

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY
DARAJALAR BERUVCHI DSc.03/30.12.2019.T.03.04
RAQAMLI ILMIY KENGASHDA**

TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

BEKCHANOVA VALIDA BAXRAM QIZI

**ASOSLI FUTEROVKANI QAYTA ISHLASH ASOSIDA PECH
FUTEROVKASINING XIZMAT MUDDATINI OSHIRISH
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

05.02.01 – Mashinasozlikda materialshunoslik. Quymachilik. Metallarga termik va bosim ostida ishlov berish. Qora, rangli va noyob metallar metallurgiyasi. Kamyob, nodir va radioaktiv elementlar texnologiyasi (quymachilik va metallarga ishlov berish yo‘nalishi)

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2023

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Bekchanova Valida Bahrom qizi

Asosli futerovkani qayta ishlash asosida pech futerovkasining hizmat muddatini oshirish.....3

Бекчанова Валида Бахром қизи

Разработка технологии увеличения срока службы футеровки печи на основе основной обработки футеровки.....19

Bekchanova Valida Bakhram qizi

Development of technology for increasing the service life of the furnace lining based on the basic lining treatment.....28

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....34

RAQAMLI ILMIY KENGASHDA
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

BEKCHANOVA VALIDA BAXRAM QIZI

**ASOSLI FUTEROVKANI QAYTA ISHLASH ASOSIDA PECH
FUTEROVKASINING HIZMAT MUDDATINI OSHIRISH
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH**

05.02.01 – Mashinasozlikda materialshunoslik. Quymachilik. Metallarga termik va bosim ostida ishlov berish. Qora, rangli va noyob metallar metallurgiyasi. Kamyob, nodir va radioaktiv elementlar texnologiyasi (quymachilik va metallarga ishlov berish yo‘nalishi)

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD) DISSERTATSIYASI
AVTOREFERATI**

Toshkent – 2023

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.2.PhD/T2850 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash web sahifasida (www.tdtu.uz) va "Ziyonet" Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Turaxodjayev Nodir Djaxongirovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Abdullayev Fatxulla Sagdullayevich
texnika fanlari doktori, professor
Berdiyarov Baxriddin Tilovqabulovich
texnika fanlari doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Andijon mashinasozlik instituti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.03.04 raqamli Ilmiy kengashining 2023 yil «9» dekabr soat 1100 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100095, Toshkent shahar, Olmazor tumani, Universitet ko'chasi 2 – uy. Tel./faks: (99871) 227 – 10 – 32, e – mail: tadqiqotchi@edu.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat texnika universiteti Axborot resurs markazida tanishish mumkin (354 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100095, Toshkent shahar, Olmazor tumani, Universitet ko'chasi 2 – uy. Tel./faks: (99871) 227 – 10 – 32.

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «25» noyabr kuni tarqatilgan.
(2023 yil «25» noyabrdagi № 169 – raqamli reestr bayonnomasi).

K.A.Karimov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, professor

Sh.B.Tashbulatov

Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD

N.S.Dunyashin

Ilmiy kengash huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy ilmiy seminar raisi
texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Dunyoda ishlab chiqarish korxonalarida qora metall va uning qotishmalarini suyuqlantirishda foydalanib kelinayotgan elektr pechlari futerovkasining emirilishi natijasida hosil bo'ladigan elementlarning singishi natijasidagi strukturadagi salbiy o'zgarishlarni bartaraf etish texnologiyasini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu yo'nalishda dunyodagi sohaning yetakchi davlatlari, jumladan AQSH, Germaniya, Xitoy, Slovakiya, Janubiy Afrika, Koreya, Rossiya kabi davlarining ilmiy-tadqiqot muassasalarida ilmiy tadqiqotlar futerovkaning issiqbardoshligini, pechga yuklanayotgan shixta zarbiga chidamliligi va pech haroratining o'zgaruvchanligiga bardoshligini oshirish yo'nalishida keng miqyosida ilmiy – tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

MDX davlatlarida Rossiya, Ukraina va Qozogistonda elektr pechlarini futerovkasini eyilishini kamaytirish orqali pech futerovkasini ishlash muddatini oshirish bo'yicha bir qator yo'nalishlarda ilmiy taqiqotlar qilinmoqda. Shu bilan birga elektr yoy pechlarida qora metall va uning qotishmalarini suyuqlantirish jarayonida pech futerovkasini yemirilishini kamaytirib, ish muddatini oshirish orqali resurs tejankorlikni ta'minlaydigan samarali usul asosida pech futerovkasini yemirilishbardoshliligini oshirish texnologiyasini yaratishga alohida e'tibor berilmoqda.

Respublikamiz mustaqillikka erishgandan so'ng mamlakatimizda, metallurgiya, ishlab chiqarish kombinatlari va quymakorlik sohalarida qo'llanilib kelinayotgan elektr pechlarining futerovkasida foydalanib kelinayotgan olovbardosh materiallarni qayta qo'llash bo'yicha ilmiy – tadqiqot ishlari olib borilgan hamda bir qator natijalarga erishilmoqda. Bu borada elektr pechlarida foydalanilgan olovbardosh materiallarni hamda qotishma tarkibidan ajratib olingan shlak materiallaridan foydalanib, pech futerovkasini yemirilgan joylarini qayta tiklash asosida futerovkani ishlash muddatini oshirish, pech futerovkasini shibbalash rejimini va qayta tiklash maqsadida foydalaniladigan shlak tarkibini normallashtirish texnologiyasini takomillashtirish hamda amaliyotga joriy etishni talab etiladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 24 iyundagi "Kon – metallurgiya sanoati va unga bog'liq sohalarni rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora – tadbirlar to'g'risida"¹ gi PQ – 5159 – son qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa normativ – huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Jahonning etakchi olimlari, jumladan Kaliforniya olimlari J.D. Steenkamp, G.M. Denton and D.A. Haymanlar tomonidan "Elektr pechlari uchun izolyatsiya qiluvchi yoki o'tkazuvchi qoplamalarning dizaynlari" bo'yicha ilmiy ish olib borishgan va pech futerovkasini ishlash davrida izolyatsiya qiluvchi o'tga chidamli material va suyuq shlak materiallarini futerovkani

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 24 iyundagi "Kon – metallurgiya sanoati va unga bog'liq sohalarni rivojlantirish bo'yicha qo'shimcha chora – tadbirlar to'g'risida" gi PQ – 5159 – son qarorlari // LexUZ, 2021 yil 25 iyun

qayta tiklash texnologiyasi orqali pech futerovkasini yemirilishini kamaytirgan. Oʻtga chidamli material va suyuq shlak materiallari pechni ishlash muddatini uzaytirishga yordam bergan, Slovakia olimlari Borovský T., Kijac J., Domovec M. Department of Ferrous metallurgy and Foundry, Faculty of Metallurgy, Technical University of Košice, Železiarne Podbrezová Steelworks inc., Podbrezová, Slovakia tomonidan “Shlak va metallning elektr jihozlari resursiga taʼsirini tahlil qilish va elektr yoy pechining olovbardosh futerovkasi” boʻyicha ilmiy – tadqiqot ishini olib borishgan va shlak tarkibidagi MgO va CaO miqdorini orttirib, shlakni koʻpiklashishiga erishib, pech futerovkasini yemirilishga bardoshlilik yaxshilangan, Janubiy Afrika olimlari Hugo Joubert, Danie Benade, Wayne Burmeister and Louis Meyer Pyromet (Pty) Ltd, PO Box 61582, Marshalltown, 2107, Gauteng, South Africa Assmang Chrome, Machadodorp Works PO Box 152, Machadodorp, 1170, Mpumalanga, South Africa e – mail: hugoj@pyromet.co.za; Louism@assmangchrome.co.za tomonidan “Elektr yoy pechlari uchun futerovkani boshqarish tizimi” boʻyicha ilmiy tadqiqot ishlari olib borishgan va pech futerovkasini shibbalash hamda ishlash jarayonini kuzatishda dasturiy taʼminotdan foydalangan. Natijada pech futerovkasini yemirilish jarayonini ekran orqali kuzatib, futerovkani ish muddatini aniq baholay olgan. Nigeria olimlari Aduloju Sunday Christopher*, Ebhota Williams Saturday, Bolarinwa Gabriel Oladeji, Owolabi Oluwasegun Biodun National Engineering Design Development Institute, PMB 5082, Newi, Nigeria. *e – mail of the corresponding author: chrisaduloju@yahoo.com tomonidan “Elektr yoy pechida poʻlatni qayta ishlash jarayonini modellashtirib, ularni optimal ishlash va chiqindilarni kamaytirish” boʻyicha izlanishlar olib borishgan va suyuq poʻlat ishlab chiqarish uchun elektr yoy pechida talab qiladigan shixta materiallari va energiya boʻyicha tadqiqotlar oʻtkazilib, evristik usuldan foydalanishgan. Natijada poʻlatni qayta ishlash jarayonini modellashtirish amalga oshirilib, material balansi va energiya balansi shixta materiallarning 13,38% dan 7,38% ga kamaytirishga erishgan.

