

**UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”**

**FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE**

**PROGRAMI: MATERIALE DHE METALURGJI**



# **PUNIM DIPLOME**

**Liridon Murati**

Mitrovicë, 2021

**UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”**

**FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE**

**PROGRAMI: MATERIALE DHE METALURGJI**



**PËRMIRËSIMI I KOEFICIENTIT TË SHFRYTËZIMIT TË  
Ni +Co PËRMES PROCESIT TË RAFINIMIT**

**PUNIM DIPLOME**

Mentori

Prof. Ass. Dr. Izet Ibrahim

Kandidati

Liridon Murati

Mitrovicë, Tetor, 2021

## **DEDIKIM**

*Dedikuar familjes sime, të cilët më ofruan mbështetjen më të madhe gjatë këtyre viteve të studimeve.*

## MIRËNJOHJE

*Dëshiroj të shpreh mirënjohjen time të thellë për mentorin tim Prof. Ass. Dr. Izet Ibrahimin për udhëzimet, inspirimin, durimin, këshillat, si dhe për ndihmën e madhe profesionale gjatë përgatitjes së këtij punimi diplome. E vlerësoj atë që kam mësuar prej tij, jo vetëm njohurinë e gjerë por edhe instinktin e mprehtë shkencor për të kombinuar me idetë kreative.*

*Gjithashtu shpreh falënderimet e mia të veçanta për anëtarët e komisionit të këtij punimi. Sugjerimet dhe këshillat e të cilëve më kanë shërbyer për t'iu dhënë zgjidhje shumicës së çështjeve që janë ngritur gjatë punës sime kërkimore.*

*Puna kërkimore do të ishte pamundur pa përkrahjen e pakursyer të menaxherit Skender Nika si dhe stafit tjetër inxhinierik në repartin e konvertorëve të shkrites së "Ferronikelit" në Drenas.*

*Së fundi, por jo për nga rëndësia, falënderoj për zemërsisht familjen time të cilët më mbështeten gjatë kohës së studimeve moralisht dhe financiarisht. I falënderoj për durimin dhe mirëkuptimin që kanë dëshmuar gjatë këtyre viteve të ngritjes sime profesionale dhe përgjithësisht në studimin e fushës së metalurgjisë.*

# PËRMBAJTJA

<b>1. HYRJE</b> .....	<b>1</b>
1.1. Struktura e punimit .....	2
1.2. Qëllimi dhe objektivat e temës .....	4
1.3. Konceptet e përgjithshme .....	5
1.3.1. Procesi i rafinimit në konvertorin LD.....	5
1.3.2. Procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor në konvertorin LD me oksigjen .....	7
1.3.3. Konvertori.....	9
1.3.4. Karakteristikat teknike të konvertorit vertikal .....	12
1.4. Pyetjet kërkimore .....	12
1.5. Metodologjia kërkimore .....	13
<b>2. SHQYRTIMI I LITERATURËS</b> .....	<b>16</b>
2.1. Desulfurimi i ferronikelit.....	19
2.1.2. Etapa e dytë e rafinimit - pasurimi i ferronikelit .....	21
2.2. Metodot e desulfurimit jashtë furre .....	23
<b>3. DEKLARIMI I PROBLEMIT</b> .....	<b>30</b>
<b>4. PËRMIRËSIMI I KOEFICIENTIT TË SHFRYTËZIMIT TË Ni + Co</b> <b>PËRMES PROCESIT TË RAFINIMIT TË FERRONIKELIT NË KONVERTOR</b> .....	<b>35</b>
4.1. Metodot e reja dhe perspektive në shërbim të përmirësimit të shkallës së desulfurimit të ferronikelit dhe koeficientit të shfrytëzimit të Ni + Co.....	35
4.2. Hulumtimi i mundësive për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni+Co përmes aplikimit të desulfurimit në furrën elektroharkore .....	36
<b>5. DISKUTIMI I REZULTATEVE</b> .....	<b>42</b>
<b>6. PËRFUNDIMI ME REKOMANDIME</b> .....	<b>48</b>
<b>REGJISTRI I TABELAVE</b> .....	<b>49</b>
<b>REGJISTRI I ILUSTRIMEVE</b> .....	<b>50</b>
<b>LISTA E SHPREHJEVE</b> .....	<b>51</b>
<b>REFERENCAT</b> .....	<b>52</b>

## PARATHËNIE

Përmirësimi i koeficientit të shfrytëzimit të nikelit dhe kobaltit përmes procesit të rafinimi është njëra nga kërkesat dhe sfidat më të mëdha të procesit të përftimit të legurave hekur-nikel dhe në teknologjitë bashkëkohore të përfitimit të çeliqueve në përgjithësi.

Në fillim të shekullit XXI, nikeli prodhohet në rreth 29 vende të botës. Lëndët e para themelore për përfitimin e nikelit janë xeheroret sulfid dhe oksid (lateritë). Prodhimi i nikelit nga xehet okside, është diçka më i vogël se ai nga xeheroret sulfid. Produkti më i rëndësishëm i procesit të përfitimit nga këto lloje xehesh është nikeli metalik, ferronikeli dhe nikeli i sinteruar. Nikeli deri vonë (1885) është konsideruar si metal i çmuar. Pas zbulimit të faktit se çeliquet që përmbajnë nikel dallohen me veti të veçanta mekanike dhe kundërkorrozive, filloi përdorimi i gjerë i tij për prodhimin e çeliqueve speciale dhe zgjerimi i mëtejshëm i prodhimit të tij. Ndërsa viteve të fundit përveç në metalurgjinë e hekur çelikut, nikeli konsiderohet si metal me përdorim të gjerë edhe në industrinë e ndërtimit dhe makinave, për prodhimin e baterive alkalike dhe në teknikën e nikelimit të metaleve, përkatësisht si mbrojtje e metaleve prej korrozionit. Legurat më të vjetra dhe më të përdorura të nikelit janë ato me bakrin, të cilat përmbajnë prej 2.5-70 % Ni. Këtij grupi të legurave i takojnë p.sh: legura për prodhimin e monedhave (Ni-25 %), legura për prodhimin e tubave të kondensatorëve dhe të këmbyesve të nxehtësisë (Ni-30 %), legura për prodhimin e telave me rezistencë të lartë elektrike (Konstantani: Ni-45 %), legura me veti të shquara kundërkorrozive dhe zjarrduruese, legurat që përmbajnë Ni 5-30 % dhe që quhen ndryshe edhe “argjend i ri”, meqë shërbejnë si zëvendësim për argjend. Nikeli përdoret edhe në industrinë kimike dhe në shumë degë të tjera të industrisë, në të cilat në shumë raste përdorimi i tij është i pazëvendësueshëm me metale të tjera.

Vendet me rezerva më të mëdha të nikelit në botë janë; Kanada, Rusia, Kaledonia e Re, Japonia, Australia, SHBA, Brazili, Greqia, Kosova, Maqedonia e Veriut, etj. Vendburimet e xehes së nikelit në Kosovë janë ato në Golesh dhe Qikatovë që bëjnë pjesë në tipin ekzogjen të nëngrupit silikat-laterit të xeheroreve të nikelit. Minerale të kryesore që përbëjnë xeherorin janë: nontroniti, serpentine dhe eustatiti. Rezerva të Ni në Kosovë janë zbuluar edhe në rajonin e Kaçanikut, Shtimes, Janjevës, Gjakovës,

Rahovecit, Sllatinës dhe Prizrenit. Parashikimet e rezervave të xehe në këto dy miniera (Qikatovë dhe Gllavicë) janë mbi 20,000 000 tonë xehe të thatë me përbërje mesatare të nikelit 1,32% dhe të Co 0,065%.

Xehet nikelmbajtëse të Kosovës, me nivelin e tanishëm të teknikës, më me sukses përpunohen me rrugë pirometalurgjike, deri të përfitimi i produktit - nikel ose ferronikel komercial. Në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas është aplikuar skema teknologjike e shkrirjes së drejtpërdrejtë të xeheve okside (laterite) të nikelit në ferronikel. Produkti final i ferronikelit përmban 25% Ni+Co, më pak se 0.05 % Si, Cr, dhe C, më pak se 0.04 % S dhe P, etj. Kapaciteti prodhues i projektuar i uzinës është 12.000 ton Ni në Ferronikel për vit. Në rast kërkese për zgjerim të prodhimit, kapacitetet mund të rriten deri në 20.000 t Ni në Fe-Ni/vit.

Përpunimi i xeheve okside të nikelit me qëllim të përfitimi të ferronikelit nuk është mjaft kompleks, së bashku me Fe dhe Ni kalojnë edhe metalet e tjera si Co, Mg, Cr, Cu, As, etj., të cilat në shumicën e rasteve vlerësohen si të dëmshme, ngase ndikojnë negativisht në vetitë e legurave, ndërsa veçimi i tyre paraqet vështirësi teknologjike duke ndikuar negativisht në koeficientin e shfrytëzimit të metalit të dobishëm (Fe dhe Ni), si dhe në ekonominë e procesit. Kështu që përpjekjet për zbulimin e mundësive të reja dhe më efikase të rafinimit të ferronikelit lëndor (të papërpunuar) deri në markën e dëshiruar të ferronikelit të rafinuar, ka qenë dhe është objekt interesimi për shumë çarqe shkencor-profesionale, sidomos pas zbulimit të rezervave të mëdha të xeheve të nikelit, me përbërje komplekse (sasi të lartë të SiO<sub>2</sub>, oksideve të hekurit, lagështi e shtuar etj.) dhe përbërje të vogël të nikelit. Industria metalurgjike në Republikën e Kosovës si pasojë e koeficientit të ulët të shfrytëzimit të metaleve të dobishme, shkallës e ulët e shfrytëzimit të mineraleve, etj., po përcillet me një progres të ulët teknik, dhe me një mosbalancim të theksuar në mes shfrytëzimit racional të resurseve natyrore të energjisë dhe një zhvillim të qëndrueshëm ekonomik. Edhe përkundër iniciativave të vendeve të ndryshme për zhvillimin e qasjeve të reja teknologjike, deri më tani vendi ynë është në nivel të ulët të promovimit të një regjimi të ri teknologjik, i cili përmes modifikimeve të skemave teknologjike do të përmirësonte koeficientin e shfrytëzimit të metaleve të dobishme, e i cili në fakt do të kishte efekte të drejtpërdrejta në një zhvillim të qëndrueshëm ekonomik. Njëra nga mundësitë më të mira të promovimit të kësaj qasje të re teknologjike, do të ishte ajo e korrigjimit të procesit të rafinimit të ferronikelit lëndor në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas. Rikthimi dhe integrimi i metodave të

reja të desulfurimit jashtë furre do të rezultonte me një koeficient të lartë të shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, metaleve të dobishme, eficiencë të lartë të energjisë, efektivitet të procesit dhe nxitje të një bashkëveprimi sinergjik në mes fazave të rafinimit dhe përgjithësisht gjatë procesit të prodhimit të ferronikelit.

**Fjalët kyçe:** *ferronikel, rafinim, qasje e re, reduktim kosotosh, koeficient shfrytëzimi, zhvillim i qëndrueshëm.*



## ABSTRACT

Improving the utilization coefficient of nickel and cobalt between the refining process is one of the biggest demands and challenges of the process of obtaining iron-nickel alloys and in modern technologies for the recovery of steels in general.

At the beginning of the 21st century, nickel was produced in about 29 countries around the world. The basic raw materials for the production of nickel are sulfide and oxide ores (laterites). The production of nickel from oxide ores is somewhat smaller than that from sulfide ores. The most important product of the process of obtaining these types of ores is metallic nickel, ferronickel and sintered nickel. Nickel until recently (1885) was considered a precious metal. After the discovery of the fact that nickel-containing steels are distinguished by special mechanical and anti-corrosion properties, its widespread use for the production of special steels and the further expansion of its production began. In recent years, in addition to ferrous steel metallurgy, nickel is considered a widely used metal in the construction and machinery industry, for the production of alkaline batteries and in the nickel plating technique of metals, respectively as protection of metals from corrosion. The oldest and most widely used nickel alloys are those with copper, which contain 2.5-70% Ni. In this group of alloys belong: alloys for the production of coins (Ni-25%), alloys for the production of condenser tubes and heat exchangers (Ni-30%), alloys for the production of high resistance wires electrical (Constantine: Ni-45%), alloys with outstanding anti-corrosion and refractory properties, alloys containing Ni 5-30% and otherwise called "new silver", as they serve as a substitute for silver. Nickel is also used in the chemical industry and in many other branches of industry, in which in many cases its use is irreplaceable with other metals.

The countries with the largest nickel reserves in the world are; Canada, Russia, New Caledonia, Japan, Australia, USA, Brazil, Greece, Kosovo, Northern Macedonia, etc. The nickel ore deposits in Kosovo are those in Golesh and Qikatovo which are part of the exogenous type of the silicate-later subgroup of nickel ores. The main minerals that make up the ore are: nontronite, serpentine and eustatite. Ni reserves in Kosovo have also been discovered in the region of Kaçanik, Shtime, Janjevo, Gjakova, Rahovec, Slatina and Prizren. The forecasts of ore reserves in these two mines (Qikatovo and Gllavica) are over 20,000,000 tons of dry ore with an average nickel content of 1.32% and Co 0.065%.

Kosovo nickel-bearing ores, with the current level of technique, are most successfully processed by pyrrrometallurgical way, until the product is obtained - commercial nickel or ferronickel. In the Ferronikel Foundry in Drenas, the technological scheme of direct smelting of nickel oxide ore (laterite) into ferronickel has been applied. The final ferronickel product contains 25% Ni + Co, less than 0.05% Si, Cr, and C, less than 0.04% S and P, etc. The designed production capacity of the plant is 12,000 tons of Ni in Ferronikel per year. In case of demand for production expansion, capacities can be increased up to 20,000 t Ni in Fe-Ni / year.

The processing of nickel oxide ores in order to obtain ferronickel is not quite complex, along with Fe and Ni pass other metals such as Co, Mg, Cr, Cu, As, etc., which in most cases are estimated as harmful, because they negatively affect the properties of the alloys, while their separation presents technological difficulties by negatively affecting the utilization coefficient of the useful metal (Fe and Ni), as well as the economy of the process. Thus, the efforts to discover new and more efficient possibilities of refining material ferronickel (raw) up to the desired brand of refined ferronickel, has been and is the object of interest for many scientific-professional circles, especially after the discovery of reserves of large nickel ores, with complex composition (high amount of SiO<sub>2</sub>, iron oxides, added moisture, etc.) and small nickel composition. The metallurgical industry in the Republic of Kosovo as a result of the low utilization coefficient of useful metals, the low utilization rate of minerals, etc., is followed by a low technical progress, and a marked imbalance between the rational utilization of natural energy resources and sustainable economic development. Despite the initiatives of different countries for the development of new technological approaches, so far our country is at a low level of promotion of a new technological regime, which through modifications of technological schemes would improve the utilization coefficient of metals. beneficial, which in fact would have direct effects on a sustainable economic development. One of the best opportunities to promote this new technological approach would be to correct the process of refining the ferronickel material in the Foundry of "Ferronikleit" in Drenas. The restoration and integration of new desulfurization methods outside the furnace would result in a high utilization coefficient of production capacities, useful metals, high energy efficiency, process efficiency and promotion of a synergistic interaction between the refining phases and generally during the ferronickel production process.

**Keywords:** *ferronickel, refining, new approach, cost reduction, utilization coefficient, sustainable development.*

## 1. HYRJJE

Procesi i përfitimit të ferronikelit nga xehet okside daton qysh herët, duke filluar që nga viti 1958 në Kaledoninë e Re. Procesi i tillë teknologjik është i njohur si proces i skemës furra rrotulluese - furra elektrike dhe është zhvilluar e përparuar së bashku me zhvillimin edhe të vetë pajisjeve metalurgjike. Përfitimi i ferronikelit sot është një proces mjaft i rëndësishëm për industrinë e ferrolegurave. Kapacitetet prodhuese sot arrijnë deri në 1.200.000 tNi/vit<sup>12</sup>, e cila sasi, përftohet (40%) nga xehet e oksideve të nikelit dhe (60%) nga xehet sulfide.<sup>1</sup>

Sipas bilancit të rezervave gjeologjike në Kosovë, aktualisht, por edhe në të ardhmen shkritorja e “Ferronikelit” në Drenas, do të shfrytëzohë xehe okside me sasi të ulët të Ni dhe Co, sasi të rritur të SiO<sub>2</sub>, si dhe lagështisë. Këto karakteristika të xehes, përveç që do të rrisin kostot prodhuese, ato njëkohësisht do të rrisin agresivitetin e zgjyrës acide si dhe koncentrimin e siliciumit në metalin e furrës elektrike, tregues ky që do të ndikojë në rritjen e konsumit të energjisë dhe materialeve zjarrduruese dhe lëndëve të tjera teknologjike si dhe do të ndikojnë në uljen e koeficientit të shfrytëzimit të metalit, dhe kapaciteteve prodhuese në përgjithësi. Varësisht përbërja e ngarkesës, produkteve të shkrijës dhe ekskluzivisht nga mënyra e udhëheqjes së procesit teknologjik, është edhe niveli i shfrytëzimit të metaleve të dobishme (Ni dhe Co), kapaciteteve prodhuese të agregatëve metalurgjikë, funksionalitetit të Raf pajisjeve si dhe vetë ekonomizimi i procesit të prodhimit.

Disa faza të procesit të përfitimit të ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, janë me ndikim të drejtpërdrejtë në efikasitet, eficiencën, shfrytëzimin e kapaciteteve prodhuese, në mbarëvajtjen tekniko-teknologjike dhe ekonomizimin e procesit të prodhimit në tërësi. Një segment i tillë i kësaj problematike, me mjaft ndikim është edhe procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor në konvertorin me oksigjen LD.

