

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



PUNIM DIPLOME

MUHAREM KADRIU

MITROVICË, 2023

Universiteti “Isa Boletini” Mitrovicë
Fakulteti i Gjeoshkencave
Departamenti: Materiale dhe Metalurgji
Drejtimi: Metalurgji



Punim Diplome

Mundësia e zvoglimit të energjisë gjatë perfitimit të gizës së hirtë
përmes rikthimit të gazrave të procesit (CO) në furrën kupole.

Kandidati:

Muharrem Kadriu

Mentori:

Prof. Dr. Zarife Bajraktari Gashi

Mitrovicë, 2023

UNIVERSITY OF MITROVICA “ISA BOLETINI”
FACULTY OF GEOSCIENCES
DEPARTMENT: MATERIALS AND METALLURGY
Program: Metallurgy



The possibility of energy reduction during the beneficiation of gray
cast iron through the recovery of process gases (CO) in the cupola
furnace

Candidate:

Muharem Kadriu

Mentor:

Prof. Dr. Zarife Bajraktari Gashi

Mitrovica, 2023

Përmbajtja

Përmbajtja	4
Përmbledhje	5
Abstract	6
Hyrje	6
KAPITULLI I	5
1. FONDERIA E&E NË GJAKOVË.....	5
1.1 Raporti i mbushjes së furrës në fonderin “E&E”	6
1.2 Dimensionet e Furrës kupole në Fonderin E&E	7
1.3 Disa nga aktivitetet e anëtarëve të projektit në Fonderin E&E	9
KAPITULLI II	12
2. METODOLOGJIA E PUNËS NË FONDERIN E&E	12
KAPITULLI III.....	13
3. PJESA EKSPERIMENTALE.....	13
3.1. PJESA EKSPERIMENTALE NË LABORATORIN E FGJ-DEPARTAMENTIN MATERIALE DHE Metalurgji	19
3.2 Realizimi i shkrijës së skrapit në furrën induktive në laboratorin e FGJ	21
3.3 PËRCAKTIMI I VETIVE MEKANIKE TË SKRAPIT TË “FONDERIS E&E” NË INSTITUTIN BALLKAN PROJEKT	23
3.4 Provat e materialeve kanë për qëllim përcaktimin e vetive të materialit në kushte të njejta me kushtet në të cilat bejmë eksploatin.	26
3.5 Prova e tërheqjes	27
3.6 Mostra për proven e tërheqjes.....	28
3.7 Realizimi i provës	28
KAPITULLI IV	34
DISKUTIMI I REZULTATEVE.....	34
KAPITULLI V	36
PERFUNDIMET ME REKOMANDIME	36
LITERATURA:	38
LISTA E FIGURAVE.....	39
LISTA E FOTOV	40
LISTA E TABELAVE.....	41

Përmbledhje

Hulumtimi i mundësive për rikthimin e gazit të procesit (CO) në vatrën e furrës kupole për prodhimin e gizës në “Fondrinë “E & E” Gjakovë në Kosovë ka për synim rikuperimin e nxehtësisë, e cila do të shfrytëzohej për parangrohjen e ajrit, i cili fryhet përmes fryereseve për djegiejn e koksit. Modifikimet e skemes teknologjike të procesit, në këtë hulumtim do të përfshinin rikuperimin e energjisë termike, parangrohjen shtesë të gazit, dhe dozimin e ajrit të parangrohur dhe pasuruar me CO në vatrën e furrës për djegien e koksit.

Sipas të dhënave nga programi i ynë studimor, sistemi i rikthimit dhe nrgohjës së ajrit me oxhak të mbyllur është prej zgjidhjeve më të pershtashme komerciale dhe teknologjike për përmirësimin e tregueseve të performances se procesit teknologjik, ruatjes se nxehtësisë dhe mbrotjes se mjedisit.

Hulumtimi i mundësive të rikthimit, rikuperimit të energjisë termike dhe parngrohjes së ajrit për djegien e koksit në furrën kupole në fonderin E&E, është pjesë e projektit kërkimor “rikthimi i gazit CO përmes fryerësve në furrën për shkrirjen e skrapit” mbi bazën e të dhënave nga analizat kimike të përbërseve të ngarkesës, përbërja granulometrike e koksit, dhe rexximi termik i procesit të shkrirjës, janë identifikuar potencialeve termike të nxehtësisë fizike dhe kimike të gazrave të procesit dhe nxehtësisë që krijohet me djegien e lëndëve djegëse si dhe është përcaktuar raportin CO/CO₂. ndërsa, sipas metodave kunatitative dhe kualitative të ngarkesë dhe produkteve të procesit, kemi përcaktuar temperaturën sipas zonave në furrë dhe ate të gazrave të shkarkimit, dhe mbi bazën e matjeve kemi porpozuar se sistemi i rikthimit, rikuperimit dhe parangrohjës së ajrit për djegije të koksit në furrën kupole pa oxhak, është një nga opsionet më favorshme komerciale dhe ekonomike për aplikim në furrën kupole në ”Fondrin “E&E” Gjakovë.

Sistemi i rikuperimit të energjisë, parangrohjës dhe pasurimit të ajrit ne furrën me oxhak te mbyllur është garancë, jo vetëm për përmirësimin e tregueseve kyç të performancës, por njëkohësisht do të mundësonte ruajtjen e energjisë, kontrollë të procesit, menaxhim të cilësisë së produkteve, ulje të kosotove prodhuese dhe minimizim të emitimeve të gazrve në atmosfere.

Sistemet e rikuperimit dhe rithimit të energjisë tek të gjitha furrat kupole në princip pak a shumë gjasojnë me njera tjetërën, mirëpo sistemet me oxhak të mbyllur, për dallim kanë si përparësi; rikthimin e pluhurit në proces, rikuperimin maksimal të nxehtësisë fizike dhe kimike të gazrave të procesit si dhe minimizimn afrër zeros të CO₂ në atmosferë.

Fjalet kyçe: *furre kupole, rikthimi i gazrave (CO), rikuperim, performance, kontrolle, mjedis*

Abstract

The research of the possibilities for the return of the process gas (CO) in the hearth of the cupola furnace for the production of cast iron in the "E & E" Foundry Gjakovë in Kosovo aims to recover the heat, which would be used for preheating the air, which is blown through coke burning fryers. Modifications to the technological scheme of the process, in this research would include recovery of thermal energy, additional preheating of the gas, and dosing of preheated and CO-enriched air to the hearth of the coke burning furnace.

According to the data from our study program, the air recovery and heating system with a closed chimney is one of the most suitable commercial and technological solutions for improving the performance indicators of the technological process, heat preservation and environmental protection.

The investigation of the possibilities of return, recovery of thermal energy and air preheating for coke burning in the cupola furnace at the E&E smelter is part of the research project "recovery of CO gas through fryers in the scrap melting furnace" on the basis of data from the chemical analysis of the load components, the granulometric composition of the coke, and the thermal regime of the melting process, the thermal potentials of the physical and chemical heat of the process gases and the heat generated by the combustion of fuels have been identified, and the ratio CO/CO₂ has been determined. While, according to the qualitative and quantitative methods of the load and process products, we determined the temperature according to the areas in the oven and that of the exhaust gases, and based on the measurements we proposed that the air return, recovery and preheating system for burning yogurt in dome oven without a chimney, is one of the most advantageous commercial and economic options for application in the dome oven at "Forndrin "E&E" Gjakovë.

The system of energy recovery, preheating and air enrichment in the furnace with a closed chimney is a guarantee, not only for the improvement of key performance indicators, but at the same time it would enable energy conservation, process control, product quality management, reduction production costs and minimization of gas emissions in the atmosphere.

Energy recovery and recycling systems for all cupola furnaces are in principle more or less similar to each other, but systems with a closed chimney, in contrast, have advantages; the return of dust to the process, the maximum recovery of the physical and chemical heat of the process gases, as well as the near-zero minimization of CO₂ in the atmosphere.

Key words: *dome furnace, CO recovery, recovery, performance, controls, environmen*

Hyrje

Niveli i ulët i shfrytëzimit të kapaciteteve prodhuese, niveli i lartë i humbjeve të nxëhtesisë humbjet e metalit me zgjyrë (bramcë), si dhe ndotja mjedisore në “Fonderinë E&E” Gjakovë-Kosovë na ka inkurajuar që në kuader të programit ‘humultimi i bazuar në mësimdhënie’, i finacuar nga MASHTI me projektin: Hulumtimi i ndikimit të gazit kthyes (CO) përmes fryersëve në zonën e shkrirjes së skrapit në “Fonderinë E&E” të hulumtojm mundësitë tekniko-teknologjike të rekuperimit të energjiise termike, shfrytëzimin e saj për para ngrohjen e ajrit për djegijen e koksit në vaten e furrës si dhe rikthimin e gazit të procesit ose dhe shfrytëzimin e tij për pasurim dhe ngrohje të ajrit që fryhet përmes fryresve në furrën kupole në këtë shkrire.

Furra kupole, e instaluar në “Fonderinë E&E” Gjakovë, për nga konteksti konstruktiv dhe procesit; prodhimit është e ngjashme me një furrë lartë të vogël, dhe përdoret për prodhimin dhe përpunimin me derdhje të gizës së hirt.

Menaxhmenti “Fonderinë E&E” Gjakovë, ka kohë që ka filluar me modifikimet e skemes teknologjike, ku pjesë e rëndësishme e saj do të jenë edhe dy furra induktive, ndërsa furra kupole aktuale pas modifikimeve dhe vendosjes të sistemit për ngrohje, rikuperim dhe rikthim të gazit në vater do të mund të jetë pjesë skemës së re, e cila përveç përfitimit të gizave të hirta, atyre gizave temper, gizës austenitike, dhe ferrolegurave që përmbajnë nikel, mangan dhe në raste specifike (për stabilizimin e strukturës austenitike në temperaturën e dhomës) përmban pjesërisht edhe bakër dhe krom, por do të mund të shfrytëzoheshin edhe tek proceset duplex me konvertoret me fryerje oksigjeni ose furrë elektrike [1, 2]. furra kupole ka diameter praktik prej 60 cm dhe lartësi efektive prej 3.6 mm [1-4].