MDH davlatlari olimlaridan I.V. Marshirov “Elektr yoyli eritish pechi” boʻyicha, Kojuxov Aleksey Aleksandrovich “Elektr yoy pech poʻlat eritish pechlarida poʻlat ishlab chiqarishning energiya – texnologik koʻrsatkichlarini yaxshilash maqsadida poʻlat erituvchi shlaklarni koʻpiklashning ilmiy asoslarini ishlab chiqish” boʻyicha ilmiy – tadqiqot ishlari olib borishgan va natijada pech futerovkasini ishlash muddati yaxshilangan hamda Oʻzbekiston tadqiqotchilari S.A.Rasulov, U.Raxmonov, Z.Bobodoʻstov va boshqalar qora metall qotishmalari uchun foydalanilayotgan elektr pechlarining futerovkasini yemirilishini kamaytirish boʻyicha bir nechta tadqiqotlar ishlab chiqilgan.

Elektr pechlarini futerovkasini yemirilishini kamaytirishni suyuq qotishmaning temperaturasiga boʻgʻliq holda pech futerovkasini yemirilish darajasini taʼminlash, suyuqlantirib olinayotgan qotishmani kimyoviy tarkibiga bogʻliq holda pech futerovkasini yemirilishi kabi muammolar yetarlicha oʻrganilmagan..

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy taʼlim muassasasining ilmiy – tadqiqot ishlari rejalari bilan bogʻliqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat texnika universitetida ilmiy – tadqiqot ishlari rejasiga binoan “Lida Metal Technology” MChJ bilan tuzilgan 2022 yil 23

avgustdagi №12/2022 «Разработка технологии срока службы футеровки печи на основе основной обработки футеровки» (2022 – 2023 уу.) mavzusidagi xo‘jalik shartnomasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi. Elektr yoy pechi futerovkasining xizmat muddatini oshirish texnologiyasini ishlab chiqish.

Tadqiqotning vazifalari:

Elektr yoy pech futerovkasining yemirilishga bardoshlilikini oshirish texnologiyasini ishlab chiqish;

Pech futerovkasining yemirilishini kamaytirish texnologiyasi ishlab chiqish;

Suyuqlantirib olinayotgan po‘lat qotishmasiga pech futerovkasini ta‘sirini aniqlash;

Suyuq qotishmaga flyus kiritish asosida shlak hosil bo‘lish jarayonini tadqiq qilish.

Tadqiqotning ob‘yekti sifatida DSP – 30 tonnali elektr yoy pechini asosli futerovkasi tanlab olingan.

Tadqiqotning predmetini pech futerovkasida foydalanilayotgan olovbardosh materiallarni xossalari suyuq qotishma temperaturasi hisobiga o‘zgarishi, suyuq shlak tarkibini normallashtirish orqali pech futerovkasini yemirilish jarayonida futerovkaga ta‘sir qiladigan issiqlik almashinuvi va kimyoviy reaksiyalar tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida qotishmalarning tempereturasini aniqlash uchun termopara Positherm, qotishma kimyoviy tarkibini aniqlash uchun “SPEKTROLAB – 10M” uskunasi, qotishma qattiqligini aniqlash uchun TK – 2M markali qattiqlik o‘lchash moslamasi, zarbiy qovushqoqlikni aniqlash uchun MK – 3M uskunasi, qotishma mikrostrukturasini tahlil qilish uchun METAM RV – 23 markali mikroskop, fazalar qattiqligini aniqlash uchun PMT – 3 rusumli mikrotverdomer, Zeiss EVO MA 10 (Carl Zeiss) skanerlash elektron mikroskopidan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

elektr yoy pechini futerovkasining yemirilishbardoshlilikini texnologiyasi futerovka tarkibiga olovbardosh elementlar issiqbardoshlik xossasi asosida ishlab chiqilgan;

pech futerovkasining yemirilishini kamaytirish texnologiyasi suyuqlantirib olinayotgan qotishma haroratiga bog‘liqlik darajasining o‘zgarish dinamikasi asosida ishlab chiqilgan;

suyuqlantirib olinayotgan po‘lat qotishmasiga pech futerovkasini ta‘sirini kamaytirish texnologiyasi futerovkaning issiqlik o‘zgarishi qonuniyati asosida ishlab chiqilgan;

suyuq qotishmaga flyus kiritish orqali shlakning hosil bo‘lish intensivligini ta‘minlash texnologiyasi flyus nashkil etuvchilarining kimyoviy xossalsri asosida ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Elektr yoy pechining futerovkasini yemirilishga bardoshlilikini ta‘minlaydigan qo‘shimcha olovbardosh materiallardan foydalanib, uning xizmat muddatini oshirish

texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu ishlab chiqarish sharoitida resurs tejamlilikni ta'minlash imkonini beradi;

Pech futerovkasining yemirilishini suyuqlantirib olinayotgan qotishmaga bog'liqlik darajasi asosida ishlab chiqilgan. Bu qotishma temperaturasini normallashtirish uchun xizmat qiladi;

Suyuqlantirib olinayotgan po'lat qotishmasiga pech futerovkasini ta'sirini o'rganish dinamikasi asosida ishlab chiqilgan. Suyuqlantirib olinayotgan po'lat qotishmasidan sifatli quyma mahsulotlar olishga xizmat qiladi;

Suyuq qotishmaga flyus kiritish asosida shlakni hosil bo'lish intensivligini ta'minlash asosida ishlab chiqilgan. Bu shlak tarkibida me'yorlab, pech futerovkasini ishlash muddatini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi dissertatsiya tadqiqotida zamonaviy jihozlardan suyuq qotishmani temperaturasini o'lchash uchun termopara, metallografiya va rentgenostruktura tahlillari, elementlar tahlili, makroqattiqlik va mikroqattiqlik qiymatlari, termik ishlov berish, pech futerovkasini eyilishbardoshliligini aniqlash sinovlari natijalarining to'liq o'zaro bog'liqligi, olingan tajriba natijalari mavjud tajriba ma'lumotlariga solishtirilganligi va pech futerovkasini ishlash muddatini oshirib, ishlab chiqarishga joriy etilganligi bilan asoslanadi..

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati, elektr pechida qotishmani suyuqlantirish davrida suyuq shlakni ko'piklashtirish orqali pech futerovkasini yemirilishga bardoshliligini oshirishda futerovkaning issiqlik ta'sirida xossalarning o'zgarishi bilan asoslanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati olovbardosh material hamda shlak materiallaridan pech futerovkasini qayta tiklash texnologiyasi joriy etilgani va texnologiyani ishlab chiqarishga joriy qilingani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

Asosli futerovkani qayta ishlash asosida pech futerovkasini xizmat muddatini oshirish texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

Pech futerovkasini magnezit bilan shibbalash texnologiyasi "Lida Metal Technology" QK MChJ zavodida joriy etilgan tashkilot (2023 yil 30 yanvardagi №1/00 – 0033 – son ma'lumotnomasi). Natijada pech futerovkasining yeyilishbardoshliligini 10 – 15 % ga oshirish imkonini berdi.

Pech futerovkasining yemirilgan joylarini tiklash texnologiyasi "Lida Metal Technology" QK MChJ zavodida joriy etilgan tashkilot (2023 yil 30 yanvardagi №1/00 – 0033 – son ma'lumotnomasi). Natijada ishlab chiqilgan texnologiyaning joriy qilinishi pech futerovkasini ishlash muddati 1,2 – 1,3 barobarga oshirish imkonini berdi.

Kam uglerodli po'lat qotishmasini suyuqlantirishda inert gazlari bilan ishlov berish texnologiyasi "Lida Metal Technology" QK MChJ zavodida joriy etilgan (2023 yil 30 yanvardagi №1/00 – 0033 – son ma'lumotnomasi). Natijada qotishma tarkibidagi gazlarning miqdori 8 – 10 % ga kamaytirish imkonini berdi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiyaning tadqiqot natijalari 7 ta, jumladan 5 ta xalqaro va 2 ta Respublika ilmiy – amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 18 ta ilmiy ishlar chop etilgan. O‘zbekiston Oliy Attestatsiya Komissiyasi tomonidan doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etilishi tavsiya qilingan ilmiy nashrlarda 18 ta maqola, jumladan 4 tasi Respublika, 6 Xalqaro konferensiya va 8 tasi yuqori impakt faktorli jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiyaning tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida mavzusining dolzarbligi va zarurligi asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari shakllantirilgan, obyekt va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy nazariy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalari amaliyotga joriy qilingan, nashr etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi va xajmi bo‘yicha malumot berilgan.