Rafinimi, gjegjësisht pasurimi i ferronikelit lëndor në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas është i përcjellë me vështirësi të mëdha, siç janë: koha e gjatë e qëndrimit të metalit në konvertor, siguri dhe efikasitet jo i mjaftueshëm i pajisjeve, konsum i rritur i repromaterialeve me resurse, humbje e lartë e metaleve të dobishme me zgjyrë dhe skrap, si dhe nivel i ulët i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese.<sup>1, 4, 6, 7.</sup>

Kjo problematikë do të duhej të zgjidhej në harmoni me praktikat botërore të ngjashme nga përfitimi i ferronikelit ose me modifikime në harmoni me kushtet dhe specifikat lokale të repartit për pasurim të ferronikelit lëndor. Sipas skemës aktuale të prodhimit dhe infrastrukturës ekzistuese, instalimi i një furre elektroharkore me sistemin për injektimin e reagjentit për desulfurim jashtë furre, do të ishte zgjidhja më e favorshme për desulfurim të ferronikelit jashtë furre para se ai të derdhet në konvertor.<sup>1</sup> Rishikimi i treguesve të shkrirjes elektro reduktuese në furrën elektrike, shfrytëzimi i lëndëve ndihmëse (mazutit dhe linjiti) me përqendrimë më të larta të  $C_{fix}$  dhe përbërje të ulët të sulfurit, e mbi të gjitha rikthimi i desulfurimit jashtë furre i ferronikelit lëndor, do të ishin parakushte bazë për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co, e veçanërisht do të ndikonin në rritjen e tregueseve të efikasitetit, eficiencës së procesit të prodhimit të ferronikelit në shkritoren e Drenasit. Realizimi i kësaj mesfaze, përmes furrës elektroharkore, do të përmirëson parametrat tekniko-teknologjik, duke zvogëluar humbjet e metalit bazë, shkallë më të lartë të largimit të sulfurit nga metali para se të derdhet në konvertor dhe në përgjithësi do të garantonte një ekonomi të mirë të procesit.

Të dhënat e llogaritura dhe ato tabelare janë të mbështetura në të dhënat e fituara gjatë punës sime kërkimore në repartet e konvertorëve, Furrës Elektrike dhe asaj Rrotulluese, të shkrites së "Ferronikelit" në Drenas si dhe nga rezultatet e provave industriale nga institucionet e tjera shkencore.

## **1.1. Struktura e punimit**

Punimi në strukturën e vet do të ketë këto elemente standarde: Titulli (tema) i punimit, përmbledhjen, përmbajtja, hyrjen me qëllimin, materialet dhe metodat, pjesën teorike, pjesën analitike, diskutimin, përfundimin, regjistrin e literaturës dhe shtojcat. Punimi do të fillon me hyrjen në të cilën definohej disa nga aspektet teorike, metodologjike dhe praktike industriale të procesit në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas. Po ashtu në pjesën e parë të këtij punimi kemi parashtruar pyetjet kërkimore dhe janë paraqitur qëllimi dhe objektivat e hulumtimit dhe definimi i problemit. Punimi do të jetë nga dy pjesë: pjesa deskriptive, (pjesa I), dhe pjesa analitike (pjesa II):

Në pjesën I<sup>rë</sup> – të hyrjes, do të përfshihen të dhënat e përgjithshme, qëllimi dhe objektivat e temës, konceptet e përgjithshme të procesit të rafinimit në konvertorin LD, si dhe procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor në konvertorin LD me oksigjen në

shkriktorën e “Ferronikelit” në Drenas. Në këtë pjesë kemi ngritur pyetjet kërkimore si dhe kemi përshkruar metodologjia kërkimore së bashku më grafikun e punës kërkimore.

Në pjesën e II<sup>-të</sup> kemi bërë shqyrtimin e literaturës, ku përmes hulumtimit në literaturë kemi shfrytëzuar të dhënat nga procesi i përfitimit të ferronikelit në botë, e të cilat të dhëna dhe informacione do të përfshihen tek përshkrimi i procesit të rafinimit të ferronikelit në Drenas. Po ashtu janë shfrytëzuar të dhënat nga praktika aktuale e prodhimit të ferronikelit, lidhur me përbërësit e ngarkesës, skema teknologjike, me një theks të veçantë e kemi vënë tek përbërja e ngarkesës së konvertorit LD, fazat si dhe etapat e rafinimit dhe mundësitë e përmirësimit të koeficientit të shfrytëzimit të Ni, përmes metodave të reja të desulfurimit dhe rafinimit në konvertor. Nga aspekti teorik po ashtu kemi trajtuar të dhënat nga literatura lidhur me etapën e desulfurimit të ferronikelit, etapa e dytë të rafinimit - pasurimit të ferronikelit, si dhe mbi metodat e desulfurimit jashtë furrës të ferronikelit lëndor – ferronikelit të furrës elektrike.

Në pjesën e III<sup>-të</sup> – kemi shtjelluar deklarin e problemit, më theks të veçant ato të lidhura me desulfurimin jashtë furrës dhe procesin e rafinimit në konvertorin LD në repartin e konvertorëve në shkriktorën e “Ferronikelit” në Drenas.

Në pjesën e IV<sup>-të</sup> – kemi paraqitur punën eksperimentale lidhur me hulumtimin e mundësive për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co, përmes procesit të rafinimit të ferronikelit në konvertorin LD të shkriktorës së “Ferronikelit” në Drenas, metodat e reja dhe perspektive në shërbim të përmirësimit të shkallës së desulfurimit të ferronikelit dhe koeficientit të shfrytëzimit të Ni + Co, si dhe hulumtimin e mundësive për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni + Co përmes aplikimit të desulfurimit në furrën elektroharkore.

Në pjesën e V<sup>-të</sup> – kemi bërë paraqitjen dhe diskutimin e rezultateve.

Në pjesën e përfundimtare - kemi nxjerrur konkluzionet si dhe rekomandimet për arritjen e objektivave të vëna në studim që janë, përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co, përmes procesit të rafinimit të ferronikelit në konvertorin LD të shkriktorës së “Ferronikelit” në Drenas.

## 1.2. Qëllimi dhe objektivat e temës

Nikeli konsiderohet si metal me përdorim të gjerë në industrinë e ndërtimit të makinave dhe në metalurgjinë e zezë, meqë përdoret për prodhimin e çeliqueve speciale, me veti të dalluara mekanike dhe fiziko-kimike. Përveç kësaj, nikeli përdoret mjaft edhe për prodhimin e një numri të madh të aliazheve me metalet me ngjyrë, pastaj për prodhimin e baterive alkalike, në teknikën e nikelimit të metaleve për prodhimin e baterive alkalike si dhe në teknikën e veshjes (nikelimit), si mbrojtje e metaleve prej korrozionit. Rëndësi më të madhe kanë legurat e nikelit me hekurin, në të cilat, nikeli si komponent legurës ndikon në vetitë mekanike (fortësinë dhe elasticitetin), kimike (rezistencë ndaj reagjentëve acidë) dhe jomagnetike. Ndërsa legura e nikelit me kromin formojnë të ashtuquajturin çelikut "INOX" (siç përshkruhet nëpër produktet e ndryshme nga INOX-i si "Stainless Steel")<sup>1, 25</sup>.

Në tërësinë e kërkesave që e përcjellin procesin aktual të përfitimit pirrometalurgjik të ferronikelit nga xehet okside, pjesa më komplekse e procesit është rafinimi i metalit të furrës elektrike (ferronikelit lëndorë) dhe skrapit në konvertor me oksigjen. Sot, ndër sfidat më mëdha janë ato të përfitimit të ferronikelit kaulitativ nga furra elektrike, desulfurimi jashtë furre dhe pasurimi në konvertor. Operimi i mirëfilltë me parametrat e mesfazave, fazave dhe etapave të procesit të përfitimit, projektimi adekuat i përbërësve të ngarkesës, koha dhe sasia e dozimit të oksigjenit, temperatura e mesfazave dhe fazave, si dhe zhvillimi sipas një rendi dhe dinamike baraspeshore të reaksioneve, fazave gjegjëse të procesit së bashku me parametrat e tjerë teknologjikë, (dozimi i shkrirësit, derdhja e zgjyrës, formimi i zonave - vrushkullit në banjo të metalit të shkrirë, etj.), përbëjnë detyrat më të rëndësishme inxhinierike të udhëheqjes së procesit të rafinimit. Këta edhe janë parametrat kyçë të procesit të cilët kanë ndikim të drejtpërdrejtë në mbarëvajtjen tekniko-teknologjike, përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co, në optimalizimin e etapave të rafinimit si dhe në ekonominë e procesit të prodhimit të ferronikelit në tërësi.

Hulumtimin dhe vlerësimin e parametrave të procesit e kemi bazuar nga përcjellja e praktikave të zhvillimit të procesit të rafinimit në Konvertorin LD 25 në repartin e konvertorëve të shkrites së "Ferronikelit" në Drenas, gjatë periudhës së hulumtimit, (korrik – shtator 2021). Shqyrtimin e parametrave operativë, treguesit e lidhur që determinojnë përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni + Co përmes procesit të

rafinimit e kemi realizuar për disa ngarkesa të trajtuara në konvertorin LD me oksigjen. Po ashtu gjatë këtij studimi do të testojmë kohën specifike të së cilës nga etaprat e procesit, humbjet e metalit me zgjyrë, gazra dhe skrap, përbërësit e së cilës nga fazat dhe fyerjes me oksigjen si dhe temperaturën e etapave të procesit të rafinimit.

I gjithë programi ynë studimor, ka të bëjë me identifikimin e problemeve dhe të metave sipas fazave dhe etapave të procesit të rafinimit. Konformë këtyre të dhënave do të propozojmë praktikrat dhe metodat të cilat do të garantonin operime sipas parametrave optimalë, do të garantonin kushte për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co, kapaciteteve prodhuese të cilat do të ndikonin në reduktimin e kostove prodhuese, siguri dhe funksionalitet të lartë të pajisjeve dhe parametrave të procesit të prodhimit të ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas.

Objektivat kyçe të këtij punimi janë:

- Identifikimi i praktikave dhe kushteve për një shfrytëzim optimal dhe eficient të kapaciteteve prodhuese në repartin e konvertorëve të shkrites së “Ferronikelit” në Drenas;
- Promovimi i praktikave dhe metodave të cilat do të mundësonin kondita dhe parametra për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të metaleve të dobishme Ni dhe Co, si dhe parametrave të tjerë të cilët drejtpërdrejtë do të ndikonin në nga optimalizimin e procesit të rafinimit dhe përgjithësisht ekonomizimin e gjithë zinxhirit prodhues në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas;
- Propozimi për rikthimin e desulfurimit jashtë furre si mesfazë e procesit të rafinimit përmes korrigjimit të praktikave aktuale sipas metodave të reja të desulfurimit, si dhe identifikimin e teknologjive që do të ndikon në përmirësimin e kushteve të mirëmbajtës së konvertorit dhe rritjes së sigurisë.

### **1.3. Konceptet e përgjithshme**

#### **1.3.1. Procesi i rafinimit në konvertorin LD**

Prodhimi i çelikut sipas procesit të rafinimit në konvertorin me oksigjen LD (Linz 1952 dhe Donawitz 1953, dy qytete në Austri ku është përdorur për herë të parë ky konvertor) është gati i njëjtë me procesin Bessemer dhe Thomas. Edhe këtu përdoret konvertori me

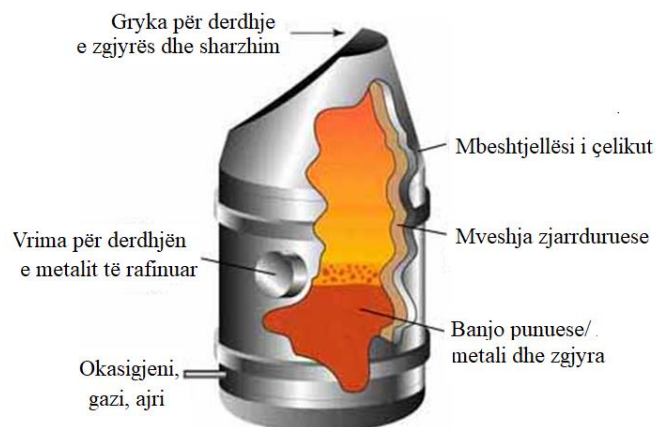


trajtë të përafërt. Ndryshimi është se nuk futet ajër nga poshtë por oksigjen nga lart nëpërmjet një fryrësi/shtize, e cila vendoset mbi nivelin e banjës së gizës së shkrirë.

Procesi bazik me oksigjen e konvertion hekurin në çelik duke përdorur oksigjenin e gaztë për të oksiduar elementet përcjellëse të padëshiruara si dhe papastërtitë në hekurin e shkrirë. Oksigjeni i përdorur duhet të jetë me pastërti të lartë, zakonisht 99,5% në minimum, përndryshe çeliku mund të absorbojë azot, i cili është i dëmshëm për procesin.

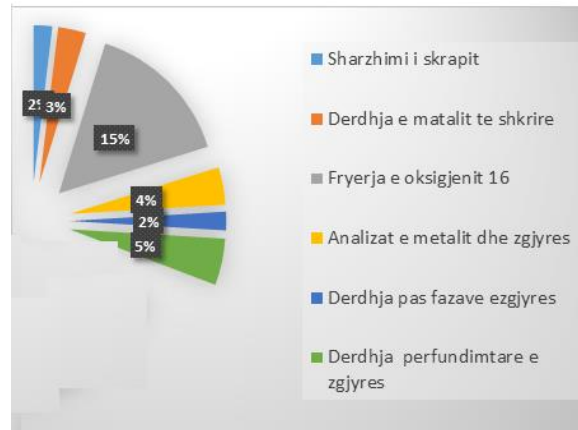
Konvertori është në formë të dardhës, (figura 1) nga jashtë ka mbështjellës të çelikut, ndërsa në brendi muratohet me material zjarrdurues i përbërë nga tri shtresa:

1. shtresa e cila e mbron mbështjellësin e konvertorit,
2. pluhuri izolues (në pjesën cilindrike) dhe
3. shtresat punuese.



**Figura 1. Konvertori LD<sup>12</sup>**

Veshja zjarrduruese duhet të ketë vetitë specifike për t'i rezistuar veprimit termik, veprimit kimik të zgyrës, metalit dhe gazrave, dhe konsumit nga veprimet mekanike gjatë ngarkimeve dhe veprimeve të tjera mekanike të sharëzhës. Konvertorët mund të jenë me kapacitet prej 400 [t], por në shumicën e rasteve ata janë me kapacitet 100 - 250 [t]. Zakonisht preferohet që në kushte operimi në repart të jenë dy konvertorë, njëri është në funksion kurse tjetri rezervë. Fazat dhe kohëzgjatja e procesit është paraqitur në fig. 2.



**Figura 2. Një cikël tipik i prodhimit në konvertorët me oksigjen. Komplet cikli për prodhimin e 280 [t] çelik të shkrirë, zgjatë rreth 27 minuta<sup>12</sup>**

Termi "bazik" përdoret sepse konvertori është i veshur nga materialet zjarrduruese bazike (dollomite dhe magnezite). Shkrirësi që përdoret në këtë proces është kryesisht gëlqeror i kalcinuar. Kjo bën që të mënjanohet efekti i dëmshëm i azotit në banjën e lëngët. Si rrjedhim, mund të prodhohet çelik edhe nga giza me përmbajtje të ulët të elementeve P, Si, etj. Në këtë konvertor mund të shkrihen edhe skrap - hekurishtet, gjë që ka rëndësi të madhe ekonomike. Me këtë proces përfitohen çelique të ndryshme me përmbajtje të caktuara të elementeve, si: çelique me pak karbon, me shumë karbon, pak të lidhura ose shumë të lidhura, të cilësisë së lartë, etj. Prodhimtaria në konvertorin LD është rreth 10 herë më e madhe se në konvertorët Bessemer-it dhe Thomas-it [6].

### **1.3.2. Procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor në konvertorin LD me oksigjen**

Ferronikeli i përfutur nga xehet okside të nikelit, i shkrirë në furrën elektrike, përmban përveç nikelit, kobaltit e hekurit edhe elementet të tjera siç janë: siliciumi kromi, karboni, sulfuri, bakri, etj. Shumica e këtyre elementeve bëjnë pjesë në papastri të dëmshme, e sidomos te ato teknologji ku ferronikeli përdoret si element për përfitimin e çeliqueve të ndryshme. Me qëllim të përdorimit të ferronikelit për legurim dhe prodhim të çeliqueve të ndryshme duhet të bëhet rafinimi i tij, dhe atë deri në uljen e duhur të koncentrimin të elementeve, që bëjnë pjesë si papastërtitë në shkrirjen e ferronikelit.<sup>1</sup>

Shkrirja elektroredukuese e xeheve okside të nikelit në ferronikel, përmban sasi relativisht të lartë të sulfurit, ngase sulfuri që vije nga lëndët e para dhe resurset energjetike, ka afinitet që pakufishëm të tretet në hekurin e shkrirjes elektroredukuese. Duke pasur si kusht se ferronikeli, që përdoret për prodhimin e çeliqueve të ndryshme

duhet të përmbajë sasi minimale të sulfurit nën 0.04%, atëherë është i nevojshëm që të bëhet desulfurimi më i thellë, para se të kalojë metali në proces të rafinimit në konvertor<sup>1,4,6,25</sup>.

Procesi i rafinimit të ferronikelit lëndor në repartin e konvertorëve të shkrites së “Ferronikelit”, e posaçërisht largimi i sulfurit, sipas qasjes aktuale zhvillohet ngadalë, me shkallë të ulët të desulfurimit, me koeficient të ulët të shfrytëzimit të kapaciteteve si dhe i përcjellë me harxhime të mëdha të resurseve energjetike.

Largimi i sulfurit dhe papastërtive të tjera nga ferronikeli lëndor sipas qasjes aktuale realizohet tërësisht në konvertor, gjatë procesit të rafinimit të ferronikelit në konvertorë vertikal LD me oksigjen.

Sipas kërkesave teorike si dhe në përputhshmëri me praktikën e prodhimit të ferronikelit në botë, procesi i rafinimit do të duhej të zhvillohej në dy etapa. Përmes etapës së desulfurimit jashtë furre (ku mbi 70 % e S do të largohet në këtë fazë), si dhe etapës së pasurimit në konvertorë ku do të largohet sasia e sulfurit të mbetur si dhe do të bëhet pasurimi i ferronikelit me Ni deri në markën e kërkuar. Për realizimin e këtyre dy etapave të procesit të rafinimit të ferronikelit lëndor, duhet të përshtaten kushtet e caktuara tekniko-teknologjike. Është e nevojshme edhe përkundër përcaktimit të kufijve teorik të bëhet përcaktimi i saktë i përbërjes kimike të fazave të lëngëta të ferronikelit lëndor, ndryshimi i temperaturave të fazave, përcaktimi i humbjeve të nxehtësisë së metalit nga momenti i derdhjes në kanal derdhës të furrës elektrike e deri te derdhja në konvertor etj.

Për rastin e ferronikelit, që prodhohet në shkritesën e “Ferronikelit” në Drenas, duhet të merret në konsiderim se përbërja e sulfurit në metal është shumë e lartë dhe për këtë procesi i desulfurimit është i kushtëzuar me konsum të lartë të reagjentëve për desulfurim. Nga të dhënat praktike dhe ato nga literatura<sup>(1, 6, 14,15)</sup> është e njohur se edhe soda e kalcinuar e përgatitur më së miri, duke llogaritur se kemi pasur në kontroll temperaturën e metalit dhe përbërjet kimike të fazave të lëngëta të shkritesës së ferronikelit, shkallën maksimale të shfrytëzimit të sodës ka qenë vetëm 25%.