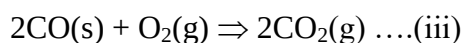
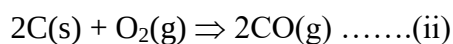
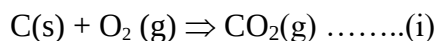
Furra është cilindrike e ndërtuar vertikalisht në katër këmbë, ka katër fryers për dozimin e ajrit në vaterën ku digjet koksi, një porte për dozimin e ngarkesës dhe një vazhdim gupor për përcjelljen e gazrave dhe tymit, duke e bërë atë të duket si një oxhak i madh. ajo është e veshur me tulla shamoti dhe në zonën e vartës suvatuar me masë zjardurese ngjeshëse, të cilat kanë për detyrë të mbrojnë konstruksionet e furrës nga sforcimet termike, të zvoglojnë humbjet e nxehtësisë dhe të mundësojnë shkrirje sa më efektive

dhe ekonomike. ngarkesa e furrës kupole në “Fonderinë E&E” Gjakovë përbehet nga: skrap i (gizë dhe çelik dhe ferrolequra tjera të vjetra, mbetje e gizës nga procesi i derdhjes, koksi, CaCO_3 dhe ajrin normal. procesi i shkrirjes në furrën kupolle realizohet me ndihmën e energjisë termike të liruuar nga djegija e Cfix të koksit si dhe energjia e reaksioneve ezoterme, të cilat zhvillohen gjatë reaksioneve direkte dhe indirekte.

Karboni në formën e koksit, qymyrit ose monoksidit të karbonit përdoret si agjent reduktues në pirometalurgji.

Një proces i tillë reduktimi i përdorur në nxjerrjen e një metali quhet shkrirje.

Kur karboni duhet të veprojë si një agjent reduktues, tre reaksionet e mëposhtme janë të mundshme:



Në reaksionin e parë (formimi i CO_2) vështirë se ka ndonjë ndryshim në entropi, d.m.th., $\Delta S^\circ = 0$ dhe për këtë arsye, ΔG° mbetet pothuajse i njëjtë me rritjen e temperaturës, d.m.th., ΔG° është i pavarur nga temperatura.

Në reaksionin e dytë (formimi i CO), ka rritje të entropisë (ΔS° është pozitive) dhe për këtë arsye, ΔG° bëhet më negative me rritjen e temperaturës.

Megjithatë, në reaksionin e tretë, ka një ulje të entropisë (ΔS° është negative) dhe për këtë arsye, ΔG° bëhet më pak. negative me rritjen e temperaturës.

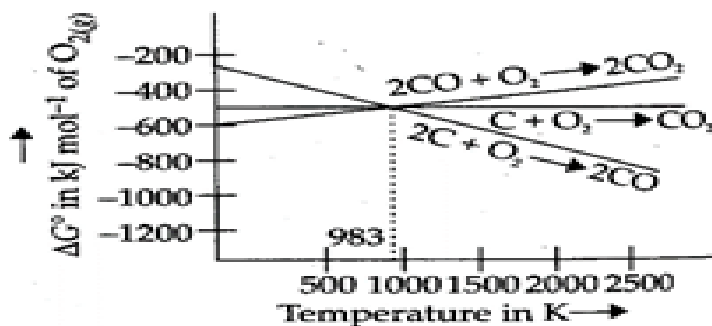


Figura 1: Diagrami i Ellingham për natyrën reduktuese të karbonit.

Tri lakoret janë gjetur se kryqëzohen në 983 K. Kjo nënkupton se mbi këtë temperaturë, reaksioni (ii) është më i përshtatshmi. Do të thotë që karboni mund të reduktojë çdo oksid metali në temperatura shumë të larta dhe është pastaj vetë oksidohet në CO.

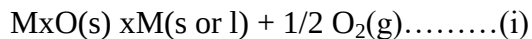
Megjithatë, reduktimi me karbon në temperatura të larta nuk preferohet në të gjitha rastet për arsyet e mëposhtme:

- ☐ Përfshin kosto të lartë.
- ☐ Disa metale reagojnë me karbonin në temperatura të larta dhe formojnë karbide.
- ☐ Ka shumë vështirësi praktike në ruajtjen e temperaturës së lartë.

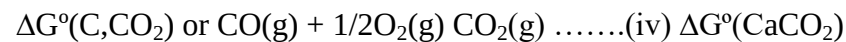
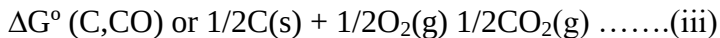
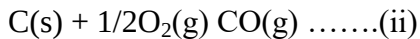
Nga grafiku për reaksionin e monoksidit të karbonit me oksigjenin, është evidente se monoksidi i karbonit vepron si një agjent reduktues më i mirë se karboni në temperatura nën 983 K.

Teoria e reduktimi të oksideve të metaleve me karbon:

Gjatë reduktimit oksidi i metalit zbërthehet:



dhe karboni (agjenti reduktues) largon oksigjenin, d.m.th., ai i nënshtrohet oksidimit.



Profili termik i furrës përbëhet nga pesë zona, ku bashhkë veprimi i komponenteve të ngarkesë zhvillohet sipas pricipit të rrjedhës së kundërt të materialeve të ngurta, shkrijs dhe gazrave të procesit. një metodë e tilla pirometalurgjike ofrojnë mundësi për një efikasitetit të lartë [2].

Për të përmirësuar tregusitë e performancës së procesit teknologjik dhe prodhimit të gizës, e në veçanti për të reduktuar emetimet e gazave me efekte serë, pluhurit, etj.

Në këtë fazë të hulumtimit kemi propozuar modifikime të furrës kupole të cilat do të mbeshetshin në parimin e ngrohjes së ajrit për djegijen e koksit në tipin e furrën së mbyllur pa oxhak një qasje e tillë teknologjike, përveç treguesve të lartë të performancës, në të njejtën kohë do të garnatonte kushte për menaxhim të procesit dhe kontroll të cilësisë.

KAPITULLI I

1. FONDERIA E&E NË GJAKOVË

Fonderi E&E është biznes unik që merret me prodhimin e metaleve:

✚ hekuri,

✚ giza

✚ alumini.

Fonderia “ E & E “ është themeluar në vitin 2014, ku për këto vite ka arritur të krijojë një klientel lojale dhe të vlerësohet mirë në tregun e brendshëm.

Produktet e fonderis “ E & E “ janë të natyrës specifike dhe kërkojnë shkathtësi dhe përkushtim të veçantë nga momenti i shkrirjes së metalit dhe deri tek fitimi i produktit përfundimtarë.

Karakteristikat e produkteve të fonderisë është kualiteti dhe qëndrueshmëria, pasi që këto produkte kryesisht përdoren për pjesë të makinerisë së rëndë të cilat duhet të kenë qëndrueshmëri ndaj peshës së rëndë (siç është rasti me puseta).

Prandaj, që nga fillimi shkriticja është certifikuar më standartin ISO 9001: 2015 për menaxhimin e cilësisë.

Fonderia E&E fillimisht filloj punën me një furre kupole, dhe një sistem manual te kallypimit, në një sipërfaqe operues prej vetëm 400m², dhe ne kapacitete të vogla prodhimi.

Duke pare interesimin për produktet unike te saj.

Fonderia E&E u zhvilluar hovshëm ku tani operon në një objekt prej 4000m², me një linjë gjysme automatike kallypimi, sistem automatik të përgatitjes se rërës.

1.1 Raporti i mbushjes së furrës në fonderin “E&E”

Madhësia e furrës është 24” apo 61 cm, mbushja e furrës duhet të jetë në përputhje me raportin e dimetrit të furrës, për këtë arsye skrapin para së të futet në furrë duhet ti nënshtrohet procesit të thërrmimit .

Procesi i thërrmimit në Fonderin “E&E” bëhet përmes një prerëse hidraulike e cila me anë të presionit thërrmon skrapin, në disa raste të veçanta thërmimi bëhet përmes çekanëve mekanik, ky proces është mjaft i mundimshëm.

Më diametrin e furrës po ashtu nevojitet përshtatja edhe me koksin metalurgjik, ku madhësia e koksit sillet nga 75 -125 mm.

Raporti i mbushjes është 8.8:1 (për 8.8 kg skrap nevojitet 1 kg koks).

Raporti i përgjithshëm i mbushjes fillestare është 160 kg skrap : 105 kg koks : 20 kg CaCO_3 . Sasia e koksit prej 105 kg nevojitet për ndezjen e furrës kupole, që të vazhdojnë më pas procesi normal serik i mbushjes .

Pastaj vazhdojmë me një mbushje serike të furrës prej 160 kg skrap, pastaj 18 kg koks dhe 2 kg shkrirës.

Varësisht nga sasia e kallypeve, në Fonderin E&E preferohet. që pas ndezjes se furrës norma më e lartë e koksit të shpenzuar vërehet të furra kupole në fonderin “E&E” të bëhen mbi 7 ton shkrirje.

Disa nga faktorët që mund të identifikojmë për këtë përformacë të dobët janë :

- ✚ Presioni më i ulët i ajrit gjatë procesit,
- ✚ Shpërndarja e gabuar e ajrit në vrimën e poshtëm dhe të epërme të furrës.
- ✚ Hyrja jo lineare e ajrit në furrë,
- ✚ Praktikat e dobëta të funksionimit dhe mirëmbajtjes,

Kontrolli i dobët i lëndëve djegëse, (forma, madhësia, pesha)

Furra arrin të shkrijë 2.5 - 3 ton metal për orë.

Mbushja bëhet përmes kranit automatik.

Kova për bartjen e metalit të shkrirë është 500 kg .