Dissertatsiyaning **“Asosli futerovkani qayta ishlash asosida pech futerovkasining xizmat muddatini oshirish texnologiyasini ishlab chiqish”** deb nomlangan birinchi bobida mavzu bo‘yicha adabiyotlar tahlil qilinib, elektr yoy pechida A500 markali kam uglerodli po‘latlarni suyuqlantirib olishda pech futerovkasini yemirilishga bardoshlilikini oshirish bo‘yicha turli xil texnologiyalarni, shuningdek, ishlab chiqilgan texnologiyalarni amalga oshirish uchun turli xildagi tadqiqotlar olib borilgan. A500 markali kam uglerodli po‘latlarni yuqori ekspluatatsion xossalarga ega bo‘lib, ulardan sifatli quyma detallarni olish bir muncha yaxshilangan. Chunki po‘lat turli legirlovchi elementlar bilan ayniqsa xrom bilan legirlanishi natijasida uning quymakorlik xossalari xrom miqdoriga bog‘liq holda yaxshilanadi. Bundan tashqari suyuqlantirib olinayotgan pech futerovkasini yemirilishga bardoshlilikini uning olovbardosh materiallardan tanlab olinib, ya‘ni pech futerovkasini ishlash muddatini oshirishda olovbardosh materiallarni to‘g‘ri tanlash, bu orqali pechning futerovkasini ishlash muddatini oshirishini ta‘minlanish zarur.

Keyingi yillarda po‘lat ishlab chiqarishda elektr yoy pechlaridan keng foydalanib kelingan. Uning ichki qismi futerovkasi olovbardosh materiallar sifatida magnezit yoki magnezit – ko‘mir g‘ishtlari bilan qoplangan. Elektr yoy pechini tamirlash futerovkasini vaqti – vaqti bilan almashtirish qimmatli moliyaviy sarmoyani anglatadi shuningdek, bir necha soatlik ishlamay qolishi va ishlab chiqarish yo‘qotishlari bilan bog‘liq bo‘ladi. Ma‘lumki, elektr yoy pechini boshqa po‘lat suyuqlantiruvchi pechga nisbatan uning futerovkasi yemirilishga chidamliligi yuqori darajaga ega. Elektr yoy pechining futerovkasini ishlash muddatini uzaytirish haqida o‘ylab ko‘rish kerak, shunda maksimal iqtisodiy samaraga erishiladi. Ushbu

maqsad salbiy omillarni yo‘q qilish bilan birga yuqori haroratga (1500 – 1700°C) doimiy ta’sir qilish, past va yuqori haroratlarda metallning mexanik xossalariga ta’sir qilishi, shlak va metall bilan kimyoviy ta’siri natijasida futerovka shikastlanishiga (asosan FeO, SiO₂ tarkibi), termik zarbalar, eroziya, elektr yoyining to‘g‘ridan – to‘g‘ri ta’siri, gazdan foydalanish kislorod va boshqalar ta’sir ko‘rsatadi. Elektr yoy pechining texnologiyasidagi o‘zgarishlar yemirilish jarayoni sezilarli darajada o‘zgarishi mumkin.

Dissertatsiyaning **“Tadqiqot obyektni tanlash va tadqiqot usullarini ishlab chiqish”** deb nomlangan ikkinchi bobida “Lida metal technology” MCHJ da qurilish materiallari suyuqlantirib olinayotgan A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmalaridan armatura ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan. Quymakorlik sexida tajriba uchun mo‘ljallangan namunalari suyuqlantirib olish maqsadida DSP – 30 elektr yoy pechidan foydalanildi. Namunalarni quymakorlik qoliplarga A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmasidan quyib olindi. A500 qotishmasini quyib olishda LK2 markali quyma cho‘yan (GOST 4832 – 95), St3 – St5 (GOST 380 – 2005), Ferrochrom FX100 (GOST 4757 – 91), FMn88 – FMn90 markali ferromarganes (GOST 4755 – 91), FS75 markali ferrosilitsiy (GOST 1415 – 93) lardan foydalanildi.

Qotishmalarni suyuqlanish temperaturasi 1570 dan 1580⁰ C gacha tashkil etdi. Qotishmani kovshga quyilgandan so‘ng, shlaklardan tozalandi. So‘ngra po‘lat qotishmasini tarkibidagi gaz va nometall qo‘shimchalarni kamaytirish maqsadida suyuq metallga kovshga quyilgandan so‘ng kovsh ostidan inert gaz ya’ni argon gaz yuborildi. Bundan asosiy maqsad shuki, argon gaz suyuq metall tarkibidagi elementlar bilan reaksiyaga kirishmaydi. Shu sababli suyuq metall tarkibidagi kislorod azot va vodorodni o‘zi bilan tashqi muhitga olib chiqib ketib, po‘latni sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Suyuqlantirilgan qotishmaning quyish vaqtida uning temperaturasi 1650⁰ dan 1665⁰ C gacha temperaturani tashkil etdi.

Qotishmalarni suyuqlantirishda asosan ikkilamchi shixta materiallaridan foydalanildi. Ularni tarkibidagi zararli elementlar fosfor miqdori 0,017 – 0,032 va oltingugurtning miqdori 0,025 – 0,034 % dan oshmasligi ta’minlandi.

Qotishmadan namuna sifatida kokil qolipga quyib olindi va uning qolipda sovush tezligi 70 – 75 grad/min ekanligi aniqlandi. Kokil qolipda quyib olingan namunalarni mexanik xossalarini tekshirish maqsadida legirlangan po‘lat qotishmasidan yasalgan kokil qolip olinib, uning ichki qatlamiga suyuq metall yopishib qolmasligi uchun kokil qolip ma’lum gradusga qizdirildi.

Suyuq metall oldindan tayyorlab qo‘yilgan kokil qolipga quyib olingandan so‘ng, ularni kokil qolipda sovigandan so‘ng ajratib olindi. Bundan asosiy maqsad namuna qotish jarayonida o‘rtacha o‘zining hajmidan kelib chiqib, 2 – 2,5 % gacha kirishish bo‘ldi va qolipdan ajratib olish osonlashdi. Ajratib olingan namunalarni 2.1 – rasmda ko‘rish mumkin.



2.1 – rasm. A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmasini mexanik xossalarini aniqlash maqsadida kokil qolipga quyib olingan namunalar

Namunalar yuza qismini tozalangandan so‘ng ularni kimyoviy tarkibi SEM Zeiss EVO MA 10 skanerlovchi elektron mikroskop, “SPEKTROLAB – 10M” uskunasi, qotishma qattiqligini aniqlash uchun TK – 2M markali qattqlik o‘lchash moslamasi, qotishma mikrostrukturasi tahlil qilish uchun METAM PV – 23 markali mikroskoplardan foydalanildi. Namunalarni qo‘yib olishdan avval ishlab chiqarish korxonasiga A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmasini quyib olish uchun kimyoviy tarkib berildi va namuna uchun berilgan kimyoviy tarkibni 2.1 – jadvalda ko‘rish mumkin.

2.1 – jadval

Ishlab chiqarish korxonasida tavsiya etilgan A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmasining kimyoviy tarkibi

Marka	C	Si	Mn	Cr	Ti	P	S
A500	0,25 – 0,30	0,90 – 0,95	1,60 – 1,90	0,7 – 0,9	0,4 – 0,6	0,03 – 0,04	0,03 – 0,04

Namuna sifatida taklif etilgan A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmasini kimyoviy tarkibini tadqiq qilish uchun “Lida Metal Technology” MCHJ korxonasida tadqiq qilindi.

Ushbu bobda A500 markali kam uglerodli po‘lat qotishmalari uchun foydalanilgan ikkilamchi shixta hamda ferroqotishmalar o‘rganildi.

Kam uglerodli po‘latlardan tayyorlangan namunalarning metallografik miqdoriy tahlil, mexanik xossalar tahlili, mikrorentgen spektral fazalar tahlili, elementli tahlil va kimyoviy tahlillardan foydalanildi.

Umumlashtirilgan natijalar asosida qotishmalarning mexanik va ekspluatatsion xossalariga ta’siri aniqlandi

Dissertatsiyaning **“Asosli futerovkani qayta ishlash asosida pech futerovkasining xizmat muddatini oshirish”** deb nomlangan uchinchi bobida yuqori sifatli po‘lat qotishmalaridan armatura mahsulotlarini olish uchun 30 tonnali elektr yoy pechidan foydalanildi. Elektr yoy pechida suyuqlantirishning asosiy muhim ustuvorlaridan biri bu sifatli quymalar olishdir. Ohangaron shahridagi “Lida metal technology” MCHJ korxonasida A500 markali po‘lat qotishmasidan armaturalar olish uchun shixta hisoblab chiqildi. Ishlab chiqilgan shixtani sarhisob qilish hisobiga