Etapa e dytë e fazës së rafinimit, është largimi i papastërtive të tjera dhe sulfurit të mbetur në ferronikelin lëndor pas desulfurimit jashtë furre. Largimi i këtyre papastërtive mbështet në afinitetin e tyre të ndryshëm ndaj oksigjenit. Oksidimi i këtyre elementeve kryhet në dy etapa:

1. Në etapën e parë largohen me zgjyrën e procesit sasi të kryesore të Si, Cr, S dhe C,
2. Në etapën e dytë largohen mbetjet e këtyre papastërtive duke u bërë pasurimi i ferronikelit lëndor në dobi të oksidimit seleksionues të hekurit.<sup>1</sup>

Procesi i rafinimit zhvillohet në konvertorë me fryrje të oksigjenit.

### 1.3.3. Konvertori

Konvertori është agregat metalurgjik, në të cilin procesi zhvillohet në mënyrë autogjene nga pikëpamja 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.<sup>1</sup>

Konvertori është në formë të dardhës, nga jashtë ka mbështjellës të çelikut, ndërsa në brendi muratohet me material zjarrdurues i përbërë nga tri shtresa:

1. shtresa e cila e mbron mbështjellësin e konvertorit,
2. pluhuri izolues (në pjesën cilindrike) dhe
3. shtresat punuese.

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 eksploative, e cila muroset me tjegulla magneziti<sup>1, 4, 6, 25</sup>.

Shtresa eksploative e konvertorit ka për detyrë konstruktive dhe kimike në mënyrë që metalin dhe zgjyrën, t'i mbajë në hapësirë punuese dhe t'i zvogëlojë në minimum humbjet e nxehtësisë nëpërmjet murit të konvertorit. Kjo shtresë e murit të konvertorit është nën ndikim të përhershëm termik, mekanik dhe kimik të krijuar nga veprimet mekanike, kimike dhe termike të metalit, zgjyrës dhe materialeve që shtohen gjatë procesit të rafinimit. Nga të gjitha këto arsye materiali zjarrdurues i shtresës eksploative si dhe në përgjithësi materiali zjarrdurues duhet të ketë zjarrdurueshmëri të lartë, qëndrueshmëri kimike, rezistencë mekanike, zgjerim dhe tkurrje minimale (diletacion), gjatë ndërrimit të temperaturave, përçueshmëri të ulët të nxehtësisë dhe diletacion saktë të përcaktuar. 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.

Në trupin e konvertorit ekziston vrima për derdhjen e metalit që është në anën e kundërt të grykës së zgjyrës, ku po ashtu derdhja e metalit bëhet duke kthyer konvertorin në kënd të caktuar ndaj vertikalës rreth  $33^\circ$ . Fryrja e ngarkesës bëhet me  $O_2$  me ndihmën 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 që është diametri  $\varnothing 17.5$  [mm] deri 20[mm] dhe diametri kritik i shtizës me një vrimë është 38.5[mm]<sup>1,6,18</sup>.

Aktualisht për fryrje, përdoret shtiza me një vrimë, me kokën e shtizës së ndërtuar nga bakri, ftohja e së cilës bëhet me ujë duke cirkëluar nëpërmes gypave për ftohjen e shtizës.

Fryrja e  $O_2$  teknik me 95 - 97%  $O_2$  kryhet me shtypje prej 15 bar. Rrjedhja e oksigjenit është në varshmëri të përbërjes kimike të metalit, ku ajo minimale është  $30[m^3_n/\text{min}]$ , rrjedhja optimale është  $60[m^3_n/\text{min}]$  dhe rrjedhja maksimale është  $70-80[m^3_n/\text{min}]^1$ . Aktualisht operohet me rrjedhje minimale është  $30[m^3_n/\text{min}]$ , si dhe me shtizën me një vrimë dhe me kënd minimal të vrimës.

Pozicioni i shtizës, teoritikisht 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 lëviz më poshtë ose më lart.<sup>1</sup>

Karakteristikë e veçantë tekniko-teknologjike e procesit të konvertimit është:

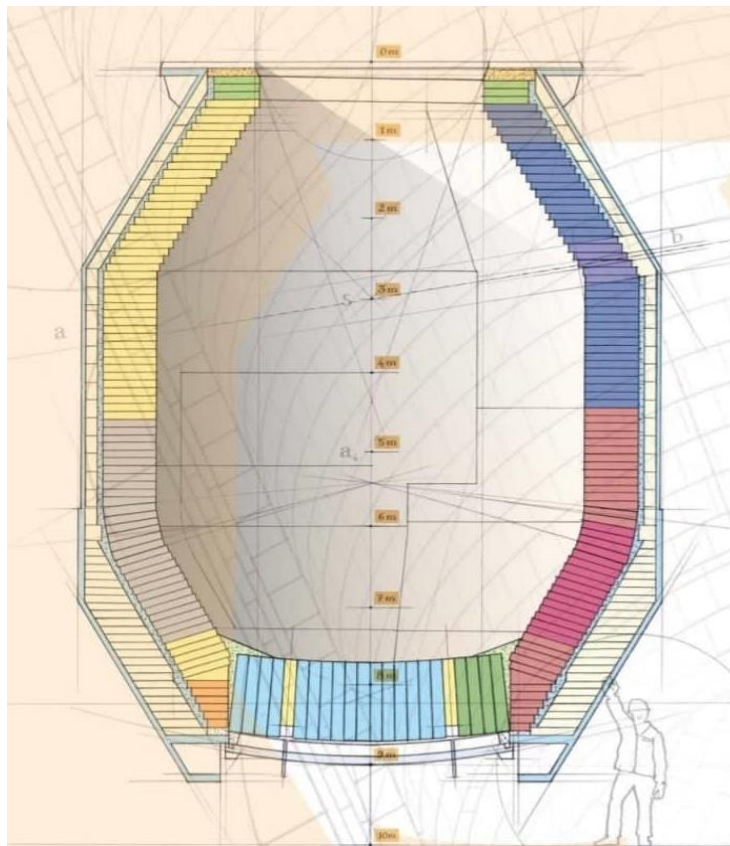
- ✓ këndi dhe numri i vrimave,
- ✓ pozita (koncentrimi i shtizës ndaj qendrës së banjës punuese të konvertorit),
- ✓ lartësia e shtizës mbi nivelin zgjyrë metal,
- ✓ shtypja e  $O_2$  dhe diametri kritik i vrimave (fryrja bëhet nga lart poshtë) dhe
- ✓ rrjedhja e oksigjeni, ku si rezultat krijohen zonat e procesit të rafinimit njëherit edhe produktet e procesit

Dinamika e largimit të papastërtive të dëmshme, varet prej koncentrimin të tyre në ferronikel dhe rrjedhjes së oksigjenit  $[m^3_n/\text{min}]$ . Koha e përfundimit të tërësishëm të rafinimit të ferronikelit lëndor për kushtet normale është 40 - 50 [min]. Kjo

konsiderohet kohë optimale për zhvillimin e të gjitha transformimeve fiziko-kimike nga ferronikeli lëndor deri në ferronikel të pasuruar<sup>1</sup>. Regjimi aktual i procesit të rafinimit të ferronikelit ka devijim të theksuar sa i përket dinamikës së largimit të papastërtive nga ferronikeli lëndor, dhe atë;

- Sipas qasjes aktuale desulfurimi i ferronikelit lëndor, metalit të furrës elektrike kryhet tërësisht në konvertor.
- Desulfurimi i ngadalshëm dhe i përcjellë me vështirësi të tjera tekniko-teknologjike ka rezultuar me kohën e gjatë të qëndrimit të metalit në konvertor, konsum të lartë të resurseve dhe lëndëve teknologjike, koeficient të ulët të shfrytëzimit të metalit Ni dhe Co, koeficient të ulët të shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese si dhe kosto të lartë prodhuese.

Në shkretoren e “Ferronikelit” në Drenas përdoren dy konvertorë të firmës “**KRUPP**” prej tyre njëri është çdo herë në eksploitim, kurse tjetri rezervë, (figura 3).



**Figura 3. Paraqitja skematike e murosjes së konvertorit<sup>1</sup>**

### 1.3.4. Karakteristikat teknike të konvertorit vertikal

Tabela 1. Karakteristikat teknike të konvertorit vertikal

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 epërme)	1674mm
Lartësia e pjesës konike (e poshtme)	2530mm
Diametri i brendshëm	30 <sup>0</sup>
Këndi i pjesës konike (e epërme)	11 <sup>0</sup>
Këndi i pjesës konike (e poshtme)	60 <sup>0</sup>
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 shtizës për frytjen e O <sub>2</sub>	11,82mm

### 1.4. Pyetjet kërkimore

Studimi ynë, përveç rezultateve të hulumtimit në kondita industriale të rafinimit të ferronikelit të furrës elektrike në konvertorët LD të firmës “KRUPP”, me oksigjen që aktualisht shfrytëzohen në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, praktikave të ngjashme në botë, si dhe hulumtimeve atyre nga të tjera nga literatura.

Gjatë këtij punimi do t'i përgjigjemi këtyre pyetjeve kërkimore:

- **Pyetja e parë studimore:** Cilat janë etapat dhe përbërësit e matalit, zgjyrës dhe gazrave të procesit të rafinimit në konvertor sipas praktikës aktuale të rafinimit?
- **Pyetja e dytë studimore:** Çfarë është desulfurimi jashtë furre?
- **Pyetja e tretë studimore:** Cila ishte shkalla e desulfurimit jashtë furre me  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sipas parametrave teorikë, dhe sipas parametrave operativë në kohën kur kryhej në repartin e konvertorit?
- **Pyetja e katërt studimore:** Cila është aktualisht shkalla e desulfurimit në konvertor, koeficienti i shfrytëzimit të Ni dhe Co, koeficienti i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese dhe niveli i funksionalitetit të pajisjeve në repartin e konvertorëve?
- **Pyetja e pestë studimore:** Cilat janë parametrat e konsumit të oksigjenit, materialeve zjarrduruese, gurit gëlqeror me resurset të tjera teknologjike si dhe cili është ndikimi i tyre në kostot prodhuese dhe përgjithësisht në ekonominë e procesit të përfitimit të ferronikelit?

## 1.5. Metodologjia kërkimore

Ky punim është rast studimor, kryesisht me elemente të metodës cilësore, hulumtimit eksperimental dhe metodës krahasuese. Për pjesën eksperimentale kemi shfrytëzuar praktikën dhe të dhënat e analizave kimike dhe analizave XRD nga laboratorët e shkrites së “Ferronikelit” në Drenas. Ndërsa për hulumtimin krahasues, i kemi shfrytëzuar të dhënat nga tabelat teknologjike, instruksionet e procesit të rafinimit të ferronikelit në konvertorin LD dhe të dhënat nga literatura. Pas së cilës fazë të procesit kemi matur temperaturën e procesit, dhe veçanërisht përbërjet kimike të zgjyrës, të cilat janë bërë pas secilës periodë, dhe e njëjta na ka shërbyer për të projektuar shumicën e parametrave operues të procesit të rafinimit. Këto të dhëna po ashtu na kanë shërbyer për të bërë analizën teorike mbi ndikimin e lëndëve shtesë si dhe mjedisin punues në koeficientin e shfrytëzimit të Ni dhe Co, koeficientin e shfrytëzimit të kapaciteteve, si dhe treguesit e tjerë të performancës.

Ndihmesë të rëndësishme për vërtetimin e pyetjeve kërkimore kemi pasur nga të dhënat e kartelave teknologjike të konvertorit. Për më tepër hulumtimi i përket metodës së hulumtimit eksperimental, por ka edhe të dhëna deskriptive dhe modele krahasimi sipas



metodës krahasuese. Gjatë këtij punimi ishim të kujdes'shëm në kombinimin e analizave kimike të produkteve të shkrirjes, projektimin e ngarkesës, treguesve të konsumit të resurseve dhe lëndëve teknologjike, por mbi të gjitha shfrytëzimi i kartelave teknologjike dhe të parametrave operativë të procesit të rafinimit të ferronikelit në konvertor duke ndjekur skemën e punës kërkimore të paraqitur si në figurën 4.

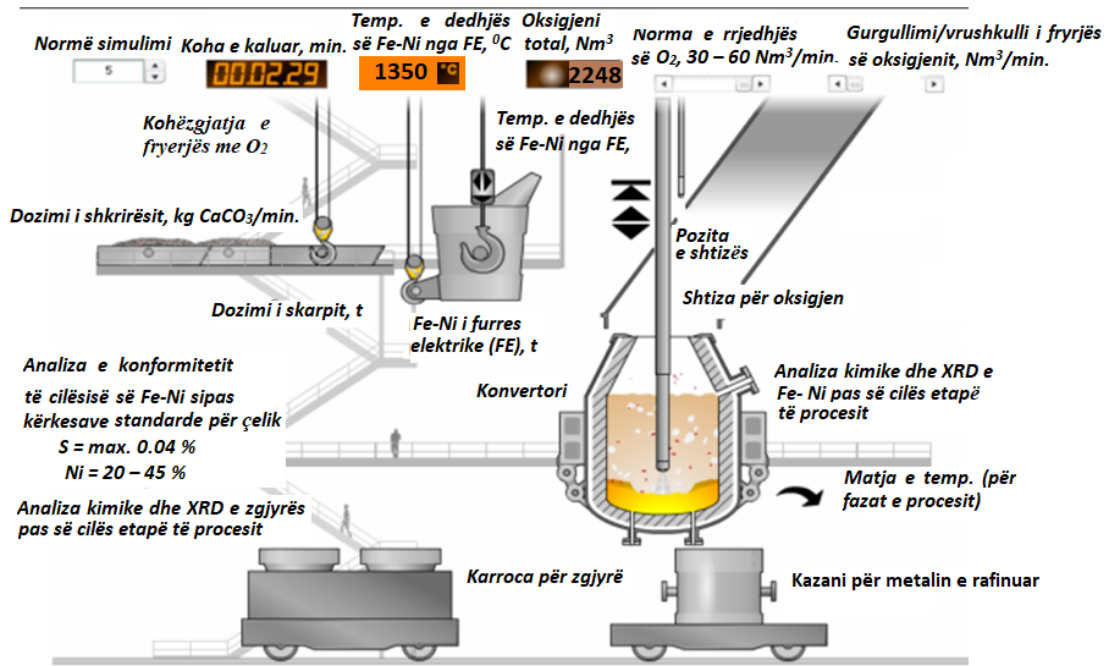


Figura 4. Diagrami i simulimit të procesit të rafinimit dhe i metodologjisë kërkimore

Për nevojat e këtij studimi, përveç të dhënave eksperimentale dhe atyre nga analizat teknologjike të procesit të prodhimit të ferronikelit në Drenas, ne kemi shfrytëzuar edhe praktikatat e prodhimit të ferronikelit në “PT Inco” (Indonezi), “Cerro Matoso” (Kolumbi), dhe SNNC (Korea Jugore). Gjithashtu sipas metodës statistikore dhe asaj krahasuese janë përcaktuar treguesit e tjerë të procesit të rafinimit në konvertorë. Pas kompletimit të dhënave nga analiza kimike e metalit të furrës elektrike, matjes së temperaturës së derdhjes, matja e kohës nga fillimi i derdhjes nga furra elektrike e deri tek hedhja në konvertor, kemi filluar me projektimin e kartelës teknologjike, gjegjësisht përcaktimit të parametrave operues, si: sasinë e  $\text{CaCO}_3$  kg/min, rrjedhjen e oksigjenit  $\text{m}^3/\text{N}$ , lartësinë e shtizës [m], dozimin e sasisë së skrapit, si dhe parametrat të tjerë të procesit.

Ky studim bazohet në:

- analizat e përbërjes kimike të ferronikelit lëndor (metali i FE),
- analizat e përbërjes kimike të Fe-Ni dhe zgjyrave sipas etapave të desulfurimit,
- analizat e përbërjes kimike të gazrave sipas etapave të procesit;
- përbërjes granulometrike dhe kimike të shkrirësit dhe përbërjeve dhe llojit të resurseve të tjera teknologjike.

Bazuar në të dhënat e analizës kimike, analizave XRD, si dhe vlerat e parametrave të tjerë operacionalë nga etapa e desulfurimit jashtë furre, dhe procesi i rafinimit në konvertorin LD kemi përcaktuar shkallën e lartimit të Si, C, P të mbetur nga etapa I, (faza e djegies-oksidimit në konvertor), si dhe koeficientin e veçimit të sulfurit përgjatë etapës II së (desulfurimit në furrën elektroharkore me veshje acidke). Koeficienti i veçimit të sulfurit përveç që është funksion i përbërjes kimike të metalit dhe vetive/kualiteti të zgjyrës, ai para së gjithash vlerësohet edhe si tregues kyç i efektivitetit të procesit të rafinimit në konvertor. Nga vlerat e tij varet koha e qëndrimit të metalit në konvertor, konsumi i materialeve zjarrduruese, shfrytëzimi i kapaciteteve në repartin e konvertorëve dhe përgjithësisht në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas.

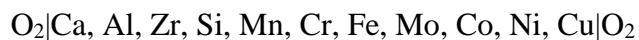
Metoda statistikore - grumbullimi i të dhënave nga hulumtimet eksperimentale, dhe mostrimi për rastet e veçanta na ka lehtësuar analizën kuantitative, kualitative si dhe krahasimin e treguesve të performancës për sa i përket jetëgjatësisë së materialit zjarrdurues dhe ndikimi i tyre në kostot e procesit. Kjo metodë ka ndihmuar në mbledhjen, përpunimin dhe analizimin e të dhënave në mënyrë që të përcaktojnë ndikimin e procesit të rafinimit në përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co në metalin e furrës elektrike, si dhe përgjithësisht në koeficientin e shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas.

## 2. SHQYRTIMI I LITERATURËS

Ferronikeli që përdoret për prodhimin e çeliqueve të ndryshme, lidhjeve të posaçme, të gizës së kualitetit të lartë etj., përbërjen e sulfurit duhet ta ketë nën 0.10% S, në mënyrë që kualitetet të jenë në nivele standarde. Procesi pasurimit të ferronikelit lëndor në konvertor, konsiston në largimin e papastërtive nga ferronikeli i shkrirë, duke u mbështetur në afinitetin e elementeve përcjellëse të ferronikelit ndaj oksigjenit [O<sub>2</sub>] (Ibrahimi I. 2021).