1.2 Dimensionet e Furrës kupole në Fonderin E&E

Furra kupola ne Fonderin E&E ka lartësi prej 11.5 m, dimensionet e jashtme të furrës janë 115cm, dimensionet e punës apo dimensionet e brendshme pas veshjes zjarrrduruese janë 60 cm.

Furrat kanë një vëllim të lartë .

Furrat përbëhen nga pese pjesë kryesore:

1. *Fundamenti*,
2. *Vatra*,
3. *Barku*,
4. *Trupi*,
5. *Gryka*.

Fundamenti është pjesa themelore e një furrë i cili në bazën e tij e ka rërë, në të gjenden të dy vrimat. Vrima për bramcë dhe vrima për metal.

Vrima e metalit gjendet në pozicion më të ulët për arsye që metali ka peshë më të rëndë ndërsa më lartë gjendet vrima e bramcës e cila ka peshë më të lehtë.

Poshtë zonës së shkrirjes gjendet vrima për largimin e bramcës, dhe rreth 33cm poshtë vrimës së bramcës gjendet vrima për derdhjen e metalit.

Nga pika më e poshtme e vrimës së bramcës deri në pikën më të lartë të vrimës së metalit njihet zona e grumbullimit të metalit të shkrirë .

Vatra është pjesa në të cilën ndodhë procesi i shkrirjes në këtë zonë arrihen temperaturat më të larta ku gjenden fryrësi të cilët shërbejnë për presionin me ajër në furrën kupole të cilët e sjellin rritjen e temperaturave nga ndezja e vetive kalorike të koksit.

Në furrën kupole të fonderisë “ E&E” gjenden katër vrima në perimetrin e vatrës, nga ku injektohet ajër dhe në raste të veçante dhe oksigjen, vrimat janë forme drejtkëndëshe me dimensione 10x6 cm.

Djegia intensive e koksit bëhet në zonën ku janë të vendosur fryrësit dhe nën ndikimin e vrushkullit të ajrit të fryrë .

Barku është pjesë e furrës kupole e cila gjendet mbi vatër ku nxehtësia kalon përmes saj në pjesën e trupit nga ku dhe fillon dhe procesi i shkrirjes.

Trupi është pjesa më e madhe fizike e një furrës kupole ai shërben për mbushjen me material skrap, koks dhe shkrirës i cili është i destinuar për ndihmë në procesin e shkrirjes.

Gryka shërben në furra si pjesa ku bëhet së pari mbushja me lëndë djegëse pastaj mbushet më lëndën e parë e destinuar për shkrirje. Ku përmes grykës lirohet po ashtu dhe gazrat.

Nga fundamenti i furrës deri tek zona e ngarkesës së furrës që bëhet përmes një krani automatik është një lartësi prej 4 m nga ku dhe bëhet ngarkesa e furrës.

Pas çdo procesi të shkrirjes furra kërkon mirëmbajtje.

Në fillim të ditës si detyrë e parë është ruajtja e dimensionit të furrës për të riparuar konsumin që ka ndodhur gjatë shkrirjes së mëhershme. Duhet të sigurohet që furra të ketë të njëjta dimensione të brendshme para shkrirjes sepse nëse diametrat e zonës lejohen të rriten, norma e produktivitetit për njësi sipërfaqeje do të bjerë, dhe do të ketë nevojë për më shumë koks për të ndërtuar shtratin në lartësinë e kërkuar.

1.3 Disa nga aktivitetet e anëtarëve të projektit në Fonderin E&E

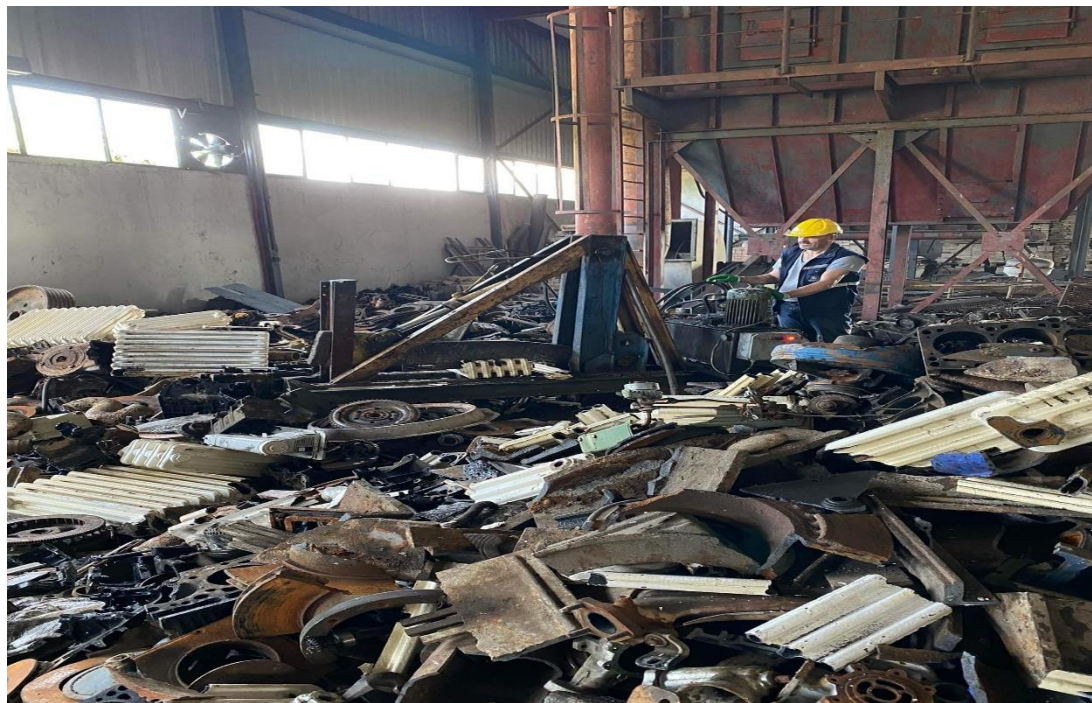


Figura 1: Pamje e prerjes së skrapit në Fonderin E&E në Gjakovë



Figura 2: Pamje e mbushjes së furrës kupole -Gjakovë



Figura 3: Pamje e shkrirjes së metalit në Fonderinë E&E në Gjakovë



Figura 4: Pamje e rrjedhjes së brancës në “Fondernë E&E” Gjakovë



Figura 5: Pamje nga Fonderia "E&E"

KAPITULLI II

2. METODOLOGJIA E PUNËS NË FONDERIN E&E

Procesi i prodhimit të gizës së hirët në furren kupole të “Fonderinë E&E” Gjakovë, fillon me shkrirjen teknologjike të skrapit, ku si lëndë djegëse dhe reduktues shfrytëzohet koksi metaalurgjik, ndërsa si shkrirës më se shpeshti përdoret guri gelqeror, por ka raste edhe kur përdoret gëlqerja, karbid kalciumi, dhe flouriti.

Në figurën 1, janë dhënë materialet metodat dhe procedurat kërkimore.

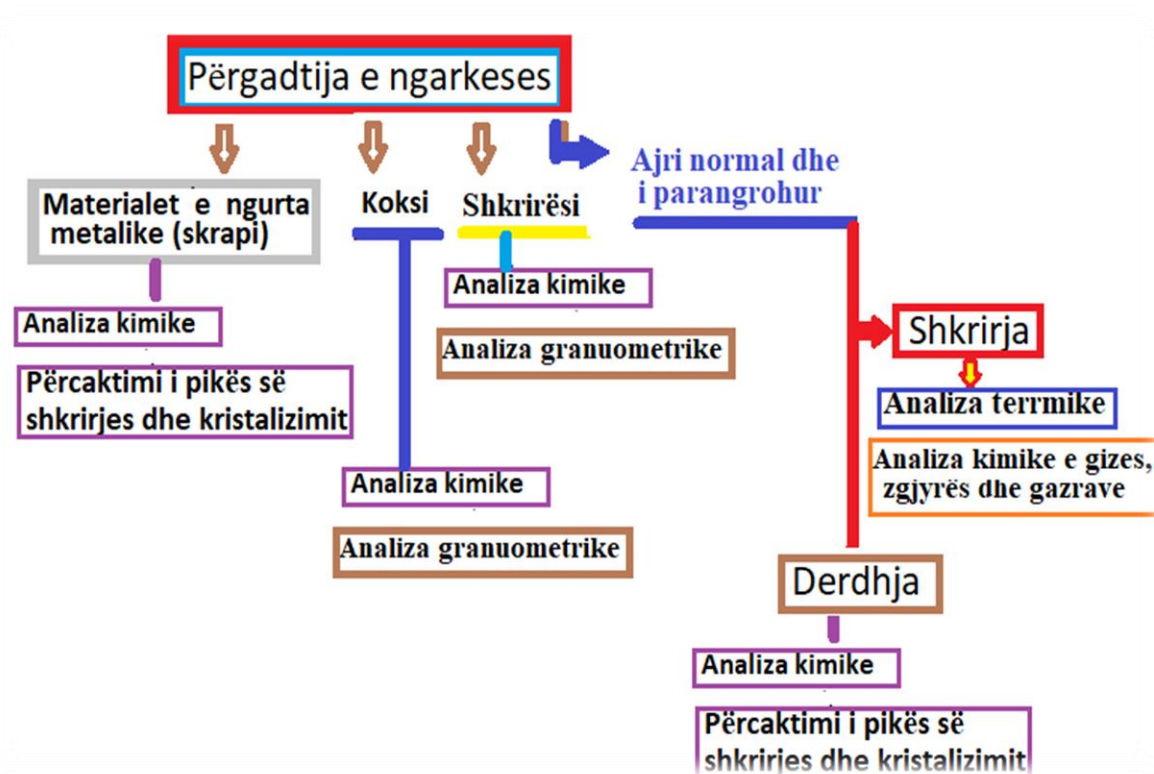


Figura 6: Materialet dhe metodat e kerkimit

Përmes analizave kimike, janë përcaktuar përberjet dhe vetitë e komponentësve të ngarkesës, mbi bazën e të dhënave nga analiza kimike të materialeve metalike-skrapi (gizës, çelikut, ferrolegurave etj.) dhe vlerave të përvetsuar nga standartet dhe specifikacionet për gizën e hiret, girën ductile, gizën e bardh, dhe ferrolegurat tjera.