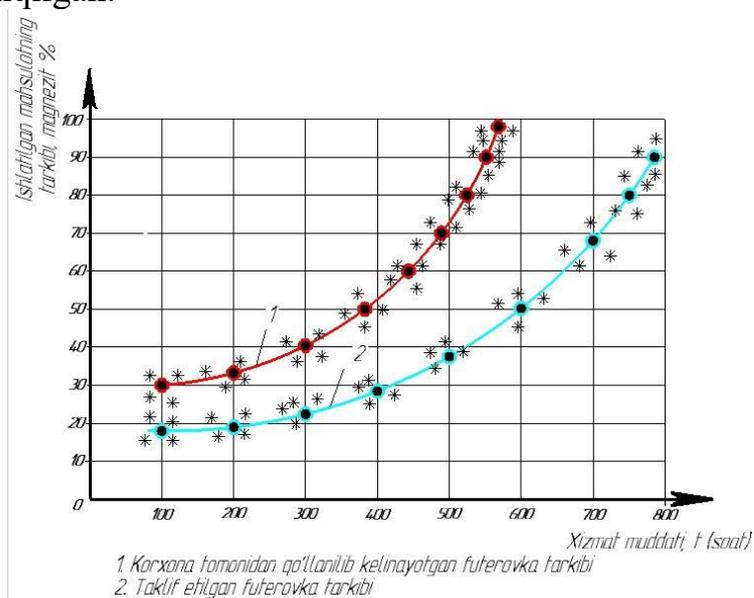
armaturalarni ГОСТ 52544 – 2006 STO – ASCHM 7 – 93 nazorati ostida ishlab chiqarish imkoni tug‘ildi. Birinchi navbatda po‘lat qotishmasini suyuqlantirish uchun asosli bo‘lgan elektr yoy pechi foydalanildi. Shu sababli po‘lat qotishmasini suyuqlantirish uchun asosli bo‘lgan elektr yoy pechi tanlab olindi. Buning asosiy sababi po‘lat qotishmasi kislotaviy bo‘lganligi uchun pechning futerovkasini tez yemirilishga olib keldi. Ishlab chiqarish korxonasida A500 markali kam uglerodli po‘latni suyuqlantirishda foydalanilgan. Elektr yoy pechini ishlash jarayonida suyuq metallardan hosil bo‘lgan shlak orqali pech futerovkasini yemirilishga bardoshlilikini oshirishga erishildi. Buning uchun pechga shixta yuklanib suyuqlantirilgandan so‘ng pech darchasini oldin tayyorlab qo‘yilgan FeCr100 A va FeTi35 markali ferroqotishmalar pech darchasi orqali suyuq metallga qo‘shildi. Bunda nafaqat sifatli po‘lat qotishmasini olibgina qolmay balki pech futerovkasida qoplama hosil qilib, olovbardosh materiallarni ishlash muddati oshirildi. Elektr yoy pechini ta‘mirlash futerovkasini vaqti – vaqti bilan almashtirish qimmatli moliyaviy sarmoyani anglatadi shuningdek, bir necha soatlik ishlamay qolishi va ishlab chiqarish yo‘qotishlari bilan bog‘liqdir. Elektr yoy pechining futerovkasini ishlash muddatini uzaytirib, maksimal iqtisodiy samaraga erishildi. Ushbu maqsad salbiy omillarni yo‘q qilish bilan birga yuqori haroratga (1500 – 1700°C) doimiy ta‘sir qilish, past va yuqori haroratlarda metallning mexanik xossalriga ta‘sir qilishi, shlak va metall bilan kimyoviy ta‘siri natijasida futerovka shikastlanishiga (asosan FeO, SiO₂ tarkibi), termik zarbalar, erroziya, elektr yoyining to‘g‘ridan – to‘g‘ri ta‘siri, gazdan foydalanish kislorod va boshqalar ta‘sir ko‘rsatdi. Elektr yoy pechini suyuqlantirishning boshida asosli shlak hosil bo‘ldi. Ushbu shlakni darhol o‘zgartirish uchun unga (dolomit ohak, MgO – briketlar, qayta ishlangan olovbardosh materiallar qo‘shilishi bilan) shlak sifati yaxshilandi.

“Lida Metal Technology” MChJ ishlab chiqarish sharoitida tadqiqotlar olib borish uchun 30 tonnali elektr yoy pechini futerovkasi ishlash muddatini oshirish maqsadida suyuq metalldagi shlakni CaO va MgO bilan to‘yinganida olovbardosh materiallarni yemirilishga bardoshlilikini orttiribgina qolmay nafaqat rafinerlash jarayonini kamaytirib shlakni ko‘piklash parametrlarini yaxshilashga yordam berdi. Natijada pech futerovkasini ishlash muddatini oshirishga erishildi.

“Lida Metal Technology” MChJ ishlab chiqarish sharoitida tadqiqotlar olib borish uchun 30 tonnali elektr yoy pechini futerovkasining ishlash muddatini oshirish maqsadida shixtaning asosiy qismi eritilganda va harorat ko‘tarilganda, quvvatni kamaytirish kerak va pechni himoya qilish uchun yoy qisqartirildi. Bu vaqtda himoya qiladigan ko‘pikli shlakdan foydalanish mumkin. Natijada pech futerovkasiga putur yetkazmaydi.

“Lida Metal Technology” MChJ ishlab chiqarish sharoitida tadqiqotlar olib borish uchun 30 tonnali elektr yoy pechini futerovkasining ishlash muddatini oshirish maqsadida oldin ishlatilgan olovbardosh materiallarni maydalagich yordamida maydalab, suyuq metall pechdan chiqarilgandan so‘ng pech futerovkasining yeyilgan joylariga maxsus moslama yordamida sepildi. Natijada pech futerovkasini ishlash muddati oshishiga erishildi.

Dissertatsiyaning “Asosli futerovkali elektr yoy pechini qayta ishlash asosida pech futerovkasining matematik modelini tuzish” deb nomlangan to‘rtinchi bobida yuqoridagi olingan natijalardan foydalangan holda matematik modellashirish masalasini ko‘rib chiqilgan.



1 – grafik. Olovbardosh material sifatida magnezit kukunidan foydalanib, futerovkaning xizmat muddatini oshirish grafigi

1 – grafikda ko‘ringanidek, olovbardosh materiallar sifatida magnezit g‘ishtidan foydalanildi va uning yemirilgan joylarini ta‘mirlash orqali magnezit kukuni hamda shlakdan foydalanib, xizmat muddati oshirildi. 1 – grafikda aks etganidek, korxonada tomonidan qo‘llanilib kelinayotgan hamda Toshkent davlat texnika universitetining tadqiqotchilari tomonidan taklif etilgan futerovka tarkibi bir necha tajribalar asosida taqqoslandi. Korxonada tomonidan 30 – 100 % gacha qayta ishlangan olovbardosh material futerovkani yemirilgan joyiga suyuq metallni pechdan chiqarib bo‘lgandan so‘ng qizigan holatda yemirilgan yuzasiga sepish orqali futerovkani ish muddatini o‘zgarishi o‘rganildi. Agarda 30% qayta ishlatilgan olovbardosh material foydalanilganda ishlash muddati 100 soatga, 35% da 200 soatga, 40% da 300 soatga, 50% da 380 soatga, 60% da 450 soatga, 70% da 480 soatga, 80% da 520 soatga, 90% da 550 soatga, 100% da esa 580 soatga futerovkaning xizmat muddati oshirildi.

1. Olovbardosh materiallar sifatida magnezit g‘ishtidan foydalanilgan holda uning yemirilgan joylarini ta‘mirlash orqali magnezit kukuni hamda shlakdan foydalanib, xizmat muddati oshirilishi o‘rganildi.

2. Shibba tarkibidagi suyuq shlak miqdoridan foydalangan holda futerovkaning yemirilishi o‘rganildi.

3. Tajriba asosida olingan ma‘lumatlardan foydalanib, Kramer yordamida tajriba o‘tkazmasdan aniqlash keying natijalarni aniqlash mumkin.

4. Sifatli quyma mahsulotini olishda va nometall qo‘shimchalarni kamaytirish maqsadida suyuq metallga inert ya‘ni argon gazi yuborilish koeffisienti hisoblab chiqildi.

5. Olinadigan quyma mahsulot sifatli nometall qo‘shimchalardan holi g‘ovakliklari kamaytirish maqsadida suyuq metallga argon gazi yuborish orqali

quyma mahsulotdagi g'ovaklar va nometall qo'shimchalar yo'qolishini rejimi aniqlandi.

XULOSA

“Asosli futerovkani qayta ishlash asosida pech futerovkasining xizmat muddatini oshirish texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusidagi doktorlik dissertatsiya ishi bo'yicha olib borilgan ilmiy – tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy xulosalar taqdim etildi:

1. Elektr pechini futerovkasi ishlash muddatini oshirish uchun suyuq metallardagi shlak tarkibiga Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 va MgO miqdorini oshirish, FeO ini kamaytirish tavsiya etiladi. Natijada pech futerovkasining yemirilishga bardoshlilik ortishiga olib keladi.

2. Elektr pechida po'lat qotishmasini suyuqlantirib olish jarayonida shlakni ko'piklashtirish orqali pech futerovkasini yemirilishini kamaytirishga erishish mumkin.

3. Suyuqlantirib olinayotgan po'lat qotishmasining temperaturasi pech futerovkasini yemirilishiga ta'sirini o'rganish va u orqali pech futerovkasini ishlash muddatini oshirishga erishish mumkin.

4. “Lida Metal Technology” MChJ ishlab chiqarish sharoitida tadqiqotlar olib borish uchun 30 tonnali elektr yoy pechini futerovkasining ishlash muddatini oshirish maqsadida oldin ishlatilgan olovbardosh material va ishlatilgan olovbardosh materialning og'irligidan kelib chiqib, 10 % shlak (Cr_2O_3 , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , ozroq FeO , CaO) birgalikda maydalagich yordamida maydalab, suyuq metall pechdan chiqarilgandan so'ng pech futerovkasini yeyilgan joylariga maxsus moslama yordamida sepiladi. Natijada pech futerovkasini ishlash muddati oshirishga erishildi.