Rafinimi i ferronikelit lëndor të përfituar nga furra elektrike është një nga shkallët esenciale të procesit të prodhimit të ferronikelit. Ferronikelin e furrës elektrike e përcjellin papastërtitë e ndryshme, siç janë: siliciumi, kromi, bakri, karboni, sulfuri, fosfori, etj. (Christian Red~ Matthias Pfennig, Roland Krist~ Siegfried Fritsch, Heinz Muller, 2013).

Sipas Ibrahimit (2021), afiniteti i elementeve përcjellëse ndaj oksigjenit në ferronikelin e shkrirë është i renditur sipas kësaj skeme:



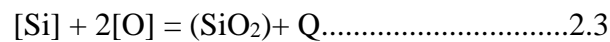
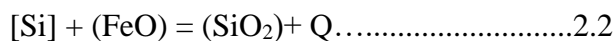
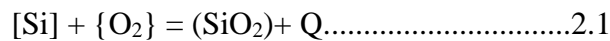
Elementet e anës së majtë kanë afinitet më të madh ndaj oksigjenit sesa elementet e anës së djathtë. Të gjitha reaksionet zhvillohen me lirim të nxehtësisë. Kalimin e papastërtive nga ferronikeli në zgjyrën e procesit, e mundësojnë reaksionet e formimit të oksideve të elementeve zgjyrëformues, që njëkohësisht janë edhe elemente përbërëse të ferronikelit lëndor, të cilat okside largohen me zgjyrë dhe gazra të procesit, (Ibrahimi I., Rizaj M. Muarti N., dhe të tjerëve 2009, 2021).

Sipas burimeve të njëjta, “Procesi i pasurimit të ferronikelit vazhdon deri në arritjen e markave standarde, për koncentrimet përkatëse të sulfurit, nikelit, dhe elementeve të tjerë, si papastërti për shkak të afinitetit të dobët ndaj oksigjenit, në ferronikel të rafinuar mbesin: Cu, Ti, As, etj. Ferronikeli i Drenasit karakterizohet me koncentrimet të ulëta të bakrit dhe elementeve të tjerë të cilët vështirë do të largoheshin me procesin e pasurimit me oksigjen, kjo konsiderohet si përparësi e procesit, ngase nuk nevojiten trajtime shtesë të pasurimit të ferronikelit nga këto elemente.

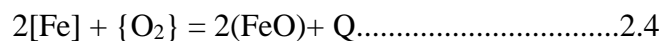
Procesi i pasurimit/rafinimit të ferronikelit në konvertor zhvillohet në dy etapa:

1. Në etapën e parë, kryhet largimi i sasive kryesore të Si, Cr,P,C dhe S,
2. Në etapën e dytë, kryhet largimi i mbetjeve të këtyre papastërtive, pasurimi i ferronikelit në llogari të oksidimit seleksionues të hekurit<sup>1, 4, 7, 17, 20</sup>.

Me fillimin e fryrjes së oksigjenit, duke u mbështetur në afinitetin e siliciumit që ka ndaj oksigjenit, teoritikisht së pari fillon oksidimi i siliciumit sipas këtyre reaksioneve:



Teoritikisht sipas afinitetit të elementeve ndaj oksigjenit së pari, do të duhej të zhvillohen reaksionet (IV.5-1.1.1) dhe (IV.5-1.1.3), ndërsa praktikisht edhe pse hekuri ka afinitet më të dobët se siliciumi ndaj oksigjenit, për shkak se ndodhet në masën më të madhe si përbërës i ferronikelit lëndor, atëherë së pari hekuri oksidohet në sasi më të vogla. Reaksioni i oksidimit të siliciumit zhvillohet në llogari të pasurimit të hekurit, i cili është oksiduar sipas reaksionit (2.4)<sup>1</sup>.



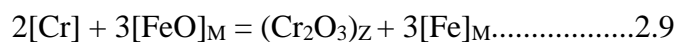
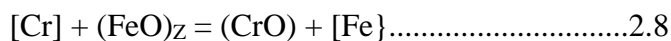
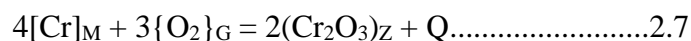
Oksidimi i hekurit elementar është i shpejtë dhe zhvillohet me lirim të madh të nxehtësisë, ky fakt ka rëndësi të veçantë për zhvillimin e procesit dhe përbërjen kimike të zgjyrës. Të gjitha këto reaksione janë të përcjellur me lirim të nxehtësisë. Sasia e oksigjenit të nevojshëm për oksidimin e siliciumit dhe kohëzgjatja e oksidimit të tij, përcaktohet në bazë të relacionit, 2.5<sup>1,4,6</sup>:

$$Q_{\text{O}_2} = [\text{Si}]_{\text{fillestar}} - [\text{Si}]_{\text{përfundimtar}} / 0.06 [\text{m}^3/\text{t}] \dots\dots 2.5$$

Kohëzgjatja e oksidimit të siliciumit është në varshmëri të intensitetit të fryrjes me oksigjen (Ibrahimi I. 2021):

$$h = Q_{\text{O}_2} * \text{pesha e ferronikelit lëndor} [\text{min}] \dots\dots 2.6$$

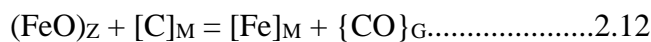
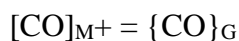
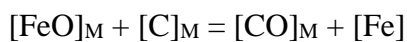
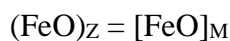
Teoritikisht, pas siliciumit do të fillojë oksidimi i kromit i cili me FeO-në nga zgjyra mund të kalojë deri në CrO ose Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sipas reaksioneve<sup>1</sup>:



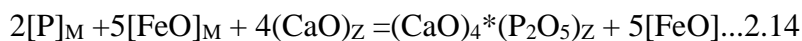
Bazuar në punimet e Kormilicin-it, Ibrahimit, dhe të tjerëve (2009, 2013, 2021), kur temperatura arrin vlerën 1773 [K], atëherë fillon intensivisht djegia e karbonit, thënë saktësisht, kur koncentrimi i siliciumit bie deri në 0.5%, atëherë fillon intensivisht djegia e karbonit.<sup>2</sup>



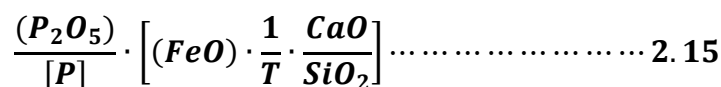
Me fillimin e fryrjes së oksigjenit në konvertor nëpërmjet difuzionit të  $(\text{FeO})_{\text{Z}}$  në kufirin e fazave metal-zgjyrë ndodhin shndërrimet kimike, sipas reaksioneve<sup>1</sup>:



Sasia e fosforit në ferronikelin lëndor, sillet rreth 0.16%, ndërsa në ferronikelin e rafinuar koncentrimi i fosforit nuk lejohet të jetë mbi 0.03%. Largimi i fosforit nga ferronikeli lëndor realizohet sipas reaksioneve<sup>1</sup>:



Oksidimi më i mirë i fosforit zhvillohet kur zgjyra është më bazike d.m.th. me rritjen e sasisë së CaO dhe FeO në zgjyrë rritet edhe shkalla e defosforimit të ferronikelit lëndor.



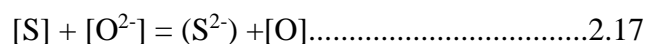
## 2.1. Desulfurimi i ferronikelit

Desulfurimi i ferronikelit është pjesa më komplekse e procesit teknologjik të rafinimit të ferronikelit. Sulfuri në shkrirjen e ferronikelit më së shumti ndodhet në formë të FeS, kjo përzierje kimike, temperaturën e shkrirjes e ka 1195<sup>0</sup>C, në të cilën sulfuri ka afinitet që pakufishëm që tretet në hekurin e lëngët. Sasia e sulfurit e cila nuk ka mundur të largohet nga ferronikeli me procesin e desulfurimit jashtë furre në kazan, duhet të largohet me procesin e desulfurimit në konvertor (Ibrahimi I. Bajraktari-Gashi Z. 2021).

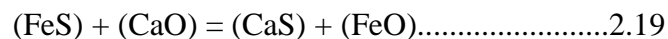
Reaksioni i sulfurit të metalit me oksigjen, në kushte të rafinimit në konvertor nuk është i mundur<sup>1</sup> pa marrë parasysh se energjia e lirë e Gipss-it për këtë reaksion është identike me relacionin, 2.16:

$$G^0 = 1340 + 12.8T \dots \dots \dots 2.16$$

Megjithatë gjatë fryrjes në sipërfaqe të metalit mund të ndodhë reaksioni në mes sulfurit nga metali dhe oksigjeni, ku si rezultat i reaksionit formohet SO<sub>2</sub> ose SO<sub>3</sub> të cilët largohen me gazra. Gazi i krijuar thithet nga ventilatorë dhe ka të ngjarë që mos të vije deri të reaksionet kthyesë. Kalimi i sulfurit nga metali në zgjyrë ka qenë objekt i shumë studiueseve. Sipas të dhënave nga literatura<sup>5</sup> izotopi i S<sup>35</sup> dhe Fe<sup>59</sup> janë të parët që kalojnë nga metali në zgjyrë duke mundësuar reaksionet, 2.17 dhe 2.18 (Ibrahimi I., 2021):



Pas këtyre vije deri te reaksioni, 2.19:



Kalimi i sulfurit nga metali në zgjyrë gjatë rafinimit të ferronikelit në konvertor e përcaktojnë këta faktorë:

- aktiviteti i oksigjenit që merr pjesë në reaksion,
- temperatura e regjimit punues,
- përbërja e zgjyrës dhe metalit,
- koncentrimi i sulfurit në metal,

- reaktiviteti i gurit gëlqeror që përdoret si shkrirës etj.<sup>1</sup>

Temperaturat e regjimit punues mund të mbahen në vlera optimale (vlera optimale të temperaturave konsiderohen regjimi punues me temperatura pak mbi nivelin e temperaturës së shkrirjes së ferronikelit lëndor, në këto kushte shkalla e desulfurimit rritet).

Në fig. 5 është dhënë ndikimi i kualiteteve të zgjyrës në procesin e desulfurimit. Shpejtësia e desulfurimit të ferronikelit në konvertor është e varur nga raportet (CaO) + (MgO)/SiO<sub>2</sub>. (Ibrahimi I., Rizaj M. Murati N., 2021, 2009, 1983). Tek zgjyrat acide shkalla e desulfurimit të ferronikelit është gati e papërfillshme, si pas B.P. Onishnin, shkalla e desulfurimit në këto mese arrin vlerën maksimale deri në 15%.<sup>1</sup>

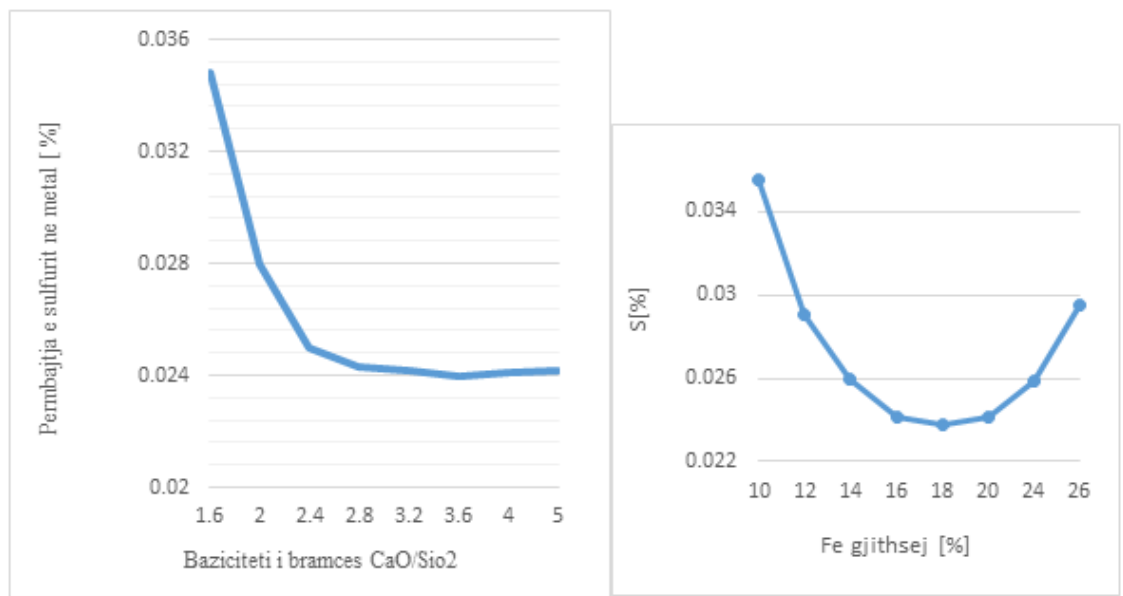


Figura 5. Varshmëria e kalimit të sulfurit në zgjyrë nga përbërja kimike e zgjyrës

Koeficienti i kalimit të sulfurit në mes metalit dhe zgjyrës  $\eta_s$  sipas përbërjes kimike të zgjyrës mund të llogaritet sipas formulës:

$$\eta_s = (S)/[S] = f[\text{CaO/SiO}_2, T, 1/\text{FeO}] \dots \dots \dots 2.20$$

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. Rritja e mëtuqjeshme e (FeO) në zgjyrë tregon efekte negative në desulfurim (Christian Red~ Matthias Pfennig, Roland Krist~ Siegfried Fritsch, Heinz Muller 2013 dhe Ibrahimi I. 2021).

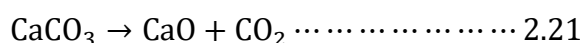
Vlera e saktë e përbërjes së (FeO) në zgjyrë është vështirë të përcaktohet, ngase pika baraspeshore e diagramit tre komponentësh FeO-CaO-SiO<sub>2</sub> kërkon përbërje optimale të zgjyrës.

Në periodën e parë të rafinimit shkalla e largimit të S nuk është e madhe, prandaj ka oscilime të mëdha në lidhje me rritjen e S në zgjyrë<sup>1</sup>. Në etapën e parë të rafinimit për një njësi vëllimore oksigjen, formohet tri herë më shumë zgjyrë dhe lirohet afro dy herë më shumë nxehtësi, në krahasim me etapën e fundit të rafinimit. Të gjitha reaksionet e etapës së parë të rafinimit janë të përcjella me lirim të madh të nxehtësisë, dhe për këtë shkak në këtë fazë, për uljen e temperaturës dhe zbutjen e mesit acid të zgjyrës nevojitet të përdoret sasi e madhe e gurit gëlqeror<sup>1,4,7,17,20</sup>.

### **2.1.2. Etapa e dytë e rafinimit - pasurimi i ferronikelit**

Sipas Muratit, Ibrahimit, Rizajt dhe të tjerëve. (referencat; 1, 6, 7, 16, 17, 20), në këtë etapë të rafinimit ndodh oksidimi i papastërtive të cilat nuk kanë mundur të largohen në etapën e parë dhe oksidim selektiv të hekurit. Në etapën e dytë të rafinimit krijohen kushte të volitshme për desulfurim deri në momentin kur përbërja e FeO në zgjyrë të arrin në vlerën 18% FeO.

Zgjyrat e etapës së dytë karakterizohen me përqindje të ulët të oksidit të siliciumit, ndërsa me përqindje të lartë të CaO dhe FeO<sup>-së</sup>. Për të mbajtur temperaturën optimale siç kërkohet për kushtet e rafinimit (1480 - 1600°C) duhet të rregullohet me kujdes raporti i shpenzimit të oksigjenit dhe shtimit të gurit gëlqeror. Reaksioni i zbrërthimit të CaO<sub>3</sub> është endoterm, i cili shpenzon përafërsisht 1200 kcal/kg nxehtësi për t'u zbrërthyer sipas barazimit, 2.21:



Fraksionet e gurit gëlqeror (CaCO<sub>3</sub><sup>-shit</sup>) që shtohen gjatë procesit të rafinimit shërbejnë për baraspeshë termike dhe si element zgjyrëformues.

Shpenzimi i gurit gëlqeror në etapën e dytë të rafinimit është për dy herë më i vogël se në etapën e parë, ngase edhe nxehtësia që lirohet nga reaksionet kimike të procesit është më e vogël.<sup>1</sup>

Përfundimin e procesit të rafinimit e përcaktojmë nga analizat kimike të përbërjes së ferronikelit. Prodhimi i markave të ferronikelit bëhet sipas kërkesës së tregut, ferronikeli



që përdoret për prodhimin e çeliqueve të ndryshme, lidhjeve të posaçme, të gizës së kualitetit të lartë, përveç përbërjes së sulfurit që duhet të ketë nën 0.10% S, në mënyrë që kualitetet të jenë në nivele standarde, element mjaft domethënës të këto prodhime paraqet edhe përbërja e nikelit në përzierjen e ferronikelit. Kërkesat për ferronikel me përbërje të ulët nikeli njëkohësisht do të ndikojnë pozitivisht edhe në ekonominë e procesit, duke zvogëluar vlerat e konsumit të resurseve dhe repromaterialeve.

Cikli i fryrjes së oksigjenit si dhe hedhjes së shkrirësit ( $\text{CaCO}_3$ ) në konvertor përfundon në momentin kur arrihet përbërja e markës së kërkuar të ferronikelit. Shpenzimi i oksigjenit përcaktohet sipas sasisë dhe përbërjes së ferronikelit lëndor. Kur procesi i rafinimit dhe pasurimit të ferronikelit është normal, harxhimi i  $\text{O}_2$  është 125 [ $\text{m}^3/\text{ton}$ ] të ferronikelit lëndor. Oksigjeni teknik është me përbërje (95 - 97%  $\text{O}_2$ ), fryrja bëhet në shtypje 15 atmosferë. Me qëllim të korreksionit të përbërjes kimike, bëhet fryrja e dytë dhe e tretë, ku pas çdo fryrje bëhet matja e temperaturës së ferronikelit dhe merret mostra për analizë kimike gjersa të arrihet marka e Fe-Ni 20 LOWC që ka përbërje si në tabelën 2 dhe zgjyrat e etapave të dytë e tretë janë dhënë si në tabelën 3 dhe 4.