KAPITULLI III

3. PJESA EKSPERIMENTALE

Pjesa e shqyrtimeve eksperimentale e lidhur më hulumtimin e mundësive për rikthimin e gazit të procesit në furrën kupole është zhvilluar në “Fonderinë E&E” Gjakovë.

Fonderia E&E” Gjakovë ka të instalur një furë kupole me diameter 600 mm dhe lartësi efektive prej 3600 mm. furra ka katër fryerës me hapje jo të standard të vrimave.

Ndrersa ngarkimi bëhet përmes portës që ndodhet në krye të zonës efektive të furrës.

Furra kupole ka dy kanale për derdhje e metalit dhe kanalin për dedhjen e zgjyrës (bramcës). Gazrat, pluhri dhe grimcat tjera shkarkohen në mjedis pa ndonjë opSION pastrimi apo rikthimi të tyre në proces, (figura 2)



Figura 7: Furra kupole në Fonderinë "E&E" Gjakovë

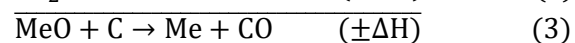
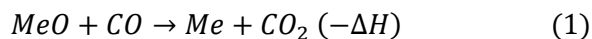
Procesi i shkrirjes në furrën kupole përgjithësisht ka përdorim më të lartë, me që kjo nga se ajo shquhet më koeficientet të lartë të shfrytëzimit të nxehtësisë, dhe konsum të ulët lëndës djegëse krahasuar me agregatet tjera, por kjo vlen në rastet kur bëhet fryrje e ajrit të parangrohur ose/dhe pasur me oksigjen, ndërsa në rastin e “Fonderinsë E&E” Gjakovë fryhet ajri ftohet normal dhe jo i parangrohur, furra është përcjellur me tregues performance jo të favorshëm.

Sipas qasjes aktuale kapaciteti mesatar i prodhimit të gizës sillet sillej nga 1600 deri 2100 kg/h.

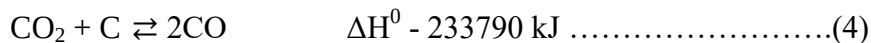
Energjia termike për zhvillimin e procesit të shkrirjes realizohet përmes reaksioneve direkte dhe indirekte.

Reaksionet direkte zhvillohen $> 1000^{\circ}\text{C}$ më ndihmën e karbonit (C) të ngurtë nga koksi, dhe si produkt fitohet CO.

Në fakt karboni i ngurtë nuk mund të difundon në një copë skrapit të ngurtë, por vetëm CO. prandaj, reaksioni i drejtpërdrejtë është rezultat i dy reaksioneve :



Reduktimi direkt është i mundur vetëm në temperaturat e larta, si dhe gjatë kontaktit direkt të shkrirjes FeO-zgjyrë me koksin [2, 6]. Mbi temperaturën 1000°C në praninë e karbonit të ngurtë CO₂ nuk është i qëndrueshëm, gjegjësisht reagon me C e ngurtë sipas reaksionit të Boudouardit (4).



Reaksioni (4) është plotësisht reverzibil në intervalin e temperaturave prej $300 - 1000^{\circ}\text{C}$, çfarë do të thotë se në përberjen e gazit mund të jenë edhe CO edhe CO₂, [2].

Në rastin e furrës kupole me fryrje të ajrit normal dhe jo te parangrohur, reaksioni (4), i cili është endoterm fillon të zhvillohet intenzivisht vetëm në temperaturat $> 800^{\circ}\text{C}$, (figura 3).

Me rritjen e temperaturës shpejtësia e reaksionit vije duke u rritur gjithnjë deri në temperaturë 1300°C , më pas rritja e shpejtësisë së reaksionit vije duke u ngadalësuar, [2,7].

Procesi teknologjik në furrat kupole, përgjithësisht zhvillohet në pesë zona teknologjike.

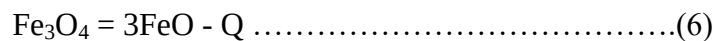
Djegija dhe gazifikimi i koksit kryesisht ngjan në zonën V dhe IV.

koksi i djegur liron energjinë e nevojshme për zhvillimin e procesit të prodhimit e gizës. zona V, shtrirja e së cilës për rastin tonë studimor ishte mjaftë e kufizuar, në pjesën e eperme të fryrës do të lajmërohet atmosferë oksiduese, në mes

atmosferes së dobët oksiduese, dhe fare në fund të fryrëse atmosfera është jo oksiduese, kështu që me këtë rast giza dhe zgjyra (bramca) e formuar në pjesën e eperme të zonës, fillon të ftohet për shkak të humbjës së nxehtësisë përmes mureve pjesërisht por edhe përshak të zhvillimit të reaksionit [4], nese niveli i zgjyrës do të ofrohej fryrëseve (në rastin kur për djegijen e koksit fryhet ajri jo i parngrohur) do të ngjajë oksidimi i zgjyrës përmes oksigjenit të ajrit reaksioni (5).



reaksioni (5) është i pa qëndrueshëm dhe zbertheht sipas reaksionit (6), që është reaksioni i dytë endoterm me konsum të lartë të nxehtësisë.



Kahja dhe shkalla e zhvillimit të këtyre reaksioneve është e varur nga barazpesha Boudorovit.

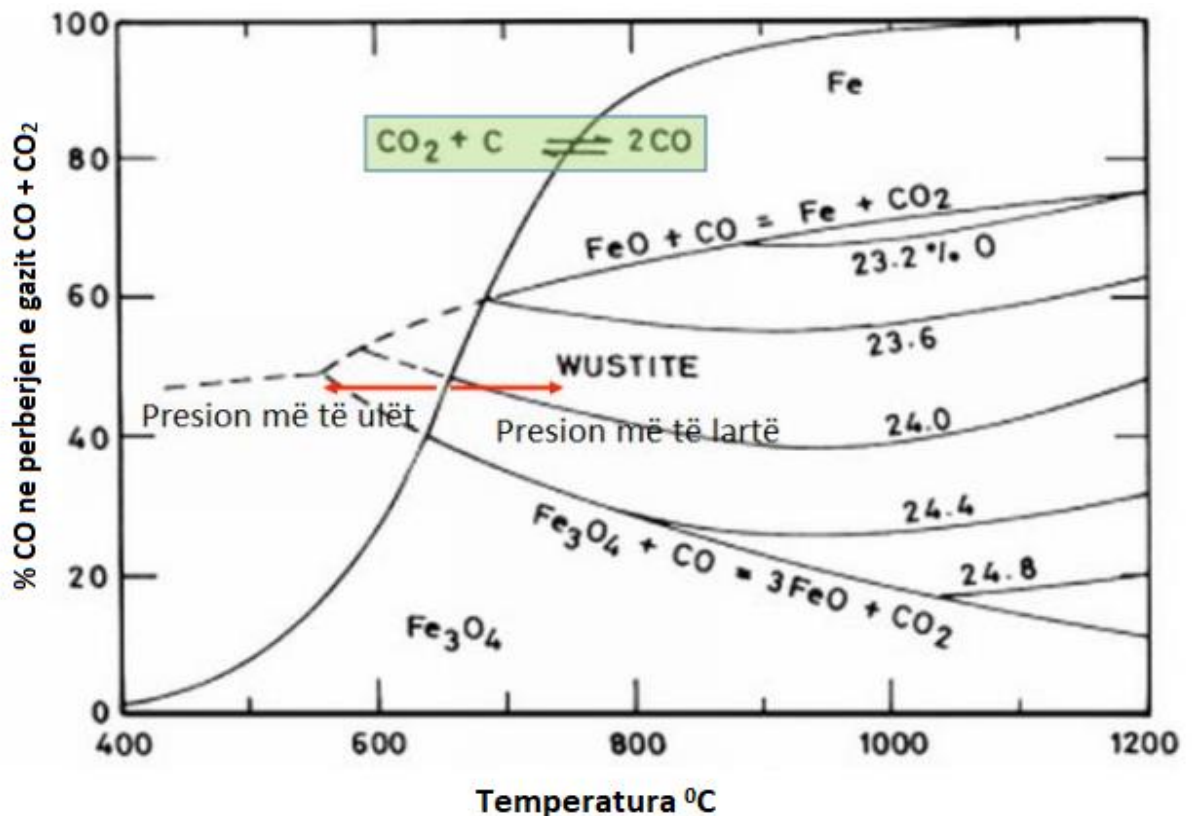


Figura 8: Barazpesha e Boudorovit, [2]

Të dhënat nga studimi deshmojnë se procesi teknologjik në furrën kupole në “Fonderinë E&E” Gjakovë zhvillohet përafërsisht si në figurën 4:

