

UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”
FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE
DEPARTAMENTI: MATERIALE DHE METALURGJI

PUNIM DIPLOME

Kandidati:

Leutrim GËRXHALIU

Mentori:

Prof. asoc. Dr. Izet IBRAHIMI

MITROVICË, 2023

UNIVERSITETI I MITROVICËS "ISA BOLETINI"
FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE
DEPARTAMENTI: MATERIALE DHE METALURGJI
PROGRAMI: METALURGJI

**QASJET E REJA TË DESULFURIMIT TË Fe-Ni NË
KONVERTOR, MUNDËSI E REDUKTIMIT TË KOSTOVE
DHE PËRMIRËSIMIT TË CILËSISË SË FERRONIKELIT**

Kandidati:

Leutrim Gërxhaliu

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Izet IBRAHIMI

MITROVICË, 2023

**UNIVERSITY OF MITROVICA “ISA BOLETINI”
FACULTY OF GEOSCIENCES
DEPARTMENT FOR MATERIALS AND METALLURG
METALLURGY BRANCH**



**NEW APPROACHES FOR DESULPHIZATION OF Fe-Ni IN
CONVERTER, POSSIBILITY OF COST REDUCTION AND
QUALITY IMPROVEMENT OF FERRONICKEL**

**Candidate:
Leutrim GËRXHALIU**

**Mentor:
Prof. Asoc. Dr. Izet Ibrahimimi**

MITROVICA, 2023

Ky punim është përpiluar dhe dorëzuar në plotësimin e pjesshëm të obligimeve për të fituar gradën master në metalurgji.

Deklarata e autorësisë

Ky punim diplome i nivelit master është puna ime origjinale duke respektuar autorsinë e çdo burimi të informacioneve dhe rregullave për një punim të mirëfillt shkencor, dhe nuk është dorëzuar, në tërësi apo pjesërisht, për ndonjë gradë në këtë apo ndonjë universitet tjetër.

Sipas njohurisë time, punimi nuk përmbanë asnjë material të botuar ose shkruar nga ndonjë person tjetër, përveç siç deklarohet në brendi të tekstit.

Gjithashtu, deklaroj se në shkrimin e punimit kam respektuar rregullat etike të punës shkencore dhe akademike të UMIB-it.

Leutrim Gërxhaliu
(nënshkrimi)

I PËRMBLEDHJE

Shkrirja e xeheve oksido-laterite të nikelit dhe rafinimi i ferronikelit lëndor, është proces pirrometalurgjik majft komplekse, meqë ai përcillet me konsum të lartë të lëndëve djegëse, energjisë dhe lëndëve tjera teknologjike. Sipas skemës tekniko-teknologjike aktuale të përfitimit të ferronikelit në shkritoren e Drenasit, procesin e përcjellin funksionaliteti jo eficient i paisjeve, nivel i ulët i optimizimit dhe shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese. Këto disavantazhe, përveç përbërjeve komplekse të xehës, e cila përcillet me koncentrim të larta të SiO_2 , oksideve të hekuri t, lagështisë dhe përbërjes së vogël të nikelit janë edhe si rezultat i skemës tekniko-teknologjike jo kompatible me qasjet e reja në metalurgji.

Përfitimi i ferronikelit nga xehet okside në nivel botëror me qëllim të shfrytëzimit racional të resurseve minerare, enegjisë dhe mbrojtjes së mjedisit ka avancuar qasjet duke zgjeruar skemat teknologjike me të ashtuqjaturat mes-faza të procesit, siç janë; integrimi i mesfazave të reja të përgatitjes së xeheve – peletizmit, fërgimit, shkrirjes, desulfurimit si dhe shfrytëzimin e të gjitha mesprodukteve të procesit, qoftë përmes rikthimit të tyre në proces, apo rivitalizmit deri në resurse të vlefshme për industri, duke ndikuar kështu drejtpërsëdrejti në optimizim, kosto e prodhimit dhe cilësinë e produkteve. Në kuadër të këtyre përpjekjeve, qasjet e reja të desulfurimit të ferronikelit në rastet kur ai zhvillohet sipas rrugës furrë rrotulluese – furrë, furrë elektrike - konvertor është prej caqeve më të rëndësishme të industrisë metalurgjike. Kjo për arsye se procesi i rafinimit, përveç që reflekton kosto të larta prodhuese, ai njëkohësisht determinon cilësinë e produktit (Fe-Ni të rafinaur), shfrytëzimin e kapaciteteve prodhuese dhe nivelin e efektivitetit dhe eficiencës së agregateve metalurgjike.

Gjatë këtij rasti studimor do të përpiqemi të argumentojmë nevojën e aplikimit të qasjeve të reja të desulfurimit të ferronikelit, përmes integritit të mes-fazave të desulfurimit jashtë furrës së deslfurimit në konvertor dhe optimalizimit të procesit të përfitimit të ferronikelit në mbeshtetje të lëndëve të para, resurseve, repromatrialeve dhe infrastrukturën tjetër aktuale në dispozicion. Modifikimet e pjesëshme përmes skemës aktuale tekniko-teknologjike të përfitimit të ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas përmes aplikimit të metodave të desulfurimit me reagjentët gjips gelqeror, që në fazën e sinterimit, desuflurimit jashtë furre dhe aplikimin e proceseve të fryerjes së kombinuar gjatë procesit të rafinimit në konvertorin LD. Një qasje e tillë tekniko-teknologjike do të siguroj funksionalitet të mirë të paisjeve, optimalizim me ekonomizim të procesit të prodhimit, mbrotje mjedisi, e mbi të gjitha në siguri të mjaftueshme të paimëve dhe përsoneleit.

Fjalët kyçe: Ferronikel, desulfurim, fryerje e kombinuar, reduktim kostosh, cilësi.

I ABSTRACT

The smelting of oxido-laterite nickel ores and the refining of material ferronickel is a rather complex pyrometallurgical process. With that, it is accompanied by high consumption of fuels, energy and other technological materials. According to the current technical-technological scheme of the benefit of ferronickel in foundry Drenas, the process is followed by inefficient functionality of the equipment, low level of optimization and utilization of production capacities. These disadvantages, in addition to the complex composition of the ore, which is accompanied by high concentrations of SiO_2 , iron oxides, moisture and a small nickel content, are also the result of the technical-technological scheme incompatible with new approaches in metallurgy.

The benefit of ferronickel from oxide ores at the world level in order to rationally use mining resources, energy and environmental protection has advanced the approaches by expanding the most so-called mid-phase technological schemes of the process, such as; the integration of new intermediate stages of ore preparation - pelleting, frying, smelting, desulfurization, as well as the use of all intermediate products of the process, leads through their return to the process, or revitalization to valuable resources for industry, thus influencing directly in optimization, product cost and product quality. Within these efforts, new approaches to desulfurization of ferronickel in cases where it is developed according to the rotary furnace-electric furnace-converter route is one of the most important goals of the metallurgical industry. This is because the refining process, in addition to reflecting high production costs, simultaneously determines the quality of the product (refined Fe-Ni), the utilization of production capacities and the level of effectiveness and efficiency of metallurgical aggregates.

During this case study, we will try to argue the need to apply new approaches to ferronickel desulfurization, through the integration of the mid-stages of external furred desulfurization and desulfurization in the converter and optimization of the ferronickel recovery process in support of raw materials, resources, repromaterials and other current infrastructure at disposal. Partial modifications through the current technical-technological scheme of the benefit of ferronickel in the "Ferronickel" foundry in Drenas through the application of desulfurization methods with limestone gypsum reagents, in the sintering phase, desulfurization outside the oven and the application of the combined fryer processes during the refining process in the LD converter. Such a technical-technological approach will ensure good functionality of the equipment, optimization and economy of the production process, environmental protection, and above all, sufficient safety of people and people.

Key words: *Ferronickel, desulphurization, combined blowing, cost reduction, quality.*

PËRMBLEDHJA

<u>Deklarata e autorësisë</u>	i
<u>FALËNDERIM</u>	ii
<u>I PËRMBLEDHJE</u>	iii
<u>II ABSTRACT</u>	iv
<u>IV LISTA E FIGURAVE</u>	v
<u>V LISTA E TABELAVE</u>	vi
<u>1. HYRJE</u>	10
<u>1.1 Struktura e punimit</u>	11
<u>1.2. Objektivat e studimit</u>	12
<u>1.3. Pyetjet kërkimore dhe hipoteza</u>	13
<u>2. METODOLOGJIA KËRKIMORE</u>	14
<u>2.1 Metodatat</u>	14
<u>3. SHFLETIMI I LITERATURËS</u>	15
<u>3.1 Metodatat e reja të desulfurimit-rafinimit të ferronikelit lëndor në konvertorët me oksigjen</u>	15
<u>3.2 Teknologjitë e reja të prodhimit të hekuri t, çelikut dhe ferrolegurave tjera</u>	19
<u>3.2.1 Shqetësimet nga ngrohja globale - sfida klimatike që përballen prodhuesit evropian të çelikut</u>	20
<u>3.2.2 Kapja dhe depozitimi i karbonit - CCS</u>	22

<u>3.3 Reduktimi i drejtëpërdrejtë i xeheve të hekurit me Hidrogjen në furrën Shahte</u>	25
<u>3.4 Teknologjitë e desulfurimit</u>	28
<u>4. DEKLARIMI I PROBLEMIT</u>	30
<u>4.1 Procesi i rafinimit të ferronikelit të papërpunuar të furrës elektrike</u>	35
<u>4.2 Karakteristikat teknike të konvertorit vertikal LD, 25 ton</u>	41
<u>4.3 Bilanci i materialit të procesit të rafinimit</u>	42
<u>5. METODAT E REJA TË DESULFURIMIT NË KONVERTOR</u>	45
<u>5.1 Metoda e desulfurimit që në fazën e sinterimit përmes reagjentëve gjips gëlqeror</u>	45
<u>5.2. Desulfurimi jashtë furre-kazan i ferronikelit lëndor</u>	46
<u>5.3. Desulfurimit i ferronikelit lëndor në konvertorët bazik me fryerje oksigjeni</u>	49
<u>5.4 Praktikë e ndryshme të prodhimit të çelikut dhe ferrolegurave tjera me oksigjen</u>	51
<u>6. DISKUTIMI I REZULTATEVE DHE REKOMANDIMET</u>	58
<u>7. PËRFUNDIME</u>	72
<u>8. REFERENCAT</u>	74

IV LISTA E FIGURAVE

<i>Figura 1: Rrugët kryesore dhe dytësore (të thjeshtuara) që përbëjnë të gjithë prodhimin evropian të çelikut , (1 pjesa e prodhimit në Evropë).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2. Një diagram konceptual i kapjes dhe ruatjes/depozitimit të CO₂.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3. Rruga e thjeshtësuar e kapjes dhe/ose depozitimit të karbonit</i>	<i>24</i>
<i>Figura 4. Skema e thejshëtuar e reduktimit të drejtëpërdrejtë me Hidrogjen të xeheve të hekurit në furrën Shahte.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 5. Paraqitja skematike e veshjes së konvertorit</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6. Mbushja e konvertorit me ferronikel lëndor/metal të furrës elektrike.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 7. Shtiza për fryrjen e oksigjenit.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 8. Paraqitja skematike e lartësisë së shtizës mbi nivelin e ngarkesës dhe formimi i zonave reaktive të procesit.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9. Matja e temperaturës dhe marrja e analizës së metalit.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 10. Metoda e desulfurimit me reagjentet gjips gelqeror gjatë fazës së sinterimit.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 11. Desufurimi jashtë furre - në kazan me sistemin për injektimin e reagjentit dhe harkut eketrik.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 12. Ndryshimi i përbërjes së shkrirjes gjatë fryrjes.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 13. Paraqitja skematike e zhvillimit të teknologjive për prodhimin e çelikut</i>	<i>53</i>
<i>Figura 14. Një furrë me hark elektrik (EAF).....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 15. Skema e integruar e prodhimit të ferrolegurave – desulfurimi i kontrolluar.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura. 16. Rrugët dominuese të prodhimit të ferrolegurave dhe/ose çelikut ne Botë.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 17: Paraqitja grafike e teknologjive aktuale dhe atyre të planifikuar gjer në vitin 2050.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 18. Paraqitja e rrugëve të ndryshme të prodhimit të ferro.l dhe/ose çelikut në Evropë</i>	<i>60</i>
<i>Figura 19. Proceset që kanë dominuar prodhimin e hekurit dhe ferrolegurave në nivel botëror, ...</i>	<i>60</i>
<i>Figura 20. Proceset e fryrjes së kombinuar</i>	<i>62</i>
<i>Figura 21. Procesi i injektimit të oksigjenit me një shtizë të veteme, vertikalisht mbi sipërfaqën e metalit.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 22. Kapaciteti sulfide i zgjyrës sipas ref.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 23. Teknologjia e procesit të rafinimit në industrinë e ferrolegurave në Japoni.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 24. Shtiza me injektim primar dhe sekondar të oksigjenit.....</i>	<i>71</i>

V LISTA E TABELAVE

<i>Tabela 1. Përbërja maksimale e elementeve përbërës të ferronikelit të rafinuar.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 2. Kraraktristikat teknike të konvertorit vertikal [1].....</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 3. Sasia dhe përbërja e Fe-Ni të papërpunuar në [t] për ngarkesë 1733/97 me shtesë skrapit.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 4. Përb. kimike në [%], e marterialeve zjarrduruese dhe shkrirësit të cilët marrin pjesë si zgjyrë</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 5. Bilanci material i ngarkesës për 100 [kg].....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 6. Bilanci material i ngarkesës për 20500 [kg] të ngarkesës 1733/07.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 7. Bilancit material për elementet përbërës të ngarkesës 1721 me shtesë skrapit..</i>	<i>44</i>
<i>Tabela 8. Ferronkeli lëndor i fituar nga shkritoresh ANEKA dhe ate te “Ferronikeli” në Drenas</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 9. Ferronikeli i rafinaur i fituar nga shkritoresh ANEKA dhe ai te “Ferronikeli” në Drenas</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 10. Teknikat e rigjenerimit të nxehtësisë së gazrave të shkarkimit/dalës të procesit dhe rrjedhja e nxehtësisë në një uzinë të integruar çelik u [25].....</i>	<i>59</i>
<i>Tabela 11: Përbërja kimike mesatare e ferronikelit lëndor, (%)......</i>	<i>63</i>
<i>Tabela 12. Raporti i ngarkesave; Datë 1.01/2019.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabela 13. Raporti i ngarkesave; Datë 31.12/2018.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabela 14.. Raporti i ngarkesave; Datë 3.01/2019.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 15. Raporti i ngarkesave; Datë 5.01/2019.....</i>	<i>67</i>

VI FJALORI I TERMAVE

Simoli	Kuptimi
Ni	<i>Nikel</i>
Fe	<i>Hekur</i>
m, z, G	<i>Metal ,Zgjyrë,Gaz</i>
TiO ₂	<i>dioksidi i Titanit</i>
Cu, Al, Zn, Ti	<i>Simbolet kimike për bakërr, alumin, zink, titan, etj.</i>
MJ, GJ	<i>Mega Jul, Giga Jul</i>
FeMn, SiMn, FeSi, FeCr	<i>Simbole te ferrolegurave, ferromangam, silicmangam, ferrosilic, ferrokrom</i>
Fe-Ni	<i>ferronikeli</i>
LD	<i>Emrtimi i konvertorit sipas emrave; Linz and Donawitz (qytete)</i>
DSC	<i>Dragon Steel Corporation</i>
Nm ³ /min	<i>Normal metër kub për minut</i>
MW	<i>Mega Wat</i>
LARCO	<i>Korporatë greke e njohur për prodhimin e ferronikelit</i>
KRUP	<i>Korporatë gjermane e njohur për prodhimin e çelikut</i>
LAVAL	<i>Shtizë për fryerjen e oksingjenit në konvertor</i>

1 HYRJE

Përfitimi i ferronikelit nga xehet okside të nikelit sipas procesit të fërgimit në furrën rrotulluese dhe shkrirjes në furrën elektrike kërkon sasi mjaft të madhe të energjisë elektrike dhe lëndëve tjera teknologjike. Me të njejtat vështirësi përcillet poashtu edhe procesi i përfitimit të ferronikelit në shkritoren “Ferronikeli” në Drenas, i cili proces, përveç, me temperatura të larta edhe mjedisit me shkallë të lartë, aciditetit të zgjyrës (gjer në 4.5) pasi që edhe përqendrimi i SiO₂-ish në xehet e nikelit të Drenasit shpesh herë është edhe mbi 46%. Mirëpo kjo vështirësi teknologjike do të përcjellë procesin e përfitimit të Fe-Ni edhe në të ardhmën, prandaj dhe ky është qëllimi që shkritorja e “Ferronikelit” në Drenas, më në fund të avancojë skemat tekniko-teknologjike duke i kushtuar vemendje integritetit të mes-fazave të reja, ashtu siç po aplikohen tek skemat tekniko-teknologjike të përfitimit të ferronikelit kudo në botë.

Modifikimi i skemave teknologjike do të duhej të merrte për bazë, punën me metal dhe zgjyra me aciditet të lartë, nivel të ulët të qendrshmërisë së materialeve zjarrduruese, si dhe cilësi të dobët të metalit (koncentrim të lartë të squfurit në metalin e rafinuar). Po ashtu duhet të merret parasysh fakti se disa prej fazave të procesit, janë me ndikim të drejtpërdrejtë në mbarëvajtjen tekniko-teknologjike dhe ekonomizimin e procesit të prodhimit në tërësi. Në këtë grup parametrash, me mjaft ndikim janë parametrat e lidhura me funksionalitetin e pasijeve që ndërliken më procesin e desulfurimit në të dy rastet edhe tek desulfurimi jashtë furre edhe ai që zhvillohet në furrë, duke filluar që nga procesi i fërgimit e deri te rafinimi në konvertorët LD me fryerje oksigjeni.

Realizimi i qasjeve të reja të desulfurimit do ta përmirësonte temperaturën e metalit që derdhet nga furra elektrike, do të krijonte kushte të mira për desulfurim jashtë furre dhe mbi të gjitha do të mundësonte desulfurim tejet efektiv, pra të harmonizuar mirë në kohë (kohë më të shkurtër të fryerës me oksigjen, qëndrim më kohë më të shkurtër në konvertorë, etj) dhe konsum të lëndëve të para dhe atyre teknologjike.

Hulumtimi i mundësive për aplikimin e “qasjeve të reja” të desulfurimit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, gjatë këtij studimi do të marrë për bazë praktikatat e përfitimit të ferronikelit nga xehet laterite në shkritoren “Falcondo” në Bonao atë në PT Inco (Indonezi), Cerro Matoso (Kolumbi) dhe SNNC (Kore e Jugut), si dhe praktikatat ngjajshme të përfitimit të “çelikut të pastër”, në të cilat raste përmbajtje e sulfurit në çeli bije deri në 1 ppm [4].

1.1 Struktura e punimit

Punimi është shtjelluar me këto elemente strukture: Titulli (tema) i punimit master, përmbledhja, përmbajtja, hyrja, materialet dhe metodat, pjesën teorike, pjesën analitike, diskutimi, përfundimin, regjistrin e literaturës dhe shtojcat. Punimi fillon më hyrjen në të cilën definohet disa nga aspektet më tepër praktike se sa teorike.

Punimi përbëhet nga dy pjesë: pjesën teorike-diskriptive, (pjesa e I^{te}), dhe pjesa analitike (pjesa e II^{te}):

Në pjesën e I^{te}- do të përfshihen objektivat e studimit, pyetjet kërkimore dhe hipoteza bazë. Ndërsa tek pjesa shfletim i literaturës do të përshkruhen metodat e reja të desulfurimit-rafinitimit të ferronikelit lëndor në konvertorin me oksigjen, teknologjitë e reja të përfitimit të hekurit dhe çelikut sipas konceptit të teknologjive bashkëkohore të përfitimit të çelikut . Sidomos ato që kanë të bëjnë me cilësinë, kostot dhe mbrotjen e mjedisit. Vështrim të veçantë i është kushtuar teknologjive bashkëkohore të desulfurimit, në të dy vaiantet, atij jashtë furre dhe në konvertor.

Si pjesë e veçantë e punimit është deklarimi i problemit, i cili ka të bëjë me problematikën që aktualisht po kalon procesi i përfitimit të ferronikelit në shkritoren “Ferronikeli” në Drenas.

Në pjesën e dytë kemi përshkruar metodat e reja të desulfurimit në konvertor, përfshirë gjithë treguesit tekniko-teknologjik, atë ekonomik dhe mjedisor.

Në pjesën e diskutimit të rezultateve kemi marrë për bazë treguesit eksperimental sipas konditave industriale (parametra ashtu siç janë përshkruar në tabelën teknologjike) dhe atyre që janë arritur në kushtet e praktikave të reja në shkritoret e cituara në hyrjen e punimit.

1.2. Objektivat e studimit

Objektiva kyçe e këtij studimi master janë;

- Hulumtimi i mundësive tekniko-teknologjike të procesit të desulfurimit në konvertorin LD me fryerje oksigjeni për rastin e prodhimit të ferronikelit në shkritoren “Ferronikeli” në Drenas do të krjonte mundësitë e reduktimit të kosotove prodhuese, optimizimin e procesit të prodhimit dhe mbi të gjitha do të siguronte cilësi të produktit.
- Promovimin e qasjeve të reja të desulfurimit në shkritoren e Drenasit, do të ishte një mundësi e mirë edhe për mbrotje të mjedisit si dhe zgjerim të kapaciteve të reja prodhuese përfshirë ato të përgatitjessë xehës, fisnikrimit të përlihdhjeve, si dhe shfrytëzimit të mes-produkteve të procesit.
- Promovimin e qasjeve të reja të desulfurimit si një mundësi e shfrytëzimit racional të resurseve natyrore dhe burimeve të energjisë, si dhe për inkurajimin qasjeve të reja te cilat janë premtuese që industria metalurgjike në të ardhmen, do të jetë me emitime zero të gazrave me efekt serë.

1. 3. Pyetjet kërkimore dhe hipoteza

Industritë metalurgjike efektive dhe efëiente dhe të përgjegjshme ndaj mjedisit, kanë për synim avancimin e teknologjive prodhuese të cilat do të garantonin; cilësi të produktit, reduktim të kosotove prodhuese dhe mbrotje të mjedisit.

- **Pyetja e I-rë:**
 - *Cila është qasja aktuale e desulfurimit të ferronikelit në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas?*

- **Pyetja e II-të:**
 - *Cili është niveli i shfryëzimit të kapacitetve prodhuese në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas?*

- **Pyetja e III-të:**
 - *Cili është kualiteti i Fe-Ni lëndor dhe atij të rafinaur në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas?*

- **Pyetja e IVtë:**
 - *Cilat do të ishin impaktet e aplikimit të qasjeve te reja të desulfurimit të ferronikelit lëndor në zhvillimin e qëndrueshëm ekonomik?*

Hipoteza bazë – Intensifikimi i procesit të desulfurimit përmes aplikimit të qasjeve të reja përveç që do të ndikonte në përmirësimin e koeficientit të veçimit në mes joneve sulfurore në kufirin metal-zgjyrë, ato do të ndikonin në përmirësimin e cilesisë së përlidhjeve Fe-Ni, në reduktimin e kostove dhe rritjës së kapaciteteve prodhuese në repartin e konvertoreve LD dhe përgjithësisht tek prodhimi i ferronikelit në shkritoren "Ferronikeli" në Drenas.

2. METODOLOGJIA KËRKIMORE

2.1 Metodat

Punimi ynë master, është i tipit rast studimor, i cili ka për bazë metodat diskriptive, kualitative, kuantitative, dhe ato analitiko-statistikore. Pjesa eksperimentale ka për bazë të dhënat nga kartelat teknologjike, të cilat përshkruajnë parametrat kuantitativo-kualitativ të procesit dhe produkteve të përfituara gjatë shkrirjes së xehës në furrën elektrike dhe rafinimit në konvertor LD më fryrje me oksigjen. Mbi bazën e rezultateve nga analizat kimike për metalin e furrës elektrike dhe atij të rafinuar kemi përcaktuar treguesitë kyç të procesit të desulfurimit në konvertor LD. Këto të dhëna na kanë mundësuar përcaktimin edhe të treguesëve të tjerë të performancës së procesit të desulfurimit të Fe-Ni lëndorë, me fryrje oksigjeni sipas metodës tradicionale dhe krahasimin e këtyre parametrave me parametrat teorik të desulfurimit sipas qasjeve të reja, përfshirë ato; DSC (Dragon Steel Corporation), LARCO, Falcado dhe ajo e desulfurimit të ferrinikelit lëndor në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, dhe po ashtu kemi hartuar sugjerimet mbi bazën e të cilave ju kemi përgjegjgur pyetjeve kërkimore dhe kemi vërtetuar hipotezën bazë.

Hulumtimi eksperimental dhe vlerësimi kuantitativo-kualitativ i desulfurimit të ferronikelit është zhvilluar konformë praktikave industriale, të dhënave nga kartelat teknologjike dhe ekzaminimet XRD të përbërjes së metalit, zgjyrës dhe gazrave në laboratorët e shkrites së “Ferronikelit” në Drenas. Këto të dhëna dhe treguesitë operativ të procesit, ishin bazë për përcaktimin e koeficientit të veçimit të squfurit si përcaktues kyç i efikasitetit të desulfurimit në konvertor LD. Sipas metodës krahasuese kemi përcaktuar balancën e nxehtësisë me përbërjen kimike të Fe-Ni lëndor (metali i furrës elektrike), desulfurimin-rafinimin jashtë furre dhe në konvertor dhe kohëzgjatjen e fazave të procesit. Paraprakisht janë matur koha e qëndrimit të Fe-Ni në kazan që nga fillimi i derdhjes nga furra elektrike e deri tek ngarkimi në konvertor. Është matur sasia e Fe-Ni lëndor dhe skrapit të hudhur në konvertor para fillimit të fazës së parë. Të dhëna këto që na kanë mundësuar llogaritjen e konsumit të oksigjenit, kohëzgjatja e fazave (gjatë gjithë procesit), pozicioni i shtizës për fryrje, sasia e dozuar e gurit gëlqeror dhe materialeve tjera shtesë. Pas analizës kimike të ngarkesës janë përcaktuar raportet; CaO/SiO₂, koha e nevojshme për oksidimin e silicit, karbonit dhe papastërtive tjera, rrjedhja [Nm³/min] e oksigjenit, lartësia [m] e shtizës mbi banjën punuese (shkrirja metal-zgjyrë) dhe temperaturën [°C] për secilën fazë të procesit.

