8=cpmic8*(Tf1s-Timic)
cmic9=cpmic9*(Tf1s-Timic)
cmic10=cpmic10*(Tf1s-Timic)
cmic11=cpmic11*(Tf1s-Timic)
cmic12=cpmic12*(Tf1s-Timic)

```

```

cmic13=cpmic13*(Tf1s-Timic)
cmic14=cpmic14*(Tf1s-Timic)
cmic15=cpmic15*(Tf1s-Timic)
Qutilmic1=(Qefectiv*Qmic1*cmic1)/100
Qutilmic2=(Qefectiv*Qmic2*cmic2)/100
Qutilmic3=(Qefectiv*Qmic3*cmic3)/100
Qutilmic4=(Qefectiv*Qmic4*cmic4)/100
Qutilmic5=(Qefectiv*Qmic5*cmic5)/100
Qutilmic6=(Qefectiv*Qmic6*cmic6)/100
Qutilmic7=(Qefectiv*Qmic7*cmic7)/100
Qutilmic8=(Qefectiv*Qmic8*cmic8)/100
Qutilmic9=(Qefectiv*Qmic9*cmic9)/100
Qutilmic10=(Qefectiv*Qmic10*cmic10)/100
Qutilmic11=(Qefectiv*Qmic11*cmic11)/100
Qutilmic12=(Qefectiv*Qmic12*cmic12)/100
Qutilmic13=(Qefectiv*Qmic13*cmic13)/100
Qutilmic14=(Qefectiv*Qmic14*cmic14)/100
Qutilmic15=(Qefectiv*Qmic15*cmic15)/100
Qutilmic=Qutilmic1+Qutilmic2+Qutilmic3+Qutilmic4+Qutilmic5+Qutilmic6+Qutilmic7+Qutilmic8+Qutilmic9+Qutilmic10+Qutilmic11+Qutilmic12+Qutilmic13+Qutilmic14+Qutilmic15
% se calculează CĂLDURA UTILĂ pentru DILUAREA FONTEI LICHIDE
disp('CĂLDURA UTILĂ pentru DILUAREA FONTEI LICHIDE ');
disp('În principiu, diluarea fontei lichide este dificil de efectuat deoarece din cuptor trebuie să se evacueze o cantitate de fontă lichidă egală cu cantitatea de material de diluare.');
```

disp('Pe de altă parte, dacă se simulează pe calculator elaborarea fontei, ceea ce înseamnă că se poate anticipa diluarea fontei lichide, circumstanțe în care se utilizează o capacitate efectivă a cuptorului mai mică decât capacitatea nominală a cuptorului.');

```

disp('În cazul în care se elimină din cuptor o cantitate de fontă lichidă egală cu cantitatea de material de aliere, cantitatea de căldură utilă
```



```

necesară diluării – Qutil.dil. –, în kJ/cuptor, se determină cu relația
(14.12).');
disp('În general, se folosesc pentru diluare oțeluri cu conținut mic de
carbon. De exemplu, dacă Qefectiv = 10.000 kg; % m.d.=20; grade
cpm.d.=0,112 cal/g grade C; Tf.s.l.= 1.450 grade C; Tim.d.=20 grade
C');
disp('Qutil dil.= 10.000/100*20*0,468(1450-20)= 1.338.480 kJ/cuptor.
0,468 provine de la transformarea cal/g gradeC, în kJ/kg grade C. ');
disp('Inițial se determină și apoi se introduce cp.m.d. ce reprezintă
căldura specifică a materialului de diluare, în stare solidă, în kJ/
kJ/kg-oC – tabelul 14.4 ');
cpmd1=input('cpmd1=')
cpmd2=input('cpmd2=')
cpmd3=input('cpmd3=')
cpmd4=input('cpmd4=')
cpmd5=input('cpmd5=')
cpmd6=input('cpmd6=')
cpmd7=input('cpmd7=')
cpmd8=input('cpmd8=')
cpmd9=input('cpmd9=')
cpmd10=input('cpmd10=')
disp('Să se introducă valoarea Tim.d. – temperatura inițială a
materialului de diluare, în grade C., se poate considera între 19 și 25
la alegerea proiectantului');
Timd=input('Timd=')
cmd1=cpmd1*(Tf1s-Timd)
cmd2=cpmd2*(Tf1s-Timd)
cmd3=cpmd3*(Tf1s-Timd)
cmd4=cpmd4*(Tf1s-Timd)
cmd5=cpmd5*(Tf1s-Timd)
cmd6=cpmd6*(Tf1s-Timd)
cmd7=cpmd7*(Tf1s-Timd)
cmd8=cpmd8*(Tf1s-Timd)
cmd9=cpmd9*(Tf1s-Timd)

```