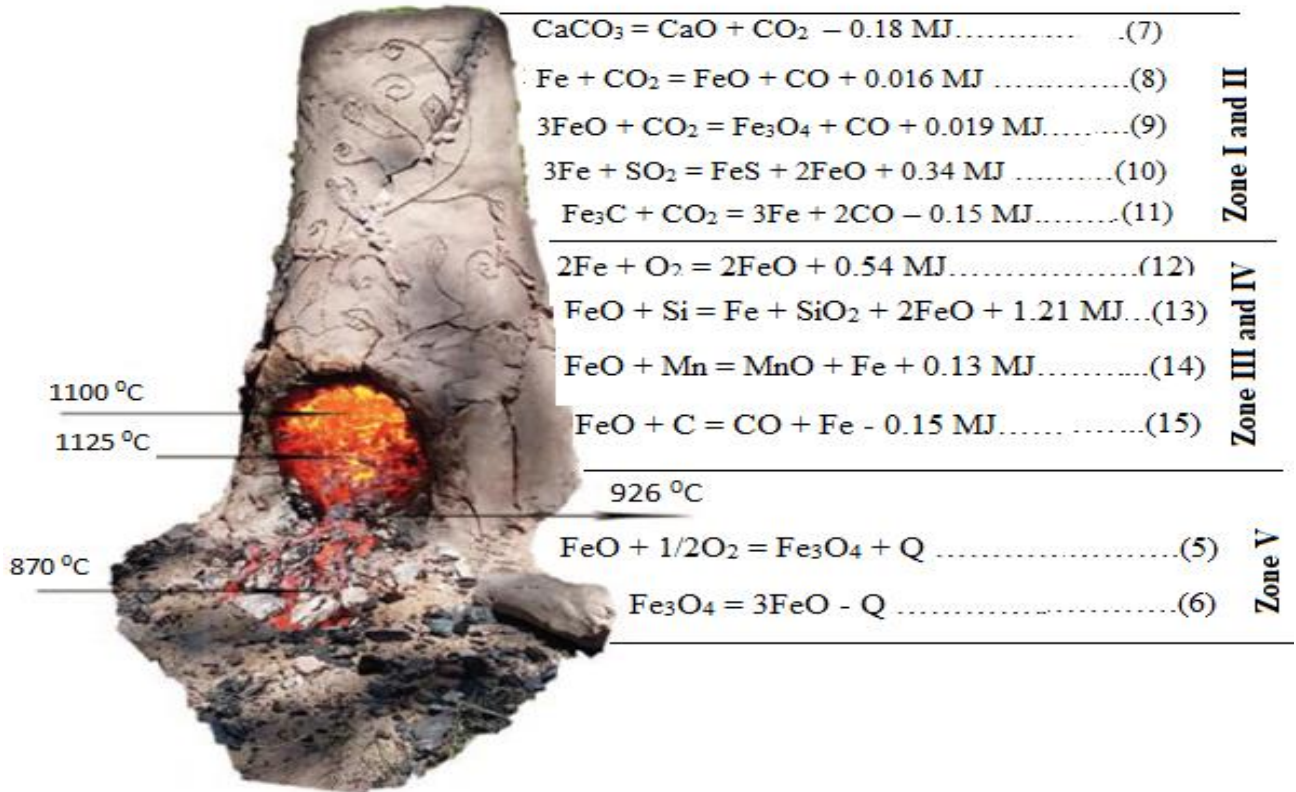


Figura 9: Hulumtimi eksperimental ne vatres se furrës, (zona V dhe IV),

Zona kur paraqitet zgjyra primare dhe humbjet e nxehtësisë përmes murit zjarrrdurues dhe si pasojë e reaksioneve endoterme në furrën e kupolës, fillimisht ngarkohet ngarkesa e përgaditur paraprakisht, ku ga fundi i vatrës deri në një lartësi të caktuar nën fryerës vendoset shtresa e koksit, përberja kikime e të cilit është dhënë në Tabelën 1., [8], i cili ka për detyrë t'i rezistojë peshës së ngarkesës së vendosur mbi të dhe të garantoj energjinë e nevojshme për shkrirjen e komponenteve të ngurtë të ngarkesës si dhe të siguroj cfix të mjaftueshëm për zhvillimin e reaksioneve direkte dhe indirekte.

Tabela 1: Përbërja kimike e koksit metalurgjik

Composition	Cfix	H ₂ O (wet max.)	Ash max.	S max.	P max.	Qd (calorific value), KJ/kg
%, weight	89.90	1-1.5	10.80	0.58	0.037	27600 - 29500

Source: foundry "E&E" Gjakova/Kosovë

Mbi shtresën e koksit vendoset shtresa e shkrirësit - CaCO_3 , përberja kimike e të cilit është dhënë në tabelen 2, [8].

Tabela 2: Përbërja kimike e gurit gëlqeror (CaCO₃)

Composition		CaO	FeO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	H ₂ O
%, weight		52	1	0.6	1.2	1.5	0.6

Procesi i shkrirjes është i ngjashëm me një furrë lartë të vogël, ku materialet levizin sipas rrjedhës së kundërt, [2, 7]. bazuar në përbërjen kimike të përbërësve të ngarkesës (tab. 1, 2 dhe 3) dhe raporteve procenuale të tyre e tyre është hartuar profili termik i procesit teknologjik të furrës kupole (si në figurën 4).

3.1. PJESA EKSPERIMENTALE NË LABORATORIN E FGJ- DEPARTAMENTIN MATERIALE DHE Metalurgji

Mostrat e skrapit janë marr në Fonderin E&E në Gjakovë i kemi sjell në laboratorin e FGj në departamentin Materile dhe Metalurgji dhe i kemi përgatitur se bashku me laborantin Enver Habibaj. [Pamje e skrapit foto1.]



Foto 1: Pamje e përgatitjes se mostrve te skrapit për shkrirje në FGJ

Foto 2: Në laboratorin e FGJ Departamenti Materiale dhe Metalurgji-përgatitja e furrës për shkrirje të skrapitFoto 3: Pamje e përgatitjes se mostrve te skrapit për shkrirje në FGJ



Foto 4: Studenti duke përgatitur paisjen për prerjen e mostres së skrapit

3.2 Realizimi i shkrijes se skrapit ne furren induktive ne laboratorin e FGJ



Foto 5: Në laboratorin e FGJ Departamenti Materiale dhe Metalurgji-përgatitja e furrës për shkrijje të skrapit



Foto 6: Pamje e matjes se temperaturës së shkrijjes



Foto 7: Pamje e derdhjes së mostrës së shkrirë në rërën ku do ngurtësohet

U realizuan shkrirjet e nëntë mostrave:

Tabela 3: Temperatura e shkrirjes dhe koha e qëndrimit në furrën induktive të skrapit "Fonderin E&E"

Numri i mostrave	Emertimi	Koha e shkrirjes	Temperatura e shkrirjes
1	Skrapi i maqinave	8 min	1260 °C
2	Skrapi i kthyshëm	7 min	1409 °C
3	Bllok motori	10 min	1293 °C
4	Armatūra	7 min	1455 °C
5	Skrapi i derdhur	4 min	1310 °C
6	Gyp gizë	3 min	1380 °C
7	Disk i makinave	2min	1337°C
8	Radiator	3min	1376°C
9	Zgjyra	6min	1450°C

3.3 PËRCAKTIMI I VETIVE MEKANIKE TË SKRAPIT TË “FONDERIS E&E” NË INSTITUTIN BALLKAN PROJEKT

Për përcaktimin e vetive mekanike të skrapit që përdoret në Fonderin E&E, mostra e skrapit u përgatit në laboratorin e UIBM, ku mori formën e zgjatur të përgatitur nga studentet dhe laboranti (foto.6).



Foto 8: Pamje e skrapit e vendosur në furrën induktive për shkrirje



Foto 9: Pamje e mostrës (skrapit) të shkrirë



Foto 10: Pamje e mostrës së përgatitur për caktimin e vetive mekanike

Mostra e skrapit e përgatitur në laboratorin e UIBM u dërgua në Institutin “Ballkan Projekt” Prishtinë për përcaktimin e vetive mekanike.

Në foto shihet Prof.Izet Ibrahimimi duke ju sqaruar studenteve përgatitjen e fazave për përcaktimin e vetive mekanike:



Foto 11: Pamje e përgatitjes se studenteve për përcaktimin e vetive mekanike në IMK “Ballkan Projekt” Prishtinë

3.4 Provat e materialeve kanë për qëllim përcaktimin e vetive të materialit në kushte të njëjta me kushtet në të cilat bejmë eksplotimin.

- Te gjitha provat e metaleve, varesisht nga vetitë e tyre mund të ndahen ne keto grupe :
 - Prova te vetive kimike
 - Prova te vetive fizike
 - Prova të vetive mekanike
 - Prova të vetive teknologjike
 - Prova defektoskopike

Sipas llojit të forces mund të ndahen edhe në

- a) Prova statike dhe
- b) Prova dinamike

3.5 Prova e tërheqjes

Me proven e tërheqjes përcaktohet qëndrueshmëria dhe deformimi për shkak të veprimit të forces aksiale:

- Qëndrueshmëria
 - ✚ qëndrueshmëria në tërheqje,
 - ✚ kufiri i rrjedhshmërisë,
 - ✚ kufiri i elasticitetit,
 - ✚ kufiri i proporcionalitetit
 - ✚ moduli i elasticitetit
- Deformimi:
 - ✚ zgjatimi
 - ✚ ngushtimi

3.6 Mostra për proven e tërheqjes

Mostra paraqet copën (pjesën) e marr nga materiali dhe përpunimin në përmasa dhe në formë të caktuar.

Kampioni për proven e tërheqjes mund të jetë standard ose teknik.

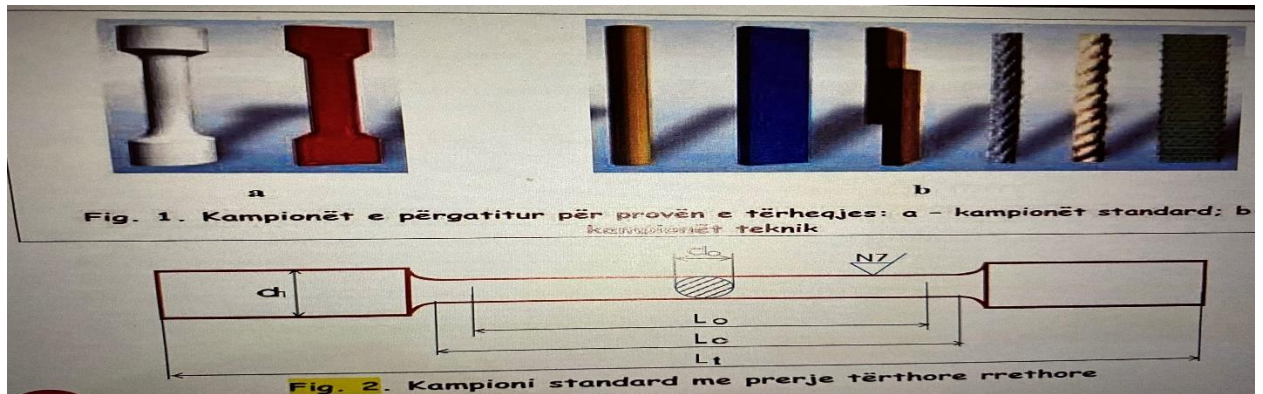


Foto 12: Pamje e kampioneve të përgatitura

3.7 Realizimi i provës

Mostra vendoset në makinë dhe behet shtrengimi i rregullt, ne menyre qe veprimi i forcës te jetë i njëtrajtshem. Rritja e forces duhet te jetë e tillë qe sforcimi specifik në kufirin e elasticitetit të mos kalon 10 N/mm^2 brenda nje sekondë.