3. SHFLETIMI I LITERATURËS

3.1 Metodatat e reja të desulfurimit-rafinimit të ferronikelit lëndor në konvertorët me oksigjen

Ferronikeli i përfituar gjatë shkrirjes elektro-reduktuese të xeheve të nikelit, qofshin ato squfure apo oksido-laterite, i nënshtrohet procesit pirometalurgjik që karakterizohet; me temperaturë të lartë, dhe Fe-Ni lëndor me përqëndrim të lartë të Si dhe S, përqëndrim të ulët të karbonit si dhe zgjyrë me shkallë të lartë aciditeti. Kështu që, rafinimi, e me theks të veçantë faza e desulfurimit të ferronikelit lëndor pa marrë parasysh avancimet tekniko-teknologjike edhe te proceset më të reja të përfitimit të ferronikelit, ka të pazgjidhura shumë probleme teknike dhe teknologjike, e sidomos, në radhë të parë problemin e pasurimit të ferronikelit. Përpyekjet për zbulimin e mundësive më efikase të pasurimit të ferronikelit lëndor me elemente të dobishme dhe lirim nga përcjellësit e dëmshëm, ka qenë dhe ende është objekt interesimi për shumë çarqe shkencor-profesionale, sidomos pas zbulimit të rezervave të mëdha të xeheve oksido-laterite të nikelit, me përbërje komplekse (sasi të lartë të SiO₂, oksideve të hekurit, lagështi e shtuar etj.) dhe përbërje të vogël të nikelit.

Tek industria e çelikut, dhe përgjithësisht si tek industritë e tjera, në kohën kur një proces shfaqet në kulmin e zhvillimit, paralelisht me këto zhvillime ngjanë edhe po ashtu cikle të pandërprera shqyrtimesh eksperimentale të cilat i japin nxitje procesve të veçanta ose edhe industrisë në tërësi. Në të kaluarën, disa etapa të procesit të rafinimit në konvertor me oksigjen kanë kaluar nëpër këto faza ekzaminimesh njëkohësisht, p.sh. hulumtimi i mundësive për intensifikimin e desulfurimit dhe pasurimit të hekurit lëndor në konvertorin me fryerje oksigjeni (BOF) përmes proceseve të dyfishta të fryerjes, ose edhe me fryerje nga poshtë-lartë, intensifikimi i desulfurimit jashtë furre i hekurit lëndor, kalimi nga prodhimi në ingota, ose/dhe shufra në derdhje kontinuale të çelikut dhe ferrolegurave tjera, ose së fundi janë në trend proceset e derdhjes dhe përpunimit me granulim të ferronikelit (rasti i ferronikelit të Drenasit), etj. Po ashtu vlen të theksohet se kohëve të fundit ka pasur një intensifikim të theksuar të hulumtimeve mbi mundësitë e aplikimit të metodave të reja të muosjes dhe aplikimit të materialeve zjarrduruese, që kanë treguar performancë të lartë gjatë eksploatimit, si p.sh. aplikimi i tullave magnezite-karbon e lidhur me rrëshirë në sektorin zjarrdurues, shfrytëzimi i tullave dhe mjeteve lidhëse të ndërlidhura me nano partikula, etj., por me interes të veçantë janë hulumtimet nga fusha e desulfurimit të hekurit lëndor.

Procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor, e posaçërisht largimi i sulfurit, zhvillohet ngadalë dhe i përcjellur me harxhime të mëdha të resurseve energjetike. Largimi i sulfurit

dhe papastërtive të tjera nga Ferronikeli lëndor realizohet në dy etapa: i) largimi i sulfurit nga Ferronikeli lëndor me reagjentë të ndryshëm me anë të desulfurimit jashtë furre dhe ii) rafinimi i ferronikelit në konvertorë vertikal me oksigjen [1].

Ubrahimi I., (Monografi shkencore), Prishtinë, 2021 - Teknologjitë bashkëkohore të përfundimit të çelikut dhe ferrolegurave tjera të cilat aplikojnë “procesin e rafinimit” në konvertorë me fryerje të oksigjenit, e realizojnë në dy etapa. Etapa e parë përfshinë desulfurimin jashtë furre në kazan me sistemin për injektimin e reagjentëve të ndryshëm desulfurues dhe etapa e dytë është rafinimi në konvertorë, e cila përfshin largimin e sulfurit të mbetur dhe papastërtive të tjera të mbetura të metalit të derdhur/papërpunuar. Largimi i këtyre papastërtive mbështetet në afinitetin e tyre të ndryshëm ndaj oksigjenit. Oksidimi i këtyre elementeve kryhet në dy faza themelore: a) në fazën e parë largohen me zgjyrën dhe gazrat e procesit sasitë kryesore të Si, Cr, S dhe C, dhe b) në fazën e dytë largohen mbetjet e këtyre papastërtive duke u bërë pasurimi i metalit të derdhur/papërpunuar në dobi të oksidimit seleksionues të hekuri t. Që të dy këta etapa zhvillohen në konvertor, i cili është agregat metalurgjik, në të cilin procesi zhvillohet në mënyrë autogjene nga pikpamja energjetike. Nxehtësia e nevojshme për procesin e konvertimit krijohet nga reaksionet ekzotermike, që është e mjaftueshme për procesin teknologjik të rafinimit dhe punën e konvertorit. Sasia e nxehtësisë së liruar gjatë procesit varet nga përbërja e C, Si, P, Cr dhe S në Ferronikelin lëndor.

Dinamika e largimit të papastërtive të dëmshme nga Ferronikeli i papërpunuar/lëndor i furrës elektrike, përmes procesit të rafinimit-desulfurimit në konvertorë, sipas procesit BOF, varët prej koncentrimin të tyre në Ferronikel dhe rrjedhjes së oksigjenit [m³n/min]. Koha e përfundimit të tërësishëm të rafinimit të ferronikelit lëndor për kushtet normale, sipas skenës aktuale të përfundimit të ferronikelit në shkretoren e “Ferronikelit” në Drenas është 40-50 [min]. Kjo konsiderohet kohë optimale për zhvillimin e të gjitha transformimeve fiziko-kimike nga Ferronikeli lëndor deri në ferronikel të pasuruar. Rezhimi aktual i procesit të rafinimit të ferronikelit ka devijim të theksuar sa i përket dinamikës së largimit të papastërtive nga Ferronikeli lëndor, duke e zgjatur kohën e fazave të procesit dhe shpenzimet e prodhimit në tërësi.

Roland Berger, (The future of steelmaking - Focus) - Teknologjitë më premtuese në zhvillim, që do të përbushnin caqet e OKB-së për dekarbonizim deri në vitin 2050, mund të ndahen në dy kategori kryesore: kapja, shfrytëzimi dhe/ose depozitimi i karbonit (CCUS) dhe reduktimi alternativ i proceseve të prodhimit të Koksit dhe përpunimit të mineralit të hekurit sipas proceseve që kërkojnë shumë karbon dhe energji. Proceset CCUS mund të integrohen lehtësisht në skemat teknologjike ekzistuese të prodhimit të çelikut dhe ferrolegurave tjera, por nuk mund të arrijnë të vetme neutralitetin e karbonit . P.sh., nëse biomasa përdoret në vend të lëndëve djegëse fosile në procesin e prodhimit të çelikut , CCUS mund të rezultojë në një bilanc negativ të karbonit . Ndërsa, teknologjitë alternative të

reduktimit të xeheve të hekuri t, përfshijnë proceset e reduktimit të drejtpërdrejtë të bazuar në Hidrogjen dhe metodat e reduktimit elektrolitik. Shumica e këtyre skemave teknologjike nuk janë të zhvilluara mjaftueshëm, dhe kërkojnë sasi të mëdha të energjisë së gjelbër, por ato janë shumë premtuese për prodhimin e çelikut neutral ndaj karbonit . Një tjetër proces alternativ i reduktimit të karbonit , është reduktimi i drejtpërdrejtë i xeheve të hekurit në furrën Shahte me bazë reduktimi në H₂, e cila metodë do të ofronte përfitime të veçanta për shkak të potencialit të lartë të Hidrogjenit për reduktimin e emetimeve dhe potencialeve të larta energjëtike. Është teknologjia përmes së cilës parashikohet që prodhuesit e çelikut të ndjekin për të arritur neutralitetin e karbonit , dhe jo vetëm.

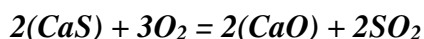
Jeroen de Beer et.al. - Konsumi mesatar i energjisë specifike në mbarë botën për prodhimin e çelikut vlerësohet të jetë 24 GJ/ton. Teknologjitë që kanë për bazë procesin ndërë më efikase, sa i përket eficiencës së energjisë kërkon 19 GJ/ton për çelik un primar dhe 7 GJ/ton për çelik un dytësor. Deri më tani aplikohen ose janë në zhvillim shtatë procese specifike të shkrirjes reduktuese dhe katër grupe teknikash të pasurimit, dhe derdhjes së hekurit lëndor, çelikut dhe ferrolegurave tjera. Në terma afatgjatë, konsumi specifik i energjisë për prodhimin e çelikut nga xeherori i hekurit mund të reduktohet në 12,5 GJ për ton të çelikut primar. Një reduktim i mëtejshëm i konsumit të energjisë deri në 2,5 GJ për ton të çelikut të papërpunuar mund të arrihet, në rastet kur do të zhvilloheshin teknikat që mund të rikuperojnë energjinë dhe aplikojnë metodat e shfrytëzimit të nxehtësisë së shkrirjes së çelikut , zgjyrës, dhe gazrave të procesit. Konsumi specifik i energjisë për prodhimin sekondar të çelikut , tek rasti i aplikimit të teknikave të tilla do të mund të reduktohet deri në 3,5 GJ/ton. Sipas dinamikës aktuale të prodhimit të çelikut ka pasur edhe disa vlerësime të kërkesës për energji të industrisë së çelikut në terma afatgjatë, do të jetë shumë e lartë. Kështu, për shembull, në një raport të Këshillit Botëror të Energjisë u vlerësua se në bazë të një skenari të teknologjisë së avancuar, kërkesa për energji primare do të rritet në rreth 20 EJ në vitin 2020.

Karel Michalek, (Electrometallurgy and ferroalloys production) - Eksperimentalisht është vërtetuar në zonën e induktimit me frekuencë të lartë të oksigjenit, ndodhë një rënie e vogël e desulfurimit të FeS (36% S). Në kushtet e kontaktit të metalit me gazërat oksiduese oksigjeni parasegjithash do të konsumohet në llogari të oksidimit të hekurit dhe papastërtive tjera dhe procesi i oksidimit të sulfurit (në përqendrimet e tij të zakonshme) nuk merr ndonjë zhvillim të dukshëm. Në prani të vetëm oksigjenit të tretur, procesi i oksidimit të drejtpërdrejtë të sulfurit bëhet termodinamikisht i pamundur. Për shembull, për reaksionin: $[S] + 2[O] = SO_2, \Delta G_0 = 5620 + 53,6 T J/mol$. Kështu që, nuk mund të oksidohet as Sulfuri i tretur në metalin e shkrirë, dhe po ashtu nuk oksidohet çoft edhe nën kushte shumë të përsosura të kontaktit metal- fazë e gazët e oksigjenit d.m.th. nën kushtet e të ashtuquajturit proces pangopur me oksigjen (këto gjendje janë karakteristike për shumicën e proceseve të

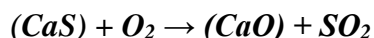
prodhimit të çelikut). Prandaj, oksidimi i drejtpërdrejtë i sulfurit nga shkrirja e hekuri t, praktikisht nuk është i mundshëm.

Zhang H., (Steel Research Int., Vol. 77) - Siç tashmë është vërejtur, procesi i desulfurimit gjatë fazës së gazit, gjegjësisht desulfurimi oksidues i metalit nuk zhvillohet. Sidoqoftë, në proceset që lidhen me fryrjen e oksigjenit (intenzitet të rritur) mbi metalin e shkrirë, e prishë balancin e sulfurit duke e lidhur fillimisht si CaS, do të rritet shkalla e desulfurimit, por veçimi i sulfurit nga metali dhe kalimi në zgjyrë është zakonisht më i vogël se konsumi i tij gjatë fryrjes mbi metalin e shkrirë. Prishja e bilancit të sulfurit, bënë të mundur supozimin se një pjesë e oksigjenit shkon në fazën e gazit. Ka shenja indirekte të shfaqjes së SO₂ në gazin e shkarkimit, për shembull, gërryerja nga Sulfuri i tubave të kaminës së gazrave tek konvertori me fryrje oksigjeni. Ekuilibri i sulfurit në sistemin metal-zgjyrë, gjithashtu varet shumë edhe nga niveli i oksidimit të metalit. Për të thjeshtuar, marrëdhënia midis këtyre elementeve shprehet me raport [S]≈ 4[O]; sa më e lartë të jetë gjendja e oksidimit të metalit, aq më e madhe është përqendrimi i mbetur i sulfurit në të. Kësaj varësie të mekanizmit desulfuruese një grup metalurgësh i kanë dhënë një interpretim të ndryshëm, sipas të cilëve, ekziston një vëllim Sulfur-Oksigjen midis metalit dhe zgjyrës së shkrirjes oksiduese sipas skemës; [S] + O₂- ↔ S₂- + [O].

Ibrahimi I., - (Available online at www.CivileJournal.org, Civil Engineering Journal), Studimet tregojnë se në fillim të procesit të oksidimit vie deri të desulfurimi i ferronikelit lëndor përmes zgjyrës sipas reaksionit:



Ky reaksion është studiuar mirë dhe përdorët ndonjëherë për desulfurimin e skrapit të furrëllartave. Kështu, fryrja e skrapit të furrëllartës me një rrjedhë oksigjeni dhe nën veprimin e një aditivi oksidues do të largojë 90-95% të sulfurit fillestar nga shkrirja. Shkalla relativisht e lartë e desulfurizimit (deri në 40%) të banjës së konvertorit me oksigjen mund të shpjegohet me një proces dyfazor që përfshin zgjyrën dhe një fazë të gazit oksidues sipas reaksionit;



Kur veçohet Sulfuri nga zgjyra, ekuilibri i tij në sistemin e zgjyrë-metal zhvendoset, gjë që kontribuon në kalimin e mëtejshëm të sulfurit nga metali në zgjyrë, d.m.th. thëllon desulfurimin. Ky proces është thelbësisht i ngjashëm me oksidimin difuziv të banjove të çelikut .

Zahro S., (The Making, Shaping and Treating of Steel - The AISE Steel Foundation) - Në shumicën e konvertorëve, i gjithë oksigjeni injektohet përmes një shtize të sipërme të ftohur me ujë me kokë që kanë katër ose pesë vrime që gjenerojnë fryrje me vrushkull të fuqishëm të oksigjenit i cili e godet sipërfaqen e banjës së shkrirë. Kohët e fundit,

tek teknikat e reja të rafinimit (këto shtiza kanë gjithashtu një numër vrimash subsonike sekondare për fryerje oksigjeni me qëllim për të rritur shkallën e formimit të monoksidit të karbonit (CO), gjëgjësisht për të rritur raportin e CO ndaj CO₂ gjatë djegies së karbonit të tretur në metal, si dhe më qëllim që të kontrollohet formimi i vrushkullit në banjone e shirë (metal-zgjyrë) dhe të rritet proporcioni e reaksioneve indirekt (reduktimi me CO) si dhe aftësinë e shkrirjes së skrapit. Ekzistojnë gjithashtu disa modifikime të rëndësishme tek konvertorët bazik me fryerje oksigjeni (BOF), të tilla si K-BOP dhe OBM, për të cilat një pjesë ose pothuajse i gjithë oksigjeni i kërkuar injektohet përmes tubave të mbuluar me hidrokarbure të vendosura në fund të konvertorit.

R Hüsken – (Use of Hot Metal With High Phosphorous Content in Combined Blowing BOF Converters) - Prodhimi modern i hekurit t, çelikut dhe ferrolegurave tjera, bazohet në efektivitetin ekonomik, sjelljen miqësore ndaj mjedisit dhe teknologjitë e prodhimit, eficiente ndaj energjisë. Objektivat kyçe të industrisë së qëndrueshme në 40 vitet e fundit janë: i) reduktimi i konsumit të energjisë, reduktimi i emetimeve (pluhuri dhe CO₂), reduktimi i mbetjeve dhe komponentëve me potenciale të larta ndotëse, rritja totale e rendimentit metalik (koeficientit të shfrytëzimit të metalit). Një nga faktorët kryesorë të këtyre arritjeve ishte kalimi në përgatitjen dhe përpunimin e lëndës së parë (xehës) përmes sinterimit, peletimit, shfrytëzimi i kokësit metalurgjik dhe përdorimin e teknologjive moderne të shkrirjes dhe rafinimit të metalit të papërpunuar. Ky zhvillim shkaktoi një ndryshim në furnizimin e mineralit të hekurit t, ku prodhuesit kryesor të ferrolegurave dhe çelikut importojnë xehe hekurit nga vendet e pasura me këtë mineral. Sot, tregu dominohet nga depozitat e xeherorëve të hekurit që minohen në Australi (41%), Brazil (36%) dhe Indi (6%). Ndërsa, tregu i qymyrit të koksit dominohet nga Australia (67%), Shtetet e Bashkuara (16%) dhe Kanadaja (10%).

3.2 Teknologjitë e reja për prodhimit të hekurit, çelikut dhe ferrolegurave

Viteve të fundit Industria evropiane e prodhimit të çelikut është nën presion. Ajo është nën presionin në rritje të publikut, por edhe të vetë rritjes së saj ekonomike, si dhe sistemeve rregullatore për t'u bërë miqësore ndaj mjedisit, përmes uljës së karbonit dhe/ose emitimeve të CO₂ deri në nivelin “zero të emitimit”. Në nëntor 2018, Komisioni Evropian shpalli një strategji të re afatgjatë për mbrojtjen e klimës, që synon përmbyshjen e objektivave të marrëveshjes ndërkombëtare kundër Ngrohjes Globale të OKB-së COP 21 dhe COP 26, të njohura si marrëveshjet kundër ngrohjes globale. Këto nisma ndërkombëtare e mbrojtjes së mjedisit bën thirrje për një Evropë klimatike neutrale ndaj karbonit (dekarbonizim), duke nënkuptuar zero neto emetime të gazeve serra deri në deri në vitin 2050. Kjo nënkupton një

reduktim 100% të emetimeve të karbonit , ose futjen e të ashtuqujturave proceseve kompensuese “karbon-negative” [4, 5].

3.2.1 Shqetësimet nga ngrohja globale - sfida klimatike që përballen prodhuesit evropian të çelikut

Konferenca e Kombeve të Bashkuara (OKB) për ndryshimet klimatike, e njohur si COP26, e mbajtur në Glasgoë, Skoci nga data 31.10 deri më 12.11.2021, ka vënë në spikamë se; të gjithë skenarët e lidhur me pasojat e ngrohjes globale janë shqetësues dhe alarmues. Te dhënat e studimeve të deritanishme mbi klimën që datojnë rreth 160000 vite më parë vënë në dukje një relacion të ngushtë midis përqëndrimeve të gazrave që shkaktojnë efektin serë dhe temperaturave globale. Në 1896, kimisti i shquar suedez Svente Arrhenius sugjeronte që djegia e lëndëve djegëse me prejardhje fosile rezulton në dyfishimin e CO₂ në atmosferë dhe e njëjta mund të rritë temperaturën mesatare globale me 5.5°C. pra, një sfidë e tillë nuk është shumë larg nga rritja prej 1.5 - 4.5°C e parashikuar prej simulimeve kompjuterike të projektit klimatik për dyfishimin e sasisë së CO₂ në atmosferë. Si pasojë e kësaj rritje të gazrave ndotës, IPCC në vitin 1995 arriti në përfundimin se temperatura sipërfaqësore botërore e ajrit do të rritet me 1 - 3.5 °C në 2100, ndërsa, për fatin e keq ky supozim po del i pa saktë, sespe toka jonë është duke u ngrohur me një ritëm edhe shumë më të lartë, kështu që në vitin 2001 rritja e parashikuar e temperaturës arriti në 1.4 - 5.8 °C [4].

Shumica e çelikut evropian (60%) prodhohet përmes rrugës primare – procese të bazuara në metalurgjinë primare dhe 40% e prodhimit, e bazuar në proceset e metalurgjisë sekondare, (figura 1) [4].

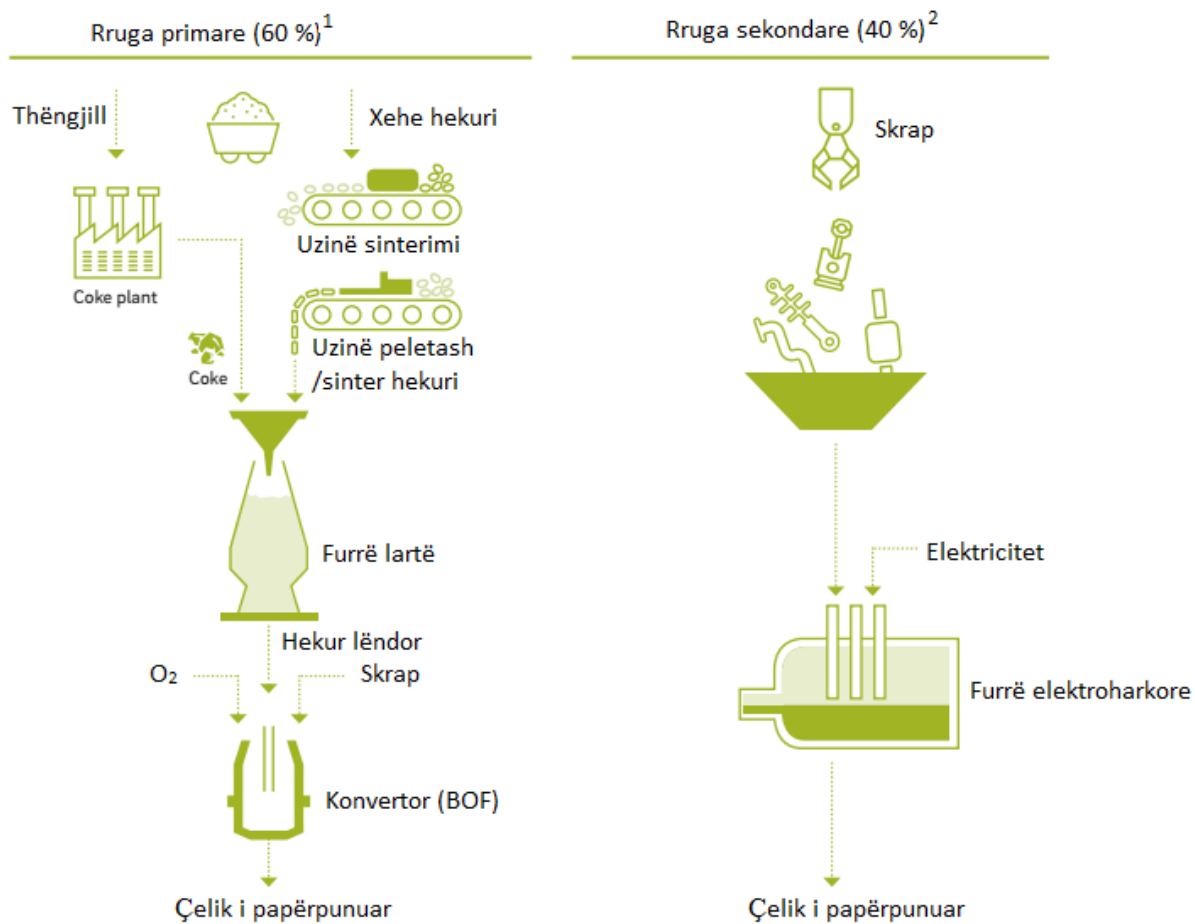


Figura 1: Rrugët kryesore dhe dytësore (te thjeshtuara) që përbëjnë të gjithë prodhimin evropian të çelikut , (¹pjesa e prodhimit në Evropë)

²Burimi; Eurofer, EEA, Roland Berger

Proceset e bazuara në metalurgjinë primare, përfshijnë përpunimin e mineralit të hekurit përmes procesve të sinterimit, peletimit, aglomerimit, ose edhe briketave të hekuri t, dhe më pas shkrirjen e tyre në furrë-lartë dhe/ose furrë elektrike, ku si reduktues përdoret koksi dhe produkti i procesit është hekuri i derdhur-lëndor. hekuri i derdhur përpunohet më pas sipas rrugës pirometalurgjike në një furrë-konvertor me fryerje oksigjeni (BOF) ku si produkt i procesit është çelik u ose ferrolegura e rafinuar. Ndërsa, pjesa tjetër e çelikut të Evropës vjen nga rruga dytësore, gjegjësisht proceset e bazuara në metalurgjinë sekondare të prodhimit. Kjo rrugë bazohet në prodhimin e çelikut dhe ferrolegurave ku si lëndë bazë përdoret skrap (hekuri i vjetër), i cili dozohet në konvertorët me fryerje oksigjeni dhe/ose në furrat elektrike për shkrirje reduktuese deri në çelik të papërpunuar ose rafinuar ose ferrolegura të rafinuara [4, 5].