5. Elektr yoy pechini futerovkasining yemirilishga bardoshlilikini oshirish texnologiyasi futerovka tarkibiga olovbardosh elementlar kiritish hisobiga ishlab chiqildi. Buning natijasida pech futerovkasining xizmat muddati 600 soatdan 800 soatgacha oshirish imkonini berdi.

6. Pech futerovkasining yemirilishini kamaytirish texnologiyasi suyuqlantirib olinayotgan qotishmaning kimyoviy tarkibiga bog'liqlik darajasini kamaytirish asosida ishlab chiqildi. Bu resurs tejankor texnologiyalar ishlab chiqishga imkonini berdi.

7. Suyuqlantirib olinayotgan po'lat qotishmasiga pech futerovkasini ta'sirini dinamikasi asosida ishlab chiqildi. Buning natijasida pech futerovkasini ichki qatlamini 8 – 10 foizga oshirish imkonini berdi.

8. Suyuq qotishmaga flyus kiritish asosida shlakni hosil bo'lish intensivligini ta'minlash asosida ishlab chiqildi. Bu esa sifatli po'lat qotishmasini suyuqlantirib olishga imkon berdi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

БЕКЧАНОВА ВАЛИДА БАХРОМ КИЗИ

**Разработка технологии увеличения срока службы футеровки печи на
основе основной обработки футеровки**

**05.02.01 – Материаловедение в машиностроении. Литейное производство.
Термическая обработка металлов давлением. Металлургия черных, цветных и редких
металлов. Технология редких, ценных и радиоактивных элементов**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2022.2.PhD/T2850

Диссертация выполнена в Ташкентский государственный технический университет.

Автореферат диссертации написан на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб – сайте Научного совета (www.tstu.uz) и информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Тураходжаев Нодир Джахонгирович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абдуллаев Фатхулла Сагдуллаевич
доктор технических наук, профессор

Бердияров Бахриддин Тиловкабулович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «9» декабрь 2023 г. в 11⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.03.04 Ташкентского государственного технического университета. (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 227 – 10 – 32; e – mail: tadqiqotchi@tdtu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно – ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер 354). (Адрес: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 227 – 10 – 32.

Автореферат диссертации разослан «25» ноября 2023 года.
(протокол реестра № 25 от ноября 2023 года).

К.А.Каримов

Председатель научного совета
по присуждению ученых степеней
доктор технических наук, профессор

Ш.Б.Ташбулатов

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней
доктор философии по техническим наукам, (PhD)

Н.С.Дуняшин

Председатель научного семинара, при научном совете
присуждающего научные степени
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии(PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Одной из важнейших задач в современном мире является разработка ресурсосберегающих технологий за счет увеличения срока службы футеровок электропечей, которые используются для ожижения черного металла и его сплавов, выпускаемых на машиностроительных, инструментальных и производственных предприятиях. Научно-исследовательские работы по увеличению срока службы футеровки печи в мировом масштабе, в том числе: разработка состава футеровки в соответствии с составом разжижаемого сплава; изучить влияние состава жидкого шлака, выделяющегося из сплава при работе печи, на пластичность футеровки печи; снижение коррозии футеровки печи за счет улучшения вспенивания шлака, выделяющегося из жидкого сплава; Важно увеличить срок службы футеровки печи за счет восстановления проржавевших в процессе эксплуатации участков футеровки печи с использованием бывших в употреблении огнеупорных материалов и измельченных шлаковых смесей.

В ряде направлений осуществляются научные разработки по увеличению срока службы футеровки печей за счет уменьшения изгиба футеровки электропечей. В связи с этим США, Словакия, ЮАР, Нигерия, Россия, Украина и другие страны являются лидерами по повышению стойкости футеровки печи.

Из года в год особое внимание уделяется созданию технологии повышения коррозионной стойкости футеровки печи на основе эффективного метода, обеспечивающего ресурсосбережение за счет снижения коррозии футеровки печи и увеличения срока службы в процессе ожижения черного металла и его сплавов в электродуговых печах.

После обретения нашей республикой независимости в нашей стране в областях металлургии, производственных и литейных цехов проведены научно – исследовательские работы по повторному использованию огнеупорных материалов, которые применяются при футеровке электропечей и ряд результатов достигаются.

В связи с этим, используя огнеупоры, применяемые в электропечах, и выделенные из состава сплава шлаковые материалы, требуется увеличить срок службы футеровки печи на основе восстановления поврежденных участков, усовершенствовать и внедрить технологию нормализации шлакового состава, используемый с целью восстановления футеровки печи.

Постановление Президента Республики Узбекистан от 24 июня 2021 года «О дополнительных мерах по развитию горно-металлургической промышленности и смежных отраслей» ПП-5159-номер и другие нормативные правовые акты, касающиеся данной деятельности, определенной степени в реализации задач, определенных в правовых документах.

Степень изученности проблемы. Ведущие ученые мира, в том числе калифорнийские ученые Дж.Д.Стенкамп, Г.М.Дентон и Д.А.Хайман. Исследовательская работа «Конструкции изолирующих или проводящих футеровок для электрических печей» была проведена и уменьшила коррозию

футеровки печи за счет технологии регенерации футеровки из изоляционного огнеупорного материала и жидких шлаковых материалов во время эксплуатации футеровки печи. Огнеупорный материал и жидкие шлаковые материалы помогли продлить срок службы печи, словацкие ученые Боровски Т., Кижак Й., Домовец М. Кафедра черной металлургии и литейного производства, факультет металлургии, Технический университет Кошице, Металлургический завод *Železiarne Podbrezová*, Подбрезова, Словакия провела научно-исследовательскую работу «Анализ влияния шлака и металла на ресурс электрооборудования и огнеупорной футеровки дуговой электродуговой печи» повышения коррозионной стойкости, южноафриканские ученые Хьюго Жубер, Дани Бенаде, Уэйн Бурмейстер и Луи Мейер Pyromet (Pty) Ltd, почтовый ящик 61582, Marshalltown, 2107, Gauteng, Южная Африка Assmang Chrome, Machadodorp Works PO Box 152, Machadodorp, 1170, Mpumalanga, Южная Африка электронная почта: Hugoj@pyromet.co.za; Louism@assmangchrome.co.za провел исследование «Системы управления футеровкой для электродуговых печей» и использовал программное обеспечение для мониторинга футеровки и производительности футеровки печи. В результате он смог точно оценить срок службы футеровки, наблюдая за процессом ветхости печной футеровки через экран. Нигерийские ученые Адулоджу Сандей Кристофер*, Эбхота Уильямс Суббота, Боларинва Габриэль Оладеджи, Оволаби Олувасегун Биодун, Национальный институт развития инженерного проектирования, PMB 5082, Нневи, Нигерия. *e-mail соответствующего автора: chrisaduloju@yahoo.com проведены исследования на тему «Моделирование процесса обработки стали в электродуговых печах для оптимизации их производительности и снижения выбросов» и количества, необходимого в электродуговой печи для производства были проведены исследования жидких стальных материалов и энергии с использованием эвристических методов. В результате проведено моделирование процесса обработки стали, а материальный баланс и энергетический баланс снижены с 13,38% до 7,38% твердых материалов.

От ученых стран СНГ И.В. Марширов на тему «Дуговая электроплавильная печь», Коюхов Алексей Александрович провел НИР на тему «Разработка научных основ вспенивания сталеплавильных шлаков с целью улучшения энергетических и технологических показателей производства стали в сталеплавильных печах с электродуговой печью» и как В результате срока службы футеровки печей был разработан ряд исследований по снижению коррозионной стойкости электропечей, применяемых для сплавов черных металлов узбекскими исследователями С.А.Расуловым, У.Рахмоновым, З.Бободцовым и другими.

Такие задачи, как снижение коррозии футеровки электропечей, обеспечение степени коррозии футеровки печей в зависимости от температуры жидкого сплава, коррозия футеровки печей в зависимости от химического состава разжижаемого сплава достаточно изучены.

Связь диссертационного исследования с планами вуза, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование на тему «Разработка

технологии срока службы футеровки печи на основе основной обработки футеровки» (2022 – 2023 г.г.) заключено с ООО «Lida Metal Technology» 23 августа 2022 года согласно плана научно-исследовательских работ в Ташкентском государственном техническом университете, выполненный в рамках договора.

Цель исследования. Разработка технологии увеличения срока службы футеровки электродуговой печи.

Задачи исследования:

Разработка технологии повышения износостойкости футеровки электродуговой печи;

Разработка технологии уменьшения разложения футеровки печи;

Определение влияния расплавленного стального сплава на футеровку печи;

Исследование процесса образования шлака на основе введения флюса в расплавленный сплав

В качестве объекта исследования была выбрана основная футеровка ДСП – 30 – тонной электродуговой печи.

Предметом исследования является изменение свойств огнеупорных материалов, применяемых в футеровке печи, в зависимости от температуры жидкого сплава, теплообмена и химических реакций, воздействующих на футеровку в процессе обжига футеровки печи путем нормализации состава жидкого шлака.