```

cmd10=cpm10*(Tf1s-Timd)
disp('Se introduce proporția de material de diluare determinată în
capitolul II, m.d. ');
md1=input('m.d.1=');
md2=input('m.d.2=');
md3=input('m.d.3=');
md4=input('m.d.4=');
md5=input('m.d.5=');
md6=input('m.d.6=');
md7=input('m.d.7=');
md8=input('m.d.8=');
md9=input('m.d.9=');
md10=input('m.d.10=');
Qutildil1=(Qefectiv*md1*cmd1)/100
Qutildil2=(Qefectiv*md2*cmd2)/100
Qutildil3=(Qefectiv*md3*cmd3)/100
Qutildil4=(Qefectiv*md4*cmd4)/100
Qutildil5=(Qefectiv*md5*cmd5)/100
Qutildil6=(Qefectiv*md6*cmd6)/100
Qutildil7=(Qefectiv*md7*cmd7)/100
Qutildil8=(Qefectiv*md8*cmd8)/100
Qutildil9=(Qefectiv*md9*cmd9)/100
Qutildil10=(Qefectiv*md10*cmd10)/100
Qutildil=Qutildil1+Qutildil2+Qutildil3+Qutildil4+Qutildil5+Qutildil6+Quti
ldil7+Qutildil8+Qutildil9+Qutildil10
% se calculează CĂLDURA UTILĂ pentru TOPIREA și
SUPRAÎNCĂLZIREA ZGURII
disp('CĂLDURA UTILĂ pentru TOPIREA și SUPRAÎNCĂLZIREA
ZGURII ');
disp('Cantitatea de căldură utilă necesară topirii și supraîncălzirii
zgurii – Qutil zgură –, în kJ/cuptor, se calculează cu relația (14.14).')
disp('De exemplu, dacă cpzg.=0,199 cal/g grade C; Tf.l.s. = 1450
grade C; Tizg.=690 grade C; Qefectiv = 10.000 kg; Qzгурă= 2,5
kg/100 kg de încărcătură metalică; Q(util

```

$zguna = 10.000/100 * 2,5 * 0,833(1450-50-690) = 147.680 \text{ kJ/cuptor}$ –
 0,833 reprezintă rezultatul transformării cal/ g grade C în kJ/kg grade C.);
 disp('Să se introducă Qzguna – cantitatea de zgună exprimată în
 kg/100 kg de încărcătură metalică – relația (11.45)');
 Qzguna=input('Qzguna=');
 disp('Să se introducă cpzguna ce reprezintă căldura specifică la presiune
 constantă – valoare medie – a zgurii – tabelul 14.4 , în kJ/kg de
 zgună');
 cpzguna=input('cpzguna=');
 disp('Introduceți Tizg– temperatura inițială a zgurii – se consideră
 valoarea medie de 690 grade C. ');
 Tizg=input('Tizg=');
 Qutilzguna=cpzguna*(Tf1s-50-Tizg)
 disp('În relația (14.15) s-a considerat că temperatura maximă a zgurii
 este mai mică cu 50oC decât temperatura fontei lichide
 supraîncălzite. ');
 % se calculează CĂLDURA NECESARĂ CARBURĂRII
 disp('CĂLDURA NECESARĂ CARBURĂRII');
 disp('Se consideră că pentru un katomgram de carbon care trece în
 fonta lichidă se consumă 27.202,5 kJ. Cantitatea de căldură
 necesară carburării – Qcarb. –, în kJ/cuptor, se determină cu relația
 (14.16). ');
 disp('De exemplu, dacă Qefectiv = 10.000 kg; -C = 0,6%; MC = 12
 kg; Qcarb.= 10.000/100-(0,6-27.202,5)/12=136.012,5 kJ/cuptor. ');
 disp('Introduceți -C (deltaC) ce reprezintă proporția de carbon cu care
 se carburează fonta lichidă – -C din relația (6.11)');
 deltaC=input('deltaC=');
 disp('Introduceți masa atomică a Carbonului, sugestie vezi exemplul
 anterior ');
 Mc=input('Mc=');
 Qcarb=(Qefectiv*deltaC*27202.5)/(100*Mc)
 % se calculeaza CĂLDURA NECESARĂ EVAPORĂRII APEI
 disp('CĂLDURA NECESARĂ EVAPORĂRII APEI ');

```

disp('Apa care se evaporă este aceea care provine din umiditatea
sorturilor metalice din încărcătură, materialele pentru formarea zgurii,
materiale reducătoare, și, după caz, materialele de corecție.');
```

disp('Cantitatea de căldură necesară evaporării apei – Q_{evap.apă} –, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.17).');

```

disp('De exemplu, dacă Qefectiv = 10.000 kg; Qapă = 0,2 kg/100 kg de încărcătură metalică; Qevap.apă = 10.000/100*0,2*2495 = 49.900 kJ/cuptor.');
```

disp('În cazul în care elaborarea se efectuează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, Q_{apă} se determină cu relația (14.18).');

```

disp('Qapă = Q(umid.s.m.f.j.) + Q(umid.m.c.) + Q(umid.mf.zg.) + Q(umid.m.r.), (14.18)');
```

disp('În care, Q(umid.s.m.f.j.) provine din relația (12.1), Q(umid.m.c.) provine din relația (12.3), Q(umid.mf.zg.) provine din relația (12.3.1) iar Q(umid.m.r.) provine din relația (12.3.2).');

disp('În cazul în care elaborarea se efectuează în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare, Q_{apă} se determină cu relația (14.19).');

```

disp('Qapă = Q(umid.s.m.f.m.m.) + Q(umid.m.c.) + Q(umid.m.f.zg.) + Q(umid.m.r.), (14.19)');
```

disp('În care, Q(umid.s.m.f.m.m.) provine din relația (12.2) iar ceilalți factori provin din aceleași relații cu acelea consemnate la relația (14.18).');

disp('Introduceți cantitatea de apă Q_{apa} reiesita din insumarea datelor prezentate mai sus');

```

Qapa=input('Qapa=');
Qevapapa=Qefectiv*Qapa*2495/100
% se calculeaza CĂLDURA CE SE PIERDE prin BARBOTARE cu GAZE INERTE
disp('CĂLDURA CE SE PIERDE prin BARBOTARE cu GAZE INERTE');
```

disp('În cazul demanganizării cu CCl₄, barbotarea cu azot determină micșorarea temperaturii băii metalice cu maximum 0,6 grade Celsius/minut');

disp('(se are în vedere și efectul exoterm al formării MnCl₂ – 112,7 kcal/mol de MnCl₂), [68].');

disp('Cantitatea de căldură ce se pierde prin barbotare cu gaze inerte – cu azot, de regulă, în cazul antrenării de CCl₄ –, Q_{barbotare}, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.20).');

disp('De exemplu, dacă Q_{efectiv} = 10.000 kg; c_{pf.l.} = 0,23 cal/gram gradC; -T=0,3 oC/min.; t_{barbotare} = 10 min.; Q_{barbotare} = 10.000 * 0,960 * 0,3 * 10 = 28.800 kJ/cuptor.');

disp('Introduceți c_{pf.l.} – căldura specifică la presiune constantă, a fontei lichide, în kJ/kg* grad C');

cpfl=input('cpfl=');

disp('Introduceți deltaT – intensitatea de scădere a temperaturii, în grade C/min. – max. 0,6 grade C/min.');

deltaT=input('deltaT=');

disp('Introduceți t_{barbotare} – perioada de barbotare, în minute, în general între 20 - 60 minute');

tbarbotare=input('tbarbotare=');

Q_{barbotare}=Q_{efectiv}*cpfl*deltaT*tbarbotare

disp('CĂLDURA UTILĂ TOTALĂ');

disp('Căldura utilă totală, Q_{util} total, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.21) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare');

disp('ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu relația (14.22) în cazul în care elaborarea fontei se realizează în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei.');

Q_{utiltotal}=Q_{utilfonta}+Q_{mc}+Q_{utilmic}+Q_{utildil}+Q_{utilzgura}+Q_{carb}+Q_{eva}
papa+Q_{barbotare}

disp('CĂLDURA REZULTATĂ din OXIDAREA METALELOR');

disp('Toate reacțiile de oxidare sunt exoterme.');

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea elementului chimic E, din încărcătură, în cazul elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare, Q(Ex -Oy-(c.f.m.m.))');