**Tabela 2. Përbërja kimike e ferronikelit - marka Fe-Ni 20 LOWC**

Përbërja	Vlera	Njësia %
Ni+Co	23-25	%
duke llogarit Co	0.9	%
Si max	0.05	%
C max	0.05	%
Cr max	0.05	%
S max	0.05	%
P	0,03-0,4	%
Cu	0,1-0,2	%

**Tabela 3. Përbërja kimike e zgjyrës nga etapa II**

Përbërja	Vlera	Njësia %
Ni	0.3	%
Co	0.05	%
Fe	25.5	%
CaO	31	%

**Tabela 4. Përbërja kimike e zgjyrës nga etapa III**

Përbërja	Vlera	Njësia %
Ni	0.4	%
Co	0.067	%
Fe	50	%
CaO	23	%

## 2.2. Metodatat e desulfurimit jashtë furre

Pasi që është vërtetuar se me desulfurim jashtë furre mund të prodhohet ferronikel kualitativ dhe i arsyeshmërisë së mirë ekonomike, atëherë kjo mesfazë e procesit të pasurimit të ferronikelit paraqitet si domosdoshmëri. Sipas praktikave botërore të përfitimit të ferronikelit nga xehet oksido laterite desulfurimi jashtë furre me ndihmën e reagjentëve të ndryshëm desulfurues është zgjidhja më e mirë për optimizimin e procesit të rafinimit si dhe përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co në ferronikelin lëndor (Kijac J., Borgon M. 2013; Ibrahim, 2020). Largimi i një pjese të sulfurit, duke shfrytëzuar desulfuratorë të ndryshëm realizohet jashtë furre (në kazan). Reagjenti që më së shumti është përdorur deri më tani për desulfurim jashtë furre ka qenë soda e kalcinuar ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Kohëve të fundit, e sidomos të ferronikeli i Drenasit, soda e kalcinuar, nuk ka treguar efekte pozitive, sot janë në diskutim dhe diku edhe të aplikueshme praktika të reja të desulfurimit me desulfuratorë siç janë:

1. desulfurimi me karbid të kalciumit ( $\text{CaC}_2$ ) në përzierje me CaO,
2. desulfurimi me magnezium metalik,
3. desulfurimi me gëlqere të shamotizuar,
4. desulfurimi me zgjyra CaO- $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,
5. desulfurimi me hidroksid natriumi (NaOH),
6. desulfurimi me legura magneziumi,
7. desulfurimi me mangan,
8. desulfurimi me përzierjet e zgjyrave sintetike të ndryshme,
9. zgjyra të përbëra prej shumë reagjentëve etj. (Ibrahim I., Deva N., Mehmeti S., 2021).

Përdorimi i sodës së kalcinuar ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) për desulfurim të ferronikelit të lëngët është i njohur qysh një kohë të gjatë dhe relativisht mirë i hulumtuar. Veprimi i sodës si mjet për desulfurim është i bazuar në atë se sulfidi i natriumit ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) tretet lehtë në zgjyrë. Sipas literaturës (Rizaj M. 1986; Ibrahim I., 2021), sjellja e sodës, si desulfurator rrjedhë sipas këtij reaksioni:



Si rezultat i këtij reaksioni është formimi i dy komponentëve në zgjyrë  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dhe  $\text{Na}_2\text{S}$  dhe një komponent në fazën e gaztë, CO-ja. Ky reaksion i desulfurimit të

ferronikelit të lëngët kërkon (Kijac J., Borgon, 2013; Ibrahim I., Deva N., Mehmeti S., 2021):

- temperaturë përkatëse të metalit të lëngët (1523-1600[K],
- koncentrim të lartë të karbonit në metal (normalisht) mbi 4%,
- koncentrim të siliciumit (normalisht) deri 1 %,
- përbërje kimike e zgjyrës, ku FeO do të duhet të jetë nën 18% gjatë desulfurimit,
- kohëzgjatja e dridhjes së ferronikelit nga furra elektrike të sillet nga 15 deri në 25 min., për ngarkesën prej 25 ton/Fe-Ni (Ibrahim I., 2021).

Sipas burimeve laboratorike dhe provave industriale, në repart tregohet se koncentrimi i [Ni] dhe [Co] nuk kanë ndikim në efektin e desulfurimit (Tabela teknologjike e procesit të rafinimit të Fe-Ni në Shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, 2021).

Desulfurimi i ferronikelit jashtë furre, me sodën e kalcinuar mund të jetë, me sodën në formë pluhuri dhe me sodë të shkrirë. Në të dy rastet metodologjia e udhëheqjes së procesit është e njëjtë, si në vijim:

- nën stendën për nxemje të kazanit vendoset kazani për nxehje me gaz ose mazut,
- për kohën e nxehjes, 50-60 min, kazani do të fitojë temperaturë 800-900 °C,
- para pranimit të ferronikelit nga furra elektrike, hedhet soda e kalcinuar ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e cila për kushte normale të kohës së qëndrimit dhe temperaturës së nxehjes duhet të jetë në gjendje të shkrirë (Instruksioni teknologjik i procesit të rafinimit të Fe-Ni në Shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, 1983).

Shpenzimi i sodës varet nga koncentrimi i sulfurit në ferronikelin lëndor dhe sillet rreth 13-15 kg/t ferronike.<sup>12</sup> Kazani me sodën e shkrirë mbushet me ferronikel përmes kanalit për derdhjen e metalit nga furra elektrike. Gjatë mbushjes së kazanit formohet zgjyra e desulfurimit e cila largohet para se metali të derdhet në konvertor, zgjyra e formuar e cila kryesisht përbëhet nga  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ , etj., dhe ka ngjyrë kafeje të mbyllur (Instruksioni teknologjik i procesit të rafinimit të Fe-Ni në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, 1983).

Nga përvoja dhe provat e kryera në repartin e desulfurimit të ferronikelit lëndor në shkritoren e Drenasit, është vërtetuar se faktorë përcaktues të procesit e desulfurimit jashtë furre janë:

- gjendja agregate e sodës,
- shkalla e shpenzimit të sodës për ton ferronikeli lëndor dhe
- përbërja kimike e fazave të shkrirjes (metal- zgjyrë) (Ibrahimi I. 2021).

Koeficienti i shfrytëzimit të sodës varet nga përqendrimi i sulfurit në ferronikelin lëndor si dhe gjendja agregate e sodës:

- a) kur përdoret soda pluhur, koeficienti i shfrytëzimit të sodës sillet deri 15% dhe
- b) kur përdoret soda e shkrirë koeficienti i shfrytëzimit të sodës sillet deri 25%.

Varshmërisë së koeficientit të desulfurimit nga masa e ferronikelit të shkrirë, gjendja agregate e sodës dhe në përgjithësi nga kushtet në të cilat përgatitet kazani për pranimin e metalit dhe reagjentit për desulfurim. Varësisht nga kushtet e cekura më lart edhe koeficienti i desulfurimit jashtë furre ka qenë i ndryshëm, duke e sjellë prej 5% deri 60 % (Rizaj M. 1983; Ibrahimi I., 2009).

Sipas punimeve të Ibrahimit dhe Rizajt (2021 dhe 1983), eksperimentalisht është treguar se në minimum janë të nevojshme rreth 5% reagjentë në raport me masën e metalit, gjegjësisht rreth 10 kg sodë për 1 kg sulfur të larguar. Duke u nisur nga përbërja e ferronikelit lëndor i prodhuar në Drenas, i cili karakterizohet me përbërje të ulët të karbonit [C], përbërje mesatare të siliciumit [Si] dhe përbërje ekstremisht të lartë të sulfurit [S], desulfurimi jashtë furre me sodë të kalcinuar duhet të mbështetet me sasi shumë të mëdha të sodës, si dhe kazanin e nxehur mirë, para pranimit të metalit nga furra elektrike.

Sipas shënimeve nga kartela teknologjike e procesit të rafinimit të Fe-Ni në shkretoren e “Ferronikelit” në Drenas, edhe në kushte më të mira të përgatitjes për desulfurim, maksimalisht, koeficienti i shfrytëzimit të sodës mund të jetë 25%. Për të larguar, për shembull sasinë prej 1.2% sulfur, e cila sasi mesatarisht ndodhet në ferronikelin lëndor të Drenasit, është e nevojshme të përdoren 16% sodë për peshë të metalit.

Nga shikimet e vlerave të bilancit material dhe energjisë së Gibss-it, vërehet se përdorimi i sasive kaq të mëdha të sodës, kërkon praktikisht sasi të mëdha të nxehtësisë për shkrirjen e sodës, dhe krijim të kushteve për formimin e zgjyrës së lëngët (Ibrahimi I., 2021).

Sipas këtyre të dhënave mund të konstatohet (referencat 1, 7, 17, 20 dhe të tjerëve), nëse nga furra elektrike fitohet ferronikel me përbërje siliciumi nën 1.0%, atëherë nuk është e

mundur faza e desulfurimi jashtë furre me sodë të kalcinuar. Përbërja e tillë e ferronikelit ka temperaturë të lartë të derdhjes në kazan (më e lartë se 1370 °C) e cila temperaturë ka sjellë si pasojë zbërthimin termik të sodës sipas reaksionit:



Ky reaksion përcillet me lirim të madh të nxehtësisë dhe vështirësim të kushteve për punë në repartin për desulfurim<sup>1, 7</sup>.

Me regjimin aktual të përfitimit të ferronikelit në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas, ku koncentrimi i Si në ferronikel është nën 3%, koncentrimi i C nën 0.5%, dhe temperaturë të ulët të derdhjes së metalit nga furra elektrike, praktikisht faza e desulfurimit e tëra zhvillohet në konvertor.

Në tabelën 5 janë të paraqitura parametrat tekniko-teknologjike, fazat e procesit me strukturën e harxhimeve për desulfurimin e ferronikelit jashtë furre, me sodë të kalcinuar ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dhe rafinimin në konvertor (Ibrahimi I., 2021).

**Tabela 5. Parametrat tekniko-teknologjike, fazat e procesit me strukturën e harxhimeve për desulfurimin e ferronikelit jashtë furre, me sodë të kalcinuar ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dhe rafinimin në konvertor**

Fazat e procesit	Koncentrimi i Si dhe S [%]	Temp. fazave të procesit [°C]	Koha e fazave [min]	Shkalla e shpenzimeve [\$/t]	Të tjera
Derdhja (Fe-Ni nga furra elektrike)	2.0 Si 1.28 S	1350	25	= 15 <sup>x</sup>	Skrapi, soda
Transporti deri në konvertor	-	1285	5	=10	
Largimi i papastërtive në konvertor	0.05 Si 0.05 P 0.05 C	1480	10	100 <sup>x</sup>	1tzgj/tmet. Gazrat
Rafinimi me pasurim në kon.	0.05 S 35-45 Ni	1580	170	95 <sup>x</sup>	90 kg m.z./t <sub>Fe-Ni</sub>
Gjithsej			210	220	

**x- janë shpenzime orientuese për ton ferronikel të rafinuar.**

Metoda të tjera të mundshme të desulfurimit jashtë furre mund të jenë; Desulfurimi me karbid të kalciumit ( $\text{CaC}_2$ ) në përzierje me CaO. Një praktikë e tillë e desulfurimit e

aplikuar për desulfurimin e hekurit me ndihmën e kalciumkarbidit, ka vërtetuar që për 4 min. nën përzierje të mirë mund të largojë deri 96% sulfur nga hekuri, ku shpenzimi i kalciumkarbidit sillet deri 10 kg/t shkrirje<sup>1</sup>.

Tek hekuri i furrës së lartë si dhe ferrolegurat që do të përdreshin për prodhimin e çeliqueve të ndryshme, ku sipas kushteve standarde koncentrimi i sulfurit duhet të jetë minimal, desulfurimi me sodë zhvillohet në kazan, në të cilin metali derdhet nga furra. P.sh. sipas (S. P. Kormilicin, V. D. Linev, N. N. Alekseva, 1978), në hekurin Krivoj Rog (ish-BRSS), përbërja mesatare e sulfurit gjatë derdhjes së metalit nga furra elektrike sillet deri në 0.131%, ku përmes desulfurimit me sodë ky koncentrim i sulfurit bie deri në 0.035% (d.m.th. 73%) përzierja më e mirë e reagjentit për desulfurim do të ishte përzierja; 1/4 sodë, 1/4 kalciumflorid dhe 2/4 gëlqeror. Me këtë rast, vetëm gjatë rrugës deri te makina derdhëse, ndërsa shpenzimi i sodës është 1%, pavarësisht nga pesha e metalit të derdhur.

Duke krahasuar p.sh. rastin e desulfurimit të hekurit, i cili do të përdorej për përpunim në çelik, sipas M. Božić, (1974), i cili në tabelën 6, ka pasqyruar të dhënat teknike të desulfurimit të hekurit për rastin A dhe B mund të na shërbejë në ardhmen për përshkrimet e ngjashme edhe të desulfurimi i ferronikelit lëndor.

- për rastin A në fund të kazanit janë hedhur, rreth 1% sodë në formë granulash, gjegjësisht rreth 10 kg sodë për ton hekur, ndërsa
- për rastin B në kazan janë hedhur, rreth 6 kg sodë, 5 kg flurit dhe 15 kg gëlqeror për ton hekur.

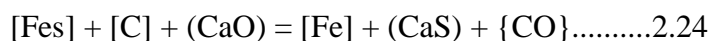
**Tabela 6. Të dhënat teknike të desulfurimit të hekurit me sodë<sup>10</sup>**

Të dhënat teknike	A	B
Pesha e hekurit në kazan [kg]	56950	57000
Analiza e hekurit para desulfurimit: S, Mn, S në [%]	1.04; 0.39; 0.450	1.2; 0.39; 0.462
Analiza e hekurit pas desulfurimit: S, Mn, S në [%]	0.80; 0.29; 0.188	0.84; 0.35; 0.200
Sulfuri në hekur, në kg	257	263
Largimi i S në kg për 1 kg sodë	150	149
Largimi i S në kg për kg sodë	0.269	0.532
Përqindja e largimit të sulfurit	58	57

Nga paraqitja krahasuese e rezultateve të provave të desulfurimit si në tabelën 6, para së gjithash vërejmë se përcaktuese e efektshmërisë së desulfurimit dhe përmirësimit të koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co janë:

- a) përbërja kimike e metalit,
- b) metoda e desulfurimit,
- c) përzierja e shkrirjes metalike dhe reagjentit,
- d) mënyra e udhëheqjes së desulfurimi,
- e) gjendja agregate dhe granulometrike reagjentit etj. (M. Božić, 1974 dhe Ibrahim I. 2009),

Gëlqerja lidhet me sulfurin e metalit duke formuar sulfurcalciumin (CaS), ku oksigjeni i liruar nga gëlqerja e oksidon siliciumin nga tretja metalike duke formuan SiO<sub>2</sub> (Elaboration of electric smelting process experience 1987, Ibrahim I. 2009).



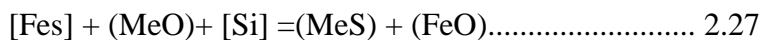
Aftësia reduktuese e karbonit është e lidhur njëkohësisht me aftësinë reduktuese të siliciumdioksidit nga zgjyra, sipas reaksionit IV.2.4.2.



Reaksioni i përgjithshëm reduktiv është reaksioni 2.26:

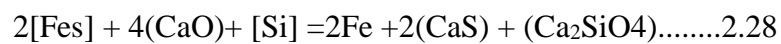


Desulfurimi me gëlqere është efikas vetëm nëse [FeO] krijohet sipas reaksionit 2.27. dhe FeO të kalojë në zgjyrë.



Në të kundërtën shumë shpejt do të prishet gjendja baraspeshore e reaksionit 3.7.4, duke u ndërpre desulfurimi para se të arrihet shkalla e dëshiruar e desulfurimit. (FeO) e cila formohet sipas reaksionit 2.27 mund të reduktohet me ndihmën e siliciumit, vetëm nëse për reaksionin 2.26. vlen ligji mbi veprimin e masës, me ç'rast do të fitohet konstanta e baraspeshës për Si dhe S. (Elaboration of electric smelting process experience 1987, Ibrahim I. 2009).

Sipas B. Kalling-ut dhe bashkëpunëtorëve të tij, nëse gëlqerja hedhet me shumicë në kazanin për desulfurim, atëherë SiO<sub>2</sub> lidhet me CaO, duke formuar dikalciumsilikatin (Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), nga ku reaksioni i desulfurimit do të rrjedhë sipas barazimit, 2.28.





### 3. DEKLARIMI I PROBLEMIT

Numri më i madh i legurave dhe metaleve, që prodhohen sot, kanë për bazë proceset piro-metalurgjike të përfitimit. Në këtë grup bën pjesë edhe përftimi i ferronikelit nga xeheet okside të nikelit, shkrirja e të cilave kërkon sasi mjaft të madhe të energjisë termike. Ferronikeli i përfituar gjatë shkrirjes elektro-reduktuese të xeheve i nënshtrohet procesit, me temperatura të larta, metal me përqendrim të lartë të Si, dhe zgjyrë me shkallë të lartë aciditeti. Kështu që, pasurimi, e më theks të veçantë desulfurimi i ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas është i përcjellë me vështirësi siç janë: koha e gjatë e qëndrimit të metalit në konvertor, siguri dhe efikasitet jo i mjaftueshëm i pajisjeve, konsum i rritur i materialeve zjarrduruese, e resurseve të tjera energjetike dhe nivel i ulët i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, duke krijuar kështu kosto të lartë të shpenzimeve prodhuese<sup>1,7,28</sup>. Skema themelore teknologjike e përfitimit të ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, është e bazuar në reduktimin e xeheve okside të nikelit në furrat rrotulluese, shkrirjen elektroreduktuese në furrën elektrike, si dhe rafinimin në konvertor LD 25 t. Procesi i fërgimit në furrën rrotulluese vazhdimisht është përcjellë me shkallë të ulët të reduktimit, humbje të metalit përmes ngjitjeve, nivele të lartë të konsumit të mazutit si dhe lëndëve të tjera teknologjike, e të cilat kanë ndikuar në uljen e kapaciteteve prodhues edhe rritje të kostove prodhuese.

Procesi elektroredukues i furrës elektrike ka për produkt ferronikelin lëndor, ku përveç Ni dhe Fe përmban edhe papastërti të tjera. Në kohet e fundit ferronikeli lëndor që prodhohet në shkritoren e Drenasit, karakterizohet me përmbajtje të lartë të silicitit e sulfurit dhe përmbajtje relativisht të ulët të karbonit. Metali i furrës elektrike quhet lëndor, i varfër ose i papërpunuar, i cili i nënshtrohet procesit të desulfurimit jashtë furre dhe pasurimit në konvertor.

Nga të dhënat e bilancit material të procesit të përftimit të ferronikelit, në periudhën kohore të studimi është konstatuar se burimet kryesore të cilat përcaktojnë përbërjen kimike të ferronikelit janë: xehja, mazuti dhe linjiti. Sulfuri dhe fosfori në ferronikel lëndor, kalojnë nga xehja, reduktuesi dhe lënda djegëse. Sulfuri, i cili në komponentët e sharzhës është i lidhur organikisht dhe inorganikisht, mund të pritët që një pjesë të kalojë me gazin e sajuar gjatë procesit të fërgimit, pjesa tjetër hynë në furrë elektrike, ku

50% e tij pritet të kalojë në gazin e furrës elektrike dhe 50% tjetër kalon në metal dhe zgjyrë<sup>1,28</sup>.

Burimet kryesore që përcaktojnë nivelin e koncentrimëve të Si, C, S në ferronikelin lëndor, si dhe përbërjen kimike të metalit në përgjithësi:

- i. kur si reduktues përdoret linjiti, i cili karakterizohet me koncentrim të ulët të  $[C_{\text{fix}}]$  dhe koncentrim të lartë të sulfurit;
- ii. xehja, e cila është faktori kryesor që përcakton përbërjen e metalit dhe koncentrimin e Si në metal varësisht nga koncentrimi i  $\text{SiO}_2$  në xehe;
- iii. kur si lëndë djegëse përdoret mazuti, i cili nëse nuk është me minimum të sulfurit [S], atëherë i tërë, S nga mazuti do të kalojë në metal, duke e ngritur koncentrimin e tij.

Siç është vërejtur kohëve të fundit, ferronikeli lëndor që prodhohet në shkritoren e Drenasit është me koncentrim të lartë të sulfurit (mbi 2%), ku për largimin e sasisë së tillë të sulfurit nga ferronikeli lëndor, nevojitet kohë e gjatë e qëndrimit në konvertor si dhe konsum i lartë i resurseve teknologjike. Nga të dhënat e analizave të ferronikelit lëndor, përbërja mesatare e sulfurit është 2.06 %S, gjegjësisht 20.6.[kgS/tFeNi], ku ngarkesa prej 25 [t/FeNi] do të përmbajë 515 [kg]S. Konformë me standardet ekzistuese për ferronikel të rafinuar, i cili do të duhej të përdorej për prodhimin e çelikut, përmbajtja e sulfurit duhet medoemos të jetë më e vogël se 0.004 %S. Nga llogaritjet del se, me rafinim në konvertor, me të dy etapat, nga ferronikeli lëndor, duhet të largohen gjithsej 511 kg sulfur.

Nga studimet e gjertanishme të procesin të përfitimit të ferronikelit në shkritoren e "Ferronikelit" në Drenas, [referencat 1,6,7,16,20-25,] është vërtetuar se faza e desulfurimit është ajo që ka kushtëzuar funksionalitetin e pajisjeve me parametrat teknikë, nivelin e shfrytëzimit të Ni dhe Co dhe atë të kapaciteteve prodhuese. Praktikrat aktuale të procesit të përfitimit të ferronikelit si dhe vetë optimalizimin e procesit të prodhimit e përcjellin vështirësi të këtyre natyrave, si:

1. Temperaturë të ulët të derdhjes së metalit nga furra elektrike, duke krijuar mbetjet (ngjitje - metali i ftohtë) në kazanin për pranim të metalit nga furra elektrike;

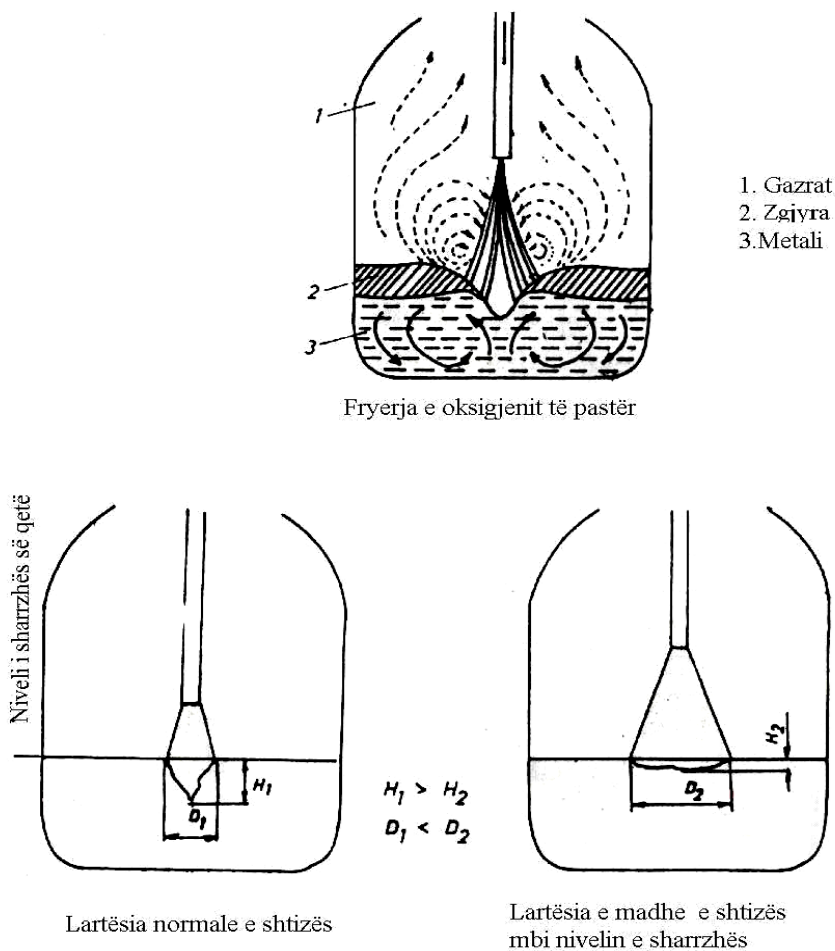
2. Koncentrime të larta të silicit (Si) në metalin e furrës elektrike, që gjatë procesit të rafinimit në konvertor, përbërjet e tilla formojnë zgjyra acide, duke i rritur shpenzimet e gurit gëlqeror, oksigjenit dhe shtim të sasisë së zgjyrës, që në mënyrë të drejtpërdrejtë i kanë ngritur humbjet të nikelit me zgjyrë si dhe rritjen enorme të shpenzimeve të veshjes zjarrduese të konvertorëve<sup>1</sup>;
3. Koncentrim të lartë të sulfurit në metalin e furrës elektrike, i cili vështirë largohet me fryrje të oksigjenit në konvertor duke zgjatur kështu procesin e rafinimit të ferronikelit lëndor;
4. Metali i furrës elektrike me koncentrim të ulët të karboni, ka për efekte negative temperaturën e ulët të derdhjes, duke ndikuar kështu në uljen e shkallës së desulfurimit jashtë furrës të ferronikelit lëndor;
5. Koha e gjatë e qëndrimit të ferronikelit në konvertor, e sidomos kohë e gjatë e punës së konvertorit nën kushtet e mjedisit, acidi ka ndikuar drejtpërdrejt në bartjen e veshjes zjarrduese të banjës punuese.

Aplikimi/rikthimi i mesfazës së procesit të rafinimit – desulfurimi jashtë furre si dhe avancimi i parametrave operativë me treguesit e tjerë tekniko-teknologjike, përveç përmbushjes së objektivit kyç të studimit – përmirësimit të koeficientit të shfrytëzimit të Ni dhe Co në metalin e furrës elektrike, njëkohësisht do të mundësonte arritjen edhe të objektivave të tjera shtesë, siç janë:

- Zvogëlim i punës së konvertorit nën veprimin e zgjyrave acide, të cilat agresivisht ndikojnë në uljen e qëndrueshmërisë së materialit zjarrdues duke rritur konsumin e veshjes zjarrduese. E që në fakt është nga treguesit që në shkallën më të lartë do të ndikonte në uljen e kostove prodhuese, rritjen e sigurisë si dhe përmirësimin e koeficienteve të shfrytëzimit të metalit dhe atyre prodhuese në repartin e konvertorëve dhe përgjithësisht në procesin e prodhimit të ferronikelit në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas;
- Korrektimi i treguesve operativë dhe atyre tekniko-teknologjikë do të uljen e metalit me skrap si dhe reduktim të lartë të shpenzimeve që lidhen me prerjen, desulfurimin dhe shkrirjen e tij në konvertorin LD si dhe do të ulëte kostot e mirëmbajtës së veshjes zjarrduese të shkaktuara si pasojë e dëmtimeve mekanike nga hedhja e skrapit në konvertor;

- Balancimi i rrjedhjes së oksigjenit me shkallën e gurgullimit/vrushkullit të shkrirjes metalike në banjon punese të konvertorit LD 25 t do të tregojë efekte pozitive për sa i përket rritjes së pjesëmarrjes së reaksioneve indirekte të oksido-reduktimit, duke i ulur kështu shpenzimet e oksigjenit, si të gjitha shpenzimet e tjera normative për resurse energjetike dhe lëndëve teknologjike, si dhe duke rritur jetëgjatësinë e materialeve zjarrduruese (fig. 6);

Në figurën 3.1 është paraqitur pozicioni i lartësisë së shtizës mbi nivelin e ngarkesës dhe formimi i zonave reaktive të procesit<sup>1</sup>.



**Figura 6. Paraqitja skematike e zonave reaktive të procesit**

- Ulja e kohës së qëndrimit në konvertor përmes aplikimit të desulfurimit jashtë furrës (sipas metodave të desulfurimit në furrën elektro-harkore) do të ndikonte në rritjen e sigurisë së personelit dhe pajisjeve, përmirësimin e funksionalitetit të mirë të parametrave teknologjikë, dhe në uljen e ndotjes së mjedisit;

- Përmirësimi i koeficientit të shfrytëzimit të metaleve të dobishme (Ni dhe Co) nga ferronikeli lëndor do të shprehte efekte pozitive për sa i përket shfrytëzimit racional të resurseve natyrore, energjisë si dhe mbrojtës mjedisore;
- Ngritje e nivelit të shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, e cila do të ndikojë pozitivisht në ekonominë e procesit në tërësi.

Të dhënat e llogaritura dhe ato tabelare janë të mbështetura në punën e agregatëve metalurgjikë të shkrites së "Ferronikelit" në Drenas si dhe nga rezultatet e provave industriale nga institucionet e tjera shkencore.

## **4. PËRMIRËSIMI I KOEFICIENTIT TË SHFRYTËZIMIT TË Ni + Co PËRMES PROCESIT TË RAFINIMIT TË FERRONIKELIT NË KONVERTOR**

### **4.1. Metodatat e reja dhe perspektive në shërbim të përmirësimit të shkallës së desulfurimit të ferronikelit dhe koeficientit të shfrytëzimit të Ni + Co**

Me rastin e shqyrtimit të desulfurimit të ferronikelit të furrës elektrike, i cili prodhohet në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, është me shumë rëndësi diskutimi në të ardhmen i kualitetit të linjtit të Kosovës që përdoret si reduktues. Kualitetet e tilla të linjtit, kanë krijuar për pasojë, metalin e varfër me karbon dhe mjaft të pasur me sulfur. Për këtë qëllim duhet të hulumtohen praktikatat e reja të desulfurimit si dhe ato që aktualisht përdoren në shkritoret e ngjashme në botë siç janë ato në Japoni, ShBA, Greqi, Kolumbi etj.<sup>1,28</sup>

Është më interes të veçantë shqyrtimi teoriko-eksperimental i W. Oelsena në lidhje me desulfurimin e hekurit me ndihmën e përzjerjes së sodës karbonate dhe sulfatit të hekurit ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dhe  $\text{FeSO}_4$ )<sup>6</sup>. Mekanizmi i këtyre reaksioneve ende nuk është i njohur mirë dhe shqyrtimet deri më tani janë vetëm në suaza laboratorike. Njohuritë nga një shqyrtim i tillë na sjellin informacionin, se për rritjen e efektivitetit të desulfurimit dhe rritjen e efekteve ekonomike të procesit, kombinimi i kimikaljeve të ndryshme në raporte të caktuara stehiomerike duhet të jetë objektiva kryesore e shkencës metalurgjike në të ardhmen kur ka në diskutim desulfurimin e metalit jashtë furre<sup>1,28</sup>.

Në qoftë se industria e përfitimit të metaleve i zgjidhë disa detyra tekniko-teknologjike, duke u bazuar edhe në faktorët ekonomikë, në të ardhmen e afërt mund të pritën qasje të reja më të avancuara të desulfurimit. Praktika e desulfurimit të çelikut e ashtuquajtur “tranzicionet efektive të fazave metal/zgjyrë”<sup>1,14,28</sup> e cila ende ndodhet në fazën hulumtuese, mbështetet në principin e ndërveprimit të rrymave të komponentëve reaguese. Nga njohuritë teorike dhe praktikatat e deritanishme në lëmin e desulfurimit, me metodën e tillë të desulfurimit ekziston mundësia që gjendja baraspeshore në mes metalit dhe zgjyrës shpejt të arrihet, gjegjësisht, të shkurtohet koha e desulfurimit, si dhe veprimi i komponentëve reaguese në mes veti të jetë në nivelin e lartë.

Përgjithësisht është vërtetuar se përveç llojit ose përzierjes së reagjentit, vlera numerike e konstantes së largimit të sulfurit nga ferronikeli është e varur nga:

- gjendja agregate dhe granulometrike e reagjentit,
- mënyra e dozimit të reagjentit,
- forma dhe intensiteti i përzierjes së tretjes metal-desulfurator si dhe
- raporti metal-zgjyrë gjatë kohës së derdhjes së metalit në kazanin për desulfurim.

Deri më tani metoda më e aplikueshme, për nga qasja teorike e desulfurimit të ferronikelit jashtë furre, është treguar, desulfurimi i ferronikelit lëndor përmes furrës elektroharkore me sistemin për injektimin e reagjentit pluhur.

Kjo metodë do të tregonte efektshmëri të mirë sidomos të kualitetit të ferronikelit çfarë është ai i prodhuar në shkritoren e “Ferronikelit” të Drenasit.

#### **4.2. Hulumtimi i mundësive për përmirësimin e koeficientit të shfrytëzimit të Ni+Co përmes aplikimit të desulfurimit në furrën elektroharkore**

Në kohët e fundit ferronikeli lëndor që prodhohet në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas, karakterizohet me përmbajtje të lartë të silicitit, sulfurit (0.8-2.6 % S) dhe përmbajtje relativisht të ulët të karbonit, prej atëherë kur ka filluar të përdoret linjiti i Kosovës si reduktues. Nga këto shkaqe rafinimi i ferronikelit lëndor nga elementet përcjellëse dhe sulfuri deri në kufi standard të lejuar, ka krijuar gjatë procesit të pasurimit në konvertor këto vështirësi shtesë:

- i. Rafinimi i metalit në konvertor me qëllim të largimit të sulfurit vetëm deri në 0.28 % S, sipas regjimit aktual zgjatë nga 9 - 11 faza të fryrjes me oksigjen, (tabela 7).

**Tabela 7. Përbërja mesatare e ferronikelit lëndor**

As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu
0.03	72.5-84	2.7 - 4.0	0.25–0.76	0.3–0.5	0.07-0.2	1.22– 2.0	11.2-17	0.5–0.74	0.03 – 0.05

- ii. Sipas përqindjes aktuale të Si, i cili në rastin e ngarkesës D-4727 ishte 3.91 % Si, konvertorit do t’i bije që të operojë me mjedis me aciditet të lartë. Në të dy fazat përqindja e SiO<sub>2</sub>, ishte 42.17 % SiO<sub>2</sub>. Zgjidhja e cila fitohet me këtë rast,

varësisht nga fazat e fryrjes përmban nga 25-55 % FeO. Për shkak të shtimit të FeO në zgjyrë, na paraqiten efekte të trefishta negative si:

- agresiviteti i lartë i mjedisit punues, që do të ndikojë negativisht në veshjen zjarrduruese;
- shkallë e ulët e desulfurimit dhe
- shtimin e humbjeve të nikelit me zgjyrë. (figura 8).

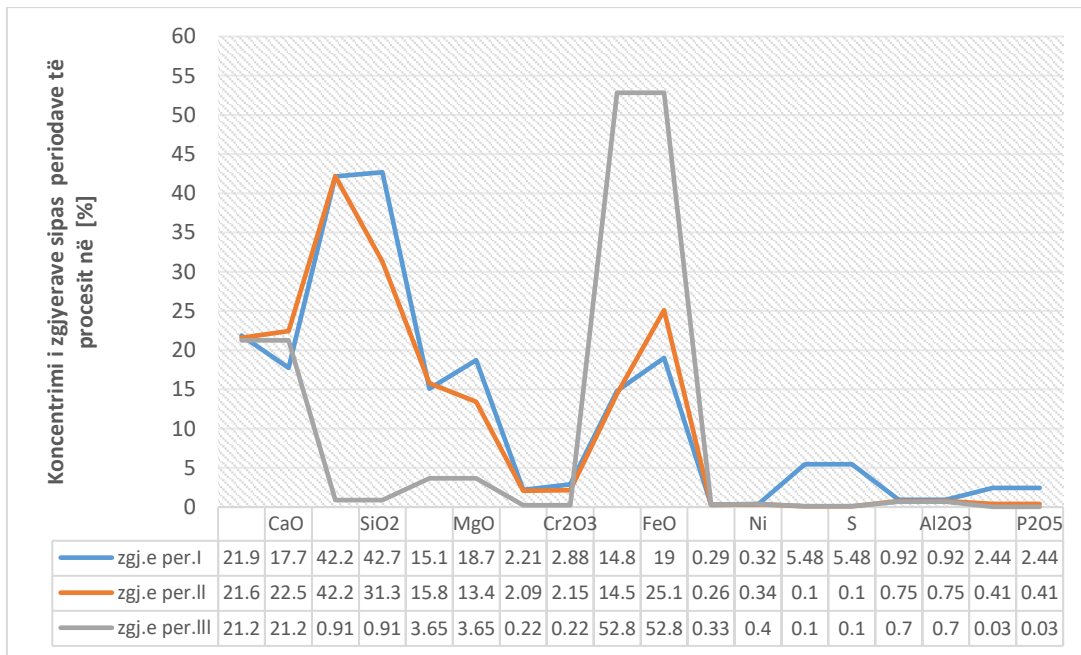


Figura 7. Përbërja kimike e zgjyrës sipas periodave të procesit (ngarkesa D-4277 dhe D-4735)

- Koha e qëndrimit të metalit në konvertor ishte shumë e lartë, 1 orë e 30 minuta, gjatë së cilët 74 minuta ishin fryrje intensive (tab. 8)
- Veçimi i squfurit në mes metalit dhe zgjyrës mund të shprehet përmes koeficientit të veçimit të sulfurit. Sipas treguesve të procesit në etapën e parë të rafinimit, desulfurimi ka qenë tepër i ulët, tek në etapën e dytë në momentin kur përbërja e FeO në zgjyrë të arrin në vlerën 18% FeO, janë krijuar kushte deri diku të volitshme për desulfurim.

$$L_S = \frac{(\%S)}{[\%S]} = K_0 \frac{a_{O^{2-}} \cdot f_{[S]}}{a_{[O]} \cdot f_{S^{2-}}} \dots\dots\dots(4.1)$$

Ku:

$a_{[O]}$ ,  $a_{[S]}$  – aktiviteti i oksigjenit dhe sulfurit në metalin e shkrirë;

$a_{O^{2-}}$ ,  $a_{S^{2-}}$  – aktiviteti i joneve të oksigjenit dhe sulfurit në zgjyrë,



(%S<sup>2-</sup>) - % peshore e sulfurit në zgjyrë,

$p_{O_2}$ ,  $p_{S_2}$  – presioni parcial i oksigjenit dhe sulfurit në fazën e gazët në ekujlubër me zgjyrën,

K(), K() – konstantet ekuilibruese të ekuacionit,

F[S], fS<sup>2-</sup> - koeficienti i aktivitetit të sulfurit në metal dhe zgjyrë sipas Henry-it.