Методы исследования. Для определения температуры сплавов в ходе исследований использовалась термопара Positherm, для определения химического состава сплава использовалась установка “SPEKTROLAB – 10M”, для определения твердости сплава использовали твердомер ТК-2М, для определения ударной вязкости использовали прибор МК – 3М, для анализа микроструктуры сплава использовали микроскоп METAM RV – 23, для определения фазовой твердости использовали микротвердомер типа PMT – 3, использовали сканирующий электронный микроскоп Zeiss EVO MA 10 (Carl Zeiss).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

Разработана технология повышения износостойкости футеровки электродуговой печи за счет включения в состав футеровки огнеупорных элементов;

Разработана технология снижения износа футеровки печи, основанная на снижении степени зависимости от температуры расплавляемого сплава;

Разработана динамика влияния футеровки печи на расплавленный стальной сплав;

Разработана технология за счет введения в жидкий сплав флюса на основе обеспечения интенсивности шлакообразования;

Практические результаты исследования следующие:

Разработана технология увеличения срока службы футеровки электродуговой печи за счет использования дополнительных огнеупорных

материалов, обеспечивающих коррозионную стойкость футеровки электродуговой печи. Это позволяет обеспечить ресурсосбережение в производственных условиях;

Износ футеровки печи была разработана на основе степени зависимости от расплавляемого сплава. Служит для нормализации температуры сплава;

Разработан на основе изучения динамики влияния футеровки печи на разжижаемый стальной сплав. Служит для получения качественных литых изделий из разжиженного стального сплава;

Разработан на основе обеспечения интенсивности шлакообразования за счет введения флюса в жидкий сплав. Он нормализует состав шлака и служит для увеличения срока службы футеровки печи.

Достоверность результатов исследований получена в дипломных исследованиях с использованием термопарного, металлографического и рентгеноструктурного анализов, элементного анализа, значений макротвердости и микротвердости, термической обработки, а также полной корреляции результатов испытаний по определению сопротивления трению печи. футеровка от современного оборудования для измерения температуры жидкого сплава. Результаты опытов основаны на том, что они сравниваются с имеющимися экспериментальными данными и внедряются в производство, увеличивая срок службы футеровки печи.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований основана на изменении свойств футеровки под воздействием тепла при повышении износостойкости футеровки печи за счет вспенивания жидкого шлака при плавке сплава в электропечи.

Практическая значимость результатов исследований объясняется внедрением технологии восстановления футеровки печи из огнеупорных и шлаковых материалов и внедрением технологии в производство.

Внедрение результатов исследования.

На основании полученных результатов по совершенствованию технологии увеличения срока службы футеровки печи на основе основной футеровки:

Технология оштукатуривания футеровки печи магнезитом внедрена на заводе СП ООО “Lida Metal Technology” (справка № 1/00 – 0033 от 30.01.2023). В результате удалось повысить износостойкость футеровки печи на 10 – 15%.

Технология восстановления проржавевших частей футеровки печи внедрена на заводе СП ООО “Lida Metal Technology” (справка № 1/00 – 0033 от 30.01.2023). В результате внедрение разработанной технологии позволило увеличить срок службы футеровки печи в 1,2-1,3 раза.

Технология обработки инертными газами при плавке низкоуглеродистого стального сплава внедрена на заводе СП ООО “Lida Metal Technology” (справка № 1/00 – 0033 от 30.01.2023). В результате удалось снизить количество газов в сплаве на 8-10%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования диссертации обсуждались на 7, в том числе 5 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследований. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ. Опубликовано 18 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК РУз для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, в том числе 4 в республиканских, 6 на международных конференциях, 8 в журналах с высоким импакт – фактором.

Состав и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость темы диссертации, формулируются цель и задачи исследования, описываются объекты и темы, показывается соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники республики. , описываются научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная теоретическая и практическая значимость полученных результатов, исследовательская информация о структуре и объеме опубликованных научных работ и диссертаций, результаты которых были внедрены в практику.

В первой главе диссертации под названием «Разработка технологии увеличения срока службы футеровки печи на основе обработки основной футеровки» проведен анализ литературы по теме, описаны различные технологии повышения износостойкости футеровки печи при плавке низкоуглеродистых сталей марки А500 в электродуговой печи, а также разработанные технологии, для реализации которых проводились различные исследования. Низкоуглеродистые стали марки А500 обладают высокими эксплуатационными свойствами, от чего несколько улучшается качество отливок деталей. Поскольку сталь легируют различными легирующими элементами, особенно хромом, ее литейные свойства улучшаются в зависимости от количества хрома. Кроме того, необходимо обеспечить повышение коррозионной стойкости футеровки ликвидируемой печи подбором ее из огнеупорных материалов, то есть увеличить срок службы футеровки печи, правильный подбор огнеупоров материалы увеличат срок службы футеровки печи.

В последние годы в сталеплавильном производстве стали широко применяться электродуговые печи. Его внутренняя часть футерована магнезитовым или магнезиально – угольным кирпичом в качестве огнеупорных материалов. Замена ремонтной футеровки электродуговой печи время от времени является дорогостоящим финансовым вложением и требует нескольких часов простоя и снижения производительности. Известно, что электродуговая печь имеет высокий уровень коррозионной стойкости по сравнению с другими сталеплавильными печами. Для достижения

максимальной экономической эффективности следует рассмотреть вопрос о продлении срока службы футеровки электродуговой печи. Эта цель включает в себя устранение негативных факторов, длительное воздействие высокой температуры (1500 – 1700°C), влияние на механические свойства металла при низких и высоких температурах, повреждение футеровки в результате химического взаимодействия со шлаком и металлом (в основном FeO, содержание SiO₂), термические удары, эрозия, прямое воздействие электрической дуги, использование газа, кислорода и др. Изменения в технологии дуговых электропечей могут существенно изменить процесс износа.

Во второй главе диссертации под названием «Выбор объекта исследования и разработка методов исследования» на ООО «Lida Metal Technology» освоено производство арматуры из низкоуглеродистых стальных сплавов марки А500, получаемой плавкой конструкционных материалов. Для плавки опытных образцов в литейном цехе использовали электродуговую печь ДСП – 30. Образцы отливали в изложницы из низкоуглеродистой стали марки А500. При литье сплава А500, использовались чугуны ЛК2 (ГОСТ 4832 – 95), Ст3 – Ст5 (ГОСТ 380-2005), феррохром ФХ100 (ГОСТ 4757 – 91), ферромарганец ФМн88 – ФМн90 (ГОСТ 4755 – 91) и ферросилиций марки ФС75 (ГОСТ 1415 – 93).

Температура плавления сплавов составляла от 1570 до 1580°C. После заливки смеси в ковш ее очищали от шлака. Затем, для уменьшения содержания газа и неметаллических включений в стальном сплаве, после его заливки в жидкий металл вдували инертный газ - аргон. Основная цель этого заключается в том, что газообразный аргон не вступает в реакцию с элементами жидкого металла. Поэтому кислород, содержащийся в жидком металле, уносит с собой азот и водород во внешнюю среду и служит для улучшения качества стали. В момент разливки жидкого сплава его температура составляла от 1650⁰ до 1665⁰ С.

При плавки сплавов использовались в основном вторичные твердые материалы. Было обеспечено, чтобы количество вредных элементов фосфора в их содержании не превышало 0,017 – 0,032%, а количество серы не превышало 0,025 – 0,034%.

В качестве образца сплава заливали форму в кокиль и определили скорость его охлаждения в форме 70 – 75 град/мин. Для проверки механических свойств отлитых в форму образцов брали форму из легированного стального сплава и нагревали форму до определенной степени, чтобы жидкий металл не прилипал к ее внутреннему слою.

После того, как жидкий металл был залит в заранее изготовленную форму, они были разделены после охлаждения в форме. Основная цель этого состояла в том, чтобы в процессе затвердевания ввести усадка составляла 2-2,5% от среднего размера образца, и его было легче извлечь из формы. Выбранные образцы можно увидеть на рисунке 2.1.



Рис.2.1. Для определения механических свойств сплава низкоуглеродистой стали А500 образцы отливали в кокиль.

После очистки поверхности образцов анализировали их химический состав с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM Zeiss EVO MA 10, аппаратуры СПЕКТРОЛАБ-10М, твердомера марки ТК-2М для определения твердости сплавов, марки МЕТАМ ПВ-23 для анализа микроструктуры сплавов. использовались микроскопы. Перед размещением образцов на предприятие-изготовитель был передан химический состав для отливки сплава низкоуглеродистой стали марки А500, приведенный для образца химический состав можно увидеть в таблице 2.1.

Таблица 2.1

**Химический состав низкоуглеродистой стали марки А 500
рекомендованной к производству**

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ti	P	S
А500	0,25 – 0,30	0,90 – 0,95	1,60 – 1,90	0,7 – 0, 9	0,4 – 0,6	0,03 – 0,04	0,03 – 0,04

Предложенный в качестве образца сплав низкоуглеродистой стали марки А500 был изучен на предприятии ООО “Lida Metal Technology” с целью исследования его химического состава.