Gjatë provës mund te lexohen drejtëpërdrejt në instrumentin e makines disa vlera karakteristike.

Në bazë të rezultateve të fituara, dhe atyre te llogaritura nga diagrami mund te llogariten edhe sforcimet .



Foto 13: Pamje e vendosjes se mostrës për matje



Foto 14: Vendosja e mostrës në pajisje



Foto 15: Aparatura e lidhur me paisjen e përcaktimit të vetive mekanike

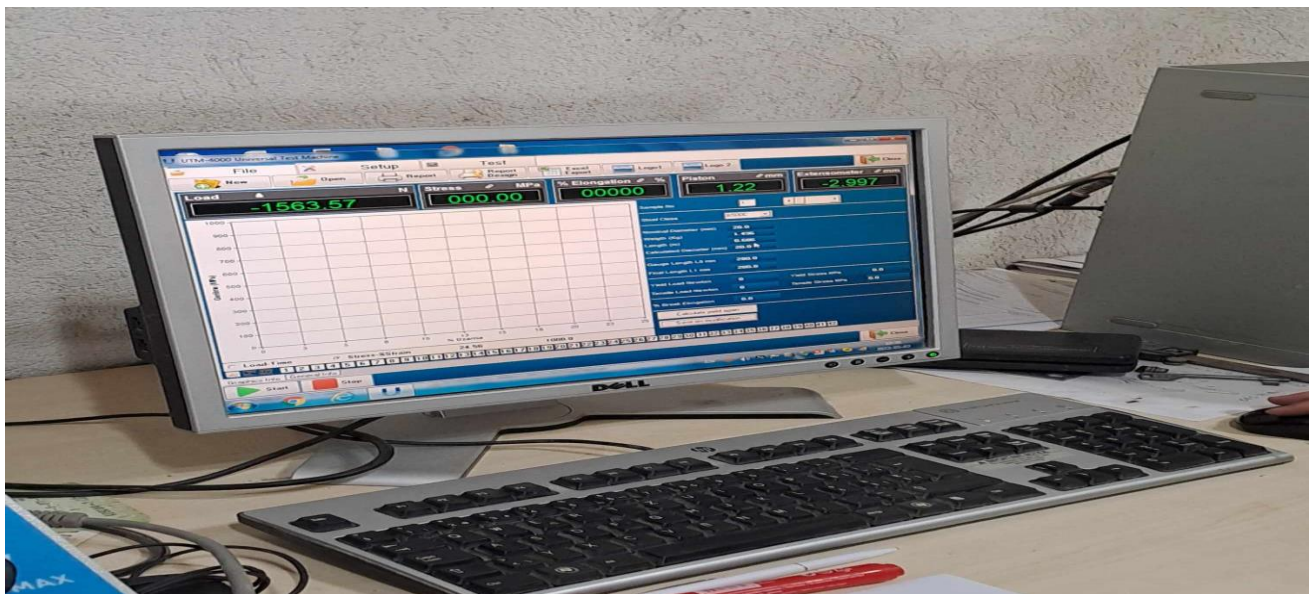


Foto 16: Paraqitja e të dhënave të vetive mekanike në kompjuter

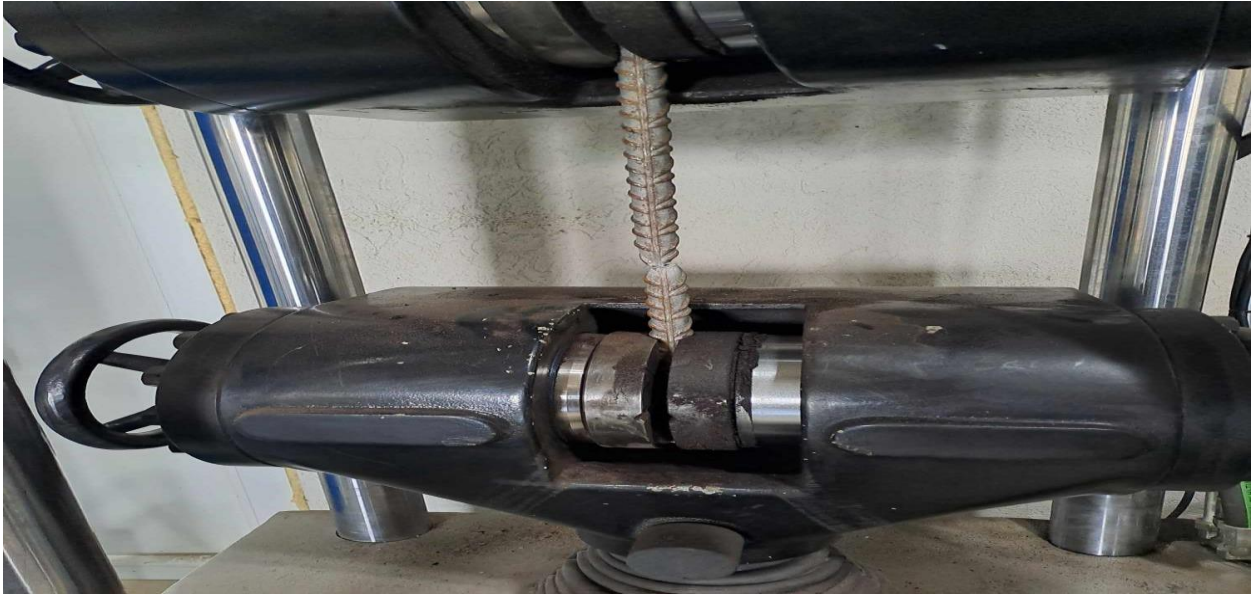


Foto 17: Pamje e tërheqjes se mostrës



Foto 18: Pamje e mostrës që ju përcaktuam vetit mekanike

Pas kesaj kuptojme që provat janë të domosdoshme për :

- Hulumtime fundametale dhe zhvillim të materialit
- Zgjedhjen e materialit, llogaritjen dhe projektimin e konstruksioneve inxhinierike
- Definimin e nivelit të cilësisë së konstruksioneve inxhinierike

- Definiimin e parametrave teknologjike për të gjitha metodat e përpunimit
- Identifikimi i shkaktarëve të havarive të ndryshme të konstruksioneve inxhinierike
Në tabelën kemi paraqitur analizat kimike të gizës së hirtë temperaturat dhe vetitë mekanike të analizuara

Tabela 4: Përbërja kimike dhe qëndrueshmëria në tërheqje e materialeve metalike – skrap

Chemical composition and tensile strength of alloyed cast iron – resistance to thermal fatigue							
Type of scrap	C, %	Si,%	Equal, C	T sol. °C	T liq. °C	Tcas. °C	σ_m MPa
Cast iron 4.5% C, ASTM A48	3,2 –3.6	2.2 2.8	3.78	1997	1261	1304	414 -1380
Engine block	3.1 –3.4	2.2 –2.7	3.73	1994	1205	1293	275
Steam cylinder/cast iron	2.8 –3.1	0.9 –1.0	4.15	1997	1157	1327	277
Diesel engine head	3.0 – 3.2	0.9 – 1.2	3.67	1197	1209	1293	274
Block engine head	2.9-3.1	1.4 – 1.6	3.70	1195	1207	12901	314
Car discs	3.0- 3.6	1.8 – 2.8	3.59	1204	1302	1373	-
Scrap of radiators	3.2-3.8	1,9 – 2.3	3,52	1209	1306	1337	288
Reinforcing bars for construction concrete	1.2 - 2.13	1.5 – 1.8	2.8	1227	1318	1376	223

Nga shqyrtimet në kushte industriale të treguesve të performancës së furrës me kupole në “Fonderinë E&E” Gjakovë, (ku dozohet ajri normal dhe jo i ngrohur paraprakisht), rezulton se energjia primare e futur në furrë realizohet nga djegija e koksit, kështu që projektimi i një sistemi për pasurimin me oksigjen dhe ngrohjen e paraprake të ajrit të pasuruar me oksigjen është faktor kyç, për përcaktimin e të gjithë treguesve të tjerë të performancës së procesit teknologjik, dhe atij të prodhimit në “Fonderinë E&E” Gjakovë .

Bazuar në studimet teorike dhe eksperimentale të zhvilluara në kuadër të këtij projekti kërkimor, opsioni më i përshtatshëm për ritjen e kapaciteve prodhuese të shkitorës, reduktimit të kostos, përmirësimit të cilësisë si dhe mbrotjes së mjedisit është aplikimin i skemës teknologjike e bazuar në sitemin e ngrohjes së ajrit në furrën kupole me oxhak të mbyllur.