Proceset e rrugës primare emetojnë kryesisht drejtpërdrejtë gazra me efekt serë. Rruga dytësore lëshon kryesisht gazra serë indirekte të cilat ndryshojnë në varësi të përzierjes së energjisë elektrike të përdorur në furrën elektroharkore (EAF). Emetimet më të ulëta të rrugëve dytësore mund të arrihen duke ulur konsumin e energjisë elektrike në furrën elektroharkore (EAF) ose duke zëvendësuar energjinë elektrike me burime të rinovueshme. Kohëve të fundit, kjo industri ka filluar të përdorë teknika të reduktimit të karbonit , por këto janë të pamjaftueshme për të reduktuar ose eliminuar ndjeshëm emetimet e karbonit në mjedis, kjo ngase zhvillimi dhe zbatimi i teknologjive të reja është duke ecur më hapa të ngadalshëm. Aktualisht, sipas cikleve të kufizuara investimi, do të jetë e vështirë që deri në vitin 2050, industria evropiane e prodhimit të çelikut të vendosë teknologji të reja, të cilat do të mundësonin emetime në nivelin “zero të CO₂”. Për të përmbushur këtë objektivë të Marrëveshjes COP 26, ajo brenda 5-10 viteve të ardhshme, do të duhej të investojë ndjeshëm në teknologjitë që bazohen me reduktim të burimeve dhe energjisë që janë gjenerues të ndotjës, gjegjësisht emetitimit të gazreve serë [4].

3.2.2 Kapja dhe depozitimi i karbonit - CCS

Teknologjia për kapjen dhe depozitimin e karbonit – CCS, është një përpjekje e nivelit global për të arritur emetimet neto të gazeve serë në zero deri në vitin 2050. Teknologjia CCS mund të zvogëloj emetimet në shumicën e sektorëve të industrisë drejtpërdrejtë, si një teknologji retrofteruese për objektet ekzistuese industriale dhe energjetike, si dhe mund të jetë e inkuorporuar në zhvillime të reja teknologjike [4]. Teknologjia CCS parandalon lëshimin/lirimin e dioksidit të karbonit (CO₂) nga burimet ndotëse në atmosferë ose edhe mund ta largojë atë nga atmosfera (nëpërmjet bioenergjisë me CCS, si dhe kapjen e drejtpërdrejtë të CO₂ nga atmosfera), duke ofruar mundësinë e minimizimit të CO₂ në atmosferë. Këto teknologji përfshijnë kapjen (pastrimin) e CO₂ të prodhuar nga impiantet industriale (të tilla si uzinat e çelikut , kimikateve, çimentos, mjetet e transportit, etj.), termocentralet me qymyr dhe gaz natyror dhe rafineritë e naftës, duke e komprimuar dhe përgatitur atë për transport dhe më pas duke e injektuar thellë në tokë - në të paktën 800 metra nën sipërfaqe - në një vend depozitimi gjeologjik të zgjedhur me kujdes dhe të sigurt, ku edhe do të izolohej dhe ruhet përgjithmonë në shkëmb poroz, (figura 2) [4].

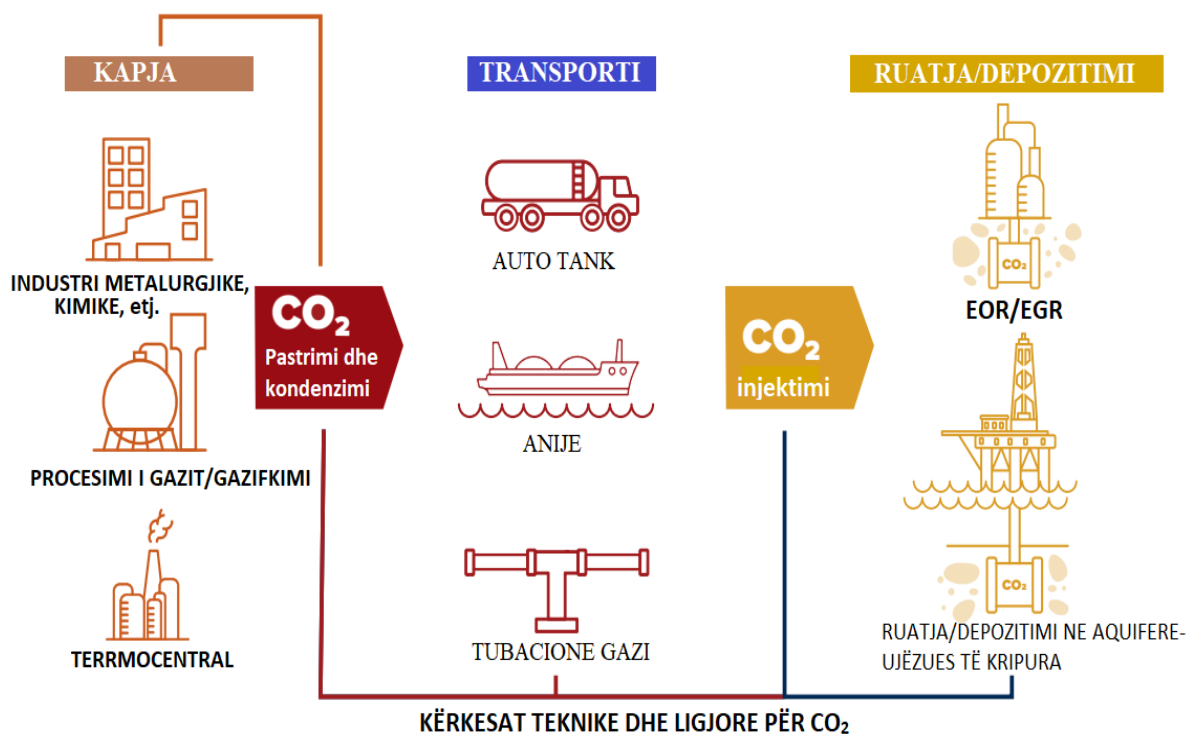


Figura. 2: Një diagram konceptual i kapjes dhe ruatjes/depozitimit të CO₂

Unifikimi i zgjidhjeve të projektura teknologjike për të reduktuar ose eliminuar emetimet e karbonit nga procesi i prodhimit të ferrolegurave mund të ndahen në dy kategori të dallueshme: kapja, përdorimi dhe/ose ruajtja e karbonit (CCUS) dhe reduktimi sipas rrugëve alternative të mineralit të hekuri t. Procese këto që përfshijnë kapjen pas/para djegies dhe kompresimin – transportin - depozitimin/përdorim (figura 3)

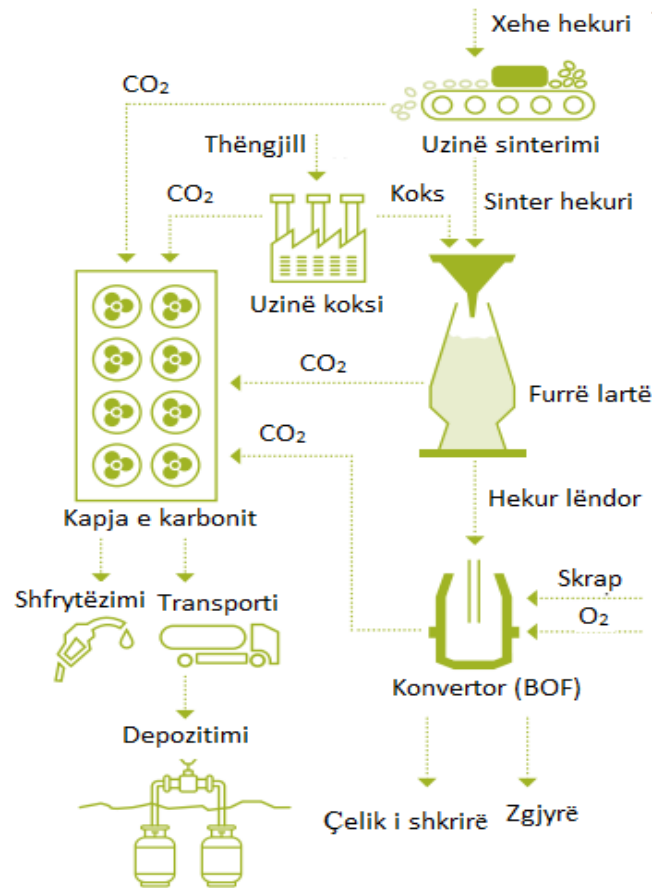


Figura 3: Rruga e thjeshtësuar e kapjes dhe/ose depozitimit të karbonit

Burimi: (ref. 4,5]

Aplikimi i metodave të tilla, nënkupton në të njëjtën kohë edhe minimizimin dhe/ose eliminimin edhe të gazrave tjerë, siç mund të jenë gazrat e proceseve metalurgjike, p.sh. CO, CO₂, SO₂, Nox, etj. Të gjitha industritë, janë të obliguara që të përmbushin detyrimet që dalin nga marrëveshjet ndërkombëtare për mbrotje të mjedit, p.sh. një nga këto marrëveshje është edhe Portokoli i Kiotos (KP), i cili përfaqëson një hap shumë të rëndësishëm përpara në kufizimin e emetimit të gjashtë gazeve që shkaktojnë efektin serë; (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs dhe SF₆), meqenëse për herë të parë u specifikuan angazhime ligjore. Sipas KP vendet e zhvilluara kanë pasur detyrime të specifikuar: gjatë periudhës së parë të angazhimit (periudha 2008-2012), ato do të duhej të reduktojnë emetimin në përgjithësi të gazrave që shkaktojnë efektin serë (GHG) të paktën 5% në krahasim me nivelet e 1990. Synimet për të cilat, vendet e zhvilluara u dakorduan për arritjen e caqeve për reduktimin e këtij lloji ndotje, sipas këtij diferencimi; SHAB u zotuan për një reduktim të emetimeve GHG për 7%, BE për 8%, Japonia dhe Kanadaja për 6%) [4]. Pra, aplikimi i metodave të reja të cilat për synim kanë minimizimin ose eliminimin e burimeve të koponentëve që gjenerojnë gazra me efektin

serë, është një nga qasjet më të sukseshme dekarbonizimi dhe desulfurizimit të proceseve metalurgjike. Pra, eliminimi në burim i karbonit dhe sulfurit në ngakesën dhe metalin lëndor, mundësohet në rastet;

- i) e zëvendësimit të mjeteve tradicionale reduktuese si; linjtit, thëngjillevë tjera, koksit dhe përgjithësisht lëndëve me prejardhje fosile (të cilat janë burimi kryesor i ndotjes me C dhe S të ngarkesës dhe metalit lëndor) me mjete reduktuese alternative, si Hidrogjeni, biomasë (si alget e papërpunuara, bari, druri etj),
- ii) zëvendësimi i koksit dhe lëndëve tjera djegëse me prejardhje fosile më lëndë djegëse alternative (energji e gjelbër), siç mund të jet praktika e përpunimit, procesimit (shkrirja, desulfurimi, rafinimi etj.) edhe metalit lëndor duke përdorur plazmën e Hidrogjenit në një reaktor për prodhimin e çelikut , dhe/ose ferrolegurave tjera.

3.3 Reduktimi i drejtëpërdrejtë i xeheve të hekurit me Hidrogjen në furrën shahte

Projekti i reduktimit të drejtëpërdrejtë të xeheve të hekurit në furrën Shahte, i bazuar në H₂ është i përfunduar dhe mund të futet hap pas hapi në industri. Kjo siguron vazhdimësi operationale dhe reduktim të lartë të emetimeve krahasuar me metodat konvencionale të prodhimit të çelikut . Në figurën 1. është dhënë skema e thjeshtëzuar e reduktimit të drejtëpërdrejtë me Hidrogjen të xeheve të hekurit në furrën shahte.

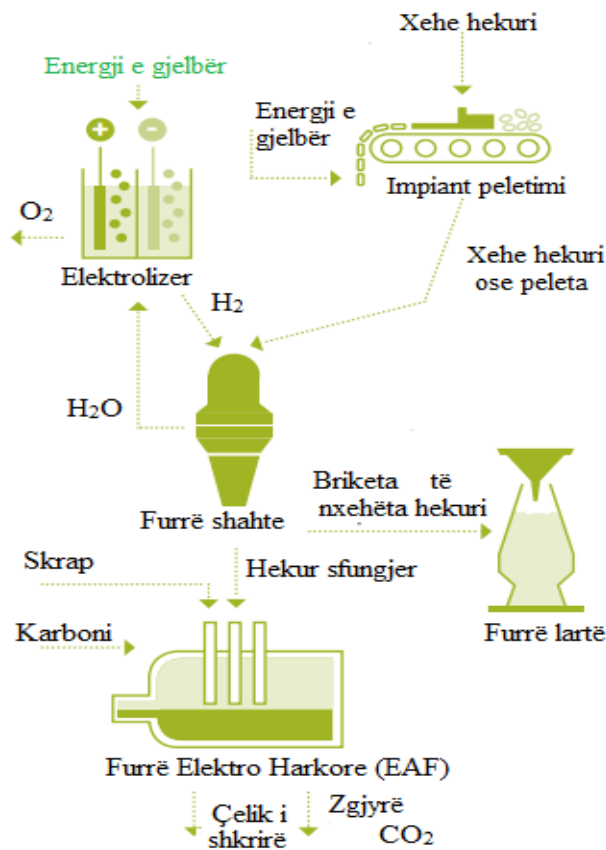


Figura 4: Skema e thjeshtëzuar e reduktimit të drejtëpërdrejtë me Hidrogjen të xeheve të hekurit në furrën shahte

Një metodë e tillë e përfitimit të ferrolegurave, në vend të reduktuesit me prejardhje fosile, si p.sh. të karbonit nga koksi, si reduktuese për të reduktuar pelletat ose edhe xehën e hekurit shfrytëzon H_2 (Hidrogjenin). Produkti i këtij procesi është "Hekuri i Reduktuar Drejtëpërdrejtë" (DRI, ose hekur sfungjer [4, 5]). Reaksionet zhvillohen në furrë shahte, e cila për të zhvilluar procesin DRI, shfrytëzon reduktues në gjendje të gazët. Temperatura e zhvillimit të procesit (funksionimit) mund të jetë mjaft e ulët, rreth $800^{\circ}C$ [4]. Hekuri sfungjer produkt i procesit DRI më pas futet në furrën elektro harkore (EAF) dhe shëndrrohet në çelik ose dhe ndonjë ferrolegurë tjetër, duke e përpunuar më tej me shtim karboni, ose elementeve tjera përlidhëse [4].

Reduktimi i drejtëpërdrejtë me hidrogjen i xeheve të hekurit në furrën shahte, ende ndodhet në fazën e pilot projektit, por të gjitha të dhënat rezultojnë se ajo mund të instalohet si një teknologji e përkohshme për të hapur rrugën drejt prodhimit të ferrolegurave dhe/ose çelikut neutral ndaj karbonit. Qasja e tillë teknologjike na jep dy mundësi operative;

- i) *Furrë larta si mesfazë operative*- Në skemën e tillë teknologjike, gjithashtu mund të futet edhe një furrë lartë, tek e cila do të mund të dozoheshin briketat e nxehta të hekurit (HBI) të mbetura si produkte dytësore nga procesi i prodhimit të hekurit sfungjer (DRI) në furrën shahte. Kjo do njëhej si qasje me fazën të ndërmjetme të përfitimit të hekurit të derdhur-gizës përmes furrë lartës, duke shfrytëzuar HIB (briketat e nxehta të hekurit) si lëndë shtesë të ngarkesës dhe e përfitimit të ferrolegurave dhe/ose çelikut përmes furrës elektroharkore ku si lëndë kyçe e ngarkesë do të shfrytëzohej hekuri sfungjer. Prodhimi dhe shfrytëzimi i briketave të nxehta të hekurit (HBI) në furrë lartë, përveç efikasitetit të furrës do të rriste ndjeshëm edhe cilësinë e metalit të derdhur (të papërpunuar) nga sepse do të reduktonte ndjeshëm kërkesat për reduktues me prejardhje fosile (koks ose lloje tjera të thëngjilëve), aplikimi i të cilave tek metodat tradicionale të përfitimit përmes rrugës pirrometalurgjike të hekurit të derdhur, ferronikelit ose edhe ferrolegurave tjera përbënë burimin kryesor të ndotjes së metalit me Sulfur, si dhe rritjes së emetimeve të gazrave serë. Proceset e tilla më të zakonshme janë metoda MIDREX dhe Tenova HYL [5]
- ii) *Furra shahte si fazë kyçe përmes fuqizimit të energjisë së gjelbër*- Nëse fuqizohen vetëm burimet e ripërtrishme të energjisë (energji elektrike e gjelbër), atëherë rruga –mënyra kryesore që do të përbënte një proces të tillë do ishte prodhimi i çelikut neutral ndaj karbonit dhe pa lëndë djegëse fosile. Pra, i gjithë procesi do të bazohej në reduktimin e drejtëpërdrejtë të xeheve të hekurit (DRI) në furrën shahte, ku si produkt i procesit do të jetë hekuri sfungjer, i cili më pas do të ishte lëndë kryesore e ngarkesës tek procesi furrë lartë konvertor me fryerje oksigjeni (BF-BOF) [4, 5]. Përfitimet e tjera të një qasje të tillë përfshijnë fleksibilitet të lartë të prodhimit: procesi është i lehtë për t'u startuar dhe për t'u ndaluar, dhe aftësia për të përdorur ngarkesa në njësi më të vogla mundëson shkallëzim më të madh operativ. Përveç kësaj, aftësia për të dozuar hekuri në reduktuar drejtëpërsedrejtë (DRI) në formën e briketave të nxehta të hekurit (HBI) në një sistem BF-BOF do të thotë që impiantet ekzistuese konvencionale mund të përdoren si element operativ në favor të rritjes së prodhimit të furrës me Shahte ose/dhe furrës elektroharkore (EAF) [4, 5].

Të metat e procesit - Procesit i reduktimit të drejtëpërdrejtë të xeheve të hekurit me hidrogjen në furrën Shahte, bazohet në ngarkesë, e cila si lëndë bazë ka peletat e hekurit (xehe hekuri) të peletizuar, dhe impiantet për prodhimin e tyre mund të jenë shkaktarët kryesorë të ndotjes, ngase sipas të arriturave të deritanishme ato shquhen me emetime të konsiderueshme të gazrave, pluhurit dhe ndotësve tjerë, pra në varësi nga burimet termike që shfrytëzohen në impiantet për prodhimin e peletave. Furnizimi me sasi të nevojshme të H₂ është gjithashtu një problem, dhe ende nuk është gjetur një zgjidhje e cila do të siguronte një kosto efektive. Studimet e zhvilluara lidhur me mundësitë e zhvillimit të këtyre

teknologjive në industrinë e çelikut në Gjermani [ref. 5], konstatojnë se prodhimi të jet ekonomik, kostot e përfitimit të H₂ duhet të jenë nën ~2 k euro për ton. Ku, kostot e pritshme të instalimit 3¹/CAPEX në Gjermani ~ 0,6 deri 0.8 miliardë euro, për kapacitet vjetore prej 1 milion ton, përfshirë edhe elektrolizerin [4, 5]. Aktualisht, në Gjermani, nuk ka aq shumë energji elektrike të gjelbër-alternative në dispozicion dhe me kosoto të lirë. Përveç kësaj, duke qenë se një proces i tillë mbështetet në sasi të mëdha të energjisë së gjelbër të lirë, atëherë, vendet prodhuese të çelikut si Gjermania duhet të importojnë H₂ ose hekur të përpunuar paraprakisht, duke dëmtuar zinxhirët e vlerës së industrisë së tyre, nëse nuk arrijnë të rrisin ndjeshëm prodhimin e energjisë së tyre të gjelbër. Ekziston gjithashtu pasiguri rreth kostove të ardhshme të operimit, për shembull në lidhjet me sistemet e prodhimit të H₂ dhe çmimet e paqëndrueshme të energjisë elektrike [4, 5].

3.4 Teknologjitë e desulfurimit

Skema themelore teknologjike e përftimit të ferrolegurave, përfshirë edhe çelik unë shumicën e shkretoreve në botë edhe sot, ende është e bazuar në redukimet e xeheve okside ose sulfure me rrugën pirometalurgjike, në furra rrotulluese, furra elektrike dhe rafinim në konvertorë ose teknologji të njëjta. Gjatë këtyre proceseve arrihet efikasitet mjaft i lartë i ekstradimit të metaleve të dobishme, kursim në redukues dhe bilanc i mirë energjetik në përgjithësi. Produkt i këtyre proceseve është metali lëndor me koncentrim të caktuar të papastërtive: [S], [P], [C], [Si], [Co], [Cr] etj. Disa nga të cilat papastërti, në rast kur hekuri i derdhur/giza ose edhe ferrolegurat tjera të papërpunuara përdoret për prodhimin e çeliqeve të ndryshme, do të shprehin ndikime negative në vetitë e çeliqeve. Ndër këto papastëri më i dëmshëmi nga të gjitha. Prandaj, këto papastërti përcjellëse, duhet të largohen përpara se legura të përdoret, p.sh. për prodhimin e çelikut. Kështu që, tek rastet kur giza ose edhe Ferronikeli lëndor shfrytëzohet për prodhimin e çelikut inox përmbajtja e papastërive të tilla e veçanërisht sulfurit është e nevojshme të jetë minimale, (tabela 1).

Tabela 1: Përbërja maksimale e elementeve përbërës të ferronikelit të rafinuar [4]

Elementet	Vlerat limit të FeNi të rafinuar
Karboni	< 0.040 %
Silici	< 0.030 %
Fosfori	< 0.030 %
Sulfuri	< 0.040 %

¹ Sipas vlerave monetare të kalkulaura në viti 2020

Squfuri si njëri nga komponentët ndotës kryesor në metal të papërpunuar kryesisht vije nga, xeheja, reduktuesi, proceset e përpunimit të xehës, etj. do të duhej që 99% e tij të largohet gjatë proceseve të shtrirjes në furrën elektroharkore, konvertorët me fryerje me oksigjen dhe teknologjitë e ndryshme të desulfurimit. Nga të gjitha fazat e procesit të pasurimit të metalit lëndor, desulfurimi është faza më komplekse dhe më kosoton më të lartë. Kështu që, për të kontrolluar kostot nga 11 kg/ton sulfur, me prejardhje nga reduktues (thëngjilli) dhe lëndët e tjera teknologjike tek uzinat tradicionale, uzinat me skema teknologjike ndërë më bashkëkohoret të prodhimit të çelikut shpenzon jo mbi 5 dollarë/ton çelik [4, 9].

Sipas praktikave operative të desulfurimit në konvertorët me fryerje oksigjeni, mjedisi operativ është me metal dhe zgjyrë shumë oksidues dhe pamundësia për të arritur raporte ekuilibruese të veçimit të sulfurit midis zgjyrës dhe metalit kufizojnë aftësinë e procesit të largimit të Sulfurit. Kështu, për të sjellë përmbajtjen e sulfurit në përlidhje ose çelik brenda intervalit të menaxhueshëm përmes desulfurimit shumë më i kushtueshëm, janë zhvilluar teknologjitë e trajtimit të metaleve të shkrirë me kosto më të ulët, për sa i përket largimit të sulfurit përpara hapit të prodhimit të çelikut në konvertorët me fryerje oksigjeni. Fillimisht këto teknologji u përdorën për të ndihmuar prodhuesin e çelikut, por me kalimin e kohës, u kuptua se do të rezultonin kursime të konsiderueshme të kostos dhe rritje të prodhimit në prodhimin e hekurit t, nëse do të hiqeshin kufijtë standart të sulfurit që nga procesi i shkrirjes në furrë lartë, dhe/ose furrë elektrike. Në shumicën e uzinave të çelikut të Amerikës së Veriut, metali i shkrirë derdhet nga furrëlarta, e cila përmban 0,040% deri 0,070% S, ndërsa konvertorët me fryerje oksigjeni ngarkohen me metal të nxehtë, ku vazhdohet procesi i desulfurimit deri në nivelet 0,010% – 0,001% S, që në fakt këto edhe janë kërkesat për cilësinë e produktit përfundimtarë [9].

Rëndësia e menaxhimit të sulfurit dhe kostot e mëdha të përfshira në këtë proces kanë çuar në përpjekje në mbarë botën për të zhvilluar dhe zbatuar një sërë teknologjish të ndryshme desulfurimi. Tek teknologjitë e tilla bashkëkohore janë futur në kombinim dy metodat e desulfurimit të metalit lëndor, ato të desulfurimit jashtë furre dhe ato në konvertorë. Shfrytëzimi i sistemeve të ndryshme të reagjentëve dhe veçimit të sulfurit janë të varur nga faktorë ekonomikë dhe mjedisorë, kriteret e menaxhimit teknik e operativ të uzinës, si dhe treguesitë tjerë të preferencës së procesit.

4. DEKLARIMI I PROBLEMIT

Përfitimi i ferronikelit është një proces mjaft i rëndësishëm për industrinë e ferrolegurave. Sot ferronikeli konsiderohet prej përlidhjeve me aplikim të lartë në metalurgjinë e zezë, meqë kryesisht përdoret për prodhimin e çeliçeve speciale me veti të dalluara mekanike dhe fiziko-kimike, ndërsa nikeli si metal, po ashtu ka përdorim të gjerë në industrinë e ndërtimit të makinave, elektronikë etj. Aktualisht, kapacitetet prodhuese të nikelit në nivel global arrijnë deri në 1.200.000 tNi/vit. Deri vonë nikeli është konsideruar si metal i çmuar, kryesisht për shkak të përmasave të kufizuara të përdorimit të tij.