- v. Koha e gjatë e trajtimit të metalit (nga derdhja prej furrës elektrike e deri të përfundimi i rafinimit), prej 2.5-4 [h], ka ndikuar në uljen e kapaciteteve prodhuese të konvertorëve. Ferronikeli lëndor me koncentrim të lartë të siliciumit, përveç rolit agresiv në veshjen zjarrduruese ka kushtëzuar punën e konvertorit me shpenzime të mëdha të shkrirësit për qëllim të neutralizimit të rolit agresiv të zgjyrave duke i shtuar njëkohësisht sasi të e tyre dhe humbjet e nikelit me zgjyrë, (tab. 8)

**Tabela 8. Krahasimi i treguesve mesatarë të efikasitetit të konvertorit nëpër disa vite pune**

Nr. i ngarkesës	Shpenzimet e resurseve			Metali nga furra elektrik dhe i rafinuar				Kohë zgjatja e ngarkesës [h]	Fryeje efek. [min]	Viti kur është kryer ngarkesa	Analiza e ferronikelit lëndor			
	CaCO <sub>3</sub> [kg]	O <sub>2</sub> [Nm <sup>3</sup> ]	Tulla mag. te blu. dhe CaCO <sub>3</sub> rap. 2:1 [kg]	Fe-Ni nga FE [kg]	S në Fe-Ni rafinuar [%]	Skrapi [kg]	% Ni në Fe-Ni				Si	C	S	Ni
D-4736	6746	2406	/	19000	0.09	3000	19.52	136	65	2021	3.76	1.04	1.15	11.37
C-0831	5380	1855	360	22000	0.40	1500	18.06	121	56	2019	3.03	0.53	1.67	11.42
1722	8550	1214	/	18560	0.10	1500	42.43	180	68	1997	2.50	0.32	1.13	19.37
D-4728	9660	2931	670	20000	0.44	2500	18.58	165	88	2021	3.95	1.04	1.16	11.52
1724	7650	1169	/	20600	0.08	2600	45.88	153	63	1997	2.69	0.33	1.23	18.32
C-0835	6940	1743	840	21000	0.42	1500	16.72	73	53	2019	3.07	0.60	1.68	11.48
1726	9010	1414	/	18960	0.09	2500	45.95	180	50	1997	2.05	0.32	1.38	18.12
C-0841	5740	1942	600	23000	0.44	2500	17.61	112	55	2019	2.86	0.60	1.62	11.22

Sipas regjimit aktual të punës nuk ekzistojnë mundësi praktike të desulfurimit të ferronikelit lëndor jashtë furre. Kjo mesfazë e procesit në kohën kur është bërë studimi, tërësisht është zhvilluar në konvertor. Rrethanat e tilla të pasurimit të ferronikelit lëndor përveç që kanë ndikuar në uljen e kapaciteteve prodhuese, njëkohësisht kanë ndikuar

edhe në rritjen e shpenzimeve të prodhimit duke krijuar efekte shumë të pafavorshme ekonomike.

Një problematikë e tillë është e nevojshme të zgjidhet në harmoni me praktikën botërore të desulfurimit jashtë furre, por njëkohësisht duke pasur për bazë specifikat dhe kushtet lokale çfarë ekzistojnë në repartin e rafinimit të ferronikelit lëndor në shkretoren e “Ferronikelit” në Drenas.

Varianti i propozuar që në mes të furrës elektrike dhe konvertorit të instalohet një agregat i ri, që sipas studimit të bërë, por dhe në bazë të propozimi teknik të Elkem Engineering, do të mundësonte desulfurimin jashtë furre të ferronikelit lëndor me efekte të mira ekonomike si dhe kualitete standarde të metalit<sup>1,28</sup>.

Teknikisht më së miri do t'i plotësonte kërkesat për desulfurim furra elektroharkore e pajisur me sistemin për injektimin e përzierjes  $\text{CaCO}_3 - \text{CaO}$  e cila do të përdorej si reagjent.

Duke i analizuar kushtet, infrastrukturën ekzistuese dhe skemën aktuale tekniko-teknologjike të përfitimit të ferronikelit, varianti i rafinimit të ferronikelit lëndor pas desulfurimit jashtë furre në furrën elektroharkore, do të mundësonte punë më të mirë dhe të sigurt të agregatëve metalurgjikë, tregues më të volitshëm tekniko-ekonomikë dhe ngritje e nivelit të kapaciteteve prodhuese.

Nga krahasimet me praktikën e ngjashme botërore të desulfurimit, desulfurimi i ferronikelit jashtë furre, në “furrën elektroharkore” mund të paraqitet me dy variante:

- desulfurimi në furrën elektroharkore - me veshje bazike dhe
- desulfurimi në furrën elektroharkore - me veshje acide<sup>1,28</sup>.

Reaksioni i oksidimit të silicit me oksigjen është egzoterm i përcjellë me lirim të vullshëm të nxehtësisë. Në bazë të bilancit të nxehtësisë, silici në përzierjen e ferronikelit liron rreth  $320^\circ\text{C}/\%$  nga Si i djegur. Për ngarkesën prej 25 ton ferronikel, humbjet e nxehtësisë për shkak të radiacionit dhe për shkak të humbjeve përmes murit dhe fundit të kazanit, gjatë këtij oksidimi arrijnë  $2-60^\circ\text{C}/\text{min}$ <sup>1,28</sup>.

Shkalla e nxehtësisë së kazanit, izolimi dhe pajisja tjetër mbuluese, përcaktojnë nivelin e humbjeve të nxehtësisë. Tek kazani i nxehtë mirë, me mur magneziti humbjet e nxehtësisë mund të jenë deri  $30^\circ\text{C}/\text{min}$ <sup>1,28</sup>.

Gjatë derdhjes së metalit nga furra elektrike në kazan mund të hidhen deri 2.5 ton skrap. Nëse nxehja e kazanit për pranimin e metalit arrin deri në temperaturë 800 °C, me shtesë prej 2.5 ton skrapi, atëherë për shkrirjen e kësaj sasive, shpenzohet nxehtësi e cila është ekuivalente me temperaturën prej 140°C<sup>1.28</sup>.

Për t'i ikur shkubëzimit, dhe për të arritur pikën shkrirëse të SiO<sub>2</sub>-ishit të krijuar, nevojitet shtimi i CaO-së, derisa të arrihet raporti CaO/SiO<sub>2</sub>= 0.754<sup>1.28</sup>. Një parametër i tillë teknologjik, sjell përbërje të tillë kimike të zgjyrës, që nuk do të shprehte efekte negative në veshjen zjarrdurese të agregatit për desulfurim, i cili do të mund të vishej me materiale shamoti, gjegjësisht ato krom-magnezite në nivelin e zgjyrës.

Shtimi i sasisë së CaO-së prej 450 [kg] do të jetë optimal për sasinë e metalit prej 25 ton, kjo sasi do të shpenzojë nxehtësinë që është ekuivalente me temperaturën prej 25°C.

Nëse koha optimale për oksidimin e 1% Si nga përbërja e ferronikelit lëndor është rreth 30 min, atëherë sasia e nevojshme e oksigjenit për oksidim është 200 [Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>]. Me injektimin më të thellë të oksigjenit në shtresat metalike, shkalla e mundshme e shfrytëzimit të oksigjenit arrin gjerë 90%. Nga këto parametra konstatojmë se intensiteti i fryrjes së oksigjenit gjatë desulfurimit në furrë duhet të jetë:

7.4 [Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>/min].

Si rezultat i gjithë këtij procesi, duke llogaritur edhe nxehtësinë e liruar nga reaksioni egzoterm, nxehtësinë e ferronikelit të shkrirë si dhe nga humbjet e nxehtësisë së reaksioneve endotermë, rrjedh se nxehtësia e mbetur, shprehur në ekuivalencë me temperaturën e ngritur të ferronikelit lëndor do të jetë:

$$t_{Fe-Ni} + T_{Si-SiO_2} = 320-90-140-25 = 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Oksigjeni i cili fryhet në sipërfaqen e metalit, përmes shtizës e cila ftohët me ujë, përveç ngritjes absolute të temperaturës së tretjes së shkrirë metalike, në këtë rast rolin të madh do ta luajë në përzierjen sipërfaqësore të tretjes së shkrirë.

Koeficienti i shfrytëzimit të oksigjenit për pjesëmarrje në reaksionin e oksidimit të siliciumit do të mund të jetë i ulët, pasi që fryrja bëhet në sipërfaqe të tretjes së shkrirë. Normalisht ky koeficient duhet të sillet rreth 60% për lidhjen e Si.

Me këtë koeficient shfrytëzimi, medoemos nevojitet të sigurohet intensiteti i fryrjes së oksigjenit prej 11 [ $\text{Nm}^3\text{O}_2/\text{min}$ ], për kohën e oksidimit prej 30 min., me koncentrim prej 1% Si të përbërjes së tretjes së shkrirë<sup>1,28</sup>.

Koeficienti i përgjithshëm i shfrytëzimit të "CaO" së injektuar (së bashku si CaO dhe  $\text{CaCO}_3$ ) pritet të jetë rreth 40%.

Në bazë të llogaritjeve teorike dhe krahasimit me praktikatat e ngjashme të desulfurimit rrjedh se për largimin e sasisë prej 0.6% S nga shkrirja metalike nevojiten për të injektuar në furrë rreth 1050 [kg] desulfurator pluhur, duke llogaritur që sasia e ferronikelit lëndor do të jetë me peshë prej 25 [t]<sup>1,28</sup>.

Nga përcjellja e parametrave tekniko-teknologjikë, të një kampanje të veshjes zjarrëduese të konvertorit, gjatë kohës së studimit, vërehet se përshkak të efektit të lartë të agresivitetit të zgjyres acidike, përbërjes së lartë të sulfurit dhe shkallës së ulët të desulfurimit jashtë furre, parametrat e konsumit të repromaterialeve, resurseve dhe mveshjes zjarrëduese kanë qenë mbi kufijt e normales

## 5. DISKUTIMI I REZULTATEVE

Skema themelore teknologjike e përfimit të ferronikelit në shumicën e shkritoreve në botë edhe sot, ende është e bazuar në reduktimet e xeheve okside ose sulfure me rrugën pirometalurgjike. Gjatë këtyre proceseve arrihet efikasitet mjaft i lartë i ekstradimit të nikelit, kursim në reduktues dhe bilanc i mirë energjetik në përgjithësi. Produkt i këtyre proceseve është ferronikeli lëndor me koncentrim të caktuar të papastërtive: [S], [P], [C], [Si], [Co], [Cr] etj. Disa nga të cilat papastërti, në rast se ferronikeli përdoret për prodhimin e çeliqueve të ndryshme, do të shprehin ndikime negative në vetitë e çeliqueve, [1].

Bazuar në përbërjen mesatare kimike të ferronikelit lëndor të prodhuar gjatë kohës së studimit (tabela 9), vërehet se metali i furrës elektrike në Drenas përveç përqendrimeve të larta Si, me përqendrim të lartë është edhe S, i cila paraqet vështirësi në procesi i desulfurimit, duke rezultuar kështu me kohë të gjatë të qëndrimit të metalit në konvertorë, si dhe mjedise punuese agresive të cilat rrisnin konsumin e veshjes zjarrdruuese.

**Tabela 9. Përbërja kimike FeNi të furrës elektrike gjatë periudhës së zhvillimit të studimit**

As	Fe	Si	Cr	C	P	S	Ni	Co	Cu
0.03	72.5-84	2.7- 4.0	0.25 - 0.76	0.3- 1.3	0.07-0.2	0.7- 2.0	11.22 -17	0.5-0.74	0.03-0.05

Pra, siç shihet nga tabela, përveç Si dhe S, edhe karboni ka pasur ngritje të përqendrimit. Teoritikisht, procesi i desulfurimi do të fillon në momentin kur përqendrimet e Si dhe karbonit, bien nën 1.5 % Si, dhe 0.5% C gjatë periudhës së studimit ka lëvizur në vlera të larta. Sipas kësaj do të duhet të pritët kohë e gjatë fryrje për fillim intensiv desulfurimi.

Gjykuar nga përbërja mesatare e ngarkesës me përbërje mesatare kimike e zgjyrës tab. 10, rezulton se desilicimi ka zgjatur më shumë sesa në kushtet normale, kështu që banjo punuese nën ndikimin e këtyre faktorëve është ekspozuar për një kohë relativisht të gjatë. Këtë e teoritikisht e kemi përcaktuar në bazë të relacionit 5.1.

$$Q_{O_2} = [Si]_{\text{filles.}} - [Si]_{\text{perfd.}} / 0.06 [m^3/t] \dots \dots \dots 5.1$$

**Tabela 10. Përbërja kimike në [%] e zgjyrës, pas periodës së parë për ngarkesën D-4736**

Elementet	CaO	SiO <sub>2</sub>	Ni	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
kg	15.56	3.086	5.878	0.034	1.538	0.130	0.218	0.346	0.775	4.515	9.056
%	100	20.09	33.34	0.22	9.88	0.89	2.53	2.44	1.33	26.79	5.82

Me qe kohëzgjatja e oksidimit të silicit është në varshmëri të intensitetit të fryrjes me oksigjen, atëherë sa më e ulët të jetë rrjedhshmëria e oksigjenit, aq më e gjatë është koha e qëndrimit të banjës nën kushtet e mjedisit acid. Sipas raportit të ngarkesës D-4736 intensiteti i fryrjes gjatë fazës së parë ka qenë 40 m<sup>3</sup>n

$$h = Q_{O_2} * \text{pesha e ferronikelit lëndor [min]} \dots\dots\dots 4.1.2$$

$$Q_{O_2} = [3.76] - [0.01] = 3.75 [\%] / 0.06 [m^3/t] = 62.25 [m^3/t]$$

Dhe koha e nevojshme e oksidimit të siliciumit do të jetë:

$$h = 62.25 [m^3/t] \times 25 [t] = 1562.5 [m^3] / 40 [m^3/min] = 39.06 [min].$$

Pra, etapa e djegies së silicit ka zgjatur 39.06 min, që do të thotë se gjatë gjithë kësaj kohe banjo punuese në zonën metal/zgjyrë ka qenë nën veprimet agresive të mjedisit oksidues si pasojë e oksidimit të lartë të hekurit, (i cili reaksion shfaqet me lirim të vrullshëm të nxehtësisë) si dhe nën veprimin e agresivitetit të lartë të zgjyrës si pasojë e përbërjes së lartë të SiO<sub>2</sub>-shit dhe e djegies së vrullshme të C. Kjo edhe është arsye pse gjatë të dy etapave ishte i nevojshëm shtimi i lartë i CaCO<sub>3</sub> me përbërje granulometrike nga 16 - 32 mm dhe përbërje; CaO ≥ 54%, SiO<sub>2</sub> < 0.5%, S ≤ 0.01% HP = 42, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0.20 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ≅ 0.15%, MgO ≥ 0.15%, LH = 0.13%.

Konsumi CaCO<sub>3</sub> është në vartësi nga përbërja e FeNi nga furra elektrike dhe sipas matjeve në kushte industriale sillet nga 2.3 ÷ 2.7 kg/kgNi. Treguesit mesatarë të konsumit dhe efektiviteti gjatë procesit të rafinimit janë dhënë në tab. 11.

**Tabela 11. Treguesit e konsumit dhe efikasitetit të procesit të rafinimit në konvertorët LD**

Nr. i ngarkesës	Konsumi i resurseve			Metali nga FE dhe i rafinuar				Kohëzgjatja e ngarkesës [h]	Fryrja efektive [min]	Shkalla e veçimit të S, (%)	Analizat e ferronikelit të rafinuar [%]			
	CaCO <sub>3</sub> [kg]	O <sub>2</sub> [Nm <sup>3</sup> ]	Tullat e bluar magnezite dhe CaCO <sub>3</sub> rap. 2:1 [kg]	Fe-Ni nga FE [kg]	S in Fe-Ni rafinuar [%]	Skrap [kg]	% Ni ne Fe-Ni				S ne Fe-Ni lëndor	Ni +Co në zgjyrë, %	Humbjet tjera Ni + Co, %	Koefic. i shfryt. të Ni +Co, %
D-4728	9660	2931	/	22000	0.22	3000	18.58	165	88	81.0	1.16	0.28	0.2	92-95
D-4729	7670	2454	360	23000	0.29	1500	17.68	136	73	74.8	1.13	0.20	0.2	90-93
D-4734	9635	2596	/	21000	0.24	3500	18.74	122	74	78.8	1.13	0.22	0.2	91-94
D-4736	6746	2406	240	22000	0.38	1500	19.52	136	65	66.9	1.15	0.23	0.2	87-91
D-4739	7020	2408	280	22000	0.27	2000	18.27	135	75	73.8	1.03	0.31	0.2	86-90

Sipas të dhënave të studimit:

- konsumi mesatar i oksigjenit sillet rreth 104 m<sup>3</sup>N/t Fe-Ni lëndor;
- konsumi mesatar i shkrirësit (CaCO<sub>3</sub>) sillet rreth 328 kg/t Fe-Ni lëndor;
- kohëzgjatja mesatare e fryrjes intensive është sjellë rreth 77 min.

Gjykuar nga përbërja kimike mesatare e zgjyrave të procesit sipas fazave, tab. 9, dëshmohet se përqendrimi i lartë i MgO në zgjyrë, e cila sillet mesatarisht 9.88 %. Teoritikisht desulfurimi, defosforimi dhe pasurimi i ferronikelit lëndor në shkritoren e “Ferronikelit” në Drenas do të duhej të zgjasë 20-30 [min], ndërsa praktikisht sillet nga 73 deri 161 [min]. Si pasojë e kësaj, jetëgjatësia e veshjeve zjarrduruese të konvertorit është tepër e ulët, krahasuar me shkallën e largimit të sulfurit.

Teoritikisht sipas regjimit aktual shkalla e largimit të sulfurit me desulfurim jashtë furre duke përdorur si desulfurator Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, do të duhej të sillej nga 40-60% [S] i larguar nga ferronikeli lëndor, para se ai të derdhet në konvertor. Sipas parametrave aktualë, praktikisht kjo shkallë e desulfurimit është zhvilluar në konvertor, (fig. 12).

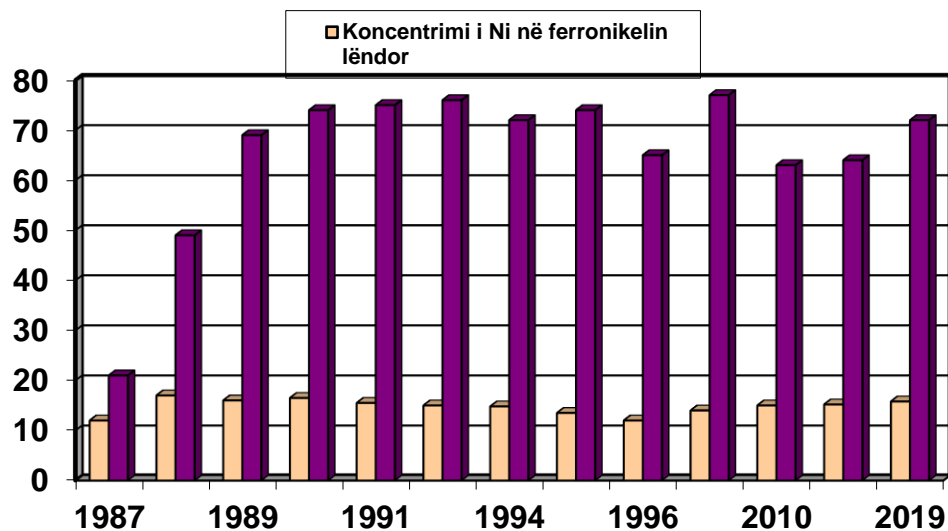


Figura 8. Koncentrimi i Ni në ferronikelin e furrës elektrike dhe koeficienti i shfrytëzimit të Ni<sup>1,28</sup>

Sipas parametrave projektues, prodhimi i ferronikelit të varfër nga furra elektrike, edhe gjatë kohës kur është zhvilluar desulfurimi me  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , për shkak të temperaturës së ulët të derdhjes së Fe-Ni nga furra elektrike, si dhe humbjet e metalit bazë me metalin e ftohur ose humbjet me zgjyrë ka sjellë si të metë të procesit koeficientin e ulët të shfrytëzimit të nikelit, tab. 12.

Tabela 12. Prodhimin i nikelit të rafinuar, koeficienti i shfrytëzimit të nikelit dhe niveli i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese në konverëtorë<sup>1,28</sup>

Viti	Fe-Ni [t]	Ni ( t )	Ni në X-a [t]	Ni [%]
1	2	3	4	3\4
1984	893	211.147	1013.6	21
1985	6123	2066.364	4235.97	49
1986	8206	3106.643	4490.45	69
1987	9705	3724.37	5050	74
1988	15561	5913.249	7930	75
1989	18358	6801.185	8929	76
1990	11851	4931.59	6825	72
1991	11772	4197.651	5677	74
1992	6392	1840.921	2820	65
1993	837	313.144	408.5	77
1994	1640	592.304	933	63
1995	1944	781.72	1231.17	64
1996	6614.8	2573.945	3559	72
<b>Gjithsej</b>	<b>106.948,3</b>	<b>37054.233</b>	<b>53102.69</b>	<b>69.77</b>



Ndërsa në tab. 13, janë paraqitur shpenzimet e prodhimit për 1 ton nikel në ferronikel, duke u mbështetur në analizat krahasuese të llogaritura për kapacitet prodhuese prej 11.600 t Ni/ vit, për rastet kur i gjithë desulfurimi kryhet në konvertor dhe në rastin e supozuar sikur të kthehej desulfurimi jashtë furre përmes “Desulfurimit në furrën elektroharkore.

**Tabela 13. Shpenzimet normative të materialeve dhe resurseve energjetike për regjimin aktual dhe desulfurimit në furrën elektroredukuese dhe gjithsej dallimi në shpenzimet e prodhimit<sup>1,28</sup>**

Materialet dhe resurset energjetike	Njësia matëse	Pasurimi i ferronikelit sipas regjimit aktual të rafinimit	Pasurimi i ferronikelit sipas variantit të desulfurimit me furrën elektroharkore	Ndryshimi në shpenzime \$/t Ni
Ener.e FE	KWh/t.x.th	630	595	-178.8
Ener.FER	KWh/t.Ni	-	527	+23.7
O <sub>2</sub> - për rafinim	Nm <sup>3</sup> /t Ni	360	220	- 224.8
O <sub>2</sub> - FER	Nm <sup>3</sup> /t Ni	6	0.12	- 2.4
O <sub>2</sub> - për nxemje	Nm <sup>3</sup> /t Ni	92.8	92.8	-
CaCO <sub>3</sub>	kg/t Ni	2700	1280	- 6.9
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	kg/t Ni	36.7	-	- 13.8
Al	kg/t Ni	1.17	1.17	-
FeSi	kg/t Ni	87	87	-
Gypa për O <sub>2</sub>	kg/t x.th.	17.3	6.2	- 9.5
ligniti	kg/t Ni	180	140	- 34.7
CaCO <sub>3</sub> pluhur	kg/t Ni	-	98	+ 0.47
CaO pluhur	kg/t Ni	-	42	+ 4.96
Krom magnezit	kg/t Ni	308.7	34.3	- 336.9
MG - 9	kg/t Ni	140	15.5	- 79.3
Terrmobeton + Ilaq	kg/t Ni	37	4.11	- 21.6
Shamot	kg/t Ni	54	6	- 15.7
Gjithsej ndryshimet në shpenzime				895.27 \$

Harxhimi i materialeve zjarrduruese për konvertorë sipas regjimit aktual të procesit të desulfurimit dhe rafinimit në konvertorë janë shpenzuar për kampanjën e parë:  $84/27=3.11t$  m.z./sharzhë dhe për kampanjën e dytë:  $84/24= 3.5tm.z./sharzhë$ . Koeficienti kaq i ulët i qëndrueshmërisë së veshjes zjarrduruese krijon shpenzime të

larta të prodhimit dhe ç'rregullon parametrat e përgjithshëm tekniko-teknologjikë të procesit.

Sipas të gjeturave nga studimi, rikthimi i desulfurimit jashtë furre do të ishte jo vetëm mundësi e optimalizimit të procesit të rafinimit të ferronikelit, por njëkohësisht aplikimi i këtyre metodave do të jenë treguesit kyçë nga të cilët do të varet niveli i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, koeficienti i shfrytëzimit të Ni dhe Co, funksionaliteti dhe siguria e pajisjeve me parametra operues si dhe i tërë ekonomizimi i prodhimit në “Shkritoren New Co. Ferronikelit” në Drenas.

## 6. PËRFUNDIMI ME REKOMANDIME

Praktika aktuale të rafinimit në konvertorët LD kanë treguar se të gjithë parametrat teknologjikë dhe shpenzimet normative janë dukshëm më të lartë sesa ata projektues, për shkak të:

- a) temperaturës së ulët derdhëse të metalit nga furra elektrike, duke rezultuar me humbje të mëdha të Ni dhe Co me skrap, derdhje zgjyre etj.;
- b) eliminimit të mesfazës së desulfurimit jashtë furre;
- c) zhvillimit të gjithë etapës së desulfurimit në konvertor;
- d) shkallës së ulët të desulfurimit;
- e) zhvillimit të procesit të rafinimit nën veprimin e zgjyrave acide, të cilat agresivisht ndikojnë në uljen e qëndrueshmërisë së materialit zjarrdruës duke rritur shpenzimet e materialit zjarrdruës mbi 3.15 t m.z./ngarkesë ferronikel;
- f) kohës së gjatë të fryrjeve efektive me oksigjen deri në 78 min për një ngarkesë;
- g) kohës së gjatë të qëndrimit të metalit në konvertor deri 3 orë;
- h) përfitimit të sasive të mëdha të zgjyrës në fazat e desilicionimit, desulfurimit dhe pasurimit në konvertor etj., e të cilat kanë rezultuar me shtimin e humbjeve të Ni dhe Co më zgjyrë.

Shkalla e ulët e desulfurimit ose zhvillimi i desulfurimit tërësisht në konvertorë ka rritur shpenzimet normative për repromateriale dhe resurseve energjetike, që kanë ndikuar në rritjen e shpenzimeve të prodhimit, e posaçërisht kufizimin e kapaciteteve prodhuese të ferronikelit nga 12.000 t Ni/vit sa ishin të parapara në 8538 t Ni/vit<sup>1,28</sup> sa praktikisht mund të prodhohen sot.

Rrethanat e tilla detyrimisht kanë kushtëzuar kërkimin e zgjidhjeve të tjera alternative dhe atë posaçërisht për fazën e rafinimit të ferronikelit si faza më limituese e procesit të përftimit të ferronikelit. Nga analizat teknike të parametrave teknologjikë si dhe aftësitë e tanishme operuese të pajisjeve në repartin e konvertorëve, propozimi për instalimin e furrës elektroharkore me sistemin për injektimin e përzierjes së gëlqëres me kalcium karbonatit pluhur, në proporcione plotësisht të caktuara, do të ishte zgjidhja më mirë në favor të optimalizimit të procesit të rafinimi dhe ekonomizimit të procesit të përftimit të ferronikelit në tërësi.

## REGJISTRI I TABELAVE

Tabela 1. Karakteristikat teknike të konvertorit vertikal .....	12
Tabela 2. Përbërja kimike e ferronikelit - marka Fe-Ni 20 LOWC .....	22
Tabela 3. Përbërja kimike e zgjyrës nga etapa II.....	22
Tabela 4. Përbërja kimike e zgjyrës nga etapa III .....	22
Tabela 5. Parametrat tekniko-teknologjike, fazat e procesit me strukturën e harxhimeve për desulfurimin e ferronikelit jashtë furre, me sodë të kalcinuar (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) dhe rafinimin në konvertor .....	26
Tabela 6. Të dhënat teknike të desulfurimit të hekurit me sodë <sup>10</sup> .....	27
Tabela 7. Përbërja mesatare e ferronikelit lëndor .....	36
Tabela 8. Krahasimi i treguesve mesatarë të efikasitetit të konvertorit nëpër disa vite pune .....	38
Tabela 9. Përbërja kimike FeNi të furrës elektrike gjatë periudhës së zhvillimit të studimit.....	42
Tabela 10. Përbërja kimike në [%] e zgjyrës, pas periodës së parë për ngarkesën D-4736.....	43
Tabela 11. Treguesit e konsumit dhe efikasitetit të procesit të rafinimit në konvertorët LD .....	44
Tabela 12. Prodhimin i nikelit të rafinuar, koeficienti i shfrytëzimit të nikelit dhe niveli i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese në konvertorë <sup>1,28</sup> .....	45
Tabela 13. Shpenzimet normative të materialeve dhe resurseve energjetike për regjimin aktual dhe desulfurimit në furrën elektroredukuese dhe gjithsej dallimi në shpenzimet e prodhimit <sup>1,28</sup> .....	46

## REGJISTRI I ILUSTRIMEVE

<b>Figura 1. Konvertori LD<sup>12</sup> .....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 2. Një cikël tipik i prodhimit në konvertorët me oksigjen. Komplet cikli për prodhimin e 280 [t] çelik të shkrirë, zgjatë rreth 27 minuta<sup>12</sup>.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3. Paraqitja skematike e murosjes së konvertorit<sup>1</sup> .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 4. Diagrami i simulimit të procesit të rafinimit dhe i metodologjisë kërkimore .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 5. Varshmëria e kalimit të sulfurit në zgjyrë nga përbërja kimike e zgjyrës .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 6. Paraqitja skematike e zonave reaktive të procesit.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 7. Përbërja kimike e zgjyrës sipas periodave të procesit (ngarkesa D-4277 dhe D-4735) .....</b>	<b>37</b>

## LISTA E SHPREHJEVE

<b>Ni</b>	Nikel
<b>Fe</b>	Hekur
<b>Co</b>	Kobalt
<b>LD</b>	Lindz dhe Donawitz
<b>G°</b>	Energjia e lirë, sipas Gibbs-it
<b>η<sub>s</sub></b>	Koeficienti i kalimit të sulfurit në mes metalit dhe zgjyrës sipas përbërjes kimike të zgjyrës
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	Guri Gëlqeror
<b>Q<sub>02</sub></b>	Pesha e ferronikelit lëndor
<b>Nm<sup>3</sup></b>	Rredhja e oksigjenit në m <sup>3</sup> N/ton
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	Sodë e kalcinuar
<b>M,Z,G</b>	Metal, Zgjyrë, Gaz
<b>a<sub>[O]</sub>, a<sub>[S]</sub></b>	Aktiviteti i oksigjenit dhe sulfurit në metalin e shkrirë
<b>Ø</b>	Diametri
<b>Laval</b>	Firmë e shtizës per fryrje me oksigjen
<b>Krupp</b>	Firmë e konvertorit
<b>S<sup>35</sup> dhe Fe<sup>59</sup></b>	Izotop

## REFERENCAT

- Ibrahimi I. *Desulfurimi jashtë furre-mundësi e optimalizimit të procesit të prodhimit*, SHB AK, Prishtinë, 2021
- (1976). *“Prodhimi, tregu dhe ekonomia e prodhimit NUSH: Ferronikelit”*. Prishtinë.
- Bornacki, I. (1974). *“Fiziko-hemiskie osnovi stalepljavilbonbih procesov”*, Metalurgia. Moskva.
- D. Vuçuroviç, I. Iliç, R. Vračar, B. Đurkoviç, D. Sinadinoviç, Elkem a/s, Scandinavian Cancers, Recenzia. (1984). *Elaborat o iskustvu u procesu elektrotopljenjena, promena u procesnoj tehnologije I problema sa pečima odpuštanja u pogon*. Glogoc, Kosovë.
- Elaboration of electric smelting process experience”*. (1987). Oslo.
- Elkem A.S., Scandinavian Cancers. (1985). *“Adaptimet e mundëshme të procesit me banjo të hapur për prodhimin e ferronikelit të pasur në Shkriktorën “Ferronikeli”*. Prishtinë.
- Elkrem A.S., Scandinavian Cancers. (1986). *“Programi investiv dhe propozimi I praktikës së desulfurimit në “Furrën Elektroharkore për Rafinim”, Shkriktorja e Ferroniklit*. Glogoc.
- Geerdes , M., Renard , C., & Kurunov , I. (2015). *Modern Blast Furnace Ironmaking*. IOS Press.
- Gjorkoviç, B. (1965). *“Metalurgia retkih metala”*. Beograd.
- Ibrahimi I., Krasniqi G. (2004). *“Ndikimet kimike në veshjën zjarrdueuse të furrës elektrike”*. Prishtinë.
- Ibrahimi, I. (2009). *Desuphuring of ferronickel outside its furnace – a possibility for intensification and optimizations of the process of*. *The Thesis of Mastery*.
- Jiří Bažan, J. K. (2015). *Iron and Steelmaking. Academic materials for the Economics and Management of Industrial Systems study programme at the Faculty of Metallurgy and Materials Engineering*.

- Katedra e Metalurgjisë. (1995). "Rezultatet teorike për temperaturat e ferronikelit të furrës elektrike dhe atij të rafinuar në bazë të përbërjes kimike të shkrijës". Niksiç.
- Lancers, S. (1986). *Inrwernational AB, proposal of "New refining praxis at Feronickel in Kosovo", Hognes. Sweden.*
- Li. I. Pimenov, V. I. Mihailov. (1972). "Prerabotka oksilenjih nikellevbnih puda" *Metalurgia. Moskva.*
- M. Božić. (1974). "Metalugia gvože". Bograd.
- Murati, N. (1995). "Metalurgjia e ferronikelit". Tiranë.
- NUSH "Ferronikeli". (1984). *Instriksioni Teknologjik I përfitimit të ferronikelit në Shkriotrën e "Ferronikelit". Glllogoc.*
- (1974). *Programi investiv i ndërtimit të Xeherorës dhe Shkriotorës së "Ferronikelit" në Glllogoc. Prishtinë.*
- R. Sigel, R. Jon. (1984). "Thermal radiation heat transfer". London.
- (1997). *Raporti i Komisionit për vlerësimin e kushteve për eksploatimin e murit zjarrdurues të konvertorëve, Shkriotorja "Ferronikeli". Glllogoc.*
- Riyaj, M. (1998). "Optimizimi termofiz i veshjës zjarrduruese të furrës elektrike për shkrijën e xeheve okside të nikelit". UP.
- Rizaj, M. (1986). "Mundësitë e korrektimit të procesit të desulfurimit të ferronikelit në konvertor me qëllim të rritjes së qëndrueshmrisë së materialeve zjarrduruese", *Glllogoc. Beograd: Promena.*
- Rizaj, M. (1987). "Toplotni bilans postrojenja za proizvodnju sirovog feronikla". Bograd.
- S. P. Kormilicin, L.Sh. Cemehman, S.G. Afansev. (1976). *Rafinerovanje i obogašćenje feroniklja, Metallurgia. Moskva.*
- S. P. Kormilicin, V. D. Linev, N. N. Alekseva. (1997). "Vanpečnar desulfuraciher ha Zavode-Sb. Nuç.tr. Gipronikelj.



- S. P. Kormilicin, V. D. Linev, N. N. Alekseva, V. I. Macikin, A. M. Zboršík. (1981). *Razbotka tehnologija černovog ferronickel mangiem v kovše*. Gipronickel.
- Schemmel, T., Schade, L., Kouzoupis, P., & Beqiri, F. (2013). Magnesia-carbon refractory lining for ferronickel converters optimization and lining improvement at NewCo Ferronikeli (Kosovo). *The Thirteen International Ferroalloy Congress, Efficient Technologies in Ferroalloy Industry*.
- Sokolov, G. A. (1981). “*Proizvodstvo Stali*”, *Metalurgia*. Moskvo.
- Tokuro, H. Tomomatsu, U. Ihama, N. Hayshi, R. Yagura, J. Sizai Maru. (1976). Transiron steel institute Japan. .
- Zhang , L., & Brian , T. (October 2006). Metallurgical and Materials Transactions. *State of the Art in the Control of Inclusions during Steel Ingot Casting*, 733–761.
- Ibrahimi I. *Desuphuring of ferronickel outside its furnace – a possibility for intensification and optimizations of the process of obtaing ferronickel*, UP FXM Mitrovicë, 2009.