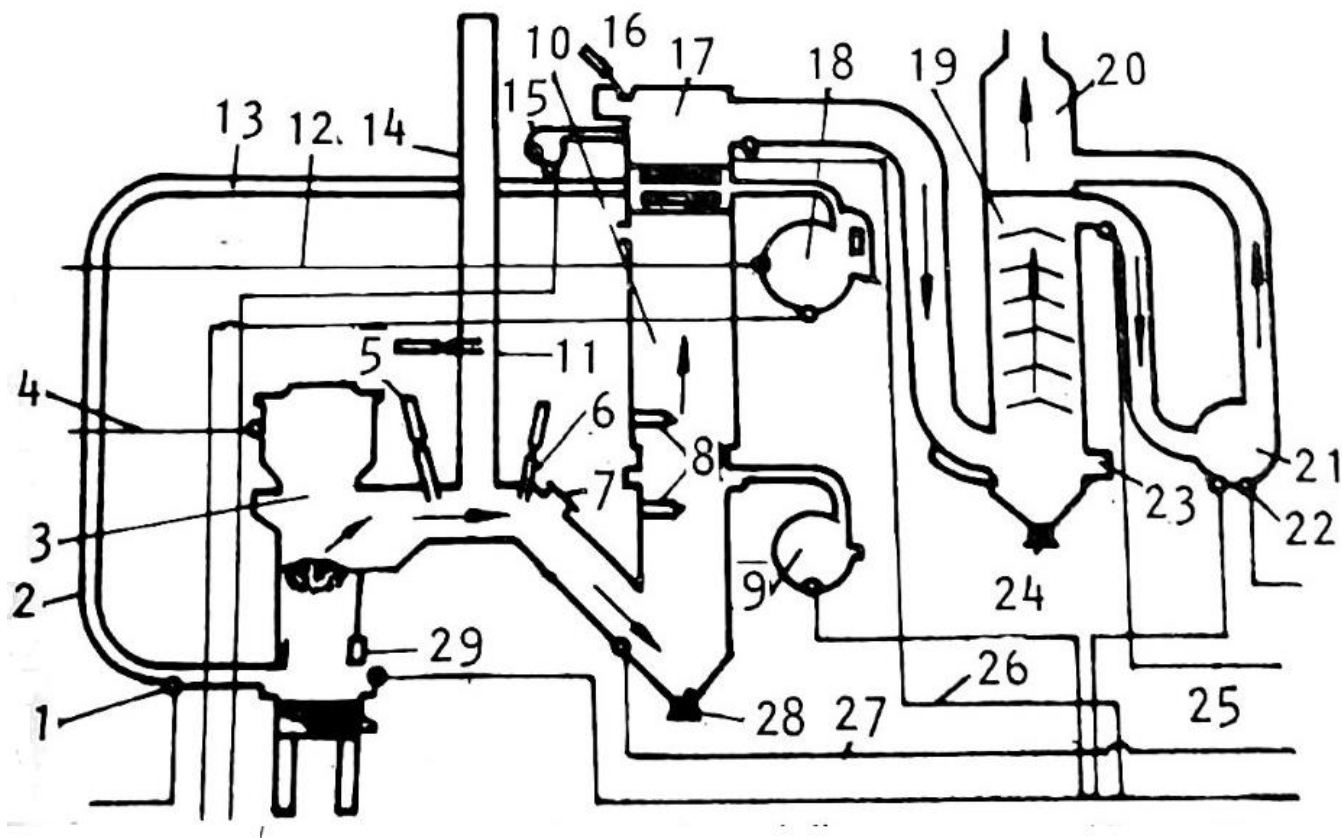


Figura 10: Furra kupole për parangrohjen e ajrit me oxhak të mbyllur

(1. pikë kontrolli i temperaturës së ajrit të nxehtë, 2. gyp përcjellës për ajër të nxehtë, 3. oxhak i mbyllur i furrës së kupolës, 4. pikë kontrolli, 5. pikë për kontrollën e përbërjes së gazit të furrës kupolle, 6. pikë kontrolli e shtypjes, 8. valvulë siguroese, 9. ventilator ajri për djegien e gazit të furrës kupole, 10. komora/dhomë djegije, 11. valvulë e oxhakut reyervë, 12. regullatori automatic i sasisë së ajrit, 13. gyp sjellës i ajrit të nxehtë, 14. gypsjellësi rezervë, 15. ventilator për fryerje të rekuperatorit, 16. valvula siguroese, 17. rekuperator, 18. valvulë, 19. pastrues ajri i lagësht, 20. dhomë/komorë djegieje, 21. oxhak, 22. rregullator, 23. ventil, 24. largimi/pastrimi nga hiri, 25. pikë kontrolli, 26. pikë kontrolli, 27. pikë kontrolli, 28. largimi i grimcave të mëdha)

Në rastin e furrës së kupolës në “Fonderinë E&E” Gjakovë, opsioni i porpozuar si më lartë do të ishte një zgjidhje afatgjate e rikupeimit të energjisë termike, rritjes se kapaciteit prodhues , por mbi të gjithat një kontribut i lartë në uljen e emitimeve të gazrave me efekt serë aferë zeros.

KAPITULLI IV

DISKUTIMI I REZULTATEVE

Sipas qasjes aktuale, (regjimi punues me ajër normal) sasia e zgjyrës së shkrirë sillet nga 8 deri në 10%, perberja kimike e ngarkesës ka rezultuar si në tabelën 5.

Tabela 5: Përbërja kimike e skorjes për ngarkesë nr. 14/V-23

Compositio n		Fe	Ni	Cr ₂ O ₃	Mn O	CaO	Mg O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe O	Oth .
Samp. no.1	%	0.9 7	0.0 2	0.01	3.5	24.8 0	4.52	6.97	51.7 6	7.3	0.4 4
Samp. no.2		0.9 4	0.0 2	0.01	3.38	26.7 0	4.98	6.82	49.5 0	6.9 8	0.4 2
Samp. no.3		0,9 8	0.0 3	0,01	3.4	25.9 5	5.03	6.67	49.7 6	7.4	0.4 5

Si shkrirës është shfrytëzuar CaCO₃ sasia e të cilit në raport me pjesën metalike të ngarkesës sillet në kushtet industrial për rastin e ngarkesës table.a4 sillet nga 3 deri në 6 %. Ndërsa koksi me përqendrim të Cfix prej 89.0%.

Është dozuar me 10.9% të sasisë së pjesës metalike për ngarkesën tabela4..

Tabela 6: Përbërja prej gize në shkritoren "E&E"

Elemente	Mean
C	3.25
Si	1.03
Mn	0.61
P	0.14
S	0.07
Cr	0.54
Ni	<0.015
Cu	0.19
Co	>0.50
Fe	92.93
CE	0

Burimi: Elbasan

Si pasojë e shfrytëzimit të ajrit normal (jo të pasuruar me oksigjen) dhe jo të parangrohur, zona oksiduese V ka rezultuar me një shtrirje mjaftë të kufizuar, ku në pjesën e poshtë me të saj kishte rënje të temperaturës nën 900 °C.

Për faktin se në pjesën e sipërme të zonës V, (pjesa e eperme e fryrësve) oksigjeni i ajrit është shpenzuar po thuaj se tërësisht për oksidimin e përbërseve në ngarkesë, në pjesën e epërme për mungesë të oksigjenit ka rezultuar oksidimi i Cfix nga koksi përmes CO₂ (reaksioni 4), i cili njihet si reaksion i gazifikimit dhe me konsum të lartë të nxehtësisë.

Në rastet kur niveli i zgjyrës i është ofruar fryrësve oksidimi i zgjyrës është zhvilluar sipas reaksioni (5), ku për shkak të stabilitet të dobët të Fe₃O₄ është stimuluar reaksini endoterm ($\text{Fe}_3\text{O}_4 = 3\text{FeO} - \text{Q}$).

Humbjet e nxehtësisë përveç këtyre dy reaksioneve endotermike, ishin edhe gjatë dozimit të ngarkesën në hapjën/derën ngarkuese, si dhe përmes mureve të furrës. veshja zjarrduruese e furrës kupole në Fonderin E&E ishte nga materialet zjarrduruese shamote (gjysmë acidike) me zjrrdurueshmeri jo të përshtatshme dhe murosje që nuk ka siguruar shkrirje në temperatura më të larta se 1300 °C.

Sipas vlerësimeve teorike të procesit raporti në mes CO dhe CO₂ në përbërjen e gazit nuk ka kaluar nivelin më të lartë se 30% të CO dhe 70%.

Për shkak të diametrit tepër të ulët të furrës, si dhe formës së papërshtatshme të vrushkullit të ajrit (forma katrore e fryrësve) shpejtësia e lëvizjes së gazrave nëpër zonat e furrës ka rezultuar të jetë shumë e lartë, me cka edhe niveli i zhvillimit të reaksioneve indirekte ishte teper i ulët.

KAPITULLI V

PERFUNDIMET ME REKOMANDIME

Sipas qasjës aktuale, furra kupole në “Fonderin E&E” është përcjellur më kapacitete të ulët të prodhimit, humbje të larta të metalit me zgjyrë (bramcë), temperaturë të ultë të shkrirjes, konsum të lartë të veshjës zajrdurese, humbje të larta të nxehtësisë dhe ndotje të lartë mjedisore. treguesit e tillë teknologjik, përveç përfomancës së ultë të procesit të prodhimit kanë determinuar cilësi dhe kontrolle të dobëta të procesit, kosto të lartë prodhuese si dhe vështërsi në prodhimin e gizave dhe përlidhje tjera të hekurit me karbon.

Për përmirësimin e tregueseve të përfomancës së procesit, prodhimin e gizave dhe ferrolegurave tjera, reduktimin e kosotove si dhe mbrotjen e mjedisit, opsioni teknologjik i parangrohjes së ajrit të nevojshëm për djegijen e koksit në vatren e furrës si dhe rekuperimi i energjisë, zgjidhja konstruktive, rikthimi dhe parangrohja e ajrit në furrën kupole pa oxhak do të ishte nderë zgjidhjet më të përshtatshme teknologjike dhe ekonomike për rastin e në “Fonderin E&E” në Gjakovë.