Nga pikëpamja ekonomike dhe ekologjike, përfitimi i ferronikelit, e veçanërisht ai nga xehet oksido-laterite, sipas rrugës pirrometalurgjike nuk mund të konsiderohet prej metodave shumë të pranueshme. Duhet të theksohet se përveç kostove të larta të ekstrahimit të ferronikelit lëndor dhe nikelit, proceset pirrometalurgjike, të bazuara në rrugët; furrë rrotulluese furrë elektrike janë me kosto të lartë mjedisore, [11]. Disa nga teknologjitë e reja të pasurimit të ferronikelit lëndor, janë premtuese për sa i përket kostove dhe mjedisit, mirëpo shumica e tyre ndodhen ende në fazën e pilot projektve. Problem në vete paraqet, përpunimi i xeheve me përmbajtje të lartë kobalti, silici, fosforidhe squfuri. Sipas kërkesave ekzistuese, përmbajtja e nikelit në ferronikelin komercial nuk duhet të jetë më e ulët se 15%, dhe raporti Ni:Co nuk duhet të jetë më i lartë se 20, ndërsa P, S, Si duhet të jenë në nivele deri në 0.001% [1, 11]. Për faktin se ende nuk ka metoda ekonomike të përpunimit të ferronikelit nga kobalti, ndërsa procesi largimit të silicit, fosforit dhe sulfurit konsiderohet prej proceseve komplekse dhe mjaft të kushtueshme. Zakonisht, ferronikeli komercial me përmbajtje të lartë të Co dhe S, përballet me çmime të ulëta. Teknologjitë me arsyeshmëri ekonomike dhe mjedisore për gjithë industrinë e ferrolegurave, mund të përcaktohet vetëm pas ekzaminimeve të zgjeruara laboratorike të tilla, si: shkrirja e dy fazëshme e xehës në furrën vanyukov; shkrirja në furrëm me rrymë-direkte, teknologjitë e pasurimit, [11], si dhe aplikimi i skemave që mundësojnë integrimin e mes fazave të pasurimit shtesë dhe rikuperimit të energjisë përmes rikthimit në proces [1].

Sipas gjendjës aktuale (40%) e ferronikelit lëndor fitohet nga xehet e oksideve të nikelit dhe (60%) nga xehet sulfide [11, 13]. Vlen të theksohet se, tek përfitimi i ferronikelit nga xehet oksido-laterite, procesi i pasurimit është prej problemeve teknike dhe teknologjike më i theksuari [1, 14].

Për shkakë të përbërjes së nderlikuar të lëndëve të para të nikelit, shpesh herë të shfrytëzohen mundësitë e përfitimit të drejtpërdrejtë të çelikut nga përlidhjet e ferronikelit të varfur me Ni. Prodhuesit më të mëdhenjë të Ni në botë, prodhimtarinë e çeliqeve të ndryshme e kanë të bazuar në Ferronikel me përqendrim të ulët të Ni [1]. Aplikimi i përlidhjeve të tilla nuk paraqet ndonjë vështirësi teknologjike, por në varësi të nga niveli teknologjik, proceset e përfitimit në rastet e tilla mund të rezultojnë me efektshmëri jo të lartë ekonomike, si pasojë e sasisë së madhe të zgjyrës dhe ndotjes së mjedisit. Llojet e tilla të ferronikelit prodhohen nga shkrirja e xehës okside-laterite, të cilat shquhen me përqendrim të lartë të Ni në xehe. Në rastet e tilla për shkrirjen e xehës kërkohet sasi e madhe e reduktuesit dhe resurseve tjera teknologjike, e të cilat vashdimisht do të rrisnin sasinë e sulfurit në Ferronikelin lëndor, duke paraqitur kështu probleme zingjirore gjatë prodhimtarisë së çeliqeve.

Në bazë të studimeve të gjera tanishme, proceset e përfitimit të ferronikelit nga xehe sulfure dhe ato okside-laterite përcillen me konsum të lartë të energjisë (nga 400 – 600 MW/t FeNi) dhe atë vetëm gjatë procesit të shkrirjes, konsum të lartë të materialeve zjarrëduruese, koeficient të ulët të shfrytëzimit të Ni dhe Co, dhe përgjithësisht kosoto të larta të prodhimit [1, 11, 13, 14]. Bazuar në këtë dhe analizën teknike të procesit të prodhimit të ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, përbërja e xehes dhe resurseve tjera teknologjike e përcaktojnë, cilësinë e Ferronikelit lëndorë, nivelin e shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, funksionalitetin e pasijeve, stabilitetin e operimit me parametra tekniko-teknologjike si dhe koston totale prodhuese të ferronikelit.

Xehet okside-laterite të Kosovës, shquhen me përqendrim të larta të lagështisë, e cila sillet nga 35 deri 38%. Aktualisht si reduktues po shfrytëzohet linjiti i Kosovës, i cili shquhet me koncentrim të ulët të C_{fix} dhe sasi të lartë të lagështisë. Kështu që, praktikisht për prodhimin e 10.000 ton Ni/Fe-Ni, duhet të përpunohen 1.405.181 ton xehe të lagët duke ngritur në këtë mënyrë drastike shpenzimet e lëndëve teknologjike dhe burimeve të energjisë. Kur, kësaj i shtojmë edhe problemet që paraqiten gjatë procesit të fërgimit të xehes në furrën rrotulluese, problemet e shkrirjes në furrën elektrike si dhe ato të pasurimit në konvertor, niveli i kostove prodhuese dhe shfrytëzimit të kapaciteteve ka pasur shmangie dhe atë deri 26% nën parametrat projektues [1].

Në rastet më të shumta, përfitimi i ferronikelit lëndor nga xehe laterite, përbëhen nga proceset e; përgatitjes së xehes, tharjes, aglomerimit, peletizimit, fërgimit në furra rrotulluese, shkrirjes në furrë elektrike dhe/ose në furrën Shahte me shtratë fluidizues, rafinim në konvertorët (me fryerje të një fisht nga lartë të oksigjenit, fryerje të dyfisht nga lartë të oksigjenit dhe nga poshtë të ajrit dhe gazrave tjera inertë), degazimi, dezoksidimit, derdhja dhe përpunimi i produkteve të gatshme me granulim. Skemat e tilla teknologjike janë të kushtëzuara me konsum të lartë të lëndëve teknologjike dhe energjisë. Hulumtimet tona, janë të lidhura ekskluzivisht me procesin e rafinimit të ferronikelit lëndor në shkritoren e

“Ferronikelit” në Drenas. Përgjithësisht, e në veçanti ai i rafinimit të ferronikelit lëndor konsiderohet mjaft kompleks, nga se metali i përfituar nga shirja e xehës okside të Ni në furrën elektrike shquhet me koncentrim të lartë të sulfurit dhe Silicit, ndërsa me përbërje të ulët të karbonit dhe nikelit e kobaltit. Pasurimi i metalit me përbërje të tilla përcillet me vështirësi teknologjike, kosto të larta dhe ndotje të mjedisit. Edhe tek rastet kur procesi fërgimit dhe shkrirjes në furrën elektrike karakterizohet me nivel të lartë efektiviteti dhe efience, sqfuri dhe fosfori nuk pritet që të kalojë me gazin e sajuar gjatë procesit të fërgimit, dhe zgjyrën e furrës elektrike mbi 50%, që do të thotë se pjesa kryesore e largimit të tyre mbetet të zhvillohet gjatë procesit të rafinimit-desulfurimit dhe defosforimit [1].

Depozitat më të mëdha të nikelit në Evropën pa përfshirë Rusin gjinden në Finlandë dhe Greqi. Rezervat e xehës në sipërfaqen e tokës, me mbi 1 % Ni sillen të paktën rreth 130 milion ton Ni. Për afërsisht 60% e tyre gjindet në xehet laterite dhe 40% është në xehet sulfide. Për më tepër, duhet llogaritur edhe në rezervat e gjera të nikelit në thellësi detare të mbeshtjelluara me shtresa mangani dhe nyje që mbulojnë zona të mëdha të fundit të oqeanit, veçanërisht në Oqeanin Paqësor, [15,16]. Ndërsa kërkimet e xeherorëve silikate në territorin e Republikës së Kosovës datojnë që nga viti 1958, ku janë përcaktuar shfaqjet e para mineralizuese të nikelit të lidhura në pikëpamje hapësinore me masivet ultra bazike apo të lokalizuar në afërsi të tyre. Të tilla janë vendburimet nikel-silikate të Gllavicës, Qikatovë e Vjetër, si dhe paraqitet, në Verbovc, Baks, Rrezar, Sankovc, Morinë, Ponashec, etj. [15]. Në fushën xeherore Qikatovë e Vjetër –Golesh, aktualisht si vendburime rentabile janë: Gllavica, Suka dhe Dushkaja. Përveç rezervave prej 13.219.044 ton xehe, për eksploatim janë vlërsuar edhe rreth 8.000.000 ton rezerva të kategorizuara me koncentrim mesatar prej 1.31 % Ni dhe 0.07% Co, [15]. Bazuar në programin investiv për Minierat, parashihet të eksploatohen 17.610.133 [t xehe të thatë] me përbërje mesatare 1.32%Ni.

Në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas janë të instaluar dy vija teknologjike për përpunimin e xehes me kapacitet projektuese prej 983.000 t xehe të thatë me përbërje mesatare; Ni 1.32%, SiO₂ 46%, Fe₂O₃ 24%, MgO 8%, Co 0.07%. Produkti final njihet si ferronikel i rafinuar dhe varësisht nga kërkesat komerciale, përmban: 16-19 % Ni+Co, më pak se 0.05 % Si, Cr, dhe C, më pak se 0.1 % S dhe P, etj. Kapaciteti prodhues i projektuar i uzinës është 12.000 [t Ni/FeNi vit]. Aktualisht operohet sipas skemës teknologjike; furrë rrotulluese, furrë elektrike (me shkrirje të drejtpërdrejtë të xehes okside (laterite) të nikelit deri në ferronikel lëndor dhe përpunim të metejm të tij në konvertorët 25 ton me fryrje oksigjeni. Paisjet themelore të uzinës së “Ferronikelit” në Drenas që përbëjnë skemën teknologjike janë; furrat rrotulluese të tipit „Shmit” me diametër 5m dhe gjatësi 100 m; furrat elektro-redukuese të tipit „Elkem” me fuqi 45 MVA dhe konvertorët vertikal me oksigjen të tipit „KRUPP”. Ndërsa operacionet themelore të procesit teknologjik të përfitimit të ferronikelit janë:

- përgatitja e xehes dhe reduktuesit deri në granulacion të caktuar,
- procesi i tharjes dhe fërgimit të sharzhës në furrën rrotulluese,

- procesi i shkrirjes në furrën elektro-redukuese,
- procesi i rafinimit në konvertor,
- derdhja e metalit dhe granulimi,
- si operacion i pavarur është seperacioni magnetik i zgjyrës, i cili aktualisht është jashtë funksionit.

Xeherori i përgatitur më parë, i thërrmuar dhe homogjenizuar, pararedukohet në furrën rrotulluese. Si reduktues mund të përdoret koksi, linjiti ose reduktuesi i gaztë, aktualisht si reduktues përdoret linjiti i Kosovës dhe thëngjilli nga importi, ndërsa në vend të gazit gjeneratorik shfrytëzohet mazuti dhe petrol koksi. Gjatë arritjes së para reduktimit të mirë dhe xeherorit të përgatitur me reduktim të pjesërishëm deri në metal, mundësohet kursimi i energjisë elektrike deri në afër 300 kwh/t fërgesë në furrë elektrike. Në shkitorën e ferronikelit në Drenas, janë të instaluara dy furra rrotulluese e tipit “Smidth” të cilat veçohen me parametrat optimal tekniko-teknologjik. Procesi i shkrirjes elektrike është proces i zgjyrës, pasi rreth 90% e fërgesës kalon në zgjyrë. Udhëheqja e procesit të shkrirjes kërkon përgatitje të mirë të xehes e posaçërisht është i kushtëzuar nga raporti i Ni, Fe, dhe MgO-së, shkalla e pararedukimit, temperatura e fërgesës etj. Varësisht nga përbërja minerologjike dhe shkalla e përgatitjes paraprake të xehes aplikohet edhe regjimi elektrik i punës së furrës. Gjatë zhvillimit të shkrirjes së xeheve okside të nikelit janë aplikuar këto regjime elektrike; shkrirja në furrën elektrike me banjë të mbyllur, shkrirja në furrën elektrike me banjë të hapur dhe shkrirja në furrën elektrike me hark të hapur gjegjësisht të mbyllur.

Procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor realizohet në dy etapa; largimi i sulfurit nga Ferronikeli lëndor me reagentë të ndryshëm me anë të desulfurim jashtë furre dhe rafinimi i ferronikelit në konvertorë vertikal me oksigjen. Procesi i rafinimit zhvillohet në konvertorë më fryrje të oksigjenit dhe veçohet me këta parametra kryesor tekniko-teknologjik. Për realizimin e këtyre dy etapave të procesit të rafinimit të ferronikelit lëndor, duhet të përshtaten, kushtet të caktuara tekniko-teknologjike. Largimi i këtyre papastërtive mbështet në afinitetin e tyre të ndryshëm ndaj oksigjenit. Oksidimi i këtyre elementeve kryhet në dy etapa: në etapën e parë largohen me zgjyrën e procesit sasi të kryesore të Si, Cr, S dhe C dhe në etapën e dytë largohen mbetjet e këtyre papastërtive duke u bërë pasurimi i ferronikelit lëndor në dobi të oksidimit seleksionues të hekuri t, [1, 15].

Procesi i përfitimit të ferronikelit nga xehet okside/laterite pa marrë parasysh nivelin e përsosshmërisë tekniko-teknologjike, pra edhe te proceset më të reja, pjesa më komplekse e prodhimit është etapa e rafinimit të ferronikelit, e cila ka ndikim të drejtpërdrejtë në mbarëvajtjen tekniko-teknologjike, në cilësinë e metalit, ndotjen e mjedisit dhe përgjithësisht ekonominë e procesit të prodhimit. Studimet e gjerë tanishme mbi procesin e përfitimit të ferronikelit në shkitorën e “Ferronikelit” në Drenas, dëshmojnë se sipas skemës aktuale,

cilësin e FeNi lëndor, funksionalitetin e paisjeve dhe përgjithësisht procesin e prodhimit e përcjellin vështirësi të natyrave, si:

1. Temperaturë e ulët e derdhjes së ferronikelit lëndor nga furra elektrike, duke krijuar "mbetjet" (metali i ftohtë) në kazanin për pranimit të metalit;
2. Zgjyra dhe ferronikel lëndor me koncentrim të larta të Siliciumit (Si), duke rezultuar me agresivitet ndaj veshjës zjarrduruese në furrën elektrike;
3. Shkallë e lartë e aciditetit gjatë fazës së desilicimit dhe djegijës së karbonit gjatë procesit të rafinimit në konvertorë;
4. Koha e gjatë e fazës së desilicimit dhe dekarbonizimit në karbon përveç konsumit të lartë të materialeve zjarrduruese, shkrirësit dhe oksigjenit, po ashtu përcillet edhe me efektivitet të ulët desulfurimit dhe sasi të rritur të zgjyrës, të cilët në mënyrë të drejtpërdrejtë i rrisin humbjet kimike dhe mekanike të nikelit me zgjyrën e konvertorëve;
5. Koncentrim të lartë të sulfurit në metalin e furrës elektrike, si pasojë e përdorimit të Linjtit, i cili vështirë largohet me fryerje të oksigjenit në konvertor duke zgjatur kështu procesin e rafinimit të ferronikelit lëndor nga 2.5- 4 orë;
6. Metal të furrës elektrike me koncentrim të ulët të karboni , i cili ka për efekte negative temperaturën e ulët të derdhjes së metalit nga furra elektrike, duke ndikuar kështu në uljen e shkallës së desulfurimit me ragjent në kazan-jashta furre, e në disa raste edhe pamundësin e realizimit të kësaj mes-faze të procesit;
7. Koha e gjatë e qëndrimit të Ferronikelit në konvertor, ka ndikuar drejtpërdrejt në e uljen e shkallës së shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese të konvertorëve, si dhe rritjen e kostove prodhuese të ferronikelit;
8. Funksionalitet jo stabil të agregateve metalurgjike (plasaritje e mbeshtejllësit të trupit të furrës elektrike, mbishtypje të shpeshta, penitrim i metalit në veshjën zjarrduruese, rritje e shtuar e ngjitjeve në furrën rrotulluese, humbje e lartë e Ni më zgjyrën e konvertorëve, mos zhvillim të desulfurimit në furrën elektrike, përqëndrim i lartë i sulfurit në Fe-Ni e rafinaur , etj);
9. Parametrat teknik jo efektiv dhe niveli i ulët i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese;
10. Nivel i lartë i ndotjes në mjediset punuese dhe rrethinë

Aktualisht, sipas skemës së prodhimit të ferronikelit në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas, i gjithë procesi i desulfurimit të ferronikelit të papërpunuar zhvillohet në konvertor. Kështu që, në kushtet e tilla faza e desulfurimit përveç të qenit pjesa më komplekse e procesit të rafinimit ajo në të njëjtën kohë po rezulton të jetë edhe determinuese e operimit dhe

funksionalitetit të pasijeve, kosotove prodhuese, koeficientit të shfrytëzimit të metaleve të dobishme (Ni dhe Co), si dhe shkallës së shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese në reaprtin e konvertorëve dhe përgjithësisht në shkritoren e “Ferronikelit” të Drenasit. Këto dhe sfidat tjera të procesit, kanë nxitur qarqet kërkimore dhe profesionistët që të hulumtojnë praktikën e reja të desulfurimit, ose/dhe adaptimin e praktikave aktuale me praktikën e prodhimit të ferronikelit që aktualisht përdoren në shkritoret e ngjajshme në botë siç janë ato në Japoni, SHBA, Greqi, Kolumbi etj.

4.1 Procesi i rafinimit të ferronikelit të papërpunuar të furrës elektrike

Procesi i rafinimit të ferronikelit të papërpunuar të furrës elektrike në konvertor, është procesi përfundimtar teknologjik i prodhimit të ferronikelit të rafinuar në shkritoren “Ferronikeli” në Drenas. Në reapartin e Konvertoreve janë të instaluar dy konvertor të tipit “KRUPP” (firmë Gjermane), ku njëri prej tyre është aktiv e tjetri rezervë. Pra, rafinimi është “proces i veçimit të elementeve të dëmshëm nga metali- procespasurimi, i mbështetur me vetë dhënje të nxehtësisë, së metalit të shkrirë dhe të reaksioneve ekzotermike të oksidimit të elementeve përcjellëse në metal. Reaksionet mbështeten në afinitetin e oksigjenit ndaj elementeve përbërës në Ferronikelin e papërpunuar ndaj oksigjenit [1].

Procesi i rafinimit të FeNi lëndor zhvillohet ngadal dhe është i përcjellur me harxhime të larta të resurseve teknologjike dhe energjisë. Faza më komplekse e procesit është desulfurimi dhe dekarbonizimi i FeNi lëndor. Sipas praktikave të mira teknologjike desulfurimi realizohet në dy etapa:

- i) largimi i sulfurit nga Ferronikeli lëndor përmes reagjentëve të ndryshëm me anë të desulfurimit jashtë furre dhe
- ii) lagrimi i sulfurit gjatë procesit të rafinimit me fryerje oksigjeni dhe shtim të shkrirësit (gurit gelqeror ose gelqerës së pa shuar) në konvertorë.

Për realizimin e procesit të rafinimit, paraprakisht duhet të përshtaten, përbërja e ngarkesë (metal, skrap, oksigjen, shkrirës), kualiteti dhe raportet në mes përbërësve të ngarkesës, kushtet tekniko-teknologjike, përcaktimi i saktë i përbërjes kimike të fazave të lëngëta (metalit dhe zgjyrës), temperaturave të fazave të procesit, dhe veçanërisht, duhet të merret në konsiderim përbërja e sulfurit, silicit dhe karbonit në ferronikelit e derdhur nga furra elektro harkore [1].

Deri para disa viteve, desulfurimi jashtë furre zhvillohej në kazan përmes reagjenteve, ku më së shpeshti shfrytëzohej soda e kalcinuar (Na_2CO_3), ku në rastet e kushteve ideale të repartit dhe me shkallën maksimale të shfrytëzimit të sodës, veçimi i sulfurit ka arritur deri në 25% [1].

Etapa e dytë e procesit të rafinimit, është largimi i papastërtive të tjera dhe sulfurit të mbetur në ferronikel, përmes fryerjes me oksigjen dhe shtimit të shkrirësit në konvertorin LD

25 ton. Oksidimi elementeve përcjellës të FeNi në këtë etapë të procesit kryhet në dy etapa: (i) në etapën e parë largohen me zgjyrën e procesit sasitë kryesore të Si, Cr, S dhe C, dhe (ii) në etapën e dytë largohen mbetjet e këtyre papastërtive duke u bërë pasurimi i ferronikelit lëndor në dobi të oksidimit seleksinues të hekuri t. Nxehtësia e nevojshme për procesin e veçimit të papastërtive krijohet nga raksionet ekzotermike, e cila është e mjaftueshme për zhvillimin e procesit teknologjik të rafinimit dhe punën e konvertorit. Sasia e nxehtësisë së liruar gjatë procesit varet nga përbërja e C, Si, P, Cr dhe S në Ferronikelin lëndor [2-11].

Konvertori është në formë të dardhës, nga jashtë ka mbështjellës të çelikut, ndërsa në brendi muratohet me material zjarrdurues i përbërë nga tri shtresa: shtresa e cila e mbron mbështjellësin e konvertorit, pluhuri izolues (në pjesën cilindrike) dhe shtresat punuese, (figura 5), [1].

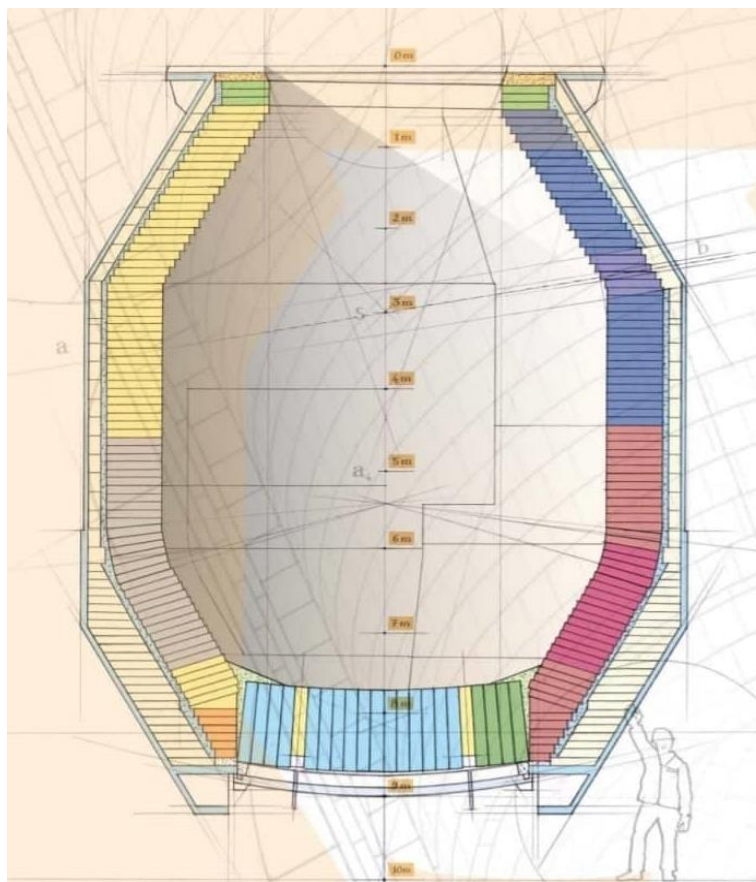


Figura 5: Paraqitja skematike e veshjës së konvertorit [1]

Bazamenti është i ndërtuar nga masa e komprimuar e materialit zjarrdurues dhe shtresat e tjegullave të muratimit të përhershëm. Zona punuese e konvertorit, sidomos pjesa që është në kontakt me zgjyrën dhe zonën direkte të kontaktit me oksigjen dhe metalin e

lëngët quhet shtresë eksploatuese, e cila muroset me tjegulla magneziti, dhe së fundi në rastet më të shpeshta muroset me tulla të përbërjes MgO-C [1].

Shtresa punuese (në eksploatim) e konvertorit për detyrë konstruktive dhe kimike ka që metalin dhe zgjyrën, ti mbajë në hapsirë punuese dhe ti zvoglojë në minimum humbjet e xehtësisë nepërmjet murit të konvertorit. Kjo shtresë e murit të konvertorit është nën ndikim të përhershëm të sforcimeve termike, mekanike dhe kimike, të cilat rezultojnë me reaksione kimike dhe veprime tjera fiziko-mekanike, duke ndikuar kështu edhe në treguesit tjerë të procesit. Kështu që, materiali zjarrdurues i shtresës eksploatuese dhe në përgjithësi materiali zjarrdurues duhet të ketë zjarrdurueshmëri të lartë, qëndrueshmëri kimike, rezistencë mekanike, zgjerim dhe tkurrje minimale (diletacion), përqueshmëri të ulët të nxehtësisë dhe diletacion sakt të përcaktuar. Në trupin e konvertorit ekziston vrima për derdhjen e metalit që është në anën e kundërt të grykës së zgjyrës, ku poashtu derdhja e metalit bëhet duke kthyer konvertorin në kënd të caktuar ndaj vertikales [1-11].

Sipas skemës aktuale, procesit i rafinimit të ferronikelit ka devijime të theksuara, për sa i përketë dinamikës së largimit të papastërtive nga Ferronikeli lëndor. Dy nga këto devijime janë; shkalla e ulët e largimit të sulfurit gjatë procesit të fërgimit dhe shkrirjes në furrën rrotulluese dhe konvertor, si dhe mos zhvillimi i mesfazës së desulfurimit jashtë furre. Këto të meta të procesit kanë rezultuar me zgjatjen e procesit të rafinimit dhe rritjen e shpenzimeve normative të lëndëve teknologjike, repromatrialeve, dhe kostove prodhuese në përgjithësi.

Mbushja e konvertorit me metal bëhet përmes grykës së konvertorit që është njëherit edhe gryka për derdhjen e zgjyrës, duke kthyer në kënd të caktuar varësisht nga masa metal-zgjyrë ndaj boshtit të konvertorit, (figura 6).