```

disp(' în kJ/100 kg de înc.met., se determină cu relația (14.33) iar în
cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la
frecvența rețelei, Q(E –Oy-(c.f.r.) ), se determină cu relația (14.33.1).
');
disp('Introduceți Qeoprimar și Qeosupraincalzire pentru fiecare oxid
luat în calcul');
Qeoprimar1=input('Qeoprimar1=');
Qeosupraincalzire1=('Qeosupraincalzire1=');
Qeoprimar2=input('Qeoprimar2=');
Qeosupraincalzire2=('Qeosupraincalzire2=');
Qeoprimar3=input('Qeoprimar3=');
Qeosupraincalzire3=('Qeosupraincalzire3=');
Qeoprimar4=input('Qeoprimar4=');
Qeosupraincalzire4=('Qeosupraincalzire4=');
Qeoprimar5=input('Qeoprimar5=');
Qeosupraincalzire5=('Qeosupraincalzire5=');
Qeoprimar6=input('Qeoprimar6=');
Qeosupraincalzire6=('Qeosupraincalzire6=');
Qeoprimar7=input('Qeoprimar7=');
Qeosupraincalzire7=('Qeosupraincalzire7=');
Qeoprimar8=input('Qeoprimar8=');
Qeosupraincalzire8=('Qeosupraincalzire8=');
Qeoprimar9=input('Qeoprimar9=');
Qeosupraincalzire9=('Qeosupraincalzire9=');
Qeoprimar10=input('Qeoprimar10=');
Qeosupraincalzire10=('Qeosupraincalzire10=');
geo1=Qeoprimar1+Qeosupraincalzire1
geo2=Qeoprimar2+Qeosupraincalzire2
geo3=Qeoprimar3+Qeosupraincalzire3
geo4=Qeoprimar4+Qeosupraincalzire4
geo5=Qeoprimar5+Qeosupraincalzire5
geo6=Qeoprimar6+Qeosupraincalzire6
geo7=Qeoprimar7+Qeosupraincalzire7
geo8=Qeoprimar8+Qeosupraincalzire8

```

```

geo9=Qeoprimar9+Qeosupraincalzire9
geo10=Qeoprimar10+Qeosupraincalzire10
disp('Introduceti q(ExOy ) – cantitatea de căldură ce se degajă din
formarea unui mol de oxid ExOy, prin oxidare cu oxigen, în kJ/mol de
ExOy – tabelul 14.6.');
```

qExOy1=input('qExOy1=');
qExOy2=input('qExOy2=');
qExOy3=input('qExOy3=');
qExOy4=input('qExOy4=');
qExOy5=input('qExOy5=');
qExOy6=input('qExOy6=');
qExOy7=input('qExOy7=');
qExOy8=input('qExOy8=');
qExOy9=input('qExOy9=');
qExOy10=input('qExOy10=');

```

disp('introduceti valorile pentru M(ExOy) – masa moleculară a
oxidului ExOy – tabelul 14.6.');
```

MExOy1=input('MExOy1=');
MExOy2=input('MExOy2=');
MExOy3=input('MExOy3=');
MExOy4=input('MExOy4=');
MExOy5=input('MExOy5=');
MExOy6=input('MExOy6=');
MExOy7=input('MExOy7=');
MExOy8=input('MExOy8=');
MExOy9=input('MExOy9=');
MExOy10=input('MExOy10=');

```

disp('Introduceti Qefectiv');
```

Qefectiv=input('Qefectiv=');

```

Qexoy1=geo1*qExOy1*1000/MExOy1
Qexoy2=geo2*qExOy2*1000/MExOy2
Qexoy3=geo3*qExOy3*1000/MExOy3
Qexoy4=geo4*qExOy4*1000/MExOy4
Qexoy5=geo5*qExOy5*1000/MExOy5

```

$Q_{exoy6} = geo6 \cdot q_{ExOy6} \cdot 1000 / M_{ExOy6}$
 $Q_{exoy7} = geo7 \cdot q_{ExOy7} \cdot 1000 / M_{ExOy7}$
 $Q_{exoy8} = geo8 \cdot q_{ExOy8} \cdot 1000 / M_{ExOy8}$
 $Q_{exoy9} = geo9 \cdot q_{ExOy9} \cdot 1000 / M_{ExOy9}$
 $Q_{exoy10} = geo10 \cdot q_{ExOy10} \cdot 1000 / M_{ExOy10}$

disp('De exemplu, dacă $g(Ex\ Oy) = 0,4$ kg/100 kg de înc.met.; $q(SiO_2) = -861,37$ kJ/mol de SiO_2 ; $M(SiO_2) = 60$ g, $Q-(SiO_2) = 0,4 \cdot 861,37 / 60 = -5742,46$ kJ/100 kg înc.met. ');

disp('Cantitatea totală de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică $Q(\text{total ExOy.c.f.m.m.})$ ');

disp('se determină cu relația (14.35), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu relația (14.35.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q(\text{total ExOy.c.f.r.})$, în kJ/100 kg înc.met. ');

$Q_{totalexoy} = 120007$

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q(\text{total Ex Oy cuptor})$, în kg/cuptor, se determină cu relația (14.36), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1) ');

disp('în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la frecvența rețelei, $Q(\text{total Ex Oy cuptor c.f.r.})$, în kJ/cuptor. ');

$Q_{totalexoycuptor} = Q_{efectiv} \cdot Q_{totalexoy} / 100$

disp('CALDURA de FORMARE a ZGURII');

disp('Marea majoritate a oxizilor Ex Oy formați în timpul topirii și supraîncălzirii în stare lichidă, o dată ajunși la suprafața băii metalice, interacționează chimic între ei și formează zgura, respectiv combinații chimice oxidice complexe. ');

disp('Viteza de reacție dintre oxizi și natura combinațiilor chimice oxidice complexe care rezultă, sunt în funcție de mai mulți factori, temperatura zgurii, bazicitatea și aciditatea zgurii, respectiv

caracterul neutru al oxizilor și cantitatea de oxizi fiind cei mai importanți.);

disp('Deoarece nu se cunosc ponderile proceselor de formare a combinațiilor chimice oxidice complexe, un calcul simplu pentru cantitatea de căldură care se degajă în timpul formării respectivelor combinații chimice complexe, nu se poate realiza.');

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, $Q_{\text{formare zg.}}$, în kJ/100 kg de înc.met., se calculează cu relația (14.52).');

disp('Introduceți g_{zg} . reprezintă cantitatea de zgură, în kg/100 kg de înc.met.; $c_{\text{form.zg.}}$ – căldura specifică de formare a zgurii, în kJ/kg de zgură.');

$g_{\text{zg}} = \text{input}('g_{\text{zg}} =');$

$c_{\text{form.zg.}} = \text{input}('c_{\text{form.zg.}} =');$

$Q_{\text{formare zg.}} = g_{\text{zg}} + c_{\text{form.zg.}}$

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, dintr-un cuptor, $Q_{\text{formare zg.cuptor}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.53));

$Q_{\text{formare zg.cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} * Q_{\text{formare zg.}} / 100$

disp('în care Q_{efectiv} se exprimă în kg; $Q_{\text{formare zg.}}$ se exprimă în kJ/100 kg de înc.met.');

disp('Consideratii tehnice:');

disp('Căldura de formare a zgurii reprezintă, în %, valori mici. De exemplu, la furnal, căldura de formare a zgurii are o pondere de 0,02% din totalul de căldură ce se introduce în furnal, [21].');

disp('Sursa [67] nu prezintă în bilanțurile termice ale elaborării fontei în cubilou căldura de formare a zgurii – prezintă doar căldura rezultată din oxidarea elementelor chimice din încărcătura metalică, căldura de formare a zgurii fiind neglijată.');

disp('Sursa [8] neglijează căldura de formare a zgurii, cel mult incluzând-o în categoria reacții exoterme (2,5...5% din totalul de surse de energie).');

disp('În cazul actualului bilanț termic se neglijează participarea la bilanțul termic a căldurii de formare a zgurii, cu atât mai mult cu cât

temperatura zgurii este mică – mai mică decât cea a băii metalice – și cu atât mai mult cu cât zgura are un caracter pronunțat acid – compoziția chimică clasică este 45...70% SiO₂, 5...30% (FeO+Fe₂O₃), 2...20% MnO și 0,2...20% Al₂O₃. În cazul în care în încărcătura cuptorului se introduc materiale reducătoare, cantitatea de FeO din zgură scade până la valori mai mici de 2%. De exemplu, o zgură obținută în urma utilizării în încărcătură de reducător SiC, are următoarea compoziție chimică: 62,14%SiO₂, 1,81% FeO, 0,16%Fe₂O₃, 12,25%CaO, 18,31% Al₂O₃, 0,15%MnO și alți oxizi în rest până la 100%. În acest caz se remarcă doar prezența unui oxid bazic în zgură, respectiv CaO care va interacționa chimic semnificativ cu SiO₂, o asemenea situație însemnând o cantitate mică de căldură de formare a zgurii.);

disp('CANTITATEA de ENERGIE PRELUATA de la RETEA');

disp('Randamentul termic al cuptorului se determină în funcție de diametrul interior al creuzetului, diametrul interior al spirei inductorului, coeficientul de zveltețe al băii metalice, conductivitatea termică a materialului refractar, timpul de topire și capacitatea nominală a cuptorului. În condiții practice, variază în intervalul 0,75...0,9, [42].');

disp('Randamentul electric al cuptorului se determină în funcție de coeficientul de zveltețe al băii metalice, capacitatea nominală a cuptorului, raportul funcțiilor rezistențelor, factorul de umplere axială al țevilor, raportul dintre diametrul interior al inductorului și înălțimea inductorului și raportul dintre funcția auxiliară -M pentru calculul inductivității mutuale între țevi concentrice cuplate magnetic și funcția auxiliară - pentru calculul inductivității de dispersie a unei țevi, raport considerat la partea a doua, [69].');

disp('În condiții practice, variază în intervalul 0,6...0,8, [42].');

disp('Conform relației (14.65), -cuptor variază între limitele 0,45...0,72.');

disp('P_n reprezintă puterea nominală a sursei, în kW – tabelul 14.1 sau tabelele 14.2 și 14.3.');

disp('-(menț.) reprezintă timpul de menținere a fontei lichide, la temperatura de supraîncălzire, în ore (h). Timpul necesar încălzirii materialelor de corecție sau a altor materiale (inclusiv cele de diluare) este inclus în factorul $(0,24 \cdot Q) / (860 \cdot \dots)$, așa încât, -(menț.) se referă la perioada de timp determinată de manevrele care se fac cu diverse utilaje în vederea introducerii în cuptor a respectivelor materiale. - (menț.) se adoptă în funcție de dotare, numărul de operații de corectare a compoziției chimice a fontei lichide, natura tratamentului metalurgic etc., apreciindu-se că variază în intervalul – dacă există tratamente metalurgice – 0,15...0,85 h.);

disp('Puterea absorbită de cuptor se numește putere utilă – P_u –, în kW, și se determină cu relația (14.66));

disp('În cazul în care perioada de topire calculată – -(topire calc.) – este mai mică, semnificativ, decât perioada de topire, -(topire), înseamnă că puterea nominală avută la dispoziție determină o perioadă de topire mai mică decât perioada de topire calculată.');

disp('În cazul în care elaborarea se face în cuptor ce funcționează cu frecvența medie mai mare iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare decât 0°C, graficul bilanțului termic este de forma celui prezentat în figura 14.1 – toate participațiile la bilanțul termic se exprimă în kJ/cuptor, și sunt reprezentate în %.);

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q(\text{total Ex Oy cuptor})$, în kg/cuptor, se determină cu relația (14.36).');

disp('În cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la frecvența rețelei, $Q(\text{total Ex Oy cuptor c.f.r.})$, în kJ/cuptor.');

disp('Toate reacțiile de oxidare sunt exoterme.');

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea elementului chimic E, din încărcătură, în cazul elaborării în cuptoare ce funcționează la frecvență medie sau mare, $Q(\text{Ex -Oy-(c.f.m.m.)})$ ');

disp('În kJ/100 kg de înc.met., se determină cu relația (14.33) iar în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la

frecvența rețelei, $Q(\text{Ex} - \text{O-y-(c.f.r.)}$), se determină cu relația (14.33.1). ');

disp('Introduceti Qeoprimar si Qeosupraincalzire pentru fiecare oxid luat in calcul');

Qeoprimar1=input('Qeoprimar1=');
 Qeosupraincalzire1=('Qeosupraincalzire1=');
 Qeoprimar2=input('Qeoprimar2=');
 Qeosupraincalzire2=('Qeosupraincalzire2=');
 Qeoprimar3=input('Qeoprimar3=');
 Qeosupraincalzire3=('Qeosupraincalzire3=');
 Qeoprimar4=input('Qeoprimar4=');
 Qeosupraincalzire4=('Qeosupraincalzire4=');
 Qeoprimar5=input('Qeoprimar5=');
 Qeosupraincalzire5=('Qeosupraincalzire5=');
 Qeoprimar6=input('Qeoprimar6=');
 Qeosupraincalzire6=('Qeosupraincalzire6=');
 Qeoprimar7=input('Qeoprimar7=');
 Qeosupraincalzire7=('Qeosupraincalzire7=');
 Qeoprimar8=input('Qeoprimar8=');
 Qeosupraincalzire8=('Qeosupraincalzire8=');
 Qeoprimar9=input('Qeoprimar9=');
 Qeosupraincalzire9=('Qeosupraincalzire9=');
 Qeoprimar10=input('Qeoprimar10=');
 Qeosupraincalzire10=('Qeosupraincalzire10=');

geo1=Qeoprimar1+Qeosupraincalzire1
 geo2=Qeoprimar2+Qeosupraincalzire2
 geo3=Qeoprimar3+Qeosupraincalzire3
 geo4=Qeoprimar4+Qeosupraincalzire4
 geo5=Qeoprimar5+Qeosupraincalzire5
 geo6=Qeoprimar6+Qeosupraincalzire6
 geo7=Qeoprimar7+Qeosupraincalzire7
 geo8=Qeoprimar8+Qeosupraincalzire8
 geo9=Qeoprimar9+Qeosupraincalzire9
 geo10=Qeoprimar10+Qeosupraincalzire10

```

disp('Introduceti q(ExOy ) – cantitatea de căldură ce se degajă din
formarea unui mol de oxid ExOy, prin oxidare cu oxigen, în kJ/mol de
ExOy – tabelul 14.6.');
```

qExOy1=input('qExOy1=');
qExOy2=input('qExOy2=');
qExOy3=input('qExOy3=');
qExOy4=input('qExOy4=');
qExOy5=input('qExOy5=');
qExOy6=input('qExOy6=');
qExOy7=input('qExOy7=');
qExOy8=input('qExOy8=');
qExOy9=input('qExOy9=');
qExOy10=input('qExOy10=');

```

disp('introduceti valorile pentru M(ExOy) – masa moleculară a
oxidului ExOy – tabelul 14.6.');
```

MExOy1=input('MExOy1=');
MExOy2=input('MExOy2=');
MExOy3=input('MExOy3=');
MExOy4=input('MExOy4=');
MExOy5=input('MExOy5=');
MExOy6=input('MExOy6=');
MExOy7=input('MExOy7=');
MExOy8=input('MExOy8=');
MExOy9=input('MExOy9=');
MExOy10=input('MExOy10=');

```

disp('Introduceti Qefectiv');
```

Qefectiv=input('Qefectiv=');

```

Qexoy1=geo1*qExOy1*1000/MExOy1
Qexoy2=geo2*qExOy2*1000/MExOy2
Qexoy3=geo3*qExOy3*1000/MExOy3
Qexoy4=geo4*qExOy4*1000/MExOy4
Qexoy5=geo5*qExOy5*1000/MExOy5
Qexoy6=geo6*qExOy6*1000/MExOy6
Qexoy7=geo7*qExOy7*1000/MExOy7

```

$Q_{exoy8} = g_{exoy8} \cdot q_{exoy8} \cdot 1000 / M_{exoy8}$
 $Q_{exoy9} = g_{exoy9} \cdot q_{exoy9} \cdot 1000 / M_{exoy9}$
 $Q_{exoy10} = g_{exoy10} \cdot q_{exoy10} \cdot 1000 / M_{exoy10}$

disp('De exemplu, dacă $g(Ex\ Oy) = 0,4\text{ kg}/100\text{ kg}$ de înc. met.; $q(SiO_2) = -861,37\text{ kJ/mol}$ de SiO_2 ; $M(SiO_2) = 60\text{ g}$, $Q(SiO_2) = 0,4 \cdot 861,37 / 60 = -5742,46\text{ kJ}/100\text{ kg}$ înc.met. ');

disp('Cantitatea totală de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică $Q(\text{total ExOyc.f.m.m.})$ ');

disp('se determină cu relația (14.35), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează cu frecvență medie sau mare și cu relația (14.35.1) în cazul în care elaborarea se face în cuptoare ce funcționează la frecvența rețelei, $Q(\text{total ExOyc.f.r.})$, în $\text{kJ}/100\text{ kg}$ înc.met. ');

$Q_{totalexoy} = 120007$

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q(\text{total Ex Oy cuptor})$, în kg/cuptor , se determină cu relația (14.36), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1), ');

disp('în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la frecvența rețelei, $Q(\text{total Ex Oy cuptor c.f.r.})$, în kJ/cuptor . ');

$Q_{totalexoycuptor} = Q_{efectiv} \cdot Q_{totalexoy} / 100$

disp('CALDURA de FORMARE a ZGURII');

disp('Marea majoritate a oxizilor Ex Oy formați în timpul topirii și supraîncălzirii în stare lichidă, o dată ajunși la suprafața băii metalice, interacționează chimic între ei și formează zgura, respectiv combinații chimice oxidice complexe. ');

disp('Viteza de reacție dintre oxizi și natura combinațiilor chimice oxidice complexe care rezultă, sunt în funcție de mai mulți factori, temperatura zgurii, bazicitatea și aciditatea zgurii, respectiv caracterul neutru al oxizilor și cantitatea de oxizi fiind cei mai importanți. ');

disp('Deoarece nu se cunosc ponderile proceselor de formare a combinațiilor chimice oxidice complexe, un calcul simplu pentru cantitatea de căldură care se degajă în timpul formării respectivelor combinații chimice complexe, nu se poate realiza.');

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, $Q_{\text{formare zg.}}$, în kJ/100 kg de înc.met., se calculează cu relația (14.52).');

disp('Introduceți g_{zg} . reprezintă cantitatea de zgură, în kg/100 kg de înc.met.; $c_{\text{form.zg.}}$ – căldura specifică de formare a zgurii, în kJ/kg de zgură.');

$g_{\text{zg}} = \text{input}('g_{\text{zg}} =');$
 $c_{\text{form.zg.}} = \text{input}('c_{\text{form.zg.}} =');$
 $Q_{\text{formare.zg.}} = g_{\text{zg}} + c_{\text{form.zg.}}$

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă ca urmare a desfășurării reacțiilor chimice de formare a zgurii, dintr-un cuptor, $Q_{\text{formare zg.cuptor}}$, în kJ/cuptor, se determină cu relația (14.53));
 $Q_{\text{formare.zg.cuptor}} = Q_{\text{efectiv}} * Q_{\text{formare.zg.}} / 100$

disp('În care Q_{efectiv} se exprimă în kg; $Q_{\text{formare zg.}}$ se exprimă în kJ/100 kg de înc.met.');

disp('Consideratii tehnice:');

disp('Căldura de formare a zgurii reprezintă, în %, valori mici. De exemplu, la furnal, căldura de formare a zgurii are o pondere de 0,02% din totalul de căldură ce se introduce în furnal, [21].');

disp('Sursa [67] nu prezintă în bilanțurile termice ale elaborării fontei în cubilou căldura de formare a zgurii – prezintă doar căldura rezultată din oxidarea elementelor chimice din încărcătura metalică, căldura de formare a zgurii fiind neglijată.');

disp('Sursa [8] neglijează căldura de formare a zgurii, cel mult incluzând-o în categoria reacții exoterme (2,5...5% din totalul de surse de energie).');

disp('În cazul actualului bilanț termic se neglijează participarea la bilanțul termic a căldurii de formare a zgurii, cu atât mai mult cu cât temperatura zgurii este mică – mai mică decât cea a băii metalice – și cu atât mai mult cu cât zgura are un caracter pronunțat acid –

compoziția chimică clasică este 45...70% SiO₂, 5...30% (FeO+Fe₂O₃), 2...20% MnO și 0,2...20% Al₂O₃. În cazul în care în încărcătura cuptorului se introduc materiale reducătoare, cantitatea de FeO din zgură scade până la valori mai mici de 2%. De exemplu, o zgură obținută în urma utilizării în încărcătură de reducător SiC, are următoarea compoziție chimică: 62,14%SiO₂, 1,81% FeO, 0,16%Fe₂O₃, 12,25%CaO, 18,31% Al₂O₃, 0,15%MnO și alți oxizi în rest până la 100%. În acest caz se remarcă doar prezența unui oxid bazic în zgură, respectiv CaO care va interacționa chimic semnificativ cu SiO₂, o asemenea situație însemnând o cantitate mică de căldură de formare a zgurii.);

disp('CANTITATEA de ENERGIE PRELUATA de la RETEA');

disp('Randamentul termic al cuptorului se determină în funcție de diametrul interior al creuzetului, diametrul interior al spirei inductorului, coeficientul de zveltețe al băii metalice, conductivitatea termică a materialului refractar, timpul de topire și capacitatea nominală a cuptorului. În condiții practice, variază în intervalul 0,75...0,9, [42].');

disp('Randamentul electric al cuptorului se determină în funcție de coeficientul de zveltețe al băii metalice, capacitatea nominală a cuptorului, raportul funcțiilor rezistențelor, factorul de umplere axială al țevelor, raportul dintre diametrul interior al inductorului și înălțimea inductorului și raportul dintre funcția auxiliară -M pentru calculul inductivității mutuale între țevi concentrice cuplate magnetic și funcția auxiliară - pentru calculul inductivității de dispersie a unei țevi, raport considerat la partea a doua, [69].');

disp('În condiții practice, variază în intervalul 0,6...0,8, [42].');

disp('Conform relației (14.65), -cuptor variază între limitele 0,45...0,72.');

disp('P_n reprezintă puterea nominală a sursei, în kW – tabelul 14.1 sau tabelele 14.2 și 14.3.');

disp('-(menț.) reprezintă timpul de menținere a fontei lichide, la temperatura de supraîncălzire, în ore (h). Timpul necesar încălzirii materialelor de corecție sau a altor materiale (inclusiv cele de diluare)

este inclus în factorul $(0,24 \cdot Q) / (860 \cdot t)$, așa încât, -(ment.) se referă la perioada de timp determinată de manevrele care se fac cu diverse utilaje în vederea introducerii în cuptor a respectivelor materiale. - (ment.) se adoptă în funcție de dotare, numărul de operații de corectare a compoziției chimice a fontei lichide, natura tratamentului metalurgic etc., apreciindu-se că variază în intervalul – dacă există tratamente metalurgice – 0,15...0,85 h.);

disp('Puterea absorbită de cuptor se numește putere utilă – P_u –, în kW, și se determină cu relația (14.66)');

disp('În cazul în care perioada de topire calculată – -(topire calc.) – este mai mică, semnificativ, decât perioada de topire, -(topire), înseamnă că puterea nominală avută la dispoziție determină o perioadă de topire mai mică decât perioada de topire calculată.');

disp('În cazul în care elaborarea se face în cuptor ce funcționează cu frecvența medie mai mare iar materialele ce se introduc în cuptor au temperatura mai mare decât 0°C , graficul bilanțului termic este de forma celui prezentat în figura 14.1 – toate participațiile la bilanțul termic se exprimă în kJ/cuptor, și sunt reprezentate în %.);

disp('Cantitatea de căldură ce se degajă din oxidarea tuturor elementelor chimice din încărcătura metalică, dintr-un cuptor, $Q(\text{total Ex Oy cuptor})$, în kg/cuptor, se determină cu relația (14.36).');

disp('În cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează cu frecvență medie sau mare, și cu relația (14.36.1), în cazul în care elaborarea se face în cuptoare care funcționează la frecvența rețelei, $Q(\text{total Ex Oy cuptor c.f.r.})$, în kJ/cuptor.');

Bibliografie

- [1]. Lupincă, C.I. și Ripoșan, I. Influența fontelor brute sintetice asupra calității fontelor cenușii nealiate, elaborate în cuptoare cu inducție. București. Revista de Turnătorie. nr. 7, 8. 2003. p.3...5;
- [2]. Ripoșan, I. Sorelmetal face posibilă utilizarea fierului vechi obișnuit la producerea pieselor de înaltă calitate turnate din Fgn. București. Revista de Turnătorie nr. 3/2002. p.5...11;
- [3]. Ripoșan, I. Stabilizarea producerii Fgn feritice și perlitice prin utilizarea Sorelmetal în încărcătură. București. Revista de Turnătorie nr. 1, 2/2003, p. 6...12;
- [4]. Prodan, N. Utilizarea unor produse metalurgice secundare în turnătorie. București. Revista de Turnătorie, nr. 2/2000.p.43...46;
- [5]. Ștefănescu, C.ș.a. Îndrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii. București. Editura Tehnică.1985, vol. I;
- [6]. Cojocaru-Filipiuc, V. Fonte-obținere. Iași. Editura "Samia".2003;
- [7]. Cojocaru, V. Bazele teoretice ale elaborării aliajelor. Iași. Institutul Politehnic Iași. 1993;
- [8]. Sofroni, L., Ripoșan, I., Brabie, V. și Chișamera, M.Turnarea fontei. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1985;
- [9]. Cosneanu, C., Covacevici, V., Dumitrescu, V. și Vicenz, C. Elaborarea aliajelor de turnătorie în cuptoare electrice prin inducție. București. Editura Tehnică.1974;
- [10]. Ripoșan, I. și Chișamera, M. Tehnologia elaborării și turnării fontei. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1981.
- [11]. Cojocaru, V. Elaborarea și turnarea aliajelor feroase (elaborarea și turnarea fontei). Iași. Institutul Politehnic. 1987.

- [12]. Anghel, I. Sudarea oțelurilor aliate. București. Editura Tehnică. 1993;
- [13]. Comisia de standardizare. Fonte și oțeluri. București. Editura Tehnică. 1955;
- [14]. Tripșa, I., Hătărăscu, O. și Rozolimo, P. Obținerea directă a fierului din minereu. București. Editura Tehnică. 1976.
- [15]. Ripoșan, I. și Sofroni, L. Fonta cu grafit vermicular. București. Editura Tehnică. 1984.
- [16]. Oprea, F., Taloi, D., Constantin, I. și Roman, R. Teoria proceselor metalurgice. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1978;
- [17]. Tripșa, I., Oprea, F. și Dragomir, I. Bazele teoretice ale metalurgiei extractive. București. Editura Tehnică. 1967;
- [18]. Dragomir, I. Teoria proceselor siderurgice. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1985;
- [19]. Tripșa, I. ș.a. Mică enciclopedie de metalurgie. București. Editura Științifică și Enciclopedică. 1980;
- [20]. Sofroni, L. și Ștefănescu, D.M. Fonte speciale. București. Editura Tehnică. 1974;
- [21]. Gâdea, S. ș.a. Manualul inginerului metalurg. București. Editura Tehnică. 1978. vol. I;