Nga puna jonë eksperimentale dhe industriale në Fonderinë E&E në Gjakovë do e japim si rekomandim edhe zëvendësimin e furrës kupole me teknologji të reja të shkrirjes së drejtpërdrejt të skrapit si një mundësi e ndërrimit të teknologjive dhe mundësive të zvogëlimit të dioksidit të karbonit në ambientin e fonderisë.

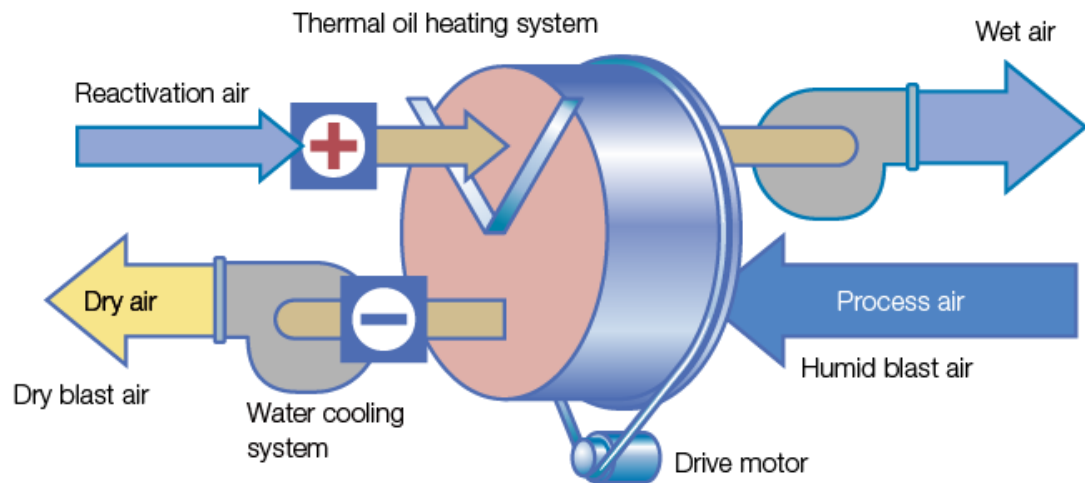
Nga puna jonë industriale dhe eksperimentale e realizuar në “Fonderin E&E” dhe nga literature hulumtuara të përmirësimit të procesit teknologjik në furra kupole në botë po e rekomandojmë Fonderin E&E në Gjakovë të përdorën shembullin e njejtë

Waupaca Foundry (WFI) e Hitachi Metals Group në Shtetet e Bashkuara prodhon derdhje që përdoren kryesisht si pjesë automobilistike. Prodhimi i derdhjeve kërkon një energji të madhe për proceset e shkrirjes së metaleve. Për të kontribuar për ta bërë shoqërinë më të qëndrueshme, WFI ka formuluar një vizion origjinal dhe ka arritur rezultate të rëndësishme me përmirësimin agresiv të menaxhimit të energjisë dhe masave të kursimit të energjisë. Nëpërmjet menaxhimit dhe funksionimit të efikasitetit me cilësi të lartë, Uzina e WFI 1 në Waupaca, Wisconsin, ishte shkritorja e parë në Shtetet e Bashkuara që mori certifikimin ISO 50001*1 të sistemeve të menaxhimit të energjisë dhe ka mbetur e çertifikuar që atëherë. WFI gjithashtu ka bërë përpjekje për të reduktuar emetimet e CO₂ në impiantet e tjera në përputhje me pajisjet në çdo vendndodhje dhe ka ulur emetimet e CO₂ me 15% krahasuar me vitin fiskal 2018.

Fabrika 5 në Tell City, Indiana, prodhon 250,000 ton derdhje për automobila çdo vit duke përdorur dy furra kupolash. Kur ajri që fryhet për djegijen e koksit në kupola përmban lagështi, përdoret më shumë koks ndërsa efikasiteti i djegies dhe

temperatura e djegies ulet, duke i bërë kupolat më pak efikase. Prandaj, WFI instaloi një sistem dehidrifikimi me fryerje duke përdorur një rrotë tharëse për të hequr lagështinë nga ajri i jashtëm përpara se të nxehet paraprakisht në një shkëmbyes nxehtësie rikuperuese për t'u përdorur si ajër fryërs.

Me këtë sistem, sasia e koksit të përdorur u zvogëlua me 2.5% (600 ton) dhe CO₂ u shkurtua me 1,902 t-CO₂ në vitin fiskal 2019. Kjo përfaqësonte një rënie prej 0.7% në sasinë totale të energjisë së përdorur në Uzinën 5 krahasuar me vitin e kaluar fiskal.



MUNTERS® Dehumidification System Installed at Waupaca Foundry Plant 5

Figura 11: Sistemi i largimit(dehidrifikimi) të lagështisë në furrën kupole

LITERATURA:

1. Ch. Stephen, Iron melting cupola furnaces for the small foundry, Printed in USA, 2000
2. Ibrahim I., Metalurgjia e hekurit, UIBM, Mitrovicë, 2023
3. S. Katz et al. (eds.), Chemical processes and heat loss in cupolas, Foundry Processes© Plenum Press, New York, 1988
4. Anil Barik, Good Maintenance practice and maintenance hazards in a foundry – Some observations, <https://www.researchgate.net/publication/322100996>
5. [5] Semih Genculu, P.E., Cast Irons -- Properties and Applications, CAB, WorldWide, 2023
6. [6] A. Ghosh, A. Chatterjee. Ironmaking and steemaking: Theory nad practice. PHI Learning private limited. NeË Delhi, 2013
7. [7] Galvaš Z. Osnove livanja metala, Sisak, 2014;
8. [8] Ibrahim I., Desulfurimi jashta furre mundesi e optimalizimit te prodhimit te ferronikelit ne shkritoren “Ferronikeli” ne Drenas, Prishtinë, 2022;
9. [9] Mullinger P., Jenkins B., Industrial and process furnaces, Copyright © 2008 Elsevier Ltd.
10. [10] Y. Y. Ochejah, O. Cyril, I. F. Omaone, A. F. OgWudubi, O. A. Onakemu, Cupola furnace design and fabrication for industrial development, International Journal of Scientific Advances, ISSN: 2708-7972, Mar - Apr 2021 Available Online: www.ijscia.com, DOI: [10.51542/ijscia.v2i2.3](https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i2.3)
11. [11] O, Cyril, Design, Fabrication and Construction of Cupola Furnace for Metallurgical Industries, www.opastonline.com, 2020
12. [12] Bcira. Cupola desing operation and control. Alvechurch Birmingham. 1979
13. [13] E.D. Larsen, D.E.Clark, K.L. Moore, P.E. King, Intelligent control of cupola melting, Osti, 1997
14. Hitachi Metals, Ltd, 2019 Reducing CO₂ by Increasing the Efficiency of Cupola Furnaces and Utilizing Unused Energy Through Heat Recovery.

LISTA E FIGURAVE

Figura 1: Pamje e prerjes së skrapit në Fonderin E&E në Gjakovë	9
Figura 2: Pamje e mbushjes së furrës kupole -Gjakovë	9
Figura 3: Pamje e shkrirjes së metalit në Fonderinë E&E në Gjakovë	10
Figura 4: Pamje e rrjedhjës së bramcës në “Fondernë E&E” Gjakovë.....	10
Figura 5: Pamje nga Fonderia "E&E"	11
Figura 6: Materialet dhe metodat e kerkimit.....	12
Figura 7: Furra kupole në Fonderinë “E&E” Gjakovë	14
Figura 8: Barazpesha e Boudorovit, [2]	16
Figura 9: Hulumtimi eksperimental ne vatres se furrës, (zona V dhe IV),	17
Figura 10: Furra kupole për parangrohjen e ajrit me oxhak të mbyllur	33
Figura 11: Sistemi i largimit(dehidrifikimi) të lagështisë në furrën kupole.....	37

LISTA E FOTOVE

Foto 1: Pamje e përgatitjes se mostrave te skrapit për shkrirje në FGJ	19
Foto 2: Studenti duke përgatitur paisjen për prerjen e mostres se skrapit	20
Foto 3: Në laboratorin e FGJ Departamenti Materiale dhe Metalurgji-përgatitja e furrës për shkrirje të skrapit.....	21
Foto 4: Pamje e matjes se temperaturës së shkrirjes.....	21
Foto 5: Pamje e derdhjes së mostrës se shkrirje në rërën ku do ngurtësohet.....	22
Foto 6: Pamje e skrapit e vendosur në furrën induktive për shkrirje	23
Foto 7: Pamje e mostrës (skrapit) të shkrirë.....	24
Foto 8: Pamje e mostrës së përgatitur për caktimin e vetive mekanike	25
Foto 9: Pamje e përgatitjes se studenteve për përcaktimin e vetive mekanike në IMK “Ballkan Projekt” Prishtinë.....	26
Foto 10: Pamje e kampioneve të përgatitura	28
Foto 11: Pamje e vendosjes se mostrës për matje	29
Foto 12: Vendosja e mostrës në pajisje	29
Foto 13: Aparatura e lidhur me paisjen e përcaktimit të vetive mekanike	30
Foto 14: Paraqitja e të dhënave të vetive mekanike në kompjuter	30
Foto 15: Pamje e tërheqjes se mostrës.....	31
Foto 16: Pamje e mostrës që ju përcaktuam vetit mekanike	31

LISTA E TABELAVE

Tabela 1: Përbërja kimike e koksit metalurgjik	17
Tabela 2: Përbërja kimike e gurit gëlqeror (CaCO_3).....	18
Tabela 3: Temperatura e shkrirjes dhe koha e qëndrimit në furrën induktive të skrapit”Fonderin E&E”	22
Tabela 4: Përbërja kimike dhe qëndrueshmëria në tërheqje e materialeve metalike – skrap	32
Tabela 5: Përbërja kimike e skorjes për ngarkesë nr. 14/V-23	34
Tabela 6: Përbërja prej gize në shkritoren "E&E"	34