Figura 6: Mbushja e konvertorit me ferronikel lëndor/metal te furrës elektrike

Burimi NewCo "Ferronikeli" Drenas

Fryerja e ngarkesës bëhet me oksigjen me ndihmen e shtizës, së tipit LAVAL, gjatësia e së cilës sillet 11.82 mm dhe mund të ketë 1-2-3- vrima. Diametri kritik i vrimave kur punohet me shtizën me dy vrima është 17.5 [mm] deri 20[mm] dhe diametri kritik i shtizës me një vrimë është 38.5[mm] [1]. Aktualisht për fryerje, përdoret shtiza me një vrimë, me kokën e shtizës së ndërtuar nga bakri, ftohja e së cilës bëhet me ujë duke cirkulluar nëpërmes gypave për ftohjen e shtizës [1]. Fryerja e oksigjenit teknik më 95-97% O₂ kryhet me shtypje prej 15 bar. Rjedhja e oksigjenit është në varshmëri të përbërjes kimike të metalit, ku ajo minimale është 30[m³n/ min], rrjedhja optimale është 60[m³n/min] dhe rrjedhja maksimale është 70 - 80[m³n /min]. Pozicioni i shtizës, teoretikisht sillet nga 0.8 deri 1.3 [m] mbi nivelin e metalit të shkrirë, ndërsa varësisht nga kërkesat praktike të procesit ky pozicion mund të lëvizë më poshtë ose më lartë (figura 7).



Figura 7: Shtiza për fryrejn e oksigjenit.

Burimi NewCo :Ferronikeli” Drenas

Ndërsa në figurën 8. është paraqitur pozicioni i lartësisë së shtizës mbi nivelin e ngarkesës, si dhe roli i saj në formimin e produkteve të procesit (metalit, zgjyrës dhe gazrave) si dhe zhvillimin e zonave reaktive të procesit të rafinimit.

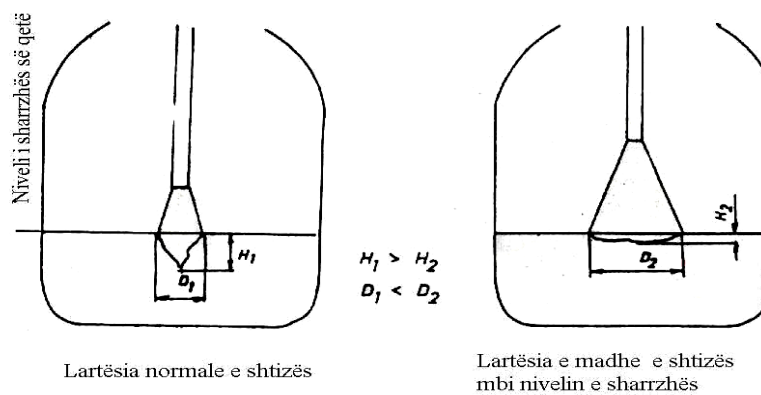
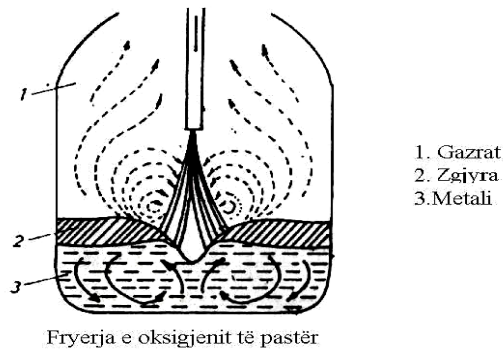


Figura 8: Paraqitja skematike e lartësisë së shtizës mbi nivelin e ngarkesës dhe formimi i zonave reaktive të procesit. [1]

Dinamika e largimit të papastërtive nga ferronikeli i furrës elektrike, varët prej përbërjes, kualitetit të FeNi lëndor, dinamikës së shtimit të shkrirësit dhe skapit, rrjedhës së oksigjenit [$m^3/n/min$], lartësisë dhe këndit të vrimave të shtizës, etj. Koha e përfundimit të tërësishëm të procesit të pasurimit - rafinimit të ferronikelit lëndor (rastet kur procesi zhvillohet në kushte normale), edhe rastet kur nuk zhvillohet deslfurimi jashtë furre), nuk do të duhej të zgjas më shumë se 40-50 [min]. Kjo konsiderohet kohë optimale për zhvillimin e të gjitha transformimeve fiziko-kimike nga Ferronikeli i furrës elektrike deri në Ferronikelin e rafinuar. Pra, FeNi e gatshëm për degazim dhe procesin e derdhjes në sistemin e granulimit.

Ngarkesa e konvertorit, përbëhet nga;

- i. oksigjeni teknik me 97% O_2 ,
- ii. shkrirësi (guri gelqeror- $CaCO_3$) dhe masës së përzier të tullave të bluara të magnezitit – $MgO + C$) dhe
- iii. shtesat e skrapin metalik (mbetjet e metalit nga kanali i furrës elektrike, i kazanave, etj).

Që nga fillimi e deri në mbarimin e fryerjs me oksigjen në banjon punuese të konvertorit, llogaritet një fazë fryerje. Gjat fryerjës së parë (I) , ndodh aktivizimi shkrirëjes në banojon punuese të konvertorit, ku fillimisht do të duhej të ndodhin reaksionet e djegies së Silicit, dhe karbonit . Kjo fazë fryerje dhe shquhet me tempratura dhe aciditet të lartë të zgjyrës. Në fazën e dytë (II) kemi largimin e silicit dhe karbonit të mbetur, dhe teoritikisht konsiderohet si fazë e fillimit të desulfurimit (edhe pse në nivel të ulët) [11].

Po ashtu vlen të theksohet se gjatë temperaturave të larta desulfurimi në konvertor është minimal, kështu që për kontrollin e procesit dhe sigurimin e kushteve për process rentabël, është e nevojshme matjet e shpeshta të temperaturës, dhe marrja e mostrës për verifikimin e përbërjës së metalit, (figura 9.)



Figura 9: Matja e temperaturës dhe marrja e analizës së metalit

Pas kësaj, në bazë të analizave kimike, përcaktohen parametrat e procesit (sasia e oksigjenit, shkrirësit, etj), pasi analizat të rezultojnë me përqëndrime të sulfurit (p.sh. tek rastet kur kërkohet ferronikel për prodhimin e çeliqueve inox, përqëndrimi i S duhet të jetë nën 0.04%). Ndërsa përqëndrimi i Ni, nuk është faktorë detrimant. Sot, industritë e ferroleguarave për prodhimin e çelkut, po shfrytëzojnë përlidhje Ferronikeli me përqëndrime edhe deri 1.5% Ni, [1-11].

4.2 Karakteristikat teknike të konvertorit vertikal LD, 25 ton

Tabela 2: Krarakteristikat teknike të konvertorit vertikal [1]

Nr.i konvertorëve	2
Kapaciteti i konvertorëve	20t
Marrëdhënia e vëllimit të kon. ndaj peshës së mbështjellësit	0,9-1
Thellësia e banjës	900mm
Shpejtësia e rrotullimit të konvertorit	0,1-1rrot/min
Ferronikeli lëndor	400t/24h
Kapaciteti i konvertorit	5800mm
Lartësia e konvertorit	2062mm
Lartësia e pjesës cilindrike	1412mm
Lartësia e pjesës konike (e epëme)	1674mm
Lartësia e pjesës konike (e poshtme)	2530mm
Diametri i brendshëm	30°
Këndi i pjesës konike (e epërme)	11°
Këndi i pjesës konike (e poshtme)	60°
Këndi i grykës për zbrazje	80mm
Gjerësia e grykës për zbrazje	350x72mm
Tullat punuese	400x76mm
Tullat e poshtme punuese	1000mm
Diametri i grykës së murosur	1300mm
Diametri i grykës së pamurosur	
Gjatësia e shtizes për fryerjen e O ₂	11,82mm

Dozimi i shkrirësit - guri gelqeror (CaCO₃), shërben si zgjyrëformues, balancim i mjedisit kimik (acidik/bazik), absorbim i papastërtive dhe veçim i tyre me zgjyrën e procesit, dhe balancim termik, uljeje e temperaturës (përmes zhvillimit të reaksioneve endoterme). Temperatura optimale e rafinimit është 1520 – 1560 °C. Si fazë e përfundimtare e procesit është degazimi, për zhvillimin e të cilit, fillimisht bëhet ngritja e temperaturës dhe fillon derdhja e ferronikelit në kazanin për rafinim dhe më pas metali shkonë për derdhje në procesin e granulimit.

4.3 Bilanci material i procesit të rafinimit

Për llogaritje të bilancit material të procesit të rafinimit kemi marrë shprehjen 1733/97 nga se parametrat tekniko-teknologjik të kësaj ngarkese janë në kufinjt e parametrave mesatar të procesit të rafinimit sipas skemes aktuale te rafinimit. Llogaritjet janë bër për 100 [kg] FeNi lëndor më shtesë skrapit të përbërjes kimike si në tabelë:

Tabela 3: Sasia dhe përbërja e Fe-Ni të papërpunuar në [t] për ngarkesë 1733/97 me shtesë skrapit

Sharzha1733		Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu	Fe
Fe-Ni past. 17.500	[kg]	461.0	48.00	59	26.00	215.7	3406.3	97	13.00	13079.7
	%	2.63	0.27	0.34	0.15	1.24	19.50	0.55	0.08	74.47
Fe-Ni rafin. 1000	[kg]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	416.6	6.2	0.9	575.6
	%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	41.66	0.62	0.09	57.56
1000 Fe-Ni lënd.	[kg]	26.7	2.6	2.9	1.5	12.6	172	5.5	0.8	775.4
	%	2.67	0.26	0.29	0.15	1.26	17.2	0.55	0.08	77.54
1000 Fe-Ni përzir	[kg]	13.1	1.4	1.5	0.8	6.2	306.3	2.5	0.8	667.4
	%	1.31	0.14	0.15	0.08	0.62	30.63	0.25	0.08	66.74
20500 Gjithsejt	[kg]	500.2	53.1	60.5	30.4	230.8	4304.3	109.4	16.5	15089.1
	%	2.44	0.26	0.29	0.15	1.13	20.72	0.53	0.08	73.60

Tabela 4: Përb. kimike në [%], e marterialeve zjarrduruese dhe shkrirësit pjesëmarrse e zgjyrës

Emertimi	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Al ₂ O ₃	S	H ₂ O	tjer	Σ
Matrial. zjarrdur.	1.8	0.5	6.2	91.0	0.5	-	-	-	100
(CaCO ₃)	52.0	0.62	1.0	1.2	1.5	0.03	0.6	56.98	100

- oksigjeni teknik përmban 97% oksigjen dhe 3% azot.

Llogaritjet bilancit janë dhënë në mënyrë përbledhëse (në një tabelë) të vetëm, për të tre etapat e procesit të rafinimit.

Tabela 5: Bilanci material i ngarkesës për 100 [kg]

Produktet në hyrje	[kg]	Produkti i fituar	[kg]
Ferronikeli i papërpunuar	100	Ferronikeli i rafinuar	54.985
Guri gëlqeror (8.32+7.24+16.199)	31.759	Zgjyra (14.55+22.04+43.087-2.83-4.26)	72.587
Materiali zjarrdurues (1+1.86+1.46)	4.32	Sfera në zgjyrë (0.603+0.596+0.53)	1.729
Oksigjeni teknik (3.486+3.642+7.265)	14.393	Gazra (4.877+3.283+6.879)	15.039
		Fe ₂ O ₃ në tym (0.143+0.857+1.428)	2.428
		Pluhur dhe të tjera (1.441+1.019+1.111)	3.571
		Nuk merrën parasysh	0.133
Σ	150.472	Σ	150.472

Tabela 6: Bilanci material i ngarkesës për 20500 [kg] të ngarkesës 1733/07

Produktet në hyrje	[kg]	Produkti i fituar	[kg]
Ferronikeli lëndor	20520	Fe-Ni i rafinuar i periodës së III ^{le}	11273
Guri gëlqeror	6513.6	Zgjyra	14884
Materiali zjarrdurues	882.55	Sfera në zgjyrë	353.44
Oksigjeni teknik	2950.30	Gazra	3083
		Fe ₂ O ₃ në tym	496.70
		Pluhur dhe të tjera	731
		Nuk merren parasysh	27.264
Σ	30843.90	Σ	30846.43

Tabela 7: Bilancit material për element përbërs të ngarkesës 1721 më shtesë skrapit

Sharzha nr. 1721		Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu	Fe
Fe-Ni elektrike 17.500	[kg]	461.0	48.00	59	26.00	215.7	3406.3	97	13.00	13079.7
	%	2.63	0.27	0.34	0.15	1.24	19.50	0.55	0.08	74.47
Fe-Ni rafin. 1000	[kg]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	416.6	6.2	0.9	575.6
	%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	41.66	0.62	0.09	57.56
1000 Fe-Ni furrë elk.	[kg]	26.7	2.6	2.9	1.5	12.6	172	5.5	0.8	775.4
	%	2.669	0.259	0.289	0.149	1.257	17.19	0.549	0.08	77.539
1000 Fe-Ni përzir	[kg]	13.1	1.4	1.5	0.8	6.2	306.3	2.5	0.8	667.39
	%	1.31	0.14	0.15	0.08	0.62	30.63	0.25	0.08	66.739
20500 gjithsej	[kg]	500.2	53.1	60.5	30.4	230.8	4309.15	112.2	16.5	15187.249
	%	2.44	0.26	0.29	0.15	1.13	21.02	0.55	0.08	74.07
9138 Humbjet më zgjyrë	[kg]	500.2	52.99	-	30.29	219.12	211.79	45.632	12.09	8066.22
	%	5.47	0.57		0.33	2.40	2.32	0.50	0.132	88.265
Humbjet tjera (90)	[kg]			60.5		1.54	4.5	0.063	4.3	19.09
	%			67.22	-	1.71	0.05	0.07	4.7	21.20
11272 Fe-Ni i rafinuar	kg	0.00	0.11	0.00	0.11	10.144	4092.86	66.505	0.11	7101.90
	%	-	0.01	-	-	0.09	36.32	0.589	0.119	63.01

5. METODAT E REJA TE DESULFURIMIT NE KONVERTOR

5.1 Metoda e desulfurimit që në fazën e sinterimit përmes reagjeneve gjips gelqeror

Në kohët e fundit dhe në të ardhmën prodhimi i ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, do të bazohet në xehe okside, të cilat karakterizohen me përqëndrime të larta të oksidit të Silicit, oksideve të hekurit t, dhe sulfurit, i cili vije kryesisht nga linjiti që përdoret si redukues, si dhe lëndët djegëse (linjiti, mazuti, petkoksi, etj.). Gjithashtu xehet okside laterite të Kosovës karakterizohen me përqëndrime të larta të lagështisë, dhe kur merret parasysh fakti se edhe linjit ka lagështi të lartë, të lagështisë dhe hirit, atëherë procesi përgatitjes së xehës, përfshirë parapredukimin në furrën rrotulluese, dhe shkrirjen në furrën elektrike kalon nëpër vështirësi teknologjike dhe operative. Pjesa më komplekse e këtij procesi është fërgimi dhe desulfurimi. Që të dyja këto faza të procesit zhvillohen në shkallë të ulët, e në disa raste nuk zhvillohen fare në këto dy agreagte metalurgjike. Në këtë kontekst, do të duhej që të kërkohen zgjidhje të cilat do të mundësonin veçimin e sulfurit përmes gazrave në furrën rrotulluese si dhe elektrike. Industria e çelikut në Japoni ka vite që ka instaluar që në fazën e sinterimit të xehës teknologji që cilat mundësojnë nivel të veçimit të sulfurit përmes gazrat e procesit. Desulfurimi në këtë fazë të procesit bazohet në desulfurimin sipas “metodës së gjipsit gelqeror”, (figura 10), “metoda magnezium hidrokside”, dhe “metodën e sodës bikarbonate” [15].

Pika e përmirësimit/avantazhi: Kapacitet i lartë desulfurimi → Reduktim i sasive totale të SO_x, mundësi e shfrytëzimit të lëndëve teknologjike me përmbajtje të lartë sqfurit → Reduktimi i rënies së linjës kryesore të gazrave të shkarkimit/funksionalitet i lartë sistemit për pastrimin e gazrave → Rritje e koeficientit të shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese.

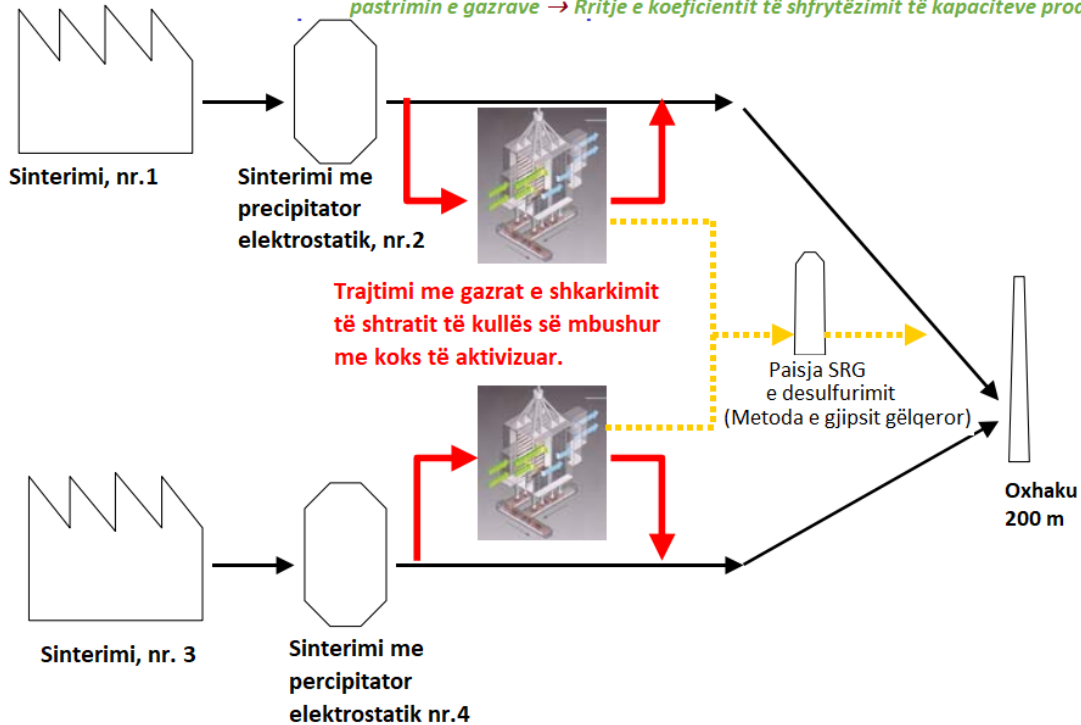


Figura 10: Metoda e desulfurimit me reagjentet gjips gelqeror gjatë fazës së sinterimit

Burimi ref. 15

Të gjitha këto metoda bazohen në veçimin e sulfurit përmes gazrave të shkarkimit, me reagjent desulfurues që nga faza e sinterimit, dhe deri me tani kanë rezultuar me performancë të lartë.

5.2. Desulfurimi jashtë furre-kazan i ferronikelit lëndor

Po ashtu fazë e rëndësishme e reduktimit të përmbajtjes së sulfurit para se ai të derdhet në konvertorin me fryrje oksigjeni është edhe e ashtuqujtura desulfurim jashtë furre. Industritë metalurgjike për zhvillimin e sukseshëm të kësaj faze kanë zhvilluar skemat e integruara të desulfurimit të cilat karakterizohen me shkallë të lartë desulfurimi, ruatje të energjisë, si dhe mjedisit. Aplikimin i një metode të tillë të desulfurimit ka ardhur si pasojë e rritjes së kërkesës për seritë e çelikut inox 300 [1, 11, 17].

Ferronikeli lëndor i cili fitohet me shkrirjen në furrën elektrike të xehes laterite (siç edhe është rasti i ferronikelit të Drenasit), përmban nivele të larta Squfuri, (tabela 8), i cili për tu shfrytëzuar për prodhimin e çeliqueve me veti të veçanëta, duhet të largohet përmes proceseve pirrometalurgjike deri në përqëndrimin 0.03 – 0.04%, (tabela 9), [4, 17],

Tabela 8: Ferronikeli lëndor i fituar nga shkritoren ANEKA dhe ate te “Ferronikeli” në Drenas

Shkritoret	Ni, %	Co, %	Si, %	C, %	P,%	S, %	Tjera	Fe, %	Temp. °C
ANEKA	19-22	0.3	2.4	1.8-2.4	0.021	0.25	1.0	N/D	1450-1500
DRENAS	11.31	0.3	3.09	0.57	0.07	1.67	0.5	78.66	1400-1450
Barro Alto	28-32	<0.7	<0.3	<0.3	<0.05	<0.3	1.0	Bal.	1450-1490
CMSA	33-35	<0.9	<0.03	<0.025	<0.035	<0.65	1.0	Bal.	1440- 1460
Loma	20-24	<0.5	<0.05	<0.05	0.046	0.5-0.8	1.1	N/D	1471-1553
Onca Puma	33-36	< 1.1	<0.05	<0.05	0.045	0.5-0.8	1.0	Bal.	1470-1530
Posco	20-22	<0.7	0.1	1.6-2.0	<0.03	0.5	1.0	N/D	1559

Burimi: ERAMET, ANEKA, LOMA dhe NewCo Ferronikeli

Tabela. 9: Ferronkeli i rafinaur i fituar nga shkritoren ANEKA dhe ate te “Ferronikeli” në Drenas

Ni, %	Co, %	Si, %	C, %	P,%	S, %	tjera	Fe, %
18-36	Max. 1.1	<0.7	<0.03	<0.03	<0.03	1.0	Bal.
17-25	0.53	0.01	0.01	0.01	0.33-0.50	0.5	81.6 – 73.4

Burimi: ERAMET, ANEKA, LOMA dhe NewCo Ferronikeli

Desulfurimi jashtë furre është një nga mesfazat mjaftë të rëndësishme të procesit të rafinimit, me që pjesa më e madhe e sulfurit pritet të largohet nga metali, para se ai të derdhet në konvertor. Ky proces bazohet në veçimin e sulfurit me ndihmën e reagjenteve, ose/dhe si procese të kombinuara me fryerje oksigjeni. Deri më tani, janë në diskutim dhe diku edhe të aplikueshme praktika te reja të desulfurimit me desulfuratorë siç janë: a) desulfurimi me karbid të kalciumit (CaC₂) në përzierje me CaO, b) desulfurimi me magnezium metalik, c) desulfurimi me gelqere të shamotizuar, d) desulfurimi me zgjyra CaO-Al₂O₃, e) desulfurimi me hidroksid natriumi (NaOH), f) desulfurimi me legura magneziumi, g) desulfurimi me mangam, h) desulfurimi me përzierjet e zgjyrave sintetike të ndryshme, m) zgjyra të përbëra prej shumë reagjentëve etj. [1].

Teoritikisht përdorimit për rastin e ferronikelit lëndor të Drenasit, metoda më efektive dhe efiçente e desulfurimit do të ishte ajo e njohura si: “desulfurimi jashtë furre – në kazanin me sistemin për injektim të regjanetev dhe harkut elektrik”, (figura 11), [17].

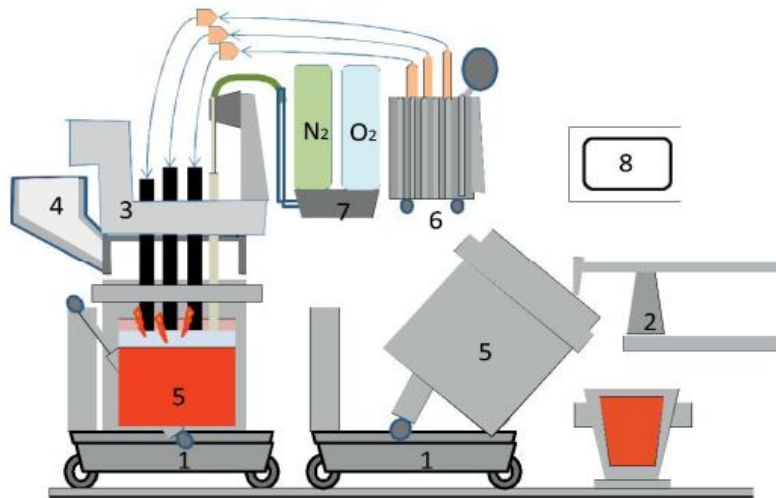


Figura 11: Desulfurimi jashtë furre - në kazan me sistemin për injektimin e reagentit dhe hakr eketrike

1. Karroca kazan (10 t), 2. Stacioni për; largimin e zgjyrës (lopata), matjen e temperaturës, dhe marja e mostrës së metalit të shkrirë, 3. Sistemi për pastrimin e gazit, 4. Bunkeri për dozimin e përzierjës (CaO + MgO), florurit të kalciumit, FeSi dhe CaSi, 5. Kazani me veshje tullash MgO, (10t), 6. Furrë me hark elektrik me stacionin për nxehje (me transformator 3 MVA), 7. Shtezë për fryrje të azotit dhe oksigjenit për oksidimin dhe përzierjen e ngarkesës, 8. Pulti komanduese, nga ku të gjitha pajisjet mund të kontrollohen nga një tabelë kryesore e lidhur me PLC.

Paraprakisht, kryhet procesi i oksidimit të silicit, karbonit dhe Fosforit përmes fryrjes së oksigjenit duke përdorur një shtizë që i reziton temperaturave (me kokë bakri dhe gypat për ftohje me ujë), ku rrjedhja e oksigjenit i nënshtrohet presionit nga 9. 8692 atm (10 bar) deri në 13.812 atm (14 bar) dhe rrjedhje pre dhe 15-20 Nm³/min [17]. Faza e parë kryhet në një stacion të veçantë fryrjeje oksigjeni. Ndërsa, fazat bazë e procesit kryhen në të njëjtin stacion fryrje dhe nxehje me hark elektrik. Përmes pultit komandues drejtohet procesi i desulfurizimit përmes dozimit të reagenteve dhe operimeve me hark elektrik duke rregulluar kështu përbërjen kimike dhe temperaturën e procesit dhe derdhjes së metalit nga furra-kazani për desulfurim [17].

5.3. Desulfurimit i ferronikelit lëndor në konvertorët bazik me fryerje oksigjeni

Shkrirja elektro-reduktuese e xeheve okside-laterite të nikelit deri në ferronikel lëndor, përcillet me sasi relativisht të larta të sulfurit, silicit dhe në shumë raste në botë edhe të Fosforit. Pjesa e sulfurit vije nga lëndët teknologjike, dhe xehet e nikelit . Faza më komplekse e procesit të rafinimit të ferronikelit lëndor është veçimi i sulfurit, i cili gjatë procesit të shkrirjes ka afinitet, që pakufijshëm të tretet në hekuri n e shkrirjes elektro-reduktuese dhe atë më së shumti në formë të FeS. FeS është përzierje kimike, e cila temperaturën e shkrirjes e ka 1195 °C, në të cilën temperaturë, Sulfuri ka afinitet për tretëshmeri të pakufijshëm në hekuri n e lëngët [8]. Sulfuri në metal ndikon negativisht sepse shkakton thyrjen në temperatura të larta, pra gjatë përpunimit në të nxehtë, si dhe ulë ndjeshëm vetitë e përlidhjes në rastet kur ajo shfrytëzohet për përfitim të çelikeve. Prandaj është e nevojshme që ai të largohet nga metali.

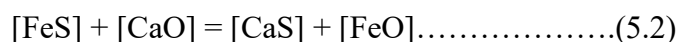
Desulfurimi në konvertorët bazik me fryerje oksigjeni nuk janë shumë efektiv për veçimin e sulfurit, për shkak të kushteve shumë oksiduese të banjës punuese të konvertorit. Raportet e largimit të sulfurit për mes veprimin të fazave zgjyërë meta në konvertorët (BOF), ku; % S zgjyërë/% S metal ~ 4–8, [18]. Që do të thotë se janë shumë më të ulëta se sa raportet e desulfurimit jashtë furre-në kazan ose edhe gjatë proceseve sekondare të përfitim të çelikut , ku; % S zgjyërë /% S metal ~ 300–500, [8, 18].

Në konvertorët bazik me fryerje oksigjeni (BOF), rreth 10 deri në 20% e sulfurit të tretur në metal reagon drejtpërdrejt me oksigjenin për të formuar SO₂, i cili largohet përmes fazës së gaztë, reaksioni 5.1, [18].

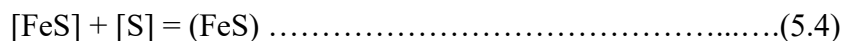
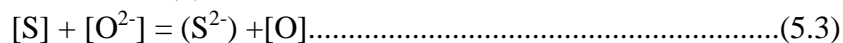


Nivelet e zhvillimit të reaksionit (5.1), varen prej lartesisë së shtizës, gjatë fryerjës së oksigjenit [1, 8]. Sipas llogaritjeve të energjisë së GIBSS-it, është vërtetuar se gjatë tretshmërisë së [S] në [Fe], si rezultat i së cilës formohet molekula e [FeS], reaksioni i formimit të saj, përcillet me efekte të mëdha të lirimit të nxehtësisë, dhe e njehta paraqet vështirësi në raksionin 5.1, [8]. Megjithatë gjatë fryerjes me oksigjen në sipërfaqen të metalit të shkrirë, mund të ndodhë reaksioni në mes sulfurit të tretur në metali dhe oksigjenit, ku si rezultat formohet SO₂ ose SO₃ të cilët largohen me gazra. Gazi i krijuar thithet nga ventilatorë dhe ka të ngjarë që mos të vije deri të reaksionet kthyese, [1].

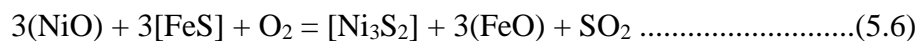
Pjesa tjetër e sulfurit veçohet nga reaksioni 5.2, zgjyërë-metal [1,8].



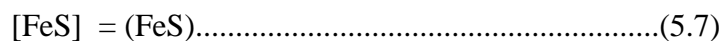
Sipas të dhënave nga literatura, [8, 19], izotopi i S³⁵ dhe Fe⁵⁹ janë nga të parët që kalojnë nga metali në zgjyrë, duke mundësuar reaksionet, 5.3 dhe 5.4. Një veçim i tillë i sulfurit në sistemin metal-zgjyrë, gjatë rafinimit në konvertorin bazik më fryrje oksigjeni (BOF), mundësohet vetëm në kushtet e prezencës së oksideve bazike (MeO) dhe formimin e (MeS), sipas reaksionit bazë, (8):



Pas këtyre, [FeS] (sulfidi i hekuri t), i tretur në metal mund të reagojë me oksidet e kalciumit dhe nikelit në zgjyrë, sipas reaksioneve (5.5 dhe 5.6):



Ku; (CaO), (FeO), (CaS) dhe (MeS) janë komponente të shpërndara në zgjyrë dhe [S] dhe [O] janë komponentët e shpërndarë në metal, [8].



Teorikisht, reaksioni 5.5 dhe 5.7 fillojnë të zhvillohen që gjatë desulfurimit në kazan, pra, para se të filloj procesi i rafinimit në konvertor, mirëpo reaksioni 5.7, mund të vazhdojë të zhvillohet edhe gjatë fryrjes me oksigjen, [1, 8].

Desulfurimi favorizohet në temperatura të larta dhe potenciale të ulëta oksigjeni. Gjithashtu, prania e elementëve të tjerë të tretur në metal si karboni dhe silici rrisin aktivitetin e squfurit. Kështu që, potenciali i ulët i oksigjenit dhe përmbajtja e lartë e karbonit dhe silicit i bëjnë kushtet më të favorshme për të veçuar Sulfurin nga metali i nxehtë në konvertorin me fryrje oksigjeni [1, 18]. Dekarbonizimi është reaksion më i gjerë dhe më i rëndësishëm gjatë prodhimit të çelikut me oksigjen. Rreth 4,5 % pesh. karbon në metalin e nxehtë oksidohet në CO dhe CO₂ gjatë fryrjes së oksigjenit dhe deri tek produkti i rafinaur mebetet me më pak se 0,1 % pesh. karbon., mirëpo ndryshimet e përqendrimit të karbonit gjatë fryrjes me oksigjen kanë ndikim të lartë edhe në aktivitetin e elementeve tjerë (figura 12) [18].

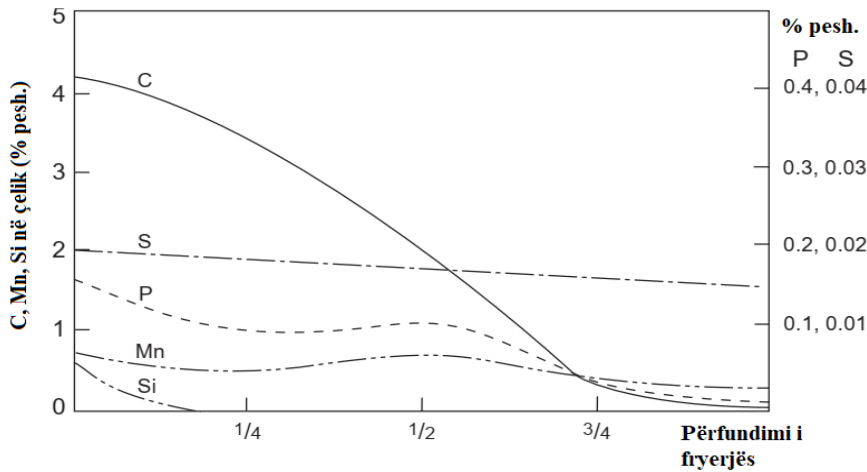
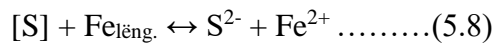


Figura 12: Ndryshimi i përbërjes së shkrirjes gjatë fryerjës, ref.18

Mekanizmi i desulfurimit të metalit në banjon punuese të konvertorit, besohet se konsiston në transferimin e çifteve jonike të hekurit nga metali në zgjyrë (dhe anasjelltas) sipas reaksione 5.8, [8];



Në bazë të kësaj, mund të përshkruhet konstanta baraspeshore e reaksionit sipas barazimit, (5.9);

$$K_S = \frac{a_{(CaS)} \cdot a_{(FeO)}}{[S] \cdot a_{(CaO)}} \dots\dots\dots(5.9)$$

Faktor mjaft i rëndësishëm i desulfurimit në konvertorin bazik me fryerje oksigjeni është edhe, temperaturat e procesit, e cila duhet të mbahen në vlera optimale (vlera optimale konsiderohet, temperatura pak mbi nivelin e temperaturës së shkrirjes së ferronikelit lëndor). Faktor tjetër është raporti (CaO) + (MgO)/SiO₂. Tek zgjyrat acide shkalla e desulfurimit të ferronikelit është gati e papërfillshme [1.8].

5.4 Praktikrat e ndryshme të prodhimit të çelikut dhe ferrolegurave tjera me oksigjen

Inovacioni “procesi i prodhimit me shkrirje në furrat-enë i Huntsman”, ishte vetëm një nga shpikje e Revolucionit Industrial, por kjo inkurajoi një kohë inovacionesh të madhe teknologjike. Shpikjet e Huntsman me origjinë nga Britania, ishin fillet e Revolucionit Industrial, i cili çoi në ndryshime masive në prodhim, tregti dhe civilizim në të gjithë botën. Kur filloi prodhimi masiv i çelikut në shekullin e 18-të, hekuri mbizotëronte ende peizazhin

industrial. Nga fundi i shek. XIX dhe në fillim të shekullit të XX, çelik u ishte materiali metalik kyç të botës moderne. Deri në vitet 1700, prodhuesit britanikë të hekurit dhe çelikut përdorën qymyr drurin në furrat e tyre, i cili shfrytëzohej edhe si burim nxehtësie por edhe për të "karburizuar" hekurin, kjo edhe rezultojë me një shkatërrim enorm të pyjeve. Ndërkohë, në vitin 1709, Abraham Darby përmes pasurimit të thëngjillevë përfitoj koksin si dhe përsosi përdorimin e tij për prodhimin e hekurit lëndor në furrë lartë. Kjo ndihmoi në rritjen e prodhimit, duke çuar në kërkesë të mëtejshme për qymyr dhe koks [4].

Shpikja e Henry Bessemerit ishte më e rëndësishmja në prodhimin e çelikut me oksigjen, e cila për gati njëqind vite (1856-1950) do të jetë teknika më e rëndësishme për prodhimin e çelikut në shekullin XIX. Ndërsa, teknologjitë e pasurimit-rafinimit të metalit lëndor me oksigjen-konvertorët LD, të cilët startuan me punë në vitin 1952 në Linz, kanë ndikuar në rritjen drastike të prodhimit sipas procesit. Ato, në fund shekullin e kaluar kanë evoluuar dhe si proces janë të ngjashme, ndryshojnë menyrat e fryrjes, p.sh. sisteme "me fryrje nga lart", "me fryrje nga poshtë", me variante të ndryshme "fryrje të kombinuar". Në figurën 13 në mënyrë skematike është dhënë historiku i zhvillimit të teknologjive me oksigjen si dhe pjesëmarrja e oksigjenit në strukturën e prodhimit të çelikut, [23].

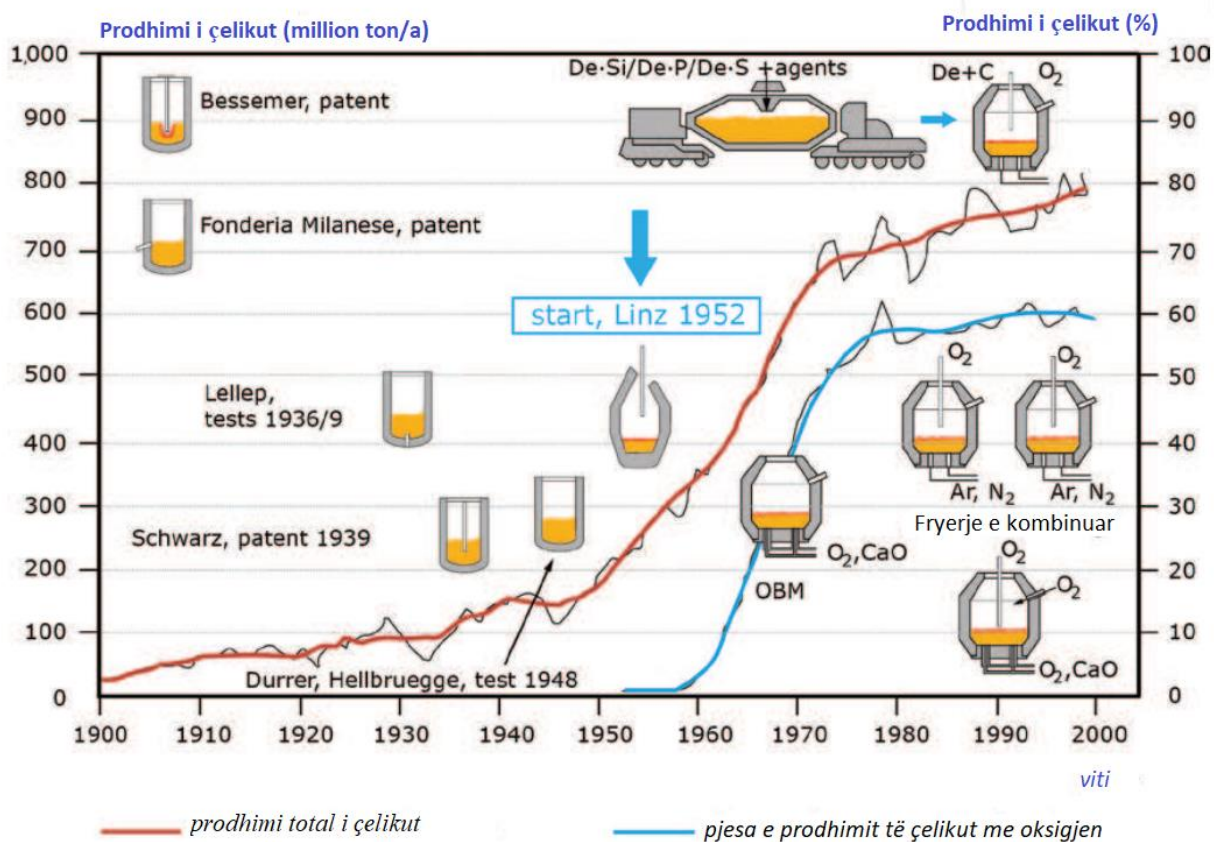


Figura 13: Paraqitja skematike e zhvillimit të teknologjive për prodhimin të çelikut

Edhe tek teknologjitë moderne, procesi i desulfurimi me fryrje oksigjeni në konvertorët bazik (BOF), për shkak të kapacitetit të dobët desulfurimit, i cili është i kushtëzuar nga mjedisi oksidues i procesit të rafinimit, përdorin teknologji te desulfurim jashtë furre-kazan [4].

Këto teknologji kanë sistemin e dozimit të reagjenteve dhe harkut elektro-reduktues të kombinuar edhe me pasijet për fryrje oksigjeni, dhe teknikisht është vertetur se i plotësojnë kërkesat për desulfurim efektiv të metalit lëndorë. Desulfurimi në furrën elektro-harkore mund të paraqitet me dy variante: i) desulfurimi në furrën elektro-harkore - me mveshje bazike dhe ii) desulfurimi në furrën elektro-harkore - me veshje acide, [1].

Teknologjitë e tilla, janë të paisura me furrën elektro-harkore, sistemin për injektimin e përzierjës $\text{CaCO}_3 - \text{CaO}$, ose ndonjë desulfurator tjetër, ku si reagjent do të përdorej , (figura 14).



Figura 14: Një furrë me hark elektrik (EAF)

Tek praktikat bashkëkohore të prodhimit të ferrolegurave dhe/ose çelik u, në skemat e tyre teknologjike kanë të integruara edhe teknologjitë metodat e tilla të desulfurimit, në të dy pozicionet operative edhe tek ajo që njihet si desulfurim jashtë furre, (d.m.th. trajtim të metalit lëndor para se të derdhet në konvertor LD x 3) dhe pozicioni i njohur si rafinim shtesë, (figura 15).

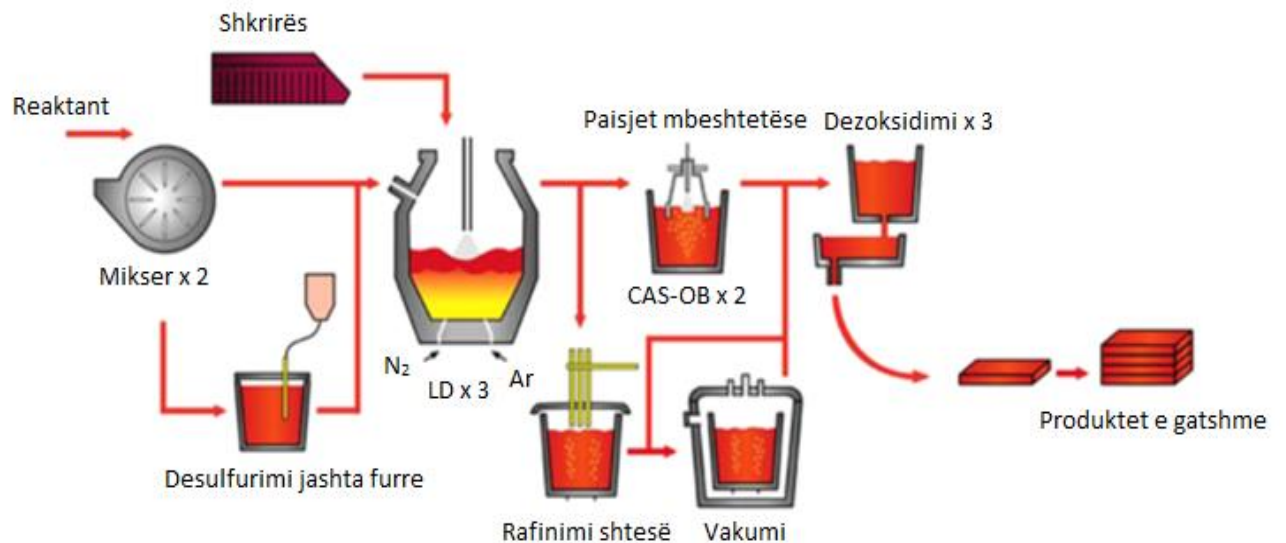


Figura 15: Skema e integruar e prodhimit të ferrolegurave – desulfurimi i kontrolluar

Aktualisht, procesi pirometalurgjik më i përhapuri i përfitimit të ferronikelit nga xehet laterite është procesi; furrë rrotulluese-furrë elektrike, i njohur si; RKEF. Këto procese bazohen në parapërgaditjen dhe përpunimin e xehës në furrë rrotullues dhe shkrirje në furrën elektrike. Në rastet e aplikimit tek proceset e prodhimit të ferronikelit nga xehet okide,

produkti i fituar sipas këtyre metodave, njihet si ferronikel i varfur ose ferronikeli i shkallës së ulët, i cili përmban papastërti të tilla si C, Si, P dhe S. Skemat e tilla teknologjike bazohen në të ashtuqujturin desulfurim shumë shkallësh të metalit të shkrirë. "ferronikeli lëndor" i përfituar sipas procesit RKEF, me mes-fazat e desulfurimit, desilicimit dhe dekarbonizimit të trefishtë, fillimisht i nënshtrohet desulfurimit jashtë furre në kazanin e paisur me sistemin për injektimin reagjenteve të ndryshëm desulfurues, (në raste më të shpeshta shfrytëzohet përzierja $\text{CaCO}_3 - \text{CaO}$), e më pas rafinimi në furrat e vogla elektro-harkore me fryerje oksigjeni.

Në stadin e parë teknologjik/desulfurimi në kazan, largohet një sasi e madhe e sulfurit dhe procesi njihet si desulfurim jashtë furre. Ndërsa në furrën elektro-harkore me fryerje oksigjeni, vazhdon largimi i sasisë së mbetur të sulfurit, largimi intenziv i karbonit, silicit dhe Fosforit. Në të dy stadet teknologjike/proceset aplikohet fryerja e oksigjenit, e cila shërben përvojë largimit të papastertive edhe për pasurimin e ferronikelit me Ni, (në rastet kur kërkohet) për mes oksidimit të hekurit edhe largimit të FeO përmes zgjyrës. Opercioni pasues është ai deoksidimit dhe vazhdimit të desulfurimit dhe së fundi, Ferronikeli i rafinuar granulohet duke përfituar produktin ferronikel komercial [4,5].

Në figurën 16 janë ilustruar rrugët më të zakonshme për prodhimin e ferrolegurave dhe/ose çelikut të papërpunuar. Së fundi, ferrolegurat ose çelik u i papërpunuar, përpunohet më tej në të të ashtuqujturat procese të pasurimit shtesë, dhe përpunimit me granulim, shufra, bileta, dhe ingota, dhe më pas mund të procesohet në galvanizim, emaljllim, dhe/ose në procese tjera të përpunim termik nëse kërkohet.

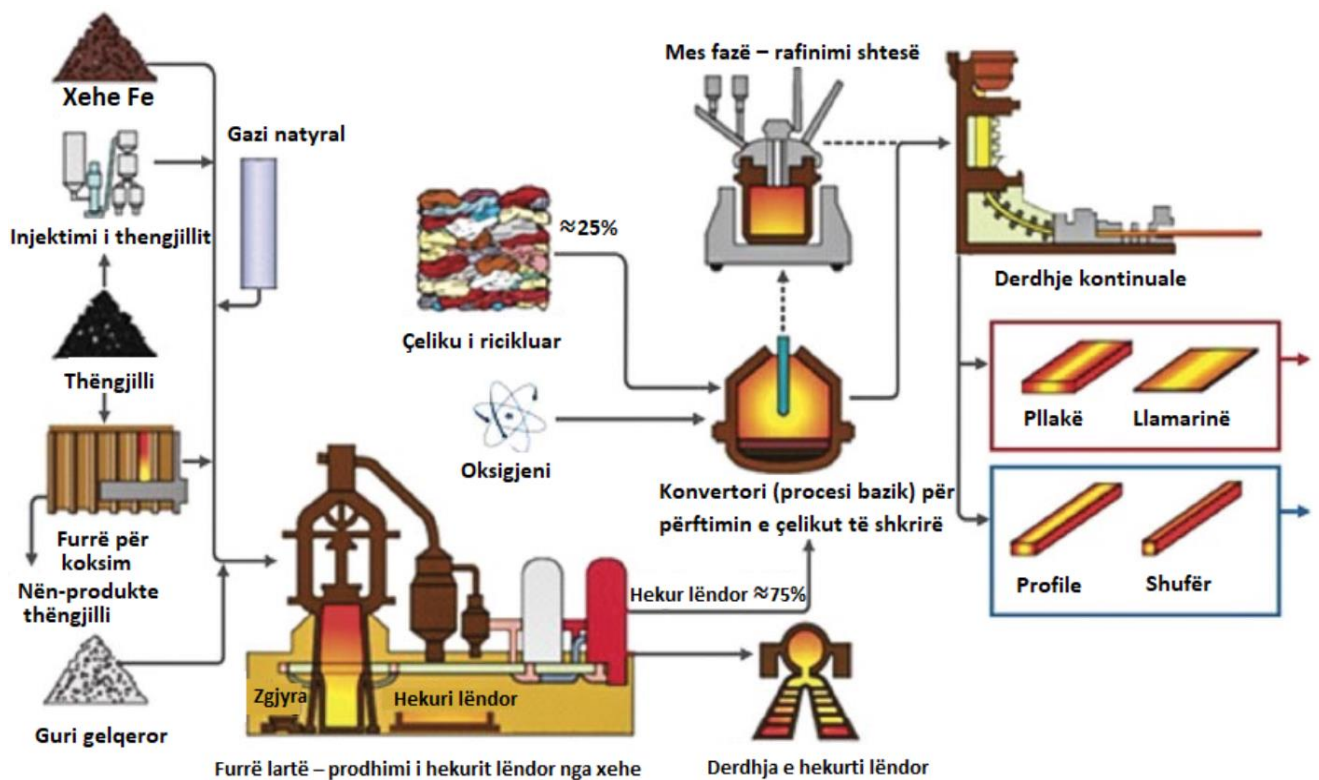


Figura 16: Rrugët dominuese të prodhimit të ferrolegurave dhe/ose çelikut në Botë

Metodat konvencionale të prodhimit të çelikut në Evropë, janë nga burimet më të mëdha të emetimeve të CO₂. Industria e çelikut e kontinentit tonë aktualisht kontribuon me rreth 4% të emetimeve totale të CO₂ evropiane dhe 22% të emetimeve industriale të CO₂ të tërsishme. Emitimet e gazrave ndotës (me efekt serrë) kryesisht rrjedhin nga operacionet e procesve teknologjike, zhvillimi i të cilave kërkon konsum të lartë të karbonit dhe energjisë, të tilla si prodhimi i koksit dhe shkrirja reduktuese hekuri t. Vetëm këto dy procese operative përbëjnë afërsisht 90% të emetimeve të gazrave ndotës. Shumica e emetimeve vijnë nga rreth 30 uzina të e integruara të çelikut që prodhojnë pothuajse dy të tretat e çelikut të në nivel Evropian, (figura 17), [4, 5].

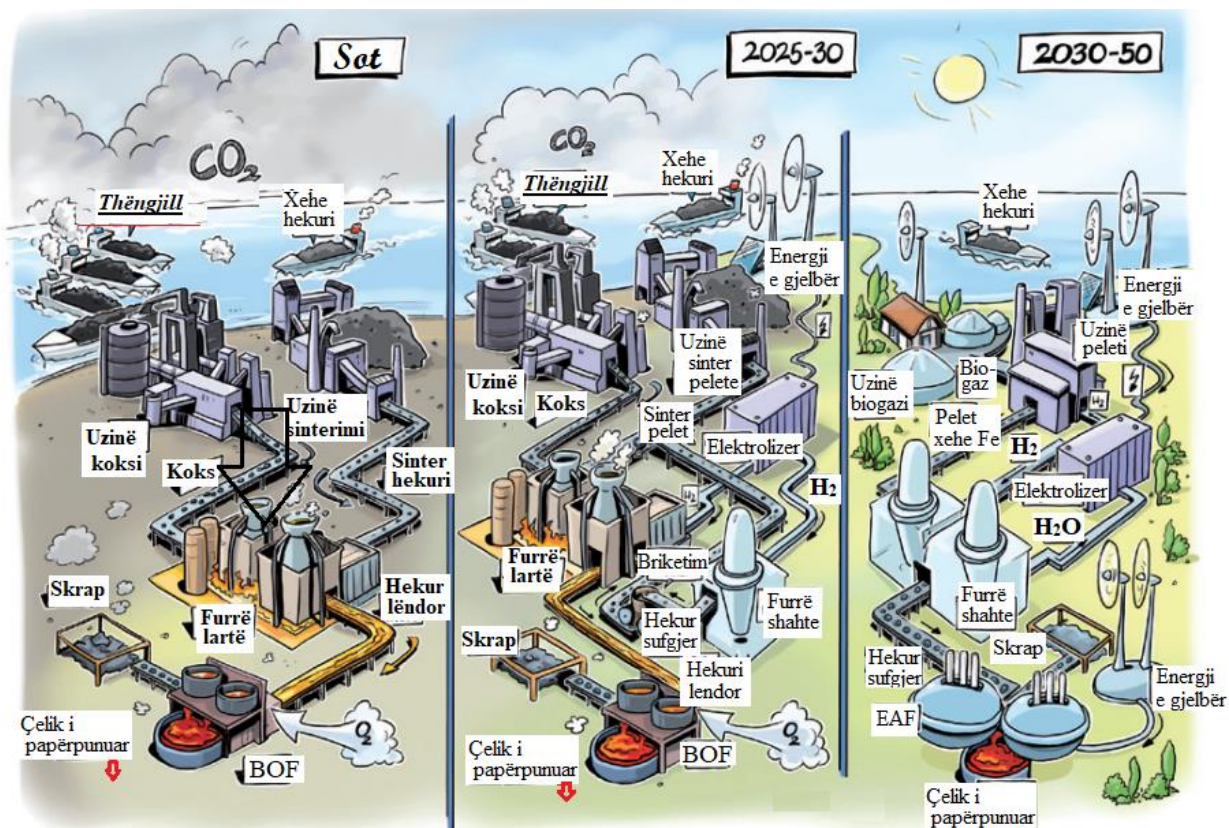


Figura 17: Paraqitja grafike e teknologjive aktuale dhe atyre të planifikuara gjer në vitin 2050

Burimi: ref. 4

Sipas një studimi afatgjatë të OECD, prodhimi global i hekurit lëndor, çelikut dhe ferrolegurave deri në vitin 2050 pritet të rritet nga 30 - 50%. Aplikimi dhe avancimet teknologjike të lidhura me dekarbonizimin dhe desulfurimin e proceseve metalurgjike, si ato të shuarjës së thatë e koksit, ose edhe zëvendësimi i tij me burime tjera alternative, madje optimizimi ose edhe përzgjedhja e metodave që e zëvendësojnë këtë proces me qasjet e reja të prodhimit të koncentrateve të hekurit të bazuara në energjinë e gjelbër, aplikimi dhe avancimi i proceseve elektrolitike të përfitimit të ferrolegurave etj.

6. DISKUTIMI I REZULTATEVE DHE REKOMANDIMET

Shkriticorja e “Ferronikelit” në Drenas, aktualisht dhe në të ardhmën do të shfrytëzojë xehe okside me përqëndrim të lartë të SiO_2 , të oksideve të hekuri t, dhe lagështi e shtuar, dhe për faktin se për redkutues shfrytëzon linjitin me përqëndrim të lartë të sulfurit dhe lagështisë, produkti i shkrijës elektro-reduktuese së gakesës së tillë, rezulton me feronikel lëndor më me koncentrim të rritur të siliciumit, sulfurit dhe zgjyrave me agrisivitet të lartë. Procesi i fërgimit, shkrijës dhe rafinimit të ngarkesë me komponentë të tillë përbërës do të karakterizohet me konsum të lartë të enegjisë dhe lëndëve teknologjike, me koeficientet të ulët të shfrytëzimit të kapaciteve prodhuese, konsum të lartë të materialeve zjarrduruese, kosoto të lara të prodhimit, etj.

Sipas skemës aktuale të prodhimit të ferronikelit në shkriticoren “Ferronikeli” në Drenas, proceset që më se shumti kanë ndikim në treguesit të performancës (cilësi, kosto, efektivitet, efijncë, mejdis, etj.) janë ai i fërgimit në furrën rrotulluese, shkrijës së xehës në furrën elektrike dhe rafinimi në konvertor. Sipas qasjës aktuale, i gjithë procesi i desulfurimi i ferronikelit lëndor kryhet në konvertor. Kjo e metë e procesit ka ndikuar në uljen e cilësisë së lëgurës së fituar, ku përqëndrimi i sulfurit në Ferronikelin e rafinuar sillet deri në 0.50%, si dhe rritjen e konsumit të materialeve zjarrduruese, oksigjenit, shkrijësit, dhe përgjithësisht kosotove prodhuese. Po ashtu, si pasojë e mungesë së mes-fazës së desulfurimit, reparti i rafinimit është karakterizuar me rafinimin jo efikas dhe koeficientet të ulët të shfrytëzimit të metalit të dobishëm (Ni).

Për tejkalimin e këtyre vështërsive, si dhe atyre që paraqitën në fazat e tjera të procesit, mbi bazën e studimeve të bëra gjërë me tani, si dhe atyre të paraqitura në këtë studim, do të rekomandonim;

- i. Zëvendësimi i reduktuesit/linjtit me gaz natyror dhe/ose gazë gjeneratorik, përveç që do të ulëte në minimum përqëndrimin e sulfurit në metal, ai njëkohësisht do të përmirësonte treguesit të performancës së proceseve të fërgimit, shkrijës dhe rafinimit dhe gjithashtu mund të zvogëlojë ndjeshëm emitimin e CO_2 gjatë prodhimit të ferronikelit. Shumë nga këto nisma e tilla tashmë janë vënë edhe si objektiva strategjike, sipas të cilave industritë metalurgjike synojnë të arrijnë neutralitet ndaj karbonit, ose emetim në nivelin “zerro i CO_2 ”. Aktualisht, në nivel global ekzistojnë dy rrugë kryesore të prodhimit të ferrolegurave [4].

Rruga furrë lartë - konvertot (BF/BOF) dhe furra me hark elektrik (EAF), për më tepër, hekuri i përfiturar përmes reduktimit direkt, me vetëm një hark elektrik (DRI/EA) të inegruar

në skemë, në prodhimin global merrë pjesë në një masë më të vogël, pasi mbështetet në aksesin në gaz natyror të lirë, dhe kështu që qasje DRI është më pak konvencionale.

Prodhuesit kryesorë sipas qasjes DRI janë në Lindjen e Mesme, Indi dhe Rusi [4]. Me një skenar të tillë të përmirësimit të efektivitetit dhe eficientëces së emergjisë, reduktimi i konsumit specifik të burimeve të energjisë do të mund të arrijë deri në: 50% tek rruga primare e fitimit të ferronkelit/çelikut dhe mbi 50% [24, 25]. Tabela 10. jep një pasqyrë të rrjedhës kryesore të nxehtëta në një uzinë të integruar çelik u [24].

Tabela 10: Teknikat e rigjenerimit të nxehtësisë së gazrave të shkarkimit/dalës të procesit dhe rrjedhja e nxehtësië në një uzinë integruar çelik u [25]

Njësi operimi	Rrjedhë nxehtësie (gaz/e ngurtë)	Nxehtësi e ndieshme (GJ/tçp)	Exergy (GJ/tçp)	Temperaturë maksimale (°C)	Teknologjia	Niveli i zhvillimit
Prodhim koksi	Koks i nxehtë (n)	0.24	0.14	1100	Shuarje e thatë e koksit	Komercial
	Furrë koksi me gaz(g)	0.24	0.12	700	Regjen. i nxeht. së mbetur	I ndërprë
Sinterim	Ftohës sinteri gaz(g)	0.97	0.28	350	Sinterim i avancuar	Komercial
	Sinter i gazit të shkarkimit (g)	0.23	0.12	350	Sinterim me emetim të optimizuar	Ne demonstrim
Furrë lartë (FL)	(FL) gaz (g)	0.82	0.33	500	Turbinë e rikuperimit me presion të lartë duke përdorur pastrimin e thatë	Komercial
	FL zgjyrë(n)	0.39	0.26	1300	Kalda/boiler me nxehtësi rrezatuese	Prototip R&D i ndërprerë me 1980
Proces bazik/konvertor me fryrje oksigjeni (BOF)	BOF gaz (g)	0.19	0.12	1200	Kaldaja/boiler oksidimi i gazit BOF të rigjeneruar/djegje e plotë	Komercial
	BOF zgjyrë (n)	0.02	0.01	1500	Kalda/boiler me nxehtësi rrezatuese	Prototip R&D i ndërprerë me 1980
Derdhje	Derdhja e çelikut (n)	1.39	1.06	1600	Kalda rrezatuese me tuba ngrohjeje	Komercial
Uzinë petëzuar në të nxehtë	Çelik i petëzuar në të nxehtë (n)	1.04	0.62	900	Kalda/bojler ftohës me pllaka	Komercial
					Spërkatja e ujit dhe fryrje e ajrit të nxehtë	Komercial
Totali		5.53	3.06			

Bazuar në referencën [2] GJ/tçp (ton çelik të petëzuar)

- ii. Sipas trendeve aktuale të rritjes së kërkesës për çelik në nivel global, prodhimi global i të cilit mund të rritet deri në 2000 milionë tonë në vitin 2023 [24], me një skenarë të tillë mund të pritët edhe rritja e prodhimit të ferrolegurave tjera përfshirë Ferronikelin . Industria metalurgjike e veçanërisht ajo e ferrolegurave kohëve të fundit ka shënuar një progres të lartë teknologjik (figura 18) [4,24].

- iii. **Rikthimi e mes fazës së desulfurimit jashtë furre-në kazan me sistemin për injektimin e reagentit dhe harkun eketrikë,** e cila para hudhjes së metalit në konvertor, përveç që largon pjesën kryesore të squfur, njëkohësisht do të mundësonte kontrollë më të lehtë të procesit, si nga pikëpamja e kontrollit të cilësisë së FeNi të rafinuar, po ashtu edhe nga pikëpamje e kontrollit të temperaturës, mjeddit punuese të procesit (raporti në mes oksideve acidike dhe bazike), konsumit të resurseve teknologjike dhe energjisë, jetegjatësisë së veshjës zjarrduruese të konvertorëve, rritjes së kapaciteve prodhuese, etj.
- iv. **Aplikimi i gasjeve të reja të rafinimit-desulfurimit në konvertor** - skrapit dhe ferronikeli lëndor ngarkohen në konvertorin bazik (BOF) dhe oksigjeni mund të injektohet në disa mënyra me qëllim të prodhimit të një shkrirjeje metalike (përlidhje FeNi) me veti të veçanëta kimike dhe fizike. Të gjitha mënyrat e injektimit/fryerjes kanë një faktor të përbashkët operativ; injektimin e oksigjenit në konvertor, i cili është reagenti për oksidimin e papastëritve (S, C, Si, P, etj). oksidimi/djegija e tyre zhvillohet sipas reaksioneve ekzoterrme me lirim të madh të nxehtësisë. Konvertorët me fryerje oksigjeni (BOF), sipas mënyrës së injektimit të oksigjenit, hidrokarbureve dhe gazrave inerte mund të ndahën si në figurën 20 [2, 4].

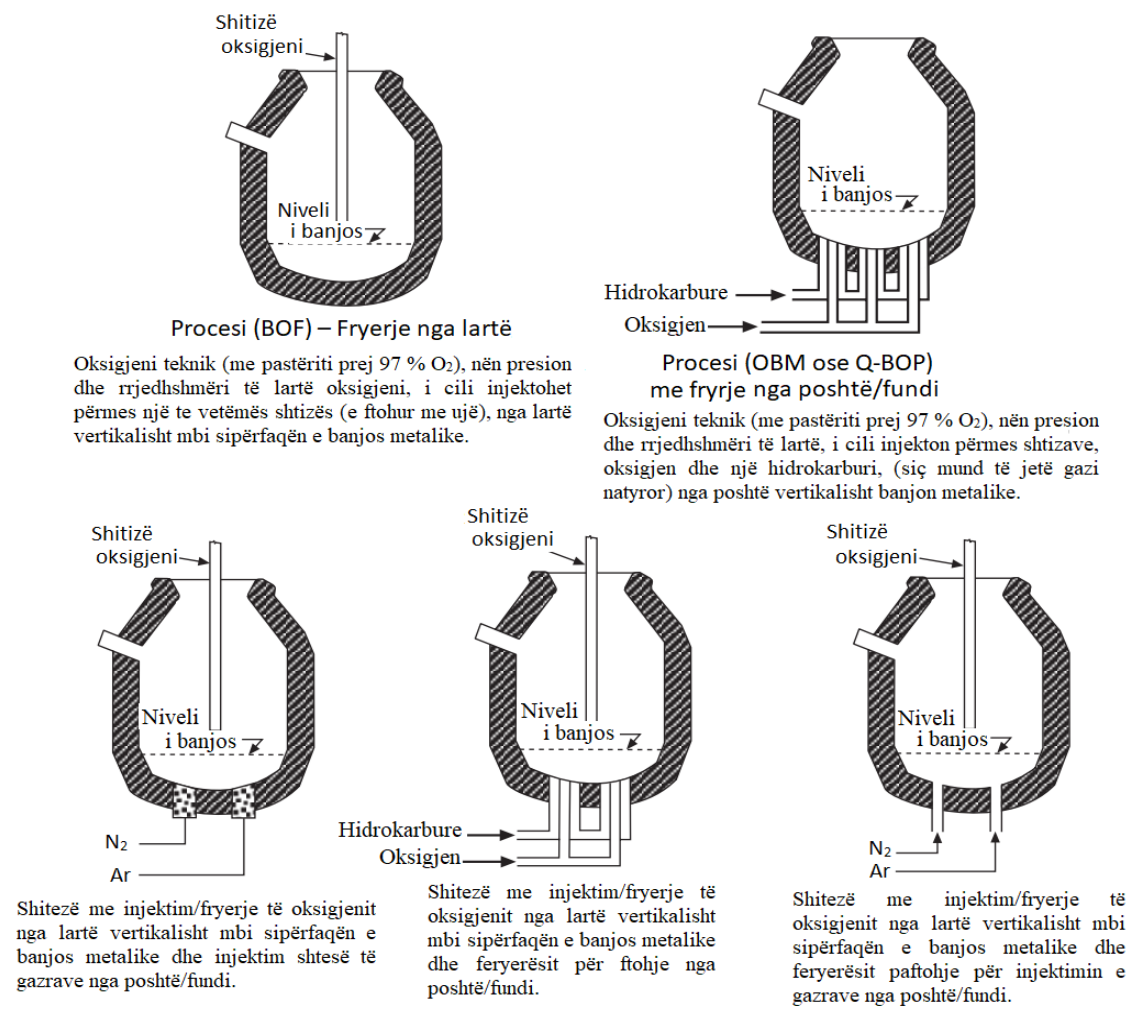


Figura 20: Proceset e fryrjes së kombinuar

- v. **Desulfurimi ne konvertorin LD** Procesi i rafinimi, përfshirë edhe atë të desulfurimit të Ferronikeli lëndor në shkritoren “Ferronikeli” në Drenas, zhvillohet i gjithi në konvertorin LD 25 ton, sipas procesit të injektimit të oksigjenit nga lartë me një shitzë të vetëme vertikalisht mbi banojn metalike, (figura 21).

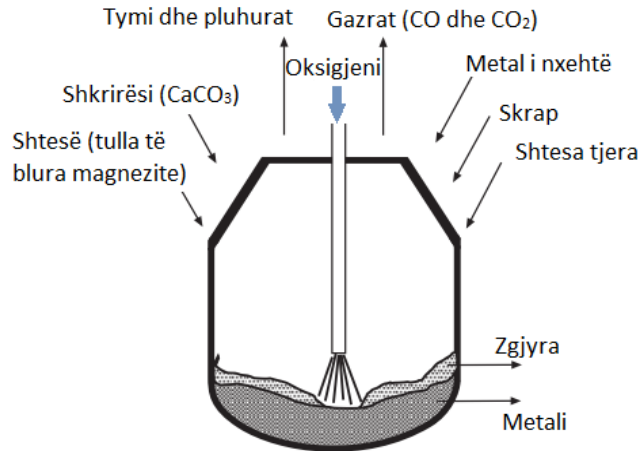


Figura 21: Procesi i injektimit të oksigjenit me një shtizë të veteme, vertikalisht mbi sipërfaqën e metalit

Ferronikeli që përfitohet nga shkrirja e xeheve okside në furrën elektro-harkore në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas karakterizohet me përqëndrime të larta të Si, dhe S, dhe përqëndrime të ulëta të Cr, Cu, C, Mn, P (tab 11), të cilat nuk kanë ndikim në rezultatet e desulfurimit.

Tabela 11: Përbërja kimike mesatare e ferronikelit lëndor, (%), [1, 8]

As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu
0.03	72 - 84	2.7- 4.0	0.25 - 0.76	0.3- 0.6	0.07-0.2	0.7- 1.9	11.22 -17	0.5-0.74	0.03-0.05

Te Ferronikeli lëndor, sulfuri më së shumti paraqitet në formë të FeS, e kjo nga ajo se ai përbën në masën më të madhe të kësaj shkrirje, [1]. Aktiviteti i sulfurit në hekurin e lëngët është i përcaktuar në bazë të koncentrimëve të [S] dhe të elementeve tjerë pjesëmarrës në shkrirjen e ferronikelit. Pra, përbërja kimike e shkrirjes së ferronikelit të furrës elektrike është përcaktuese se çfarë do të jetë lidhja në mes sulfurit dhe hekurit të lëngët [8]. Në tabelat më poshtë, janë paraqitur, rezultatet e hulumtimit të procesit të rafinimi-desulfurimit në repartin e konvertorëve në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas.

Tabela 12: Raporti i ngarkesave; Datë 1.01/2019

Nr. serial D - 4727	Nr. konv.	Shtiza 1	Kazani për metal
O ₂ Sasia (m ³ /h) 50.7	H ₂ O Sasia (m ³ /h) -	Qënd. e konv.28	Treguesi i O ₂ (m ³)
P (bar) – 12.2	P (bar) – 10.1	Met. nga FE (TN) 2:	Para fryerjes - 1210224 Pas fryerjes- 1212402 Shpenzimi- 2178
			Koha e rrugtimit; 8 ⁴⁵ Koha e shpu. te FE8:50 Koha e arritjes;- 9 ²⁵ Koha e nxenjes:
			Pesha bruto; Pesha e kazanit; Pesha neto; Nr. i murosjes;

Faza	Koha prej/deri		Kohëzgjatja (min)	O ₂ - shpen. (m ³)	Pozita e shtiz.	Skrapi para fillimit Ni(t)	CaCO ₃ ose CaO	FeSi
1	9 ³⁰	9 ³⁸	8	252	1.3	1 granular	540	250
2	22 ²⁰	22 ³⁰	10	304	1.3	1 kazana	1200	140
3	22 ³⁵	22 ⁴⁰	5	209	1.3		880	120
4	22 ⁵⁰	22 ⁵⁸	8	283	1.2		1450	60
5	23 ⁰⁸	23 ¹⁴	6	189	1.2		700	120
6	23 ¹⁸	22 ²⁴	6 (analiza)	190	1.2		450	
7	23 ³⁰	23 ³⁴	4	148	1.2		350	
8	23 ⁴⁴	23 ⁵⁰	6 (analiza)	200	1.2		1000	
9	23 ⁵⁶	23 ⁵⁸	2	117 + 45	1.2		300	
Total	118		= 54 min.	1915		2	6870	

Mostra	Pesha e prod. Final										
	Analiza kimike e metalit										
	As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu	Temp. [°C]
Mos. 1 met. FE	0.03	79.50	3.12	0.80	0.60	0.08	1.70	11.22	0.32	0.03	1527
Mostra 2											1517
Mostra 3											1597
Mostra 4											1641
Analiza finale	0.02	80.22	0.01	0.007	0.01	0.001	0.41	18.67	0.54	0.03	

Mostra	Analiza kimike e zgjyrës								
	CaO	SiO ₂	FeO	Cr ₂ O ₃	Ni	P ₂ O ₅	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Mostra 1					0.27				
Mostra 2					0.17				

Tabela 13: Raporti i ngarkesave; Datë 31.12/2018

Nr. serial C - 0840		Nr. konv.	Shtiza 1	Kazani per metal	
O ₂ Sasia (m ³ /h)	H ₂ O Sasia (m ³ /h) -50.6	Qënd. e konv.17	Treguesi i O ₂ (m ³)	Nr. i kazan.;12/4	
P (bar) – 13.3	P (bar) – 9.2	Met. nga FE (TN) 1:	Para fryerjes - 866607 Pas fryerjes- 868357 Shpenzimi- 1750	Koha e rrugtimit;9 ³⁰ Koha e shpu. te FE Koha e arritjes;-9 ⁵⁵ Koha e nxenjes:	Pesha bruto; Pesha e kazanit; Pesha neto; Nr. i murosjes;

Faza	Koha prej/deri		Kohëzgjatja (min)	O ₂ - shpen. (m ³)	Pozita e shtiz.	Skrapi para fillimit (t)Ni(t)	CaCO ₃ ose Cao	FeSi
1	9 ⁵⁷	10 ⁰⁵	8	255	1.3	1 granitor	960	180
2	10 ⁰⁸	10 ¹⁵	7	233	1.2	1 granitor	1200	
3	10 ²⁰	10 ²⁵	5	183	1.2	1 mag	880	140
4	10 ³⁰	22 ³⁷	7	208	1.2		770	140
5	10 ⁴⁴	10 ⁵⁰	6	202	1.2		690	110
6	11 ⁰⁰	11 ⁰⁶	6 (analiza)	198	1.2		590	90
7	11 ¹⁴	11 ¹⁶	2	113	1.2		660	
8	11 ³⁰	11 ³⁶	6 (analiza)	202	1.2			
9	11 ⁴²	11 ⁴⁴	2	75	1.2			
10	11 ⁵³	11 ⁵⁵	2	80				
Total	119		= 51 min.	1750		2	5750	600

Mostra	Pesha e prod. Final										
	Analiza kimike e metalit										
	As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu	Temp. [°C]
Mos. 1 met. FE	0.03	76.72	2.98	0.80	0.57	0.08	1.57	11.33	0.32	0.03	1558
Mostra 2											1574
Mostra 3											1580
Mostra 4											1543
Analiza finale	0.02	80.22	0.01	0.007	0.01	0.001	0.44	16.83	0.49	0.03	1597

Mostra	Analiza kimike e zgjyrës								
	CaO	SiO ₂	FeO	Cr ₂ O ₃	Ni	P ₂ O ₅	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Mostra 1					0.27				
Mostra 2					0.17				

Tabela 14: Raporti i ngarkesave; Datë 3.01/2019

Nr. serial C - 0838		Nr. konv.	Shtiza 1	Kazani per metal	
O ₂ Sasia (m ³ /h)	H ₂ O Sasia (m ³ /h) -51.4	Qënd. e konv.15	Treguesi i O ₂ (m ³)	Nr. i kazan.;14/8	
P (bar) – 14.9	P (bar) – 9.7	Met. nga FE (TN) 1:	Para fryerjes - 863234 Pas fryerjes- 865005 Shpenzimi- 1771	Koha e rrugtimit; Koha e shpu. te FE Koha e arritjes; Koha e nxenjes:	Pesha bruto; Pesha e kazanit; Pesha neto; Nr. i murosjes;

Faza	Koha prej/deri		Kohëzgjatja (min)	O ₂ - shpen. (m ³)	Pozita e shtiz.	Skrapi para fillimit (t)Ni(t)	CaCO ₃ ose Cao	FeSi
1	04 ¹⁰	04 ¹⁸	8	230	1.3	1 granitor	850	140
2	04 ²⁰	04 ²⁶	6	304	1.3	1 granitor	1000	250
3	04 ²⁸	04 ³⁵	7	209	1.3	1 granitor	1450	300
4	04 ⁴²	04 ⁴⁸	6	283	1.2		550	140
5	04 ⁵²	04 ⁵⁸	6	189	1.2		700	110
6	05 ⁰²	05 ⁰⁸	6	190	1.2		400	
7	05 ¹⁴	05 ²⁰	6 (analiza)	148	1.2		600	
8	05 ²³	05 ²⁷	4	200	1.2		1000	
9	05 ²⁹	05 ³¹	2	117 + 45	1.2		300	
Total	81 min		= 51 min.	1771		3	6700	940

Mostra	Pesha e prod. Final										
	Analiza kimike e metalit										
	As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu	Temp. [°C]
Mos. 1 met. FE	0.03	79.28	3.04	0.76	0.61	0.08	1.72	11.20	0.32	0.02	1565
Mostra 2							0.47	16.09			1589
Mostra 3											1606
Mostra 4											1541
											1567
Analiza finale	0.02	80.67	0.01	0.007	0.01	0.001	0.33	17.63	0.51	0.03	1589

Mostra	Analiza kimike e zgjyrës								
	CaO	SiO ₂	FeO	Cr ₂ O ₃	Ni	P ₂ O ₅	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
Mostra 1					0.19				
Mostra 2					0.21				
Mostra 3									
Mostra 4									

Tabela 15: Raporti i ngarkesave; Datë 5.01/2019

	Nr. konv. 1	Shtiza 1	Kazani per metal (tem. e kazanit = 700-800°C)		
O ₂ Sasia (m ³ /h)	H ₂ O Sasia (m ³ /h) -51.2	Qënd. e konv.	Treguesi i O ₂ (m ³)	Nr. i kazan.;18/4	
P (bar) – 12. (Rjedhja e oksigjenit [mn ³ /min]; 1. faza e 1 dhe 2 = 30 mn ³ /min; 2. faza 3,4,5 = 25 mn ³ /min 3. faza 6,7 = 30 mn ³ /min 4. faza 8, 9 = 35 mn ³ /min) P (bar) – 10.1 T _(H₂O) = 16 °C		Met. nga FE (TN) 1: Temperatura e metalit te FE 1490 – 1500 °C	Para fryerjes - 874071 Pas fryerjes- 876021 Shpenzimi- 1950	Koha e rrugetimit;1 ⁰⁵ Koha e shpu. te FE; 1 ¹⁰ Koha e arritjes;-1 ³⁵ Koha e nxenjes:	Pesha bruto; 25 [t] Pesha e kazanit; Pesha neto;23 [t] Nr. i murosjes;

Faza	Koha prej/deri		Kohëzgjatja (min)	O ₂ -shpen. (m _N ³)	Pozita e shtiz.	Skrapi para fillimit (t)Ni(t)	CaCO ₃ ose CaO	Tulla te bluara te konv. perziehen me CaCO ₃ në raport 2:1
1	1 ⁴¹	1 ⁵¹	10	302	1.3	1 kazana (FE)	460	120
2	1 ⁵⁴	2 ⁰²	6 (analiza)	204	1.2	1 Fe rafinuar	600	100; Temp = 1629 °C
3	2 ⁰⁶	2 ¹²	6	208	1.1		880	100
4	2 ²⁰	2 ²⁶	6 (analiza)	218	1.2		950	60; Temp. = 1565 °C
5	2 ³⁵	2 ⁴¹	6	204	1.1		700	120
6	2 ⁴⁵	2 ⁵¹	6	198	1.1		600	100; Temp.= 1500 °C
7	2 ⁵⁸	3 ⁰⁴	6	213	1.1		850	
8	3 ¹⁵	3 ²⁰	5	201	1.1		700	Temp. = 1572 °C
9	3 ²⁵	3 ²⁷	2	70	1.1		/	Temp. = 1568 °C
10	3 ³⁰	3 ³³	3	110			/	Temp. = 1630 °C
Total	112		= 55 min.	1942		2	5740	

Mostra	Pesha e prod. Final										
	Analiza kimike e metalit										
	As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu	Temp. [°C]
Mos. 1 met. FE	0.03	72.52	2.68	0.76	0.60	0.07	1.62	11.22	0.74	0.03	1629
Mostra 2	Pas fazës së 7						0.67	15.63			1565
Mostra 3											1500
Mostra 4											1572
Analiza finale							0.44	17.61			1568

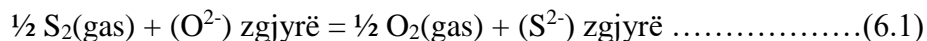
Mostra	Analiza kimike e zgjyrës									
	CaO	SiO ₂	FeO	Cr ₂ O ₃	Ni	P ₂ O ₅	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	S
Mostra 1	23.26	18.40	36.18	2.86	0.19		10.10		0.93	
Mostra 2	23.37	17.42	34.81	2.94	0.21		9.79		0.93	
Mostra 3	19.91	15.14	45.95	1.00	0.25		11.60		0.78	
Mostra 4										

- Gjatë kohës së studimit, për injektimin e oksigjenit është përdorur shtizë me vetëm një vrimë, dhe diametri i vrimës së shtizë ka qenë 25 mm.
- Para një kohe, është shfrytëzuar shtiza me dy dhe një vrimë. Ndërsa në rastet kur është përdorur shtiza me një vrimë, ajo për dallim të rastit ton studimor ka pas diametrin e vrimës së shtizës prej 35 mm.
- Temperatura e nxemjës së murit të konventroit (me matje) pas një nxemje intenzive prej 8 orësh është arritur të jetë; 1200 – 1300 °C;
- Së bashku me shkrirësin (CaCO₃), kanë filluar të përdoren edhe tullat e bluara të konventroit (të llojit MgO-C), të cilat më pas përzihen në raporte përafërsisht 2:1 me guri gelqeror (CaCO₃).
- Rrjedhja e oksigjenit ka rënë nga 60 m³n/min sa ishte dikur në startim prej 20, 25 e deri në max. 35 m³n/min.
- Mbetet për tu analizuar fakti i qëndrueshmërisë së murit pasi që tani prodhohet FeNi me sulfur deri 0.50% dhe nikel të ulët, në krahasim me markat e më parshme që ishin deri në 0.006% S dhe deri në 45% Ni.

Konstanta e ekuilibrit zgjyrë-metal;

ndryshon me përbërjen e zgjyrës në mënyra të ndryshme, në varësi të llojit të reaksionit. Për disa reaksione baziciteti i zgjyrave dhe sjellja fiziko kimike e sulfurit në zgjyrë janë parametra kyç që duhet marrë parasysh, në reaksionet e desulfurimit. Kjo është e rëndësishme për faktin se zgjyra gjatë procesit të rafinimit shfrytëzohet për largimin e sulfurit nga metali.

Reaksionet baraspeshore ndryshojnë përqëndrimin e sulfurit në mes zgjyrës dhe fazës së gaztë në varësi të përqëndrimit të S dhe presionit parcial të oksigjenit. Gjatë presionit parcial më të vogël se sa 0.1. 10 - 6 atm, çfarë mbretnojnë në procesin e prodhimit të çelikut (e mund të merret në konsideratë edhe për rastin e prodhimit të ferronikelit të rafinuar) sipas modelit të fryerjës me një shtizë të vetme, vertikalisht mbi banjon metalike janë parqitur në reaksionin, 6.1 [4, 11, 24].



Konstantja e baraspeshore për reaksionin (6.1) është dhënë sipas shprehjes në vijim:

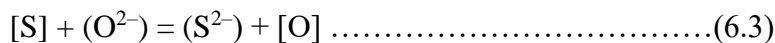
$$K_1 = \frac{a_{S^{2-}} \left(\frac{p_{O_2}}{p_{S_2}} \right)^{\frac{1}{2}}}{a_{O^{2-}}} = \frac{f_{S^{2-}(\%S)zgjyrw} \left(\frac{p_{O_2}}{p_{S_2}} \right)^{\frac{1}{2}}}{f_{O^{2-}}} \dots\dots\dots(6.2)$$

Ku;

- $a_{S^{2-}}$ dhe $a_{O^{2-}}$ janë aktivitetet e sulfurit dhe oksigjenit në zgjyrë,
- p_{O_2} dhe p_{S_2} janë presionet parciale të S₂(gaz) dhe O₂(gaz);
- $f_{S^{2-}}$ është koeficienti i aktivitetit të sulfurit në zgjyrë dhe

- (% S)zgjyrë e llogaritur në përqindje peshore (% pesh.)

Transferimi i sulfurit nga metali në zgjyrë është një proces reduktimi siç përfaqësohet nga ekuacioni 6.3, [2];



Për të cilat gjendja e ekuilibrit zgjyrë-metal përfaqësohet nga reaksioni, (6.3), [2,4]:

$$K_{so} = \frac{(\% S)}{[\% S]} [\% O] \dots\dots\dots(6.3)$$

Siç shihet nga grafikët në (figura 22), kapacitetet sulfide të zgjyrës, K_{so} , të matura në studime [1, 8,16] të pavarura janë në përputhje të përgjithshme.

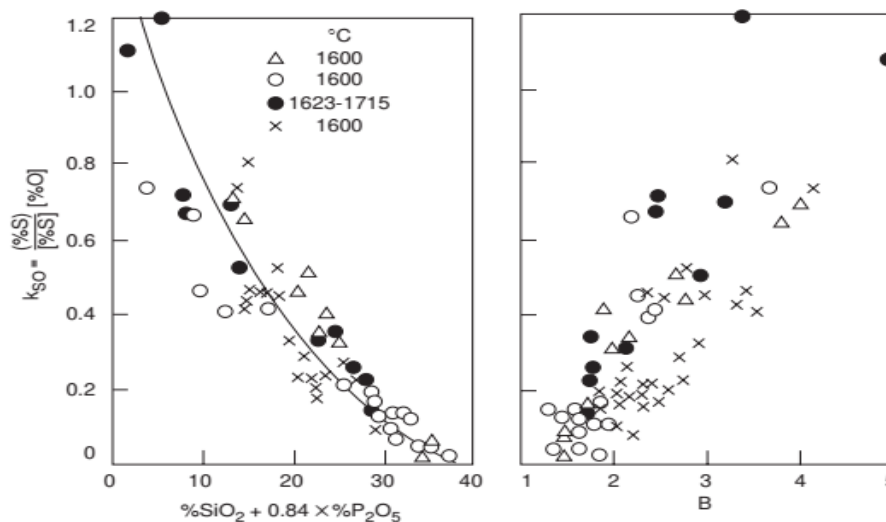


Figura 22: Kapaciteti sulfide i zgjyrës

Temperatura ka efekt maksimal në koeficientin e shpërndarjes (KSO). Ndrësa, përqëndrimi i oksideve acide, p.sh. %SiO₂ + 0,84 ´ %P₂O₅, ka efekt negativ në Kso [1]. Zgjyrat më përbërje bazike kanë efekt pozitiv në konstantën e veçimit të sulfurit nga metali në zgjyrë.

- vi. Koeficienti i kalimit të sulfurit në mes metalit dhe zgjyrës CS është në vartësi të raportit (CaO)+(MgO)/SiO₂) si dhe temperaturës së regjimit punues. Rritja e sasisë së FeO në zgjyrë, në fazën e parë dhe të dytë të fryrjes ndikon pozitivisht në largimin e sulfurit nga Ferronikeli lëndor, mirëpo vetëm deri në përbërje 18% FeO [1, 8].
- vii. Praktika e reja të rafinimit në konvertorët me fryrje oksigjeni –sipas të dhënave nga studimi ynë, desulfurimi i Ferronikeli jo vetëm që përcillet me konsum të lartë të oksigjenit shkrirësit, etj. por edhe koficienti i veçimit të sulfurit është i ulët (0.33-0.5%),

që në fakt është larg kërkesave për përlidhjet e ferronikelit për prodhimin e çeliqueve speciale. Në figurë 23, vërehet se cila është diferenca e konsumit dhe kualiteti i përlidhjes së çelikut së një praktikë rafinimi-desulfurimi, e cila aktualisht po aplikohet në industrinë e prodhimit të ferrolegurave në Japoni [4, 24].

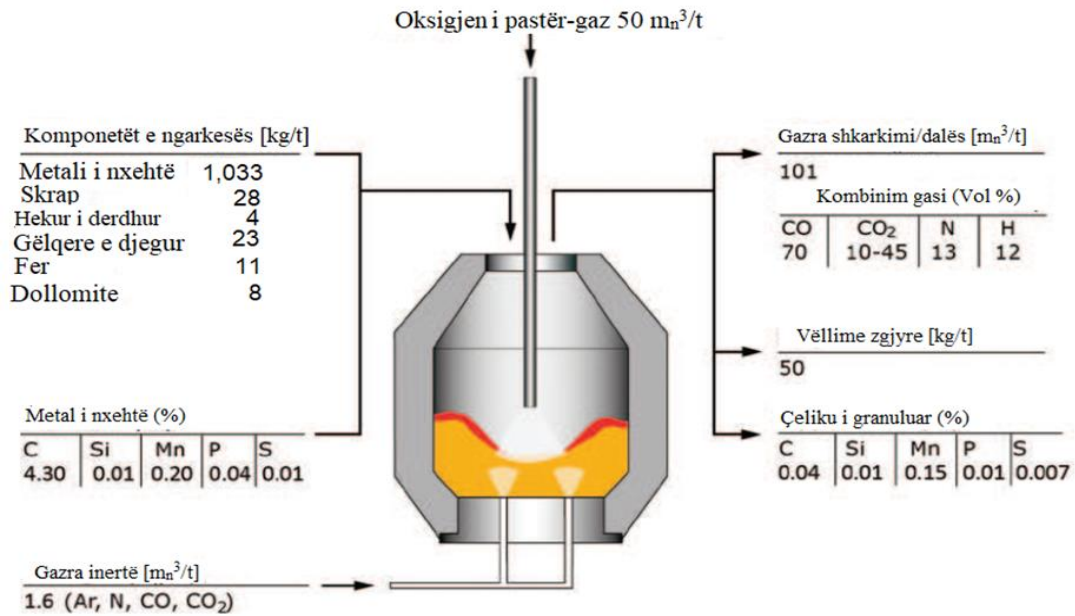


Figura 23: Teknologji e procesit të rafinimit në industrinë e ferrolegurave në Japoni [24]

Për faktin se, kalimi i sulfurit nga metali në zgjyrë gjatë rafinimit të ferronikelit në konvertor në rastin e Drenasit dhe të ngjajshëm më te, përcaktojnë; a) aktiviteti i oksigjenit që merr pjesë në reaksion, b) temperatura e regjimit punues, c) përbërja e zgjyrës dhe metalit, d) koncentrimi i sulfurit në metal, f) reaktiviteti i gurit gëlqeror që përdoret si shkrirës etj. [1]. Kjo na dëshmon se me tepër se “gurgullimi” i banjos së shkrirë (siç është rasti tek rafinimi në Japoni), është e nevojshme krijimi i një mes zone-zona shtesë e oksidimit të CO, (figura 24)

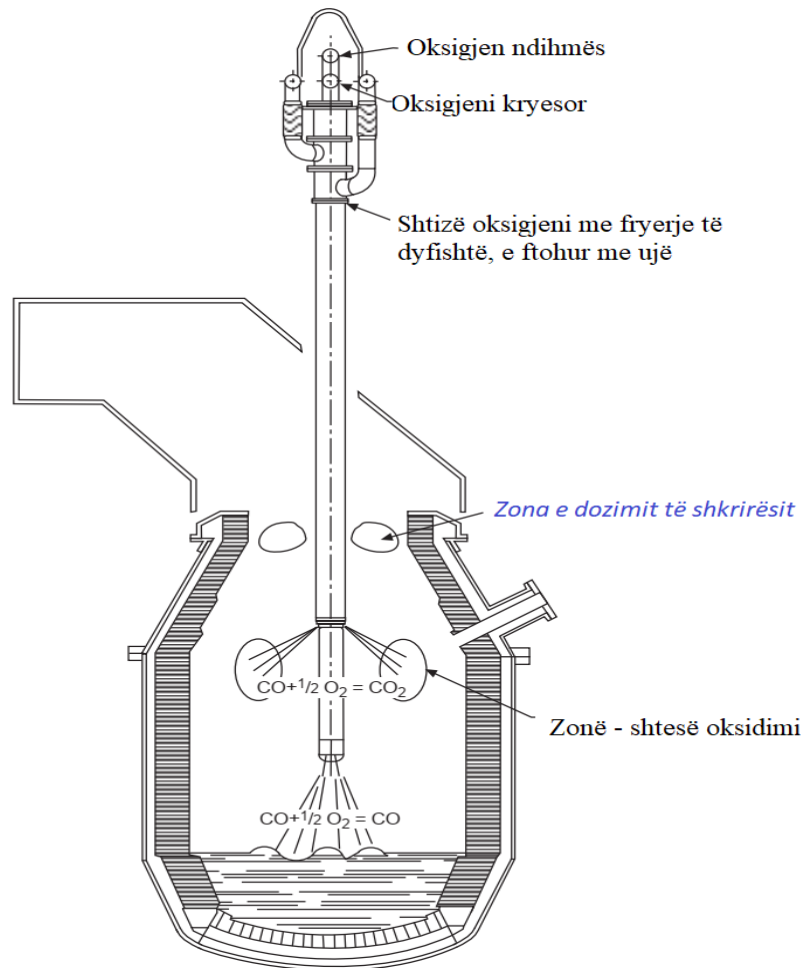


Figura 24: Shtiza me injektim primar dhe sekondar të oksigjenit

Një praktikë e tillë, është e domosdoshme për përmirësimin e efektiviteti të desulfurimit në konvertor, si dhe rritjes së efektiviteti dhe efijencës së procesit. Pra, përmes djegijës së CO deri në CO₂ përveç lirim të lartë të energjisë, ai do të rriste koeficientin e largimit të sulfurit për mes gazrave të procesit, si dhe do të racionalizonte konsumin e energjisë termike gjatë procesit.

7. PËRFUNDIMET

Ferronikeli i prodhuar në furrën elektrike në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, teoritikisht ëshë konstatuar se e ka temperaturën e derdhjes deri në 1340 °C, koncentrim të Si deri 3% dhe karboni deri 0.5%, me parametrat e till teorik, koeficinti maksimal i largimit të sulfurit do të ishte 25.8% me shkallë desulfurimi maksimale 40%¹. Praktikisht në kohët e fundit shkalla e largimit të sulfurit nga Ferronikeli i furrës elektrike me desulfurim jashtë furre ka qën minimale, e në rastet me të shpeshta kjo mesë fazë e procesit është zhvilluar tërsisht në konvertor.

Në varëshmëri nga shkalla e largimit të sulfurit nga metali, jashtë furre, do të jetë edhe koha e nevojshëme për ciklin e rafinimit të ferronikelit, shpenzimet normative të resurseve e repromatrialeve energjetike si dhe të gjitha rrethanat tjera për ekonomizimin e procesit të prodhimit.

Sipas afësive të tanishme operuese të paisjeve në repartin e konvertorve, instalimi i furrës elektroredukuese më sistemin për injektimin e desulfuratorit, përzirje e gelqerës dhe kalcium karbonatit pluhur në proporcione plotësisht të caktuara, do të ishte zgjidhja më e mirë në favor të optimalizimit dhe ekonomizimit të procesit të pasurimit të ferronikelit, jashtë furre dhe në konvertor.

Praktika aktuale e dsulfurimit, jashtë furre, duke përdorur si reagjent për desulfurim karbonat natriumin e shkrirë ka treguar, se të gjithë parametrat teknologjik dhe shpenzimet normative janë dukshem me të lartë se sa ata projektues, për shkak të:

- a) temperaturës së ulët derdhëse të metalit të furrës elektrike,
- b) zhvillimit të procesit të rafinimit nën veprimin e zgjyrave acide, të cilat agresivisht ndikojn në ulëjen e qëndrueshmëris së matrialit zjardurues duke rrit shpenzimet mbi 3.15 t m.z./ sharzhë ferronikel,
- c) kohës së gjatë e fryrjeve efektive me oksigjen deri në 78 min për një sharzhë,
- d) kohës së gjatë e qëndrimit të metalit në konvertor mbi 3 orë,
- e) përfitimit të sasive të mdha të zgjyrës në fazat e desulfurimit dhe pasurimit në konvertor etj,

Procesi teknologjik i rafinimit të ferronikelit sipas varantit të propozuar në studim, desulfurimi i ferronikelit-jashta furre për mes furrës elektroredukuese me sistemin për injektimin e reagjentit pluhur, do të tregoj efekte pozitive duke i ulur të gjitha shpenzimet normative nën parametrat projektues dhe ata aktual të prodhimit të ferronikelit duke u mbeshetur në ate se:

- f) desulfurimi dhe nxemja e metalit në furrën elektroredukuese, do të mundëson kontrollë të temperaturës, injektimin e përzirjës së gelerës me kalcium karbonat pluhur si dhe mundësia e largimit të zgjyrës së desulfurimit,
- g) koha me të shkurtër të fryrjeve efektive dhe e qëndrimit të metalit në konvertore duke e rritë qëndrueshmerin e materialeve zjarrdurese deri në 200% në krahasim më parametrat projektues dhe 240% në krahasim me parametrat aktual
- h) zvoglimi i shpenzimeve të oksigjenit për 50% dhe shkirsit për më shumë se 70% nga parametrat aktual,
- i) koha e përgjithëshme e ciklit të rafinimit duke e llogaritur edhe kohën në furrën elektroredukuese për kazan do të jetë mesatarisht 167 min,
- j) koha e fryrjeve efektive në konvertor do të jetë mesatarisht 36 min,
- k) koeficienti i shfrytëzimit të Ni deri 0.9,
- l) rritja e kapaciteteve përpunuese në repartin e seperacionit magnetik të zgjyrës së konvertorit, për shkak se zvoglohën sasit e zgjyrave të rafinimit si dhe humbjet e Ni më zgjyrë.

Efekt shumë domëthënës i kesajë përparsie teknologjike do të jetë edhe ulja e shpenzimeve të materialit zjarrdurus për kazan, ulja e shpenzimeve për gypat dhe oksigjenin për prerjen e “metalit të ftohur” (skrapit) në kazan, nga se defitnitivisht me këtë variant do të jetë i zgjidhur problemi i humbjeve të metalit bazë për mes skrapit, duke e ngritur temperaturën e metalit me nxemje të metalit për mes nxehtësisë së reaksioneve nga djegja e silicit dhe harkut elektrik.

Nga të dhënat e paraqitura në këtë studim, vie deri të konstatimi se pasurimi i ferronikelit me desulfurim jashtë furre paraqet komponenten kryesore të procesit të rafinimit të ferronikelit, nga se nga kjo komponent varët niveli i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, funksionaliteti dhe siguria e paisjeve me parametra operues si dhe i tër ekonomizimi i prodhimit të ferronikelit.

8. REFERENCAT

- [1] Ibrahim I., Desulfurimi jashtë furre-mundësi e optiamlizimit te procesit te prodhimit te ferronikelit, (Mopnografi shkencore), Prishtinë, 2021
- [2] Zahro S., The Making, Shaping and Treating of Steel, 11th Edition Steelmaking and Refining Volume The AISE Steel Foundation, Pittsburgh, PA. Volume AISE 1998
- [3] F. Pahlevani*, S. Kitamura, H. Shibata, and N. Maruoka, Simulation of Steel Refining Process in Converter, steel research int. 81 (2010) No. 8,
- [4] Ibrahim I., Teknologjitë bashkëkohore të prodhimit të çelikut , UIBM, 2022, Mitrovicë
- [5] Roland Berger, The future of steelmaking – How the European steel industry can achieve carbon neutrality, Focus, 05.2020
- [6] Karel Michalek, CSc., “Electrometallurgy and ferroalloys production”, Ostrava 2014
- [7] Zhang H.: State of the art in control of inclusion in Tire Cord steel-a review, Process Metallurgy-Steelmaking, Steel Research Int., Vol. 77, N03, 2006, f. 158-169;
- [8] Izet Ibrahim I., Nurten Deva, Sabri Mehmeti Optimization of the Ferronickel Production Process through Improving Desulfurization Effectiveness Available online at www.CivileJournal.org, Civil Engineering Journal, Vol. 6, No. 5, May, 2020
- [9] The Making, Shaping and Treating of Steel, 11th Edition Steelmaking and Refining Volume, Copyright © 1998, The AISE Steel Foundation, Pittsburgh, PA.
- [10] Tsingshan Indonesia Nickel Operation, Eood Mackenzie, Report Summary. Available online: <https://www.eoodmac.com/reports/metals-tsingshan-indonesia-nickel-operation-27952638> (shiquar me 7 janar 2023).
- [11] L. Sh., Tsymbulov L. B, Modern problems of pyrometallurgical processing of oxidized nickel ores in Russia, <https://www.rudmet.ru/journal/1577/article/27100/?language=en> (e disponuehsme me datë 27.01.2023)
- [12] Ender Keskinilic, Nickel Laterite Smelting Processes and Some Examples of Recent Possible Modifications to the Conventional Route, 2019, <file:///C:/Users/OnLine/Downloads/metals-09-00974.pdf> (27.11. 2022)
- [13] <https://smsp.nc/en/koniambo-nickel-sas-eng/> (shiquar me 7 janr 2023)
- [14] Jeroen de Beer, Ernst Eörrell, Kornelis Blok, Future technologies for energy-efficient iron and steel making, Annu. Rev. Energy Environ. 1998. 23:123–205
- [15] Asia Pacific Partnership for Clean Development and Climate, The State-of-the-Art Clean Technologies (SOACT) for Steelmaking Handbook, 2007, (shiquar me 02.02/2023)

- [16] J. Kijac, M. Borgon, Desulphurization of steel and pig iron, *Metalurgija* 47 (2008) 4, 347-350
- [17] F. Hernandez, M. Nejarda, “Desulphurization of crude ferronickel, high sulfur content in ladle furnace, The thirteenth International Ferroalloys Congress, Efficient technologies in ferroalloy industry, June 9 - 13, 2013, Almaty, Kazakhstan
- [19] Г. А. Соколов, “Производство стали”, *Металлургия*, Москва 1982
- [20] User Manual, “Basic Oxygen Steelmaking Simulation User Manual”, The University of Liverpool, 2006. Available online:
http://34.214.117.115/content/html/por/BOS_UserGuide.pdf (accessed on 14 March, 2022).
- [21] Zhang H.: State of the art in control of inclusion in Tire Cord steel-a review, *Process Metallurgy-Steelmaking, Steel Research Int.*, Vol. 77, N03, 2006, f. 158-169;
- [22] Kartela teknologjike e procesit të rafinimit - NewCo Ferronickel; D-427 dhe 1927, Glogoc/Kosovo, 2019
- [23] *K. J. Barker, J. R. Paules, N. Rymarchyk, Jr.*, Oxygen steelmaking furnace mechanical description and maintenance considerations, Copyright © 1998, The AISE Steel Foundation, Pittsburgh, PA (shiquar me 06.02.2023)
- [24] Ibrahim I. “Sfidat dhe mundësitë e industrisë së ferrolegurave në Kosovë” UMIB, Mitrovicë, 2023
- [25] Stelco, Present and Future Use of Energy in the Canadian Steel Industry. Ottaëa: Efficiency and Alternative Energy Technol. Branch, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, 2022
- [26] “Ethem T. Turkdogan Symposium”, pp. 253–269. The Iron and Steel Society of AIME, 1994.