- [22]. Sofroni, L. Elaborarea și turnarea aliajelor. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1975;
- [23]. Cojocaru-Filipiuc, V. Instalație de preîncălzire și încărcare. Brevet de invenție. România. Nr. 114.037.1998;
- [24]. Cojocaru-Filipiuc, V. Instalație de preîncălzire a materialelor de adaos. Brevet de invenție. România. Nr. 114281.1999;
- [25]. Laplanche, H. Les fontes et leurs traitements thermiques. Paris. Pyc – Edition – Desforges. 1975;

- [26]. Sterian, C., Catană, V., Holban, V. și Popovici, R. Economia de cocs la elaborarea fontelor în cubilou. București. Editura Tehnică. 1986;
- [27]. Ripoșan, I. Materiale de carburare performante românești pentru fonte. București. Revista de Turnătorie. Nr. 5, 6.2004. p. 18...22;
- [28]. Ripoșan, I. Evaluarea materialelor de carburare pentru fonte. București. Revista de Turnătorie. Nr. 1. 2002. p. 10...13;
- [29]. Bednar, V. și Bednar, H. Chimie fizică generală. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1978;
- [30]. Gâdea, S. ș.a. Manualul inginerului metalurg. București. Editura Tehnică. 1982; vol. al II-lea;
- [31]. Cheșa, I., Lașcu-Simion, N., Mureșanu, C., Rizescu, C. și Teodorescu, M.S. Mărci și produse de oțel. București. Editura Tehnică. 1989;
- [32]. Cojocar, V. Fonte utilizate în construcția de mașini. Iași. Editura "Gh. Asachi". 1996;
- [33]. Vacu, S. ș.a. Metalurgia feroaliajelor. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1980;
- [34]. Ștefănescu, C. ș.a. Îndrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii. Editura Tehnică. Volumul al II-lea. 1986;
- [35]. Oficiul de Informare Documentară. Normativ de protecție a muncii pentru industria de utilaj greu, construcții de mașini și electrotehnică. București. I.C.I.E. 1987. volumul 2;
- [36]. Oficiul de Informare Documentară pentru industria constructoare de mașini. Normativ de protecție a muncii pentru industria de utilaj greu, construcții de mașini și electrotehnică. București. I.C.I.E. 1987. volumul 1;
- [37]. Rădulescu, C.G. Îndrumător tehnologic al muncitorilor turnători. București. Editura Tehnică. 1981;
- [38]. Rău, A. și Tripșa, I. Metalurgia oțelului. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1973;

- [39]. Sofroni, L. și Ștefănescu, D.M. Fonte modificate. București. Editura Tehnică. 1971.
- [40]. Sofroni, L., Ștefănescu, D.M. și Vincenz, C. Fonta cu grafit nodular. București. Editura Tehnică. 1978;
- [41]. Cojocaru-Filipiuc, V. Nodulizarea grafitului în fonte – aspecte teoretice. Iași. Editura „Politehniunum”. 2007;
- [42]. Comșa, D. și Pantelemon, L. Electrotermie. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1983;
- [43]. Saimac, A., Roșu, E. și Gostian, C. Utilizarea energiei electrice în metalurgie. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1980;
- [44]. Bauman, B.A. Topituri metalice. București. Editura Tehnică. 1974;
- [45]. Cojocaru-Filipiuc, V. The best moment of the introduction of the carbonizing material in the furnace, for iron manufacture. București. Metalurgia Internațional. Nr. 8. 2009.p.10-15;
- [46]. Saimac, A., Roșu, E. și Gostian, C. Utilizarea energiei electrice în metalurgie. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1980;
- [47]. Vacu, S., Berceanu, E., Niță, P.S. și Nicolae, M. Metalurgia feroaliajelor . București. Editura Didactică și Pedagogică. 1980.
- [48]. Chișamera, M. ș.a. Influența caracteristicilor fizico-chimice ale carburii de calciu tehnice asupra capacității sale desulfurante. Revista de Turnătorie. Nr. 2. 2000. P. 12...16;
- [49]. xxx. Normativ de protecție a muncii. București. Oficiul de Informare Documentară. Volumul al 2-lea. 1987;
- [50]. xxx. Normativ de protecție a muncii. București. Oficiul de Informare Documentară. Volumul 1. 1987;
- [51]. Micu, E. Construcția și exploatarea cuptoarelor de topire din industrie. București. Editura Tehnică. 1975;

- [52]. Abramov, G. Foundry practice. Moscova. Mir Publishers, 1986;
- [53]. Rău, A. și Tripșa, I. Metalurgia oțelului. București. Editura Didactică și Pedagogică. 1973;
- [54]. Ștefănescu, C. și Ștefănescu, D.M. Îndreptar pentru turnători. Editura Tehnică.1972;
- [55]. Plessiers, J.ș.a. The quick determinativ of the degree of nodularity of magnesium treated irons by measuring the relative thermal conductivity two, parts of a sample composed of two bars of different diameters by means of a single cooling curve. Fonderie belge, 1978, nr. 4, p.15...24;
- [56]. Horak, L. și Hala, M. Ověření termické a diferenciální termické analýzy při provozní kontrole jakosti šede a tvárné litiny. Slévarenství, nr.11, 1981. P. 456...460;
- [57]. Luca, E. ș.a. Analiza structurală prin metode fizice. București. Editura Academiei R.S.R. Vol. Al II-lea. 1985,
- [58]. Tuller, A.G. Nondestructive Assessment of the Properties of Ductile Iron Casting. Trans. Amer. Foundry men's Soc. Proc. 84th, Annu. Meet. St. Luis. Miss. 1980. Vol.88, Des Plaines, III, 1980. p.751...768 (Ekspress informația, nr. 29, 1983, p.1...14);
- [59]. Sofroni, L. și Onica, V.C. Tendințe și realizări în domeniul producției de piese turnate. Revista de Turnătorie, nr.1. 2002. P. 36...42;
- [60]. Cojocaru, V. și Iosef-Mihăilescu, C. Analiza gradului de compactitate a grafitului utilizând metoda cu curenți turbionari. Metalurgia. Nr.12. 1996.p.57...61;
- [61]. Kučera, P. Využití přístroje Magnatest pro zjišťování tvrdosti odlitků z tvárné litiny. Slévarenství, nr.8, 1982. P. 322...324;
- [62]. Asavinei, I. și Niculescu, C. Măsurarea temperaturilor înalte – metode pirometrice. București. Editura Tehnică. 1988;

[63]. Matlab 7. The MathWorks.

[64]. Nicanor Cimpoesu și Vasile Cojocaru-Filipiuc.
Aspecte ale elaborării și pachetul de programe pentru
proiectarea asistată de calculator a elaborării fontei în cuptoare
cu inducție, cu creuzet, Iași, Editura Universitas XXI, 2010.