В этой главе были изучены вторичные твердые тела и ферросплавы, используемые для сплавов низкоуглеродистой стали А500.

Использованы количественный металлографический анализ, анализ механических свойств, анализ микрорентгеноспектральных фаз, элементный анализ и химический анализ образцов низкоуглеродистой стали.

На основании обобщенных результатов определено влияние на механические и эксплуатационные свойства сплавов.

В третьей главе диссертации под названием «Повышение срока службы футеровки печи на основе обработки основной футеровки» в 30 – тонной электродуговой печи были получены арматурные изделия из высококачественных стальных сплавов. Одним из важнейших приоритетов электросталеплавильного ожигения является получение качественных отливок. На предприятии ООО “Lida Metal Technology” в городе Охангароне была сделана примерная смета на получение арматуры из сплава стали А500.

Благодаря сводке разработанного регламента стало возможным изготовление арматуры под контролем ГОСТ 52544 – 2006 СТО – АЦМ 7 – 93. Прежде всего, для разжижения стального сплава использовалась электродуговая печь. По этой причине была выбрана электродуговая печь, которая является основой для псевдооживления стального сплава. Основной причиной этого было то, что сплав стали был кислым, что приводило к быстрой коррозии футеровки печи. При ликвидации производственного предприятия использовалась низкоуглеродистая сталь марки А500. В процессе эксплуатации электродуговой печи достигнуто повышение коррозионной стойкости футеровки печи за счет шлака, образующегося из жидкого металла. Для этого в жидкий металл через окно печи вводили ферросплавы FeCr100 А и FeTi35. При этом был получен не только качественный стальной сплав, но и образовалось покрытие на футеровке печи, увеличен срок службы огнеупорных материалов. Замена ремонтной футеровки электродуговой печи время от времени означает ценные финансовые вложения, а также часы простоя и потери производства. Максимальная экономическая эффективность достигнута за счет продления срока службы футеровки электродуговой печи. Эта цель, наряду с устранением негативных факторов, постоянного воздействия высокой температуры (1500 – 1700°С), влияния на механические свойства металла при низких и высоких температурах, повреждения футеровки в результате химического взаимодействия со шлаком и металла (преимущественно FeO, содержание SiO₂), термические удары, эрозия, прямое воздействие электрической дуги, использование газа, кислорода и др. В начале оживления электродуговой печи образовался основной шлак. Чтобы сразу заменить этот шлак, было улучшено качество шлака (с добавлением доломитовой извести, MgO - брикетов, вторичных огнеупоров).

ООО “Lida Metal Technology” не только повысило коррозионную стойкость огнеупорных материалов при насыщении шлака в жидком металле CaO и MgO с целью увеличения срока службы 30-тонной футеровки электродуговой печи для проведения исследований в производственных условиях, но и также помогло улучшить параметры вспенивания шлака за счет сокращения процесса рафинирования. В результате увеличился срок службы футеровки печи.

С целью увеличения срока службы футеровки 30 – тонной электродуговой печи для проведения исследований в производственных условиях ООО “Lida Metal Technology”, когда основная часть наледи плавится и температура повышается, мощность должна быть уменьшена, а дуга укорочена для защиты печи. В это время можно использовать защитную пенную шпаклевку. В результате не повреждается футеровка духовки.

С целью увеличения срока службы футеровки 30-тонной электродуговой печи для проведения исследований в производственных условиях ООО “Lida Metal Technology” ранее использованные огнеупорные материалы были измельчены с помощью дробилки, а после жидкий металл удаляли из печи, его

брызгали на поврежденные участки футеровки печи с помощью специального приспособления. В результате увеличился срок службы футеровки печи.

Четвертая глава диссертации под названием «Построение математической модели футеровки печи на основе обработки электродуговой печи с основной футеровкой» посвящена вопросу математического моделирования с использованием полученных выше результатов.

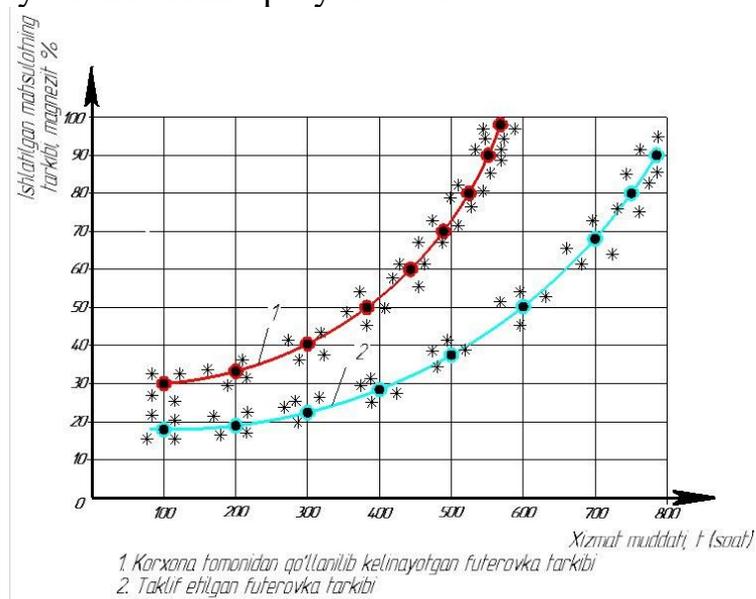


График 1. График увеличения срока службы футеровки при использовании магнезитового порошка в качестве огнеупорного материала.

Как видно на графике 1, в качестве огнеупорного материала использовался магнезитовый кирпич, а срок его службы был увеличен за счет ремонта его поврежденных участков с применением магнезитового порошка и шлака. Как показано на графике 1, состав футеровки, применяемый предприятием и предложенный исследователями Ташкентского государственного технического университета, сравнивался на основе нескольких экспериментов. Изменение срока службы футеровки изучали путем напыления огнеупорного материала, утилизируемого предприятием, от 30 до 100 % на поврежденную поверхность футеровки после удаления жидкого металла из печи. При использовании 30 % переработанного огнеупорного материала срок службы составляет 100 часов, 35 % – 200 часов, 40 % – 300 часов, 50 % – 380 часов, 60 % – 450 часов, 70 % – 480 часов, 80 % – 520 часов, 90 550 часов при % и 580 часов при 100%.

1. При использовании магнезитового кирпича в качестве огнеупорного материала изучено увеличение срока его службы за счет ремонта его поврежденных участков с применением магнезитового порошка и шлака.

2. Коррозию футеровки изучали по количеству жидкого шлака в шиббе.

3. Используя данные, полученные на основе эксперимента, можно определить результаты без проведения эксперимента с помощью Крамера.

4. Для получения качественного литого изделия и снижения содержания неметаллических включений был рассчитан коэффициент инжекции инертного газа аргона в жидкий металл.

5. Характер выпадения пор и незеркальных включений в отливке определяли введением в жидкий металл газообразного аргона с целью снижения пористости качественной отливки без незеркальных включений.

ВЫВОДЫ

В результате научного исследования, выполненного по теме «Разработка технологии увеличения срока службы футеровки печи на основе обработки основной футеровки» к докторской диссертации, были представлены следующие основные выводы:

1. Для увеличения срока службы футеровки электропечи рекомендуется увеличить количество Cr_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 и MgO в шлаковом составе жидкого металла и уменьшить FeO . В результате повышается коррозионная стойкость футеровки печи.

2. Уменьшить коррозию футеровки печи можно за счет вспенивания шлака при разжижении стального сплава в электропечи.

3. Возможность изучения влияния температуры разжиженного стального сплава на коррозию футеровки печи и увеличение срока службы футеровки печи.

4. С целью увеличения срока службы футеровки 30-тонной электродуговой печи для проведения исследований в производственных условиях ООО «Lida Metal Technology», исходя из массы ранее использованного огнеупорного материала и массы использованного огнеупора, 10% шлака (Cr_2O_3 , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , меньше FeO , CaO) измельчают вместе с помощью дробилки, а после удаления жидкого металла из печи разбрызгивают на поврежденные участки печи. футеровка печи с помощью специального приспособления. В результате увеличился срок службы футеровки печи.

5. Разработана технология повышения коррозионной стойкости футеровки электродуговой печи за счет введения в футеровку огнеупорных элементов. В результате срок службы футеровки печи увеличился с 600 до 800 часов.

6. Разработана технология снижения коррозии футеровки печи, основанная на снижении степени зависимости от химического состава разжижаемого сплава. Этот ресурс позволил разработать экономичные технологии.

7. Разработана на основе динамики влияния футеровки печи на разжиженный стальной сплав. В результате удалось увеличить внутренний слой футеровки печи на 8 – 10%.

8. Разработан на основе обеспечения интенсивности шлакообразования за счет введения флюса в жидкий сплав. Это позволило разжижать качественный стальной сплав.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.04 ON AWARDING THE
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

BEKCHANOVA VALIDA BAKHROM KIZI

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR INCREASING THE SERVICE
LIFE OF THE FURNACE LINING BASED ON THE BASIC LINING
TREATMENT**

**05.02.01 – “Materials science in mechanical engineering. Casting. Thermal and pressure
treatment of metals. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals. Technology of
rare, valuable and radioactive elements (direction of foundry and metalworking)”**

**ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2023

The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered by the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for B2022.2.PhD/T2850

The dissertation has been carried out at the Tashkent state technical university.

The synopsis of the thesis in three languages (Uzbek, Russian and English (summary)) is posted on the website of the Scientific Council (www.tstu.uz) and the information and Educational Portal “ZiyoNet” (www.ziynet.uz)

Scientific supervisor:	Turakhodjaev Nodir Djakhongirovich doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	Abdullayev Fatxulla Sagdullayevich doctor of technical sciences, professor
	Berdiyarov Baxriddin Tilovqabulovich doctor of technical sciences, Associate Professor
Leading organization	Andijan Mashine building

The defense of the dissertation consists of « 9 » december 2023 at 11⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council No DSc.03/30.12.2019.T.03.04 under the Tashkent State Technical University. (Address: 100095, Tashkent, st. University 2. Tel./fax: (99871) 227 – 10 – 32; e – mail: tadqiqotchi@tdtu/uz)

The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent State Technical University (registration number 354). (Address: 100095, Tashkent, st. University 2. Tel./fax: (99871) 227 – 10 – 32

The synopsis of the thesis was sent “25” november 2023.
(protocol of the register No. 25 dated november 2023).

K.A.Karimov
Chairman of scientific council for degrees,
Doctor of technical sciences, professor

Sh.B.Tashbulatov
Scientific secretary of the Scientific
Council on awarding scientific degrees,
Doctor of philosophy in technical sciences

N.S.Dunyashin
Chairman of the scientific seminar,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of the thesis of the Doctor of Philosophy (PhD))

The purpose of the study. Development of technology to increase service life of electric arc furnace lining

Research objectives:

- Development of technology for extending the service life of electric arc furnace lining;
- Determining the degree of dependence of liquid slag on the material of the furnace lining in the process of liquefying the mixture;
- Determining the degree of dependence of the liquefied alloy on the corrosion of the furnace lining;
- Analysis of the effect of changing the lining of the furnace on the quality of the liquefied steel alloy;
- Development of the dynamics of dependence on the formation of slag from liquid metal to the furnace in the process of liquefaction of A500 steel alloy.

Research object 30 – ton electric arc furnace base lining was selected.

The subject of research – changes in the properties of refractory materials used in the furnace lining due to the temperature of the liquid alloy, normalization of the composition of the liquid slag, heat exchange and chemical reactions that affect the lining in the process of burning the furnace lining.

Research methods. Thermocouple Positherm was used to determine the temperature of the alloys during the research, "SPEKTROLAB-10M" equipment was used to determine the chemical composition of the alloy, TK-2M brand hardness measuring device was used to determine the hardness of the alloy, MK-3M equipment was used to determine the impact viscosity, METAM was used to analyze the microstructure of the alloy. RV-23 brand microscope, PMT-3 type microtwerdomer, Zeiss EVO MA 10 (Carl Zeiss) scanning electron microscope were used to determine phase hardness.

The scientific novelty of the research:

The corrosion resistance technology of the lining of the electric arc furnace has been developed due to the inclusion of refractory elements in the lining;

The technology to reduce the erosion of the furnace lining was developed based on reducing the degree of dependence on the temperature of the alloy being liquefied;

It was developed on the basis of the dynamics of the influence of the furnace lining on the liquefied steel alloy;

It was developed on the basis of providing the intensity of slag formation based on the introduction of flux into the liquid alloy.

Practical implications of the study:

The technology of increasing the service life of the electric arc furnace has been developed by using additional refractory materials that ensure corrosion resistance of the lining of the electric arc furnace. This allows to ensure resource saving in production conditions;

It was developed based on the degree of dependence of the corrosion of the furnace lining on the alloy being liquefied. It serves to normalize the temperature of the alloy;

It was developed on the basis of the study of the dynamics of the influence of the furnace lining on the steel alloy being liquefied. It serves to obtain high-quality cast products from liquefied steel alloy;

It was developed on the basis of providing the intensity of slag formation based on the introduction of flux into the liquid alloy. It normalizes the composition of the slag and serves to increase the service life of the furnace lining.

Implementation of research results.

On the basis of the results obtained on the improvement of the technology of increasing the service life of the furnace lining based on the processing of the basic lining:

The technology of plastering the furnace lining with magnesite was introduced at the plant of JV "Lida Metal Technology" LLC (reference number 1/00 - 0033 dated January 30, 2023). As a result, it was possible to increase the corrosion resistance of the oven lining by 10-15%.

The technology of restoration of corroded parts of the furnace lining was introduced at the plant of JV "Lida Metal Technology" LLC (reference number 1/00 - 0033 dated January 30, 2023). As a result, the introduction of the developed technology made it possible to increase the service life of the furnace lining by 1.2-1.3 times.

The technology of processing with inert gases in liquefaction of low-carbon steel alloy was introduced at the plant of JV "Lida Metal Technology" LLC (reference number 1/00 - 0033 dated January 30, 2023). As a result, it was possible to reduce the amount of gases in the alloy by 8-10%.

The structure and scope of the dissertation.

The composition of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of used literature and appendices. The length of the dissertation is 120 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I – bo'lim (I – часть; part I)

1. Valida B. et al. Technology of Increasing the Service Life of Based Lining Based on Recycling //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 11. – С. 43-48.
2. Nosir S. et al. CAST IRON LIQUEFACTION TECHNOLOGY //EDITORIAL BOARD. – 2022. – С. 812.
3. Nosir S. et al. Development new brands of resistance white cast Irons //European Journal of Research Development and Sustainability. – 2022. – Т. 3. - №. 1. – С. 116-120.
4. Valida B. et al. Improvement of the Technology of Liquefaction of A500 Low–Carbon Steel Alloy in an Electric ARC Furnace //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 159-164.
5. Valida B. et al. Extending the Service Life of The Electric ARC Furnace Lining //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 153-158.
6. Valida B. et al. Improvement of the Technology of Liquidation of A500 Brand Low Carbon Steel Alloy in the Induction Furnace //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 1-6.
7. Valida B. et al. Development of Technology of Liquefaction of Steel Alloys in Electric Furnaces //Spanish Journal of Innovation and Integrity. – 2022. Т. 8. 65 – 69.
8. Nosir S. et al. DEVELOPMENT OF QUALITY STEEL ALLOY LIQUIDATION TECHNOLOGY //American Journal of Interdisciplinary Research and Development. – 2022. – Т. 7. – С. 74-83.
9. Valida B. et al. Explore of the Technology of Liquefaction of High–Quality Ingots from Steel Alloys //Czech Journal of Multidisciplinary Innovations. – 2022. – Т. 8. – С. 1-7.
10. Valida B. et al. TECHNOLOGY OF INCREASING THE SERVICE PERIOD OF LIQUIDATION FURNACES BASED LIQUID SHIBBA //Eurasian Journal of Engineering and Technology. ISSN: 2795-7640. www.geniusjournals.org. – 2023 - .C.85 – 89.

II – бўлим (II – часть; II – part)

1. V.B.Bekchanova., N.M.Saidmaxamadov., N.X. Tadjiyev Shlak va metallning elektr jihozlari resursiga ta'sirini tahlil qilish // Uzbekistan-Japan International Conference «Energy- Earth-Environment-Engineering», November 17-18, 2022, Uzbek-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan.

2. V.B.Bekchanova., N.M.Saidmaxamadov Асосли футеровкани қайта ишлаш асосида печ футеровкасининг хизмат муддатини ошириш // Uzbekistan-Japan International Conference «Energy- Earth-Environment-Engineering», November 17-18, 2022, Uzbek-Japan Innovation Center of Youth, Tashkent, Uzbekistan

3. Bekchanova Valida IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF LIQUEFACTION OF A500 LOW – CARBON STEEL ALLOY // “Қуймакорлик ишлаб чиқариш соҳасида ресурс ва энергиятежамкор инновацион технологиялар” мавзусидаги халқаро миқийсдаги илмий ва илмий-техник анжуман 18-19 май, 2023, Тошкент

4. Bekchanova V.B., Tadjiyev N.X., Zufarova N., Gulyamov S M., ELEKTR YOY PECHINING ASOSLI FUTEROVKASINI QAYTA ISHLASH ASOSIDA UNING XIZMAT MUDDATINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASI //“Қуймакорлик ишлаб чиқариш соҳасида ресурс ва энергиятежамкор инновацион технологиялар” мавзусидаги халқаро миқийсдаги илмий ва илмий-техник анжуман 18-19 май, 2023, Тошкент

5. Bekchanova Valida High-quality steel liquefaction technology from fine slag materials // Eurasian Journal of Engineering and Technology www.geniusjournals.org Volume 18| May 2023 ISSN: 2795-7640

6. Bekchanova V.B., Тураев Н.С. Эшимов Д.Т. ПЎЛАТ ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚЛАНТИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ // ISSN 2181-8622 Namangan muhandislik texnologiya instituti Ilmiy-tekhnika jurnali Tom 7 Maxsus son 2 2022

Dissertatsiya avtoreferati Toshkent davlat texnika universiteti nashriyot bo'limida taxrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi