

SUVANOVA LOLA SUYUNOVNA
MAMATKOSIMOV MIRZASULTON ABDURAIMOVICH

ELEKTR ISITGICHLAR VA ULARNING TURLARI

MONOGRAFIYA



Toshkent 2021

**SUVANOVA LOLA SUYUNOVNA
MAMATKOSIMOV MIRZASULTON ABDURAIMOVICH**

ELEKTR ISITGICHLAR VA ULARNING TURLARI

(5320100 – Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiya ta'lim yo'nalishi talabalari, ilmiy tadqiqotchilar, muhandistlar uchun qayta tiklanuvchi energiya asosidagi energiya qurilmalari, materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi sohasida keng qo'llaniladigan elektr isitgichlar va ularning turlari to'g'risida ma'lumotlar keltirib o'tilgan.)

Toshkent

TIQXMMI 2021

UO'T: 661.665.1

Suvanova L.S., Mamatkosimov M.A. Elektr isitgichlar va ularning turlari. "TIQXMMI" bosmaxonasi 2021 yil, s.120.

Ushbu Monografiyada siz eng mashhur va ehtimol hali tanish bo'lmagan elektr isitgichlar, ularning turlari va ishlash rejimlari bilan tanishasiz. Bundan tashqari bugungi kungacha import bo'lgan elektr isitgichlarni quyosh energiyasiga asoslanib tayyorlanish jarayonlari bilan to'liq tanishib olasiz. Elektr isitgichlar qaerda nima uchun qo'llanilishi, ularning vazifalari, import mahsulotni to'liq o'rmini bosuvchi mahalliy mahsulotni ishlata olish imkoniyatlariga ega bo'lasiz.

Masul muharrir: t.f.d., professor T.Z. Sultanov

Taqrizchilar: t.f.n., katta ilmiy xodim Sh.M. Kuliev

k.f.n., dotsent S.N.Xodjibekov

Suvanova Lola Suyunovna

Mamatkosimov Mirzasulton Abduraimovich

ELEKTR ISITGICHLAR VA ULARNING TURLARI

2021 yil _____ da chop etishga ruxsat etildi.

Formati 60x84 ¹/₁₆ Shartli bosma tabaq 8.0.

Nusxalar tiraji №___ Narx muzokara qilinadi.

"TIQXMMI" bosmaxonasi. Toshkent 100000 Qori Niyoziy ko'chasi 39uy.

ISBN-978-9943-305-09-0

Muqaddima

Ushbu Monografiyada ko'rib chiqilgan elektr isitgichlarning barqaror ish rejimini ta'minlash, ishlab chiqarishda tezlikni oshirish va undagi quvvat yo'qotishlarini kamaytirish muammolari, issiqlik muhandislik jarayonlari, baza maydonining parametrlari o'rtasidagi aloqani o'rnatish muammolarini keltirib chiqarmoqda.

Ushbu Monografiyada elektr isitgichlarning 1700°C haroratgacha qizdira olish holatini ko'rib chiqish asosida, ularning davomiyligiga qarab, elektr isitgichning har bir qismida harorat o'zgarishi dinamikasi va maksimal ish harorati aniqlanadi. Olingan natijalarning harakteristikalari va ularni yuqori haroratli elektr pechlarida qo'llashning optimallashtirilgan holati qiziqish uyg'otadi.

Ushbu Monografiya elektr isitgichlarning turlarini bir biridan farqlarini ajratishdagi tushunchalarni kengaytirishga yordam beradi.

Asosiy belgilar va qisqartmalar

AES - atom elektr stantsiyasi
VK - shamol g'ildiragi
Yalpi milliy mahsulot - yalpi milliy mahsulot
VER - ikkilamchi energiya manbalari
WPP - shamol elektr stantsiyasi
Shamol turbinasi - shamol elektr stantsiyasi
PSPP - nasosli saqlash stantsiyalari
Geotermik elektr stantsiyasi - geotermik issiqlik elektr stantsiyasi
GRES - shahar tuman elektr stantsiyasi
GTS - geotermik issiqlik stantsiyasi
GTU - gaz turbinasi qurilmasi
Gidroelektr stantsiyasi
DGS - ekspander-generator to'plamlari
DES - dizel elektr stantsiyasi
Samaradorlik - samaradorlik koeffitsienti
KU - chiqindi issiqlik qozonlari
GES - kichik gidroelektr stantsiyasi
MPC - ko'p marta majburiy aylanish
IEA - Xalqaro energetika assotsiatsiyasi
Qayta tiklanadigan energiya manbalari - noan'anaviy va qayta tiklanadigan energiya manbalari
PVA - bug 'va suv aralashmasi
MPC - ruxsat etilgan maksimal kontsentratsiya
PES - to'lqinli elektr stantsiyasi
RT - ishchi organ
SES - quyosh elektr stantsiyasi
FEC - yoqilg'i-energetika kompleksi
FER - yoqilg'i-energetika resurslari
IES - issiqlik elektr stantsiyasi CHP - issiqlik elektr stantsiyasi
FEC - Kichik va noan'anaviy energiya federal markazi

MUNDARIJA

Kirish	7
1-BOB. YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING QO'LLASH-DAGI TEXNOLOGIK JARAYONLAR.....	12
1.1§ Yuqori haroratli elektr isitgichlarning turlari.....	15
1.2§ Yuqori haroratli elektr isitgichlarning tarkibiy qismlari.....	27
1.3§ Elektr isitgichlarni ishlab chiqarish jarayonlari.....	32
Muammoni bayonoti.....	35
2-Bob. YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING TARKIBIY QISMINI ASOSLASH.....	36
2.1§ Katta quyosh pechiga asoslanib tayyorlangan elektr isitgichlarning tarkibidagi elementlarni asoslash.....	42
2.2§ An'anaviy bo'lmagan rejimda katta quyosh pechi asosida olingan elektr isitgichlarni kuchaytirish xususiyatlari.....	51
2.3§ Mahalliy xom-ashyolarga asoslangan keramik strukturalarning stabilizatsiyalash jarayonlarini o'rganish.....	59
2.4§ Keramik mahsulotni modulyasiya jarayonini boshqarish.....	61
2.5§ Mahalliy xom-ashyoga asoslangan keramik mahsulotni modulyasiya mexanizmlarini tahlil qilish.....	65
2-Bobga oid natija.....	73
3-Bob. KATTA QUYOSH PECHI ASOSIDA TAYYORLANGAN YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING XUSUSIYATLARI.....	77
3.1§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning termal qarshiligi.....	79
3.2§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning kengayish va kengaytirish koefitsienti	83
3.3§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlik bilan ishlov berilishi.....	86
3.4§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlik o'tkazuvchanligi.....	88
3.5§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlikni o'zida saqlab qolishi.....	91
3-Bobga oid natija.....	94
4-Bob. ISTE'MOLCHINING TALABI ASOSIDA YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNI ISHLAB CHIQRISH.....	95
4.1§ Mahalliy xom-ashyolarga asoslanib tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarning ish faoliyatini sinovdan o'tkazilishi.....	97

4.2§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarni sintez qilish uchun qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechini sinovdan o'tkazilishi.....	102
4.3§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarning sintez qilish uchun qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechining termostatini sinovdan o'tkazilishi.....	104
4.4§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlari qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechining energiya iste'molini sinovdan o'tkazilishi.....	105
4.5§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlar qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechini iste'molda qo'llanilishini sinovdano'tkazilishi.....	106
4-Bobga oid natija.....	108
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	109

KIRISH.

Monografiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda bugungi kunda intensiv rivojlanayotgan keramika sohasida istiqbolli yo‘nalishlardan biri bo‘lgan yuqori haroratga ishlovchi elektr isitgichlarning yangi turlarini barpo qilishga, shuningdek karbid kremniy va xromel-lantal asosidagi yuqori haroratda ishlovchi elektr isitgichlarning takomillashtirish muammolariga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Bu borada elektr isitgichlarning ishlatish prinsipi, ularga qo‘yilgan talablarning issiqlikka tashqi ta‘sir kuchiga, holatini saqlab qolishga va rangbaranglik darajalarini takomillashtirilgan yangi turini yaratishdagi muhim vazifalardan biri bo‘lib hisoblanadi. Hozirgi kunda dunyoda keramika soxasida elektr isitgichlarning fizik hususiyatlarining shakllanishida ularning parametrlarini rolini aniqlashga katta ahamiyat berilmoqda. Bu borada maqsadli ilmiy tadqiqotlarni, jumladan, quyidagi yo‘nalishlardagi ilmiy izlanishlarni amalga oshirish muhim vazifalardan hisoblanadi va bularga: tadqiq qilinadigan tuzilmalarda sodir bo‘layotgan fizik jarayonlarni mukammal o‘rganish va texnik ta‘sirga chidamli xarakteristikalarining shakllanish mexanizmlarini aniqlash; har tomonlama qulay issiqlikka chidamli elektr isitgichlarni tayyorlashning texnologik usularini mukammallashtirish; karbid kremniy va serpentin asosidagi geterotuzilmali elektr isitgichlarning spektral xarakteristikalarini geterocheharadagi jarayonlar bilan bog‘liqligini aniqlash; ularning funksional parametrlarini optimallashtirish usullarini izlash; hamda ularni tayyorlash texnologiyasini mukammallashtirish. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirishning Harakatlar strategiyasiga ko‘ra, ilmiy va innovatsiya yutuqlarini amaliyotga joriy etishning samarali mexanizmlarini yaratish masalalariga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Jumladan elektr isitgichlarning geterotuzilmalarda kechadigan turli jarayonlarni va spektral xarakteristikalarini boshqarish imkoniyatlarini aniqlash, amaliyotga tadqiq qilish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Faol tadbirkorlik, innovatsion g‘oyalar va texnologiyalarni qo‘llab-quvvatlash yili olingan ilmiy natijalarni hozirgi zamon talablariga javob beradigan darajaga olib chiqish alohida e‘tiborga sazovor. Bu borada har xil spektral diapazonga mo‘ljallangan

geterotuzilmali elektr isitgichlarning funksional xarakteristikalarini optimal-
lashtirish orqali ularning samaradorligini oshirish muxim ahamiyatga ega.
Radiatsiya va ultratovush ta'siri orqali sirqish tashqi ta'sir jarayonida elektr
isitgichlarning ichki qismidagi ta'sirni kamaytirish usullari ishlab chiqildi. Shu
jihattan karbid kremniy va xromel-lantal asosidagi geterotuzilmali keramik
plitalarning spektral xarakteristikalari shakllanishini, dinamik va statik
xarakteristikalarini izohlaydigan jarayonlarni aniqlash, texnik parametrlarining
samaradorligini oshirish hamda ularni yaratishning yangi texnologiyalarini ishlab
chiqish muhim ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotda ma'lum darajada O'zbekiston
Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli "O'zbekiston
Respublikasini yanada rivojlanishi bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi
Farmoni, 2017 yil 13 fevraldagi PQ-№2772-sonli "2017-2021 yillarda elektronika
sanoatini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlari to'g'risida"gi va 2017 yil 17
fevraldagi PQ-№2789-sonli "Fanlar akademiyasining faoliyatini, ilmiy tadqiqot
ishlarini tashkil etish, boshqarish va moliyalashtirishni yanada takomillashtirish
chora-tadbirlari to'g'risida»gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa
me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga xizmat
qiladi.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Bugungi kunga qadar, yuqori
haroratga chidamli elektr isitgichlarni tayyorlash va qayta ishlash jarayonlarida
quyosh energiyasini qo'llash muammolari Sankt-Peterburg Davlat politexnika
Universiteti (Rossiya), Ukraina V.N. Bakulya nomidagi o'ta qattiq materiallar
instituti, Markaziy ilmiy-tadqiqot materiallari instituti (Rossiya), Milliy tadqiqot
texnologik universiteti (Rossiya), Toshkent kimyo texnologiyalari instituti
(O'zbekiston) va O'zR FA «Fizika-Quyosh» ICHB (O'zbekiston) ilmiy
markazlarida o'rganilgan.

Quyosh energiyasini issiqlikka aylantirish asosidagi energiya qurilmalaridan
issiqlik ta'minoti tizimlarida foydalanish sohasini rivojlanishiga taniqli olimlar
Strebkov D.S., Xarchenko V.V., Alekseev V.V., Vissarionov V.I., Kazandjan B.I.,
Tarnijevskiy S.N., Andersen B., Bekman U., Daffi Dj., Kleyn S., Mak-Veyg D.,

Xrustov B.N. va b., hamda o'zbek olimlari Zaxidov R.A., Avezov R.R., Klychev SH.I., Abbasov E.S., Avezova N.R., Ergashev S.F., Vardiyashvili A.B., Uzoqov G'.N., Iskandarov Z.S. va Xayriddinov B.E. o'zlarining katta hissalarini qo'shishgan. Xususan, ular tomonidan, keramik materiallarni tayyorlashda quyosh energiyasidan foydalanishning energiya samarador texnologiyalarini ishlab chiqish, harorat, namlik rejimlarini takomillashtirish va texnologik jarayonlarni optimal boshqarish uchun issiqlik-massa almashinish jarayonlarini modellashtirish tadqiqotlari olib borilgan. Xorijiy mamlakatlarda (Rossiya, Ukraina v.b.) keramik materiallar uchun quyosh energiyasidan foydalanishning amalda keng qo'llanilayotganiga qaramasdan, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan, xususan quyosh energiyasidan foydalangan holda mahalliy xomashyolarga asoslangan, yuqori haroratga chidamli elektr isitgichlarning parametrlarini ta'minlashning majmuaviy talablarini hal etishga etarlicha e'tibor qaratilmagan.

Tadqiqotning maqsadi. Mahalliy xomashyolar asosida issiqlikka chidamli elektr isitgichlarni ishlab chiqish va foydalanishga topshirishdan iborat.

Qo'yilgan maqsadga ko'ra quyidagi vazifalarni bajarish lozim:

O'zbekiston Respublikasining energetik tizimida mintaqaviy xususiyatlarni hisobga olgan holda mahalliy xom-ashyolarga asoslangan issiqlikka chidamli elektr isitgichlardan foydalanish samaradorligini asoslash;

elektr isitgichlarga ishlov berishning ish rejimlarida energetik sarflarni kamaytirish yo'li bilan uning samaradorligini oshirish usullarini ishlab chiqish va keramik plitalarning samaradorlik oshirish rejimlarini optimallashtirish;

mahalliy xom-ashyolarga asoslangan keramik plitalarni tayyorlashning asosiy parametrlarini aniqlash uslubini takomillashtirish;

mahalliy xom-ashyolarga asoslangan issiqlikka chidamli keramik plitalarni tayyorlashning texnikaviy – iqtisodiy parametrlarini aniqlash uslubini takomillashtirish va ishlab chiqishni yo'lga qo'yish.

Tadqiqot natijalarining aprotatsiyasi. Monografiyaning asosiy natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida bayon etilgan va muhokamadan o'tkazilgan.

Natijalarning nashr qilinganligi. Monografiya bo'yicha 9 ilmiy ishlar nashr qilingan bo'lib, ulardan 6 ta maqola dissertatsiyaning muhim natijalarini nashr etish uchun O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasi tomonidan tavsiya etilgan jurnallarda chop etilgan.

Monografiyaning tuzilishi va hajmi. Kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilova qismlaridan iborat. Dissertatsiya matni 120 betda bayon qilingan.

1-BOB. YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING QO'LLASHDAGI TEXNOLOGIK JARAYONLAR

1.1 § Yuqori haroratli elektr isitgichlarning turlari.

1.2 § Yuqori haroratli elektr isitgichlarning tarkibiy qismlari.

1.3 § Elektr isitgichlarni ishlab chiqarish jarayonlari.

Muammoni bayonoti.

1-BOB. YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING QO'LLASHDAGI TEXNOLOGIK JARAYONLAR

Versiya bilan ishlatuvchilarning tasnifi.

Sanoat uskunalarining har bir turi uchun ma'lum turdagi isitgichlar ishlatiladi. Mashinani loyihalash va isitish harorati talablari isitish moslamasining turini aniqlaydi. Isitgichlarning korpuslari issiqlik qarshiligi va yuqori issiqlik o'tkazuvchanligiga ega bo'lgan turli xil materiallardan tayyorlanishi mumkin. Isitgichning qarshiligi tarmoqqa ulanganidan keyin elektr toki o'tadigan o'tkazuvchi element tomonidan ta'minlanadi.

Isitgichning dizayni va ishlashi elektr isitgichning turini aniqlaydi. Bugungi kunda sanoat va kundalik hayotda ular quyidagilardan foydalanadilar:

Ochiq isitgichlar (isitish batareyasi);

Sizdirmaz elektr isitgichlar;

Germetik muhrlangan isitgichlar.

Ochiq isitgichlarda korpus yo'q va rezistiv spiral simdan iborat. Ularni izolyatsiya qilingan uskunaning maxsus ajratilgan oluklariga joylashtirilgan. O'rnatish qavslar yordamida amalga oshiriladi. Issiqlik uzatish konveksiya yoki nurlanish orqali sodir bo'ladi. Ulanishdan so'ng, issiqlik ishlab chiqarish juda tez amalga oshiriladi, isitish elementlari davri unchalik murakkab emas va ular arzonga tushadi. Muhim afzallik shundaki, ochiq isitgichlarni ta'mirlash oson. Shuni ta'kidlash kerakki, ulardan foydalanish xavfsiz emas va qisqa tutashuv va mexanik zarbalardan himoya qilmaydi.[1-4]

Ochiq isitgichlarga quyidagilar kiradi:

ochiq mikanitli isitish elementlari;

quruq turdagi isitish elementlari;

elektr tavlanadigan pechlar uchun isitish elementlari;

simli isitgichlar.

Noqonuniy isitgich moslamasi izolyatsiya qilingan. Bunday isitgichlar yopiq elementlarning pastki turiga kiradi. Issiqlik o'tkazgich sifatida rezistent lentalar yoki spirallardan foydalaniladi. Seramika boncuklar ko'pincha izolyator sifatida ishlatiladi. Boncuklar isitish elementini isitish mumkin bo'lgan ob'ekt bilan aloqa qilishdan himoya qiladi, ammo havo bilan aloqa qilishdan himoya qilmaydi. Isitgichning ushbu dizaynini yig'ish qiyin emas, lekin u ishlashda ishonchli. Kukun izolyatori bilan to'ldirilgan metall korpuslarga joylashtirilgan germetik bo'lmagan isitgichlar mavjud. Bu sızdıran isitgichning yanada ishonchli versiyasi, ammo belgilangan haroratga erishish uchun ko'proq vaqt kerak bo'ladi.[5]

Noqonuniy isitgichlarga quyidagilar kiradi:

ring seramika isitish elementlari;

metall g'ilofli tekis va halqali isitgichlarning ayrim turlari;

nozzle halqali isitgichlar;

keramika izolyatsiyasiga ega moslashuvchan isitgichlar.

Germetik muhrlangan elektr isitgichlar butunlay yopiq dizaynga ega va haroratni har xil yo'llar bilan ta'minlashi mumkin: konveksiya; issiqlik o'tkazuvchanligi, nurlanish. Ushbu versiyada quvurli isitish elementlari (TEN) ishlab chiqarilgan. Ular isitish batareyasi, ingichka metall korpus va izolyatsiyalovchi plomba moddasini o'z ichiga oladi. Rezistiv spiral va isitgich qobig'i orasidagi bo'shliq izolyatsiya bilan to'ldirilgan. Terminallar aloqa qilish uchun tayoqchalarga o'rnatiladi.[6]

Muhrlangan versiyada quyidagi isitish moslamalari ishlab chiqariladi:

kartrijni isitish elementlari;

guruch tanasi bo'lgan halqali isitgichlar;

alyuminiy bilan to'ldirilgan halqa va tekis isitish elementlari;

ba'zi turdagi spiral elektr isitgichlar.

Germetik isitgichlar ko'plab sanoat korxonalarida qo'llaniladi, chunki ular yuqori xavfsizlikka ega, uzoq vaqt xizmat qiladi, yuqori haroratli uzluksiz ishlash jarayoni bilan yaxshi kurashadi va agressiv muhitda ishlatilishi mumkin.

Ba'zi isitgichlarning ijobiy fazilatlariga va boshqalarning kamchiliklariga qaramay, ularning barchasi aniq funksiyalarni bajarish uchun mo'ljallangan. Germetik isitgichlar o'z vazifalarini korroziv muhitda samarali bajarishga qodir bo'lsa-da, ba'zi ochiq turdagi isitish elementlari yuqori haroratni isitadi. Agar isitish moslamasi texnik imkoniyatlariga muvofiq ishlatilmasa, u ko'pincha ishlamay qoladi. Isitgichni tanlashda uni o'rnatish shartlariga, haroratni etkazib berish qiymatlariga, harorat ko'tarilish tezligiga va individual ish omillariga tayanib ish tutiladi.[7]

1.1 § Yuqori haroratli elektr isitgichlarning turlari.

Zamonaviy infraqizil elektr isitgichlarining turlari.

1800 yilgacha elektromagnit nurlanishning infraqizil spektri mavjudligiga shubha ham qilmagan. Issiqlik oqimidagi infraqizil spektrning ahamiyati bugungi kunda 1800 yilda ser Uilyam Xerschel tomonidan kashf etilganidan ko'ra yaxshiroq tushuniladi. U yangi optik imkoniyatlarni o'rganib chiqdi. Yorug'lik yorqinligini turli yo'llar bilan o'tkazadigan rangli shishaning turli xil namunalari sinab ko'rish paytida olim, ba'zi namunalar quyosh nuri juda kam tushganini, boshqalari esa shunchalik yo'l qo'yganki, hatto uzoq vaqt kuzatish bilan ko'rish qobiliyatiga zarar etkazish xavfi mavjud edi.[8]

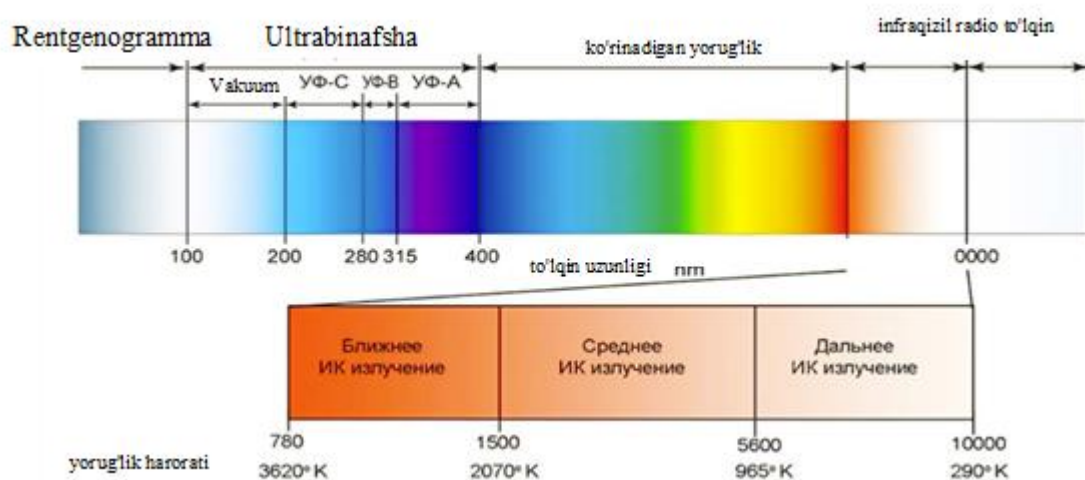
Tez orada Herschel muntazam tajriba o'tkazish zarurligiga ishonch hosil qildi. Uning maqsadi yorqinlikni kerakli pasayishiga hamda issiqlik ta'sirining maksimal pasayishiga olib keladigan bitta materialni topish edi. U tajribani Nyutonning prizma tajribasini takrorlash bilan boshladi. Avvalo, Herschel nurlarning spektrlar bo'yicha vizual tarqalishini emas, balki isitish imkoniyatlarini o'rganib chiqdi.

U sezgir shisha simob termometrining lampochkasini siyoh bilan bo'yab, uni turli xil yorug'lik spektrlari uchun nurlanish detektori sifatida ishlatgan, u dastgohda quyosh nurlarini shisha prizmadan o'tkazib yaratgan. Qolgan

termometrlar quyosh nurlanishidan tashqarida joylashtirilgan va boshqaruvchi vazifasini bajargan.

Rangli termometr asta-sekin spektr ranglari bo'ylab harakatlanayotganda, harorat binafsha rangdan qizil ranggacha doimiy o'sishini ko'rsatdi. Ushbu tadqiqot natijasini mutlaqo ajablanib qabul qilish mumkin emas edi, chunki italiyalik tadqiqotchi Landriani xuddi shu ta'sirni 1777 yilda xuddi shunday tajribada kuzatgan. Biroq, isitish effekti maksimal darajaga yetadigan nuqta bo'lishi kerakligini va spektrning ko'rinadigan qismi bilan chegaralangan o'lchovlar bu nuqtani topa olmaganligini birinchi bo'lib aynan Herschel tushundi.

Termometrni spektrning qizil uchidan tashqaridagi qorong'i joyga olib borib, harorat ko'tarilishda davom etayotganini tasdiqladi. U nihoyat maksimal nuqtani topgach, uning qizil spektrning oxiridan ancha uzoqroq joylashganligi aniqlandi, u bugungi kunda "infraqizil to'lqin uzunligi" deb nomlanadi.[9]



Herschel o'z kashfiyotini ochib berganida, u elektromagnit spektrning ushbu yangi qismini "termometrik spektr" deb atagan. Bunday nurlanishning turini u ba'zan "qorong'i issiqlik" yoki oddiygina "ko'rinmas nurlar" deb atagan.

Biroq, "infraqizil port" atamasini Herschel emas. Bu so'z bosmadan taxminan 75 yil o'tgach paydo bo'la boshladi va uni kim yaratgani hali ham aniq emas.

Infraqizil isitgichlar

Bugungi kunda infraqizil nurlanishni yaratadigan elementlar turli xil qurilmalarda qo'llaniladi. Ular tashqi teraslar va xonalarni isitish uchun infraqizil isitgichlar dizaynining bir qismidir. Ularning yordami bilan siz uyda, ustaxonada, idorada va havoning namligiga ta'sir qilmasdan yilning sovuq davrida optimal haroratni yaratishingiz mumkin.

Infraqizil elementlardan texnologik uskunalarda ham foydalaniladi. Ularning yordami bilan siz tez va osonlik bilan turli xil materiallarning bir xil va yuqori aniqlikdagi isitilishini yaratishingiz mumkin.

IQ isitgichlar bilan o'rnatishda nisbatan so'nggi o'zgarishlardan biriga misol sifatida biz so'nggi avlod IQ lehim stantsiyalari, isitish pechlari va laboratoriya quritish uskunalarini keltirishimiz mumkin. IQ lehim stantsiyasida siz SMD komponentlari bilan guruhli tenglikni qayta ishlashingiz mumkin.[10]

Infraqizil nurlarning ishlash printsipi

Tabiatdagi infraqizil nurlar quyosh nurlarining spektrlaridan biridir. Bu eng past chastotali emissiya zonasi. Infraqizil nurlarining sayyoramiz yuzasiga ta'siri tufayli biz issiqlik olamiz. Ushbu radiatsiya atmosferadan to'siqsiz o'tib, erga etib boradi. Mutlaqo barcha jismoniy jismlar infraqizil diapazonni o'zlashtirishga qodir. Havoning issiqlikni isitadigan jismlardan ikkinchi darajali tartibda oladi. Bu holda termodinamikaning ikkinchi qonuni ishlaydi, ya'ni sovuqroq tana issiqroqdan energiya oladi. Kechasi havoning kunduziga qaraganda salqinroq bo'lishini tushunish uchun buyuk olimning hojati yo'q. Xuddi shu ishlash printsipi maishiy va sanoat maqsadlarida ishlatiladigan inshootlarni loyihalashga kiritilgan IQ isitish elementlarida ham kuzatiladi.

Albatta, sun'iy ravishda ishlab chiqarilgan IQ isitgichlarining radiatsiya spektri tabiiy nurlarnikidek keng emas. Inson tomonidan ishlab chiqarilgan IQ qurilmalar $\lambda = 50-2000 \mu\text{m}$ oralig'ida ishlaydi. Bu holda, shuningdek, tananing isitilishi mumkin bo'lgan harorat ko'rsatkichi qancha past bo'lsa, IQ to'lqini

shunchalik uzunroq bo'lishi hisobga olinadi. To'lqin uzunligiga qarab infraqizil nurlanish uchta toifaga bo'linadi:

qisqa to'lqin: $\lambda = 0,74-2,5$ mikron,

o'rta to'lqin: $\lambda = 2,5-50$ mikron,

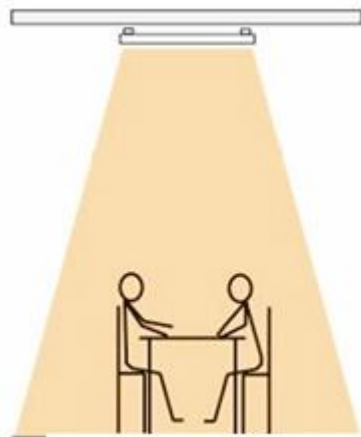
uzun to'lqin uzunligi: $\lambda = 50-2000$ mikron.

Issiqlik moslamalari uzoq to'lqinli spektr bilan ishlasa, eng samarali ishlaydi. IQ isitgichlarining turli xil variantlari IQ isitish uskunalarini loyihalashga kiritilgan asosiy elementlardir. Bunday qurilmalarning ishlashi infraqizil to'lqinlarning emissiyasiga asoslanganligidan kelib chiqib, bo'linmalarining o'zi emitent deb hisoblanadi.[11]

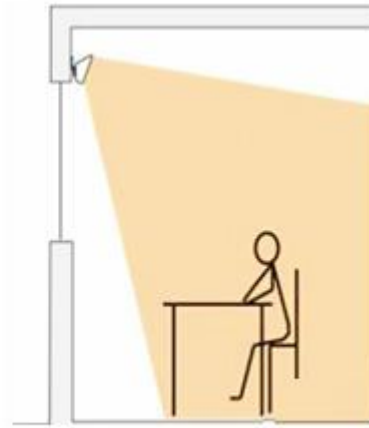
IQ isitgichlar qurilmasi

IQ isitgichlarining qurilishi juda oddiy. Isitish simi yoki ip korpusga joylashtiriladi, u isitgichga qo'yiladigan talablarga qarab, har xil shakli va ko'rinishiga ega bo'lishi mumkin. Maxsus reflektor, tarmoqqa ulanish uchun terminal elementlari korpus tagiga joylashtirilgan. Kassadan tashqarida tashqi simlar o'tadigan terminal mavjud.

Ushbu isitgich dizayni fasadlarni, reklamalarni, hovlilarni va boshqalarni yoritish uchun ishlatiladigan halogen yoritgichlarga juda o'xshaydi. Ushbu elementlar kichik maydonni mahalliy yoritish uchun ishlatiladi. Ularning yordami bilan siz butun hududni isitish uchun energiya sarf qilmasdan alohida hududlarning haroratini osongina ushlab turishingiz mumkin.



To'liq isitish



nuqta IQ isitish

nuqta IQ isitish

Yo'naltirilgan issiqlik oqimi bilan termal ta'sirni nazarda tutadi. Restoranlarda bunday elementlar mahalliy stollarni alohida stollarda isitish uchun ishlatiladi. Ular lampalar singari, shiftga vidalanish orqali o'rnatiladi.

To'liq isitish

Ushbu isitgichlar turli xil versiyalarda ishlab chiqariladi, chunki juda katta talabga ega. Ular katta binolarni isitishlari mumkin: sanoat ustaxonalari, omborlar, idoralar, yashash xonalari, restoran zallari va boshqalar. Bo'shliq isitgich uglerod lampasini o'z ichiga oladi.[12]

Uglerod chiroq



Strukturaviy ravishda, bu vakuumli muhitga ega bo'lgan kvarts trubkasi bo'lib, uning ichiga nurli element joylashtirilgan. Emitent to'plamga yig'ilgan bir

nechta uglerod tolalaridan iborat va nurlanish maydoni ko'paygan. Isitgich tarmoqqa ulanganda tola bir zumda haroratni oshiradi va nurli issiqlik hosil qiladi. Nichromli isitgichlar bilan bir xil quvvatni iste'mol qiladigan uglerodli isitish elementi yuqori haroratni etkazib berishga qodir. Isitish elementining yuqori qismida qurilmaning ishlash rejimini tartibga soluvchi kalitlar mavjud. Aylanish elektr isitgich bilan ta'minlanadi, u maxsus isitgich stendida joylashgan. Shunday qilib, isitish maydonini sezilarli darajada oshirish mumkin.[13]

Keramika infraqizil isitgichlar



Aslida, bu keramik korpusga o'ralgan quvurli isitish elementlari. Isitish elementidan issiqlik energiyasi keramikaga kiradi va undan issiqlik eng yaqin sirtlarga o'tadi. Keramika korpusining maydoni isitish elementi maydonidan kattaroq, shuning uchun issiqlik uzatish faolroq. Ushbu turdagi qurilma panel tipidagi isitgichlar deb nomlanadi. Ularning shakli juda boshqacha bo'lishi mumkin va isitish talablariga, shuningdek isitgich o'rnatiladigan uskunaning xususiyatlariga bog'liq. Seramika infraqizil isitgichlar konkav dizayni, tekis yoki konveks bilan ishlab chiqarilishi mumkin.

Keramika emitentining ko'rinishi

Quvurli isitgichning konfiguratsiyasini old tomondan ko'rish mumkin; ulanish uchun simlar orqa yuzada joylashgan bo'lib, ular o'z navbatida keramik issiqlikka bardoshli boncuklarla himoyalangan. Oddiy ish rejimida bunday isitgich 700-750 ° C etkazib berishi mumkin.

Keramika isitgichlarining ayrim turlari uchun isitish batareyasi ochiq va bunday qurilmaning harorat ta'minoti 900°C gacha bo'ladi. Standartda, bu HSR isitgichining bir turi bo'lib, u tezkor issiqlik ta'minoti uchun mo'ljallangan.

Keramika qobig'idagi IQ isitgichlari uch turda tayyorlanadi: hajmli dizayn, ichi bo'sh va o'rnatilgan harorat sensori bilan. Volumetrik qurilmalar inersialdir, haroratni ko'tarish va uni asta-sekin chiqarish uchun ko'p vaqt talab etiladi. Davrli isitishni talab qiladigan ish uchun bo'shliqli isitgichni tanlashga arziydi. Ularda bunday inertsiya yo'q va ularni davriy termik oziqlantirish usuli bilan aniq harorat ma'lumotlarini saqlash zarur bo'lgan turli xil texnologik ishlar uchun ishlatish mumkin. Kamaytirilgan og'irlik tufayli ichi bo'sh isitish elementlari hajmli elementlarga nisbatan 40% tezroq qiziydi.

Bo'shliqli isitgichlardan nurlarning yuqori foizi oldinga yo'naltirilgan. Orqaga radiatsiya qurilmaning orqa qismida joylashgan ichi bo'sh issiqlik to'sig'i bilan oldini oladi. To'siq yumshoq issiqlik etkazib berish va yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

O'lchovli isitgich yordamida xuddi shu tarzda issiqlikni faqat reflektor bilan taqsimlash mumkin. Ba'zi isitish panellari haroratni boshqarish va sozlash uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan termojuftni o'z ichiga olishi mumkin.[13]

IQ emitrlari turli xil texnologik jarayonlarda qo'llaniladi:

bo'yoqlarni quritish;

polimer mahsulotlarini qayta ishlash va qoliplash;

IQni quritadigan elim;

ovqatni isitish, pishirish, pasterizatsiya, quritish;

to'qimachilik materiallarini qayta ishlash;

infraqizil isitgichlarni termal idishlar va saunalarda qo'llash.

Edison infraqizil sopol lampalar



Ushbu lampalar ichi bo'sh va standart lampalar singari E27 bazasiga ega. Chiroq ixtirochi T. Edison nomi bilan atalgan. Edison IR lampasi juda qulay, uni oddiy lampochkaning o'rniga o'rnatish mumkin va yorug'likdan tashqari, issiqlik ham oladi. Bu juda ko'p vaqt sarflashingiz kerak bo'lgan sovuq xonalarni isitish uchun ajoyib imkoniyat.

Issiqlik uzatilishini oshirish va yo'naltirilgan issiqlik tarqalishini ta'minlash uchun Edison metall isitgichlari ixtiyoriy ravishda maxsus po'lat reflektorlar bilan jihozlanishi mumkin. Bunday chiroqni ishlatish uchun siz yuqori haroratli issiqlikka bardoshli keramika patroniga ega bo'lishingiz kerakligini tushunish kerak.

Galogen emitrlari

Galogenli isitgichlar halogen gaz bilan to'ldiriladi, shunda qo'llab-quvvatlanadigan volfram filamenti 2600°C haroratga etadi. Ushbu quvurlar uchun eng yuqori emissiya miqdori 1 mikron atrofida. Galogen emitentlari juda ta'sirchan va tez o'chirish / o'chirish davrlariga imkon beradi.[14]

Kvarts nurlari



Ushbu turdagi radiator atrofdagi sirtlarda issiqlik bilan ishlaydi, havo maydonida energiyani sarf qilmaydi. Nurlar o'rta to'lqin uzunligi oralig'ida etkazib beriladi. Kvarts naychasi ichida joylashgan yuqori qarshilik spirali isitgichning belgilangan ish rejimiga tezda etib borishi va haroratni tezda pasayishiga imkon beradi. Shu sababli, mahsulotlarni yuqori haroratli qayta ishlashning tsiklik usullari bilan elektr energiyasini sezilarli darajada tejash mumkin. Kvarts naychalari ko'pincha vakuum va termoformlash uskunalarda, infraqizil quritgichlarda va qisqarish mashinalarida o'rnatiladi. Quvvat manbalari trubaning ikkala uchida joylashgan. Ulanish murvat yoki issiqqa chidamli simlar bilan amalga oshirilishi mumkin. Issiqlikdan himoya qilish uchun ishlab chiqaruvchi keramik boncuklarni simlarga qo'llashi mumkin. Bu xulosalarning egiluvchanligiga ta'sir qilmaydi. Kvarts naychalari nurlarni yo'naltirish va ularni to'g'ri yo'nalishga yo'naltirish uchun po'lat reflektorga kiritilishi mumkin.

Infraqizil emitentlar uchun cheklovlar:

Barcha sirtlarni va materiallarni infraqizil nurlanish bilan isitish mumkin emas. Yorqin metall yuzalar IQ isitish uchun mos emas. Masalan, sayqallangan alyuminiy 0,9 ga teng, ya'ni. 90% nurlanish aks etadi va atigi 10% yutiladi yoki uzatiladi. Tegishli qoplama yoki lak bu muammoni hal qilishga yordam beradi. Juda nozik materiallar (0,1 mm dan yupqa) va / yoki shaffof materiallar ham

alohida muammolarni keltirib chiqaradi ... Technoheat echishi mumkin - biz bilan bog'laning!

Keramika infraqizil isitgichlar yuqori sifatli, ishonchli va tejamkor sanoat isitish moslamalari. Keramika emitentining markazida yuqori qarshilik elementi mavjud. Izolyatsiya materiallari quyish yo'li bilan qo'llaniladi. Ushbu turdagi isitgich faqat standart o'lcham va shakllarda ishlab chiqariladi. Tekhnonagrev kompaniyasining seramika emitentlari assortimenti barcha turdagi sanoat uskunalari uchun eng mos keramik isitish moslamasini tanlashga imkon beradi.

Keramika IQ isitgichi sirtlarni bir xil va chuqur isitishini hosil qiladi. Uzoq muddatli issiqlik bilan ishlov berish uchun mo'ljallangan. Isitish elementidan isitish moslamasiga harorat etkazib berish atrofdagi joyni isitish uchun energiya sarfisiz sodir bo'ladi. Belgilangan haroratni uzoq vaqt ushlab turadi.

Ko'pincha polimer xom ashyosini qayta ishlash uskunalari uchun tarkibiy qism sifatida infraqizil keramika emitentlari ishlatiladi: termoformlash zavodlari, polimer pechlari va vakuum uskunalari. IQ keramika emitentlari tovuqxonalarda, issiqxonalarda, termal tunnellarda, inkubatorlarda, terrariumlarda ishlatiladi. Parrandalar, sudralib yuruvchilar va yosh hayvonlar uchun ushbu turdagi isitgichga bunday yuqori talab infraqizil nurlari nafaqat qulay va maqbul haroratni yaratishi, balki havoni haddan tashqari quritmasdan ham isitishni amalga oshirishi bilan bog'liq. Shuningdek, IQ emitrlari bakteriyalar va zamburug'larning o'sib boruvchi turlariga zararli ta'sir ko'rsatadi. Infraqizil issiqlik nafaqat hissiyotlarga yoqimli, balki foydali ekanligi sababli, keramik infraqizil emitrlarning ba'zi modellari bug'xonalarida o'rnatiladi, ular infraqizil saunalar deb nomlanadi.

Keramika ichidagi IQ emitentlarining turlari

Har bir dastur muhiti uchun eng mos xususiyatlarga ega bo'lgan sopol IQ emitentlarining o'ziga xos turlari ishlab chiqilgan.

Egri keramika IQ nurlari

Ushbu isitgichning sirt dizayni infraqizil nurlarini tarqatish uchun mo'ljallangan. Ushbu xususiyat tufayli egri sirtli radiatorlar ishlab chiqarishning turli sohalarida va kundalik hayotda ishlatilishi mumkin, bu erda katta qoplama bilan isitish talab etiladi. Sferik emitentlar isitgichlarda, infraqizil panellarda, tunnel pechlarida, IQ quritgichlarda, IQ saunalarda o'rnatiladi va termal ko'priklar bilan jihozlangan.

Keramika IQ tekis isitgichlar

Ushbu turdagi isitgichlarda nurlanish energiyasi sirtlarga qat'iy ravishda vertikal ravishda etkazib beriladi. Yassi emitentli nurli panellar termoformlash uskunalari, vakuumli shakllantirish mashinalari, lehim stantsiyalari va boshqalarning jihozlariga kiradi.

Havodagi keramik elektr isitgichlar

Ushbu modellar strukturaning ichida havo bo'shlig'iga ega. Isitish elementining yuzasi tekis. Havo yostig'i tufayli qo'shimcha issiqlik izolatsiyasi yaratiladi, qurilma qo'shimcha quvvat talab qilmasdan, belgilangan harorat rejimiga tezda etib boradi.

Keramika IQ lampalar

Standart yig'ilishda infraqizil keramik lampalar issiqxonalarda, terrariumlarda, inkubatorlarda o'rnatiladi. Ular kichik kioskalarni, savdo rastalarini va hammomlarni jihozlash uchun ishlatiladi. Lampochka standart issiqqa chidamli rozetkaga o'rnatilishi mumkin.

IQ seramika emitentlarining har bir alohida modeli aniq muammolarni hal qilish uchun mo'ljallangan va isitgichlar uchun ba'zi variantlar buyurtma asosida texnik xususiyatlarni individual tanlovi bilan amalga oshirilishi mumkin.

Keramik lampa - bu hayvonlar, qushlar va sudralib yuruvchilar uchun eng qulay harorat sharoitlarini yaratishga qodir bo'lgan yuqori sifatli isitish elementlari.

Tashqi tomondan, keramik vintli isitgich odatdagi akkor chiroqqa o'xshaydi. Ammo, yorug'likdan tashqari, uning funktsiyalari infraqizil nurlarini yaratishni ham o'z ichiga oladi. O'rta to'lqin uzunligidan chiqarilgan oqim. Seramika IQ lampalar ichida havo bo'shlig'i mavjud. Havo qo'shimcha izolyator hisoblanadi.

Olovga chidamli keramika yuqori mexanik quvvat bilan ajralib turadi. Mahsulot to'satdan issiqlik to'lqinlariga va kimyoviy reagentlar ta'siriga chidamli. Keramikaning tashqi tomoni nam muhit va mumkin bo'lgan zararli bug'lardan himoya qilish uchun sirlangan. [15]

Uglerodli isitish elementlarining boshqa turdagi kvartsli isitish elementlari orasidagi asosiy farq metall bo'lmagan isitish elementidan foydalanish hisoblanadi. Karbon tolali lampalar o'ralgan uglerod tolasi lentalarini ishlatadi. Va uglerod tolalari yaqinda ixtiro qilingan bo'lsa-da, ular allaqachon turli sohalarda keng tarqalgan: ular uglerod tolasi materiallarini ishlab chiqarish uchun, infraqizil panellarda sanoat isitish uchun, moslashuvchan isitish kabellarida va hatto uy isitgichlarida ishlatiladi.

Karbonli isitish batareyalari metall isitish elementlariga nisbatan yuqori issiqlik quvvatiga ega, shuning uchun uglerod lampalarining isitish harorati standart kvarts isitish elementlariga qaraganda yuqori bo'ladi. Shuningdek, uglerod tolasining xususiyatlari ushbu turdagi isitgichlarni ancha tezroq isitishga imkon beradi. Masalan, odatda uglerod tolasi isitish elementi bir necha soniya ichida 400-700 daraja Selsiy haroratiga erisha oladi.

Karbonli lampalarning narxi nikromli spirali bo'lgan kvarts isitgichlariga qaraganda yuqori bo'lishiga qaramay, uglerodli isitish elementlarini sotib olish ancha foydalidir, chunki uglerod spirali ancha bardoshlidir va isitish elementini tez-tez almashtirish kerak bo'ladi.

Uglerod lampalari infraqizil isitgichlardir, ya'ni uglerod lampasi ishlaganda, isitish zonasida joylashgan narsalar havo emas, balki isitiladi. Ular infraqizil emitentlarning bunday muhim xususiyatiga ega, ular ish paytida energiyani tejash

va spiralning tez isishi hisobga olinsa, uglerod lampalar infraqizil elektr isitgichlarning eng tejamkor turi hisoblanadi.

Infraqizil uglerodli isitish elementi dizayni

Naychali uglerodli elektr isitgich kvarts trubkasi va uning ichiga joylashtirilgan spiral yara lentasidan iborat. Naychalar ikkala uchida germetik tarzda yopiladi. Kvarts lampalari uchun oqim o'tkazgichlari va trubka shakllari uchun ko'plab variantlar mavjud, shuningdek, uglerodli isitish elementlarini infraqizil panelga ulash uchun metall reflektor ishlab chiqarish mumkin.

1.2§ Yuqori haroratli elektr isitgichlarning tarkibiy qismlari.

O'zgaruvchan atrof-muhit sharoitida silindrsimon va plastinka tipidagi kompozit isitgichlarni ishlatish paytida, masalan, qishloq xo'jaligi binolarining agressiv muhitida, uzoq vaqt davomida elektrofizik parametrlarning buzilishi sodir bo'ladi. Ushbu jarayonni belgilovchi asosiy omillar rezistiv kompozit material (RCM) ning bir qismi bo'lgan dispersli uglerodning oksidlanishi va mahsulotlarning aloqa moslamalarining metall qismlari. Bu butun mahsulotning elektr qarshiligi qiymatining oshishiga olib keladi [16-19].

Kontaktlarning o'tish zonasining qarshiligi, sig'imi va induktivligini bosqichma-bosqich oshirib borilishining asosiy sabablaridan biri bu o'tkazgich yuzasida har xil turdagi plyonkalarining hosil bo'lishi. Ular namlik, organik va noorganik bug'lar, chang, axloqsizlik, yog 'va boshqalar bilan ifloslangan holda, kontaktlarning zanglashiga olib borilishi va saqlanishi paytida paydo bo'lishi mumkin. Quyidagi turdagi plyonkalar mavjud:

- a) korroziv - atmosfera aralashmalarining hosilasi bo'lgan oksid, sulfid, karbonat;
- b) qalinligi 2 dan 5 Å gacha bo'lgan yopishtiruvchi;
- c) qalinligi 5 dan 15 Å gacha bo'lgan passivatsiya;
- d) chegara moylash materiallari (moy - suv);
- e) qalinligi 15 Å dan yuqori bo'lgan organik.

Nam iliq atmosferadagi plyonkalar aloqa yuzasida elektrokimyoviy hodisalar ta'siri ostida paydo bo'ladi. Kontaktlarda plyonkalar hosil bo'lish intensivligi ularning elektrod potentsiali, elektrokimyoviy xususiyatlari, kontaktlarning zanglashiga olib keladigan qatlamlari, qoplamalari va aloqa zonasida EMF hosil bo'lish nuqtalarining mavjudligi bilan belgilanadi [20-22].

Plyonkalar g'ovakli va doimiy tuzilishga ega bo'lishi mumkin. Uzluksiz filmlar odatda ko'proq bardoshli va yanada nozikroq bo'ladi. Ular deyarli bir zumda yangi tozalangan yuzada hosil bo'ladi, ammo keyinchalik ularning o'sishi inhibe qilinadi, chunki doimiy filmlar reaktivning metall yuzasiga kirib borishiga xalaqit beradi.

G'ovakli plyonkalar, uzluksiz plyonkalardan farqli o'laroq, reaktivlarning metall yuzasiga o'tishiga imkon beradi va shu sababli o'sishga qodir. Mo'rt plyonkalar ulagichlar birlashganda yo'q bo'lib ketadi, chegaralararo aloqalararo qatlamga o'tadi va aloqa zonasidan qisman olib tashlanadi.

Aloqa yuzasining plastik deformatsiyasi bilan uning oksidlanish qobiliyati keskin oshadi. Bu ishlamaydigan aloqa yuzasining oksidlanishiga nisbatan ishlaydigan o'tkazuvchan aloqa joylarining sezilarli darajada intensiv oksidlanishini tushuntiradi.

Qalin sirt plyonkalari mavjud bo'lganda kontaktlarning o'tkazuvchanligi buzilish (fritting) hodisasi bilan izohlanadi. Frittingning ikki turi mavjud [20]:

- A-fritting, unda buzilish kuchlanishi taxminan kontaktlarning eritish kuchlanishiga to'g'ri keladi. Buzilishdan keyin kuchlanish aloqa materialining erish kuchlanishidan bir oz pastroqqa o'rnatiladi;

- ingichka plyonkalarda kuzatilgan B-fritting (qalinligi 30 dan 50 Å gacha), bu vaqtinchalik qarshilikning o'nlab marta keskin pasayishida ifodalanadi. U kontakt materialining erish kuchlanishidan sezilarli darajada past bo'lgan kuchlanishlarda paydo bo'lishi mumkin.

Har qanday jarayonni boshlash uchun taxminan 106 V / m sirt plyonkasida maydon kuchlanishi talab qilinadi.

RCM-dan mahsulotlarni ishlab chiqarishning texnologik jarayoni alyuminiy kukunlari plyonkasini bir-biriga tegib turgan qarshilik elementlari yuzasiga joylashtirishni ta'minlaydi. Favqulodda vazifa - ish paytida aloqa tugunlaridagi jarayonlarni ko'rib chiqish [17; 19; 24]. Shu sababli, elektr yoyi ta'siridan keyin bug 'fazasidan alyuminiyni kondensatlash yo'li bilan tarqalgan changlarni olishning fizik-kimyoviy usulini batafsilroq ko'rib chiqamiz, bu boshlang'ich moddasining kimyoviy tarkibidagi o'zgarishlar bilan birga keladi [22-23].

Eritmani purkash usuli boshqa kam eruvchan metallar - qo'rg'oshin, rux, qalay, bronza, guruch, misning kukunlarini tayyorlashda keng qo'llaniladi. Püskürtülen kukunlarning tarqalishiga jarayonning texnologik parametrlari (eritma harorati va atomizatsiya qiluvchi gaz, gaz bosimi va boshqalar) ta'sir qiladi.

Atomizatsiya birligining (shtutserning) konstruktiv parametrlari va eritmaning fizik-kimyoviy xossalari (sirt tarangligi, yopishqoqligi, zichligi, issiqlik sig'imi, atomlashtiruvchi muhit bilan o'zaro ta'sirining tabiati va boshqalar). Eritmaga ta'sir qiladigan siqilgan gaz jeti energiyasini, uning harorati, yopishqoqligi va sirt tarangligi hamda tomchilarni sovutish shartlarini o'zgartirib, chang zarrachalarining dispersiyasiga, shakliga va tuzilishiga ta'sir qilishi mumkin. Eritmaning haddan tashqari qizishi harorati qancha yuqori bo'lsa va unga ta'sir qiluvchi mexanik energiya qancha ko'p bo'lsa, chang zarralarining dispersiyasi shuncha yuqori bo'ladi. Ularning kattaligi eritma haroratining oshishi bilan, ya'ni uning yopishqoqligi pasayishi bilan deyarli chiziqli ravishda kamayadi [23-25].

Zarralarning paydo bo'lish jarayoniga puflash parametrlari, muhiti, zarralarning kristallanish darajasi va metall-gaz interfeysida sodir bo'lgan fizik-kimyoviy jarayonlar katta ta'sir ko'rsatadi. Gaz oqimi bilan eritilgan reaktivning parchalanishi sharoitida hosil bo'lgan metall tomchilari tortish kuchlari ta'sirida bo'ladi va gaz oqimining kuchli mexanik ta'sirini boshdan kechiradi.

Ularning deformatsiyasiga hissa qo'shadi. Püskürtme fokusining orqasida, gaz oqimining ta'siri zaiflashganda, sirt taranglik kuchlari ta'sirida zarralar yana sferik shaklga ega bo'lishi mumkin. Zarralarning sferikligi metallning kristallanish

tezligining pasayishi bilan, masalan, sovutish zonasi uzunligining oshishi bilan ortadi. Shuning uchun alyuminiyning kichik zarralari eng muntazam shaklga ega, chunki ular gaz oqimi ta'sirida deformatsiyaga kam ta'sir qiladi va sirt taranglik kuchlari ta'sirida tezroq sferoidlanadi.

Eritmani gazlar bilan purkashda alyuminiy kukunlarining o'rtacha zarracha kattaligi 20 dan 60 mkm gacha. Kukun tarkibidagi alumina oksidi buzadigan amallar sharoitiga bog'liq. Shunday qilib, eritmani suv bilan purkashda kukun tarkibidagi oksid miqdori havo yoki inert gaz bilan purkagandan ancha yuqori bo'ladi. Shu bilan birga, havo va inert gazni purkash natijasida olingan kukunlar oksid plyonkasini shakllantirish jarayoni tufayli oksid tarkibida ahamiyatsiz farq qiladi.

Metall zarralarida u asosan purkagich mash'alasida emas, balki gaz aralashmasidagi zarralarni (quruq yig'ish bilan) yoki sovutish suyuqligidagi (suv, uglevodorodlar) sovutish jarayonida davom etadi.

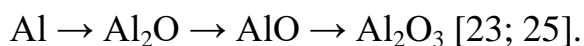
Havo, azot, argon, geliy va ularning aralashmalari alyuminiy kukunlari ishlab chiqarishda purkagich gazi sifatida ishlatiladi.

Havodan foydalanish iqtisodiy jihatdan eng foydali hisoblanadi. Ammo bu kukun tarkibidagi oksid miqdorini oshiradi va bir qator kimyoviy faol qotishmalarning püskürtülmesi (masalan, gidroksidi va gidroksidi tuproq metallarini o'z ichiga oladi) portlovchi jarayondir. Inert gazni tanlashda uning issiqlik quvvati va issiqlik o'tkazuvchanligi kabi xususiyatlari hal qiluvchi ahamiyatga ega, bu esa püskürtülen zarrachalardan issiqlikni eng samarali ravishda olib tashlashga imkon beradi, chunki bu eritmaning kristallanish tezligini va uning tarqalish darajasini oshirishga imkon beradi. .

Atomlashtiruvchi gazning bosimi zarracha kattaligi va kukun zarralarining shaklini, shuningdek jarayonning unumdorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Eritma va atomizatsiya qiluvchi gazning harorati birgalikda eritmaning zichligi, yopishqoqligi, sirt tarangligi va shu sababli kukun nozikligiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Eritilgan jetning gaz oqimi bilan tarqalishi sirtning intensiv o'sishi va suyuq metalning püskürtme muhiti bilan kimyoviy o'zaro ta'siri bilan birga keladi. Kukunga kiradigan kislorod, azot va vodorodning eng katta manbai bu buzadigan amallar vositasi va suvli sovutish vositasi bo'lgan havo. Hatto inert gaz bilan püskürtülürken, kamera

Atomizatsiya, suv bug'lari mavjud bo'lib, bu zarrachalarning sirt qatlamlarini kislorod bilan to'yingan bo'lishiga yordam beradi. Havo yoki kislorodli argon muhiti bilan püskürtülürken alyuminiy zarralarining kislorod bilan o'zaro ta'siri ikki asosiy bosqichda sodir bo'lishi mumkin: suyuqlik tomchilarining oksidlanishi va qattiqlashgandan keyin zarralarning oksidlanishi. Birinchi bosqichda oksidlanish darajasi zarrachalarni sovutish kinetikasi va oksidli qatlam hosil bo'lish mexanizmi bilan aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda oksidlanish diffuziya hududida sodir bo'ladi; oksid plyonkasi qalinligining haroratga bog'liqligi chiziqli emas [25]. Yuqori haroratlarda kislorod harorat va bosimga, shuningdek o'zaro ta'sirning kinetik shartlariga qarab Al_2O_3 oksidi va Al_2O va AlO suboksidlarini hosil qiladi. Alyuminiyning yuqori oksidga oksidlanishi bosqichma-bosqich quyi oksidlarning hosil bo'lishi orqali o'tishi aniqlandi.



Oksid plyonkaning qalinligi birinchi navbatda alyuminiy zarrachalarining purkagich va sovutish zonasida joylashgan kislorod va namlik bilan o'zaro ta'sirining haroratiga bog'liq. Olingan zarrachalarning nozikligi katta ahamiyatga ega, uning o'sishi bilan oksid plyonkasining qalinligi pasayadi, hatto kukun tarkibidagi oksidning nisbatan yuqori miqdori bilan ham.

Oksidli plyonkalarining eng o'ziga xos xususiyati ikki turdagi tuzilmalar mavjudligidir:

amorf, nisbatan ingichka va kristalli, qalinroq va zichroq, tuzilishi bo'yicha $b-Al_2O_3$ ga yaqin. Ikkala tuzilma zarralar yuzasida yonma-yon yashab, domen to'qimasini hosil qilishi mumkin. Ushbu ikki turdagi tuzilmalar o'rtasidagi miqdoriy bog'liqlik alyuminiy zarrachalarining xususiyatlari (dispersiyasi, morfologiyasi, sintez sharoitlari tufayli) bilan belgilanadi [23, 25].

Tez sovutilgan alyuminiy kukunlarining oksidlanish jarayonini o'rganish shuni ko'rsatdiki, changlarni havoda issiqlik bilan ishlov berish jarayonida uchta jarayon yuz beradi [25]:

- Degazatsiya paytida chang massasini kamaytirish va fizikaviy va kimyoviy adsorbsiyalangan suvni olib tashlash;

- Himoya oksidi plyonkasining kristallanishi va termal stress ta'sirida mexanik ravishda yo'q qilinishi natijasida yuzaga keladigan himoya oksidi plyonkasining uzluksizligini buzishi natijasida alyuminiy oksidlanish tufayli massaning ko'payishi;

- Yuqori himoya xususiyatlariga ega β - Al_2O_3 shaklida kristalli oksid plyonkasini takroriy hosil bo'lishi natijasida oksidlanish tezligining pasayishi.

Havo bilan aloqa qilganda, alyuminiy metallining yuzasi xona haroratida ham oksidlangan qatlam hosil bo'lishi bilan tezda oksidlanadi, bu 500°C dan yuqori haroratlarda metallning keyingi oksidlanishiga to'sqinlik qiladi. Alyuminiy kukunining oksidli plyonkasi tayyorlash uslubiga qarab tarkibi, tuzilishi va tuzilishi jihatidan juda keng farq qilishi mumkin.

Shunday qilib, elektr o'tkazuvchan betondan yasalgan silindrsimon elementlarning so'nggi yuzalariga alyuminiy purkash (shovullash) alyuminiy tomchilari yuzasida oksidlar qalinligini har xil texnologik usullar (eritmadagi yoyning harorati) bilan majburiy pasayishini ta'minlashi kerak. , gazning tezligi va bosimdagi harorat, püskürtülen sirt dan ko'krak masofasi).

Bu aloqa qiluvchi elementlarning vaqtinchalik qarshiligini pasaytiradi va RCM mahsulotlarining ishonchliligini oshiradi.

1.3§ Elektr isitgichlarni ishlab chiqarish jarayonlari.

Xromit lantan asosidagi (LaCrO_3) elektronagrevatellar yuqori haroratli sanoat va laboratoriya elektr pechlarida turli xil xususiyatlarga va konfiguratsiyaga ega. Xona haroratida ishlaydigan elektropechlarda ular $1700-1800^\circ\text{C}$ gacha bo'lgan haroratni ta'minlaydi. [26].

O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi “Fizika-Quyosh” ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi Materialshunoslik instituti bilan Toshkent Irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti hamkorligida katta quyosh pechiga asoslanib olib borgan tadqiqotlarimiz natijasi shuni ko‘rsatdiki. Quyda keltirilgan elektronagrevatellarning turlarini ishlab chiqarish va sotuvga qo‘yish yo‘lga qo‘yildi.

Elektronagrevatellarni boshqa muhitlarda ham foydalanish mumkin. Xromit lantanga nisbatan eng kam tajavuskor moddalar, atmosferada isitgichlar 1200°C gacha bo‘lganda inert gazlardan (argon, geliy), azot, karbonat angidrididir. Qisqartirilgan kislorodning bosimi 100 Pa dan kam bo‘lganda, ushbu gazsimon muhitda 1400°C bo‘lgan haroratda ishlash mumkin. [27].

Qulayliklari: oson va tez almashtirish;

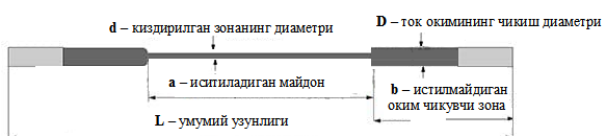
uzluksiz va siklik rejimda ishlash;

oksidlovchi atmosferada 1800°C gacha qizdirish;

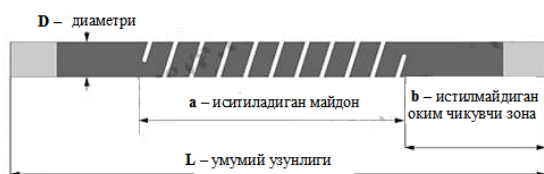
ish vaqtida elektr xususiyatlarining barqarorligi (qarish yo‘qligi) – eski va yangi isitish elementlari birgalikda ishlatish mumkin;

butun harorat oralig‘ida ishlash imkoniyati (xonadan maksimalgacha).

YUqori haroratli xromit lantan asosidagi elektronagrevatellarning turlari:

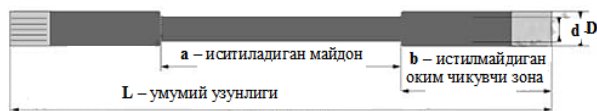


K-tipidagi xromit lantan elektronagrevateli gantel shaklda bo‘lib, a-ishchi sohasi, L-umumiy uzunligi, d-ishchi qismining diametri, D-kontakt qismining diametri, b-sovuq kontakt qismi, K – tipidagi elektronagrevatellarning maksimal ish harorati 1750°C ni tashkil etadi. [28].



S- tipidagi xromit lantan elektronagrevatellar naychali element bo‘lib ishchi qismi speral holatda bo‘ladi.

Geometrik xususiyatlar tufayli markaziy speral qismining qarshiligi chetki qismiga nisbatan ancha katta – bu hosil blgan issiqlikni elementning uzunligi bo‘ylab eng samarali ravishda qayta taqsimlashni ta‘minlaydi. S- tipidagi elektronagrevatellarning ish harorati 1700°C ni tashkil etadi.



T-shakldagi xromit lanlan asosidagi nagrevatell K-tipdagiga nisbatan ishchi zonasi biroz qalinroq shu sababli

maksimal ishchi harorati 1800°S ni tashkil etadi.

Xromit lantan asosidagi yuqori haroratli elektr isitish elementlari keramika materialidan yasalgan, elektr o'tkazuvchan va to'g'ridan – to'g'ri xona haroratidan rezistiv isitish imkonini beradi. Tarkibiy jihatdan, bu xromit lantan isitgichlar turli xil bo'limlar va konfiguratsiyalarning simlari va quvurlari shaklida amalga oshiriladi, ular elektr kontaktlarini ulash uchun uchida metalizatsiya qoplamasiga ega. Xromit lantan asosidagi isitgichlar havo bilan ishlaydigan elektr qarshilik pechlarida ishlatiladi va 1700°C gacha, ba'zi hollarda 1800°S gacha bo'lgan haroratda issiqlik jarayonlarini ta'minlaydi. Isitgichlar doimiy va davriy ishlarda, sikllar oralig'ida to'liq sovitish bilan ishlatilishi mumkin. Xromit lantan asosidagi isitish elementlarini osongina almashtirish mumkin, bu ishlab chiqarish yo'qotilishlarini kamaytiradi.

Ushbu turdagi isitgichni sanoat ishlab chiqarishda quydagi texnologiyalar qo'llaniladi:

- keramik massaning katta va kichik funksiyalari lantan oksidi va xrom qo'shib sintez qilinadi, keyin kalsiy qo'shiladi. Ushbu kimyoviy elementlarning barchasi bir xil holatda keltiriladi;

- keyin tayyorlangan fraksional massadan oqim simlari bo'lgan keramik quvurlar hosil bo'ladi;

- quvurlar yuqori haroratli sanoat elektr pechida isitiladi, bu esa isitgichning bir birlik bo'lishiga imkon beradi.

Ushbu mahsulot uzunligi 1500 mm gacha va undan uzunroq. Ta'minot tarmog'idagi kuchlanish har qanday tarmoqqa ishlatilishi mumkin, lekin asosan 220, 380 volt. Bunday elementlarning maksimalharorati 1800 darajagacha.

Muammoni bayonoti.

Tadqiqotning maqsadi. Mahalliy xomashyolar asosida issiqlikka chidamli elektr isitgichlarni ishlab chiqish va foydalanishga topshirishdan iborat.

Qo'yilgan maqsadga ko'ra quyidagi vazifalarni bajarish lozim:

O'zbekiston Respublikasining energetik tizimida mintaqaviy xususiyatlarni hisobga olgan holda mahalliy xom-ashyolarga asoslangan issiqlikka chidamli elektr isitgichlarni foydalanish samaradorligini asoslash;

Elektr isitgichlarga ishlov berishning ish rejimlarida energetik sarflarni kamaytirish yo'li bilan uning samaradorligini oshirish usullarini ishlab chiqish va elektr isitgichlarning samaradorlik oshirish rejimlarini optimallashtirish;

mahalliy xom-ashyolarga asoslangan elektr isitgichlarni tayyorlashning asosiy parametrlarini aniqlash uslubini takomillashtirish;

mahalliy xom-ashyolarga asoslangan issiqlikka chidamli elektr isitgichlarni tayyorlashning texnikaviy – iqtisodiy parametrlarini aniqlash uslubini takomillashtirish va ishlab chiqishni yo'lga qo'yish.

2-Bob. YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING TARKIBIY QISMINI ASOSLASH.

2.1§ Katta quyosh pechiga asoslanib tayyorlangan elektr isitgichlarning tarkibidagi elementlarni asoslash.

2.2§ An'anaviy bo'lmagan rejimda katta quyosh pechi asosida olingan elektr isitgichlarni kuchaytirish xususiyatlari.

2.3§ Mahalliy xom-ashyolarga asoslangan keramik strukturalarning stablizatsiyalash jarayonlarini o'rganish.

2.4§ Keramik mahsulotni modulyasiya jarayonini boshqarish.

2.5§ Mahalliy xom-ashyoga asoslangan keramik mahsulotni modulyasiya mexanizmlarini tahlil qilish.

2-Bobga oid natija.

2-Bob. YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING TARKIBIY QISMINI ASOSLASH.

Isitish elementlari (isitgichlar)

Pechning devorlari va tomiga zigzag simli isitgichlar issiqqa chidamli ilgaklar ustiga osilgan, o'choq isitgichlari shaklli g'ishtlarga yumshoq qo'yilgan.

Past haroratli pechlardagi spiral isitgichlar 2-seramika quvurlaridagi shakldagi keramika vkladkalarida yoki astar tokchalarida osib qo'yilgan. O'rta haroratli pechlarda spiral isitgichlar ham qoplamaning 3-chi uylariga joylashtiriladi.

Tasma isitgichlar (lentadan yoki gipsdan yasalgan) devorlarga va tomga, odatda maxsus keramika kancalarida biriktirilgan; o'choqqa ular keramika tayanchlariga yotqizilgan.

Isitish elementlari uchun materiallar

Isitish elementlari, masalan, issiqqa chidamli, yuqori harorat zonasida ishlaydi. Yuqorida sanab o'tilganlardan tashqari, elektrotexnika sanoatida ularga elektr xususiyatlari bilan bog'liq bir qator talablar qo'yiladi. Shunday qilib, ushbu materiallar quyidagilarga ega bo'lishi kerak:

1. Issiqlikka chidamlilik, ya'ni. ular kislorod havosi, yuqori harorat ta'sirida oksidlanmasligi kerak.

2. Issiqlikka etarlicha qarshilik yuqori bo'lmasligi mumkin, isitgichlar o'zlarini ta'minlashi uchun etarli.

3. Yuqori qarshilik. Buning sababi, ingichka va uzun isitgichlar kuchli emas, konstruktiv jihatdan qulay emas va qisqa muddat xizmat qiladi.

4. Qarshilikning kichik harorat koeffitsienti (TCR). Bu oqim oqimining pasayishini kamaytirish uchun zarur. Pechning yuqori inertsiyasi tufayli zarbalar 4-5 marta etishi va uzoq vaqt davom etishi mumkin.

5. Isitgichlarning elektr xossalari doimiy bo'lishi kerak.

6. Isitgichlar doimiy o'lchamda bo'lishi kerak.

7. Materiallar yaxshi ishlov berilishi kerak.[29]

Nicrom Isitish elementlari uchun asosiy materiallar nikel, xrom, temir (nikrom) qotishmalari hisoblanadi. Ular 1100°C gacha ishlatilishi mumkin. Fechral va Constantan t° dan 600°C gacha ishlatiladi. Ishlash harorati $1100 - 1150^{\circ}\text{C}$ dan yuqori bo'lgan pechlar uchun novda shaklida metall bo'lmagan isitgichlar qo'llaniladi: silikon karbidga asoslangan karborund ($1300-1400^{\circ}\text{C}$ gacha) va molibden disilitsid ($1400-1500^{\circ}\text{C}$ gacha). 2200 dan 3000°C gacha bo'lgan t° yuqori haroratli vakuumli pechlarda tantal, molibden, volfram, ko'mir yoki grafitli isitgichlardan foydalaniladi. Yuqori haroratli pechlarda eng keng tarqalgan isitgichlar molibden (himoya muhitida 2000°C gacha) va volframdan (himoya muhitida 2500°C gacha) ishlab chiqariladi.[30]

Isitgichlar tomonidan iste'mol qilinadigan elektr quvvati kichik quvvatlar uchun kilovatt birliklarni tashkil etadi va katta pechlar uchun u minglab kilovatt yoki undan ko'proqni tashkil qilishi mumkin.

Quvurli elektr isitgichlar (isitish elementlari)

Quvurli elektr isitgichlar (TEN) quvurli elektr isitgichlar (TEN) ko'pincha elektr isitgichlar va sho'rlangan vannalar bo'lgan pechlarda (600°C gacha bo'lgan haroratda) ishlatiladi.

Isitgich metall naychadan iborat bo'lib, uning o'qi bo'ylab nikrom spirali 2 joylashgan bo'lib, isitgichning 5 chiqadigan uchlariga payvandlangan. Naycha kristalli magniy oksidi (periklaz) bilan to'ldirilgan. Qo'rg'oshin izolyatorlari trubaning uchlariga o'rnatiladi.

Naycha osongina egilib qoladi, shuning uchun isitish elementlari turli shakllarda (shu jumladan elektr isitgichlar uchun qovurg'ali) mavjud.

Isitilgan mahsulotlarni yuklash va tushirish usullari, shuningdek ularni elektrga chidamli pechlarda ko'chirish usullari ko'p jihatdan ularning dizayni va

ekspluatatsion xususiyatlarini aniqlaydi. Shakl. 1 elektr qarshilikli pechlarning asosiy turlarini, davriy ta'sirni (qafasni) va doimiy harakatni (uslubiy) ko'rsatadi, bu ularni mexanizatsiyalash usullarini rivojlantirishni aks ettiradi.

I-rasmda isitish paytida mahsulot harakatsiz bo'lgan va faqat yuk ortish va tushirish mexanizatsiyalashgan partiyali pechlarning turlari ko'rsatilgan.



1-rasm. Yon eshikli kamerali pechni nazarda tutadi, u orqali odatda kichik narsalar kameraga qo'lda yuklanadi. Bu mexanizatsiyalashmagan ko'p qirrali pech.

2 -rasm - ochiladigan qopqoqli val pechkasi. Bu erda mahsulotlarni yuklash va tushirish pechning yuqori ochilishi orqali amalga oshiriladi va shuning uchun ularni ustaxona krani yoki o'choq ustida joylashgan ko'targich yordamida mexanizatsiyalash mumkin. Qopqoqni yon tomonga ko'tarish va orqaga tortish qo'lda (qo'l bilan) yoki kran yoki ko'targich yordamida yoki nihoyat, maxsus gidravlik yoki elektromexanik mexanizm yordamida amalga oshirilishi mumkin.

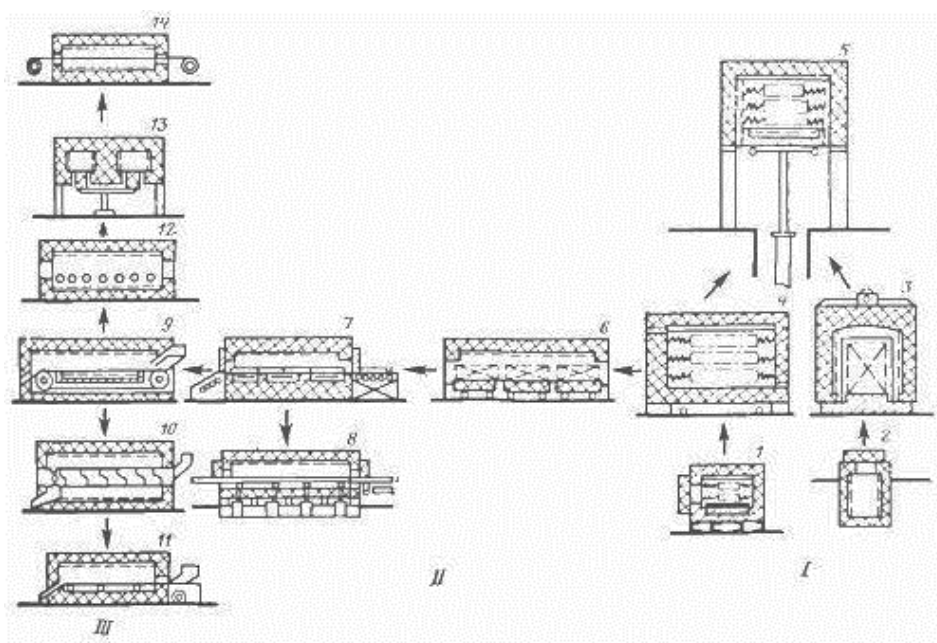
3-rasm - qo'ng'iroq pechiga to'g'ri keladi. Uning to'plamiga bir nechta chiziqli stendlar kiradi, ularga kran yordamida isitgichlar bilan qo'ng'iroq (qo'ng'iroq) o'rnatilishi mumkin. Yuklab olish va tushirish, qopqoqni olib tashlagan (boshqa stendga o'rnatilgan) ko'priqli kran yordamida amalga oshiriladi. Kaputni bir stenddan ikkinchisiga ko'chirish, shuningdek, ko'priqli kran yordamida amalga oshiriladi.

4-rasm - bogi o'choq kamerasi pechkasi. Ushbu pechlar qo'lda yuklash mumkin bo'lmagan katta buyumlarni isitish uchun mo'ljallangan. Olovli kameraning o'zi ustunlar (yoki poydevor) ustida turadi, pastki qismi esa aravachasi yoki unda joylashgan qo'zg'aysan yordamida (o'ziyurar) o'choq ostidan relslar

bo'ylab harakatlanishi mumkin. Aravani yuklash va tushirish ko'priqli kran yordamida amalga oshiriladi.

5 – rasm - lift pechini belgilaydi. Pech kamerasi baland ustunlarda turadi va uning pastki qismini pechga ko'tarish yoki gidravlik ko'targich bilan pastga tushirish mumkin. Pastki holatda, pechning pastki qismi relslar ustidagi o'z roliklariga aylanadi va pechning ostidan ustki kran ostidagi ustaxonaga yuklanishi va tushirilishi mumkin. 2, 3 va 5-gachasi o'choq konstruksiyalari muhrlanib, maxsus atmosfera yoki vakuum bilan ishlatilishi mumkin.

Egar va partiyali pechlarning asosiy turlari



1-rasm. Egar va partiyali pechlarning asosiy turlari [31-33]

II va III raqamlar isitiladigan mahsulotlar pechning bir chetidan ikkinchisiga o'tadigan uzluksiz pechlarni, II raqami esa mahsulotlarning harakati vaqti-vaqti bilan silkitib turadigan pechlarni, III raqami esa o'choqlarni bildiradi. bu harakat uzluksiz ravishda amalga oshiriladi.

6-indeks - bu tunnel o'chog'i bo'lib, unda mahsulotlar tunnel shaklidagi pech kamerasidan o'tgan qatorli aravachalarga joylashtiriladi. Muayyan vaqtdan keyin barcha aravachalar bitta aravachaning uzunligiga teng uzunlikka siljiydi, ulardan

biri pechni tushirish uchun qoldiradi, pechning qarama-qarshi uchidan esa uning kamerasiga boshqa yuklangan arava kiradi.

7-indeksda itariladigan pech ko'rsatilgan. Mahsulotlari bo'lgan issiqlikka bardoshli sxemasidan o'rnatish stoliga o'rnatiladi (o'ngda). Pechning uchlaridagi eshiklar vaqti-vaqti bilan ochilib turiladi va itaruvchi (gidravlik yoki elektromexanik) sxemasidan pechka ichiga itarilib, uning pastki issiqlikka bardoshli relslarida pechda joylashgan palletlarning butun qatorini harakatga keltiradi. Bunday holda, eng chap laganda pechdan chiqadi, undan keyin eshiklar yopiladi.

Indeks 8 piyoda o'choq pechini belgilaydi. Pechning pastki qismida, uning uzunligi bo'ylab, qo'zg'alish vositasi bilan qaytariladigan refrakter nurlar o'rnatiladi. Bunday holda, nurlanish pechining zaryad oluvchi uchidan siljish oldidan pastki qismning oluklaridan ko'tariladi, pechning pastki qismida yotgan mahsulotlar ko'tarilib, o'choq bo'ylab harakatlanadi. Orqaga harakatlanishdan oldin nurlar pastki qismning yivlariga tushiriladi, mahsulotlar pastki qismida o'tirishadi va nurlarning qaytish harakatida qatnashmaydi. Shunday qilib, mahsulotlar vaqti-vaqti bilan, bosqichma-bosqich, o'choq bo'ylab yuklash uchidan tushirishgacha harakatlanadi.

Konveyer pechining ko'rsatkichi 9. Pech kamerasida zanjirli konveyer ikkita valga cho'zilgan bo'lib, ularning tarmog'i to'qilgan mash yoki shtamplangan yoki quyma zanjir bog'ichlaridan iborat. Haydovchi mil (tushirish tomonida) aylanayotganda konveyer silliq siljiydi, u bilan birga pechning yuklash (o'ng) uchida unga yuklangan mahsulotlarni olib yuradi. Konveyer dizayni juda boshqacha bo'lishi mumkin.

Indeks 10 aylanadigan pechni nazarda tutadi. Olovli kamerada vida bor - Arximed spirali bilan issiqqa chidamli baraban. Baraban aylanayotganda mahsulotlar tamburga o'raladi, asta-sekin uning yuklanish qismidan tushirish uchiga o'tadi.

11-indeksda impulsli o'choq o'chog'i ko'rsatilgan. Pech kamerasining pastki qismida yiv shaklida valiklarda issiqlikka chidamli o'choq mavjud bo'lib, uning ustiga isitiladigan qismlar pechning kirish qismida (o'ng tomonda) joylashtiriladi. Eksantrik qo'zg'aysan yordamida podach o'zaro harakatni qabul qiladi va uning teskari harakati (yuklash tomoniga qarab) silliq bo'ladi va tushirish tomoni keskin, zarbaga qarshi zarba bilan kamon ta'sirida absorberlar. Shu sababli, orqaga qarab harakatlanish paytida mahsulotlar ostidagi yo'l bilan yurishadi, oldinga siljish paytida inersiya bilan ular o'choqqa nisbatan oldinga siljiydi. Natijada, mahsulotlar asta-sekin o'choqning yuklash uchidan tushirishgacha bo'lgan impulslar bilan harakatlanadi.

12-indeksda rulonli stol pechkasi ko'rsatilgan. Uning kamerasining pastki qismida issiqlikka bardoshli valiklar o'rnatiladi, sekin soat sohasi farqli ravishda aylanadi. Shu sababli, rollarda o'ng tomonga yotqizilgan mahsulot (avvalgi uch turdagi pechlardan farqli o'laroq, bu pech yirik mahsulotlarni isitish uchun mo'ljallangan) o'choq bo'ylab asta-sekin bo'shatish oxiriga etkaziladi.

Indeks 13 aylanadigan pechni nazarda tutadi. Bu mohiyatan halqaga o'ralgan konveyer pechidir. Halqa shaklidagi aylanadigan o'choq, unga yuklash eshigi orqali (yon devorda, rasmda ko'rsatilmagan) joylashtirilgan mahsulotni yuklash eshigi yonida joylashgan tushirish eshigigacha pechda to'liq aylanani to'ldirishiga olib keladi. [34]

Simlarni yoki chiziqlarni isitish uchun ishlatiladigan broshka pechining ko'rsatkichi 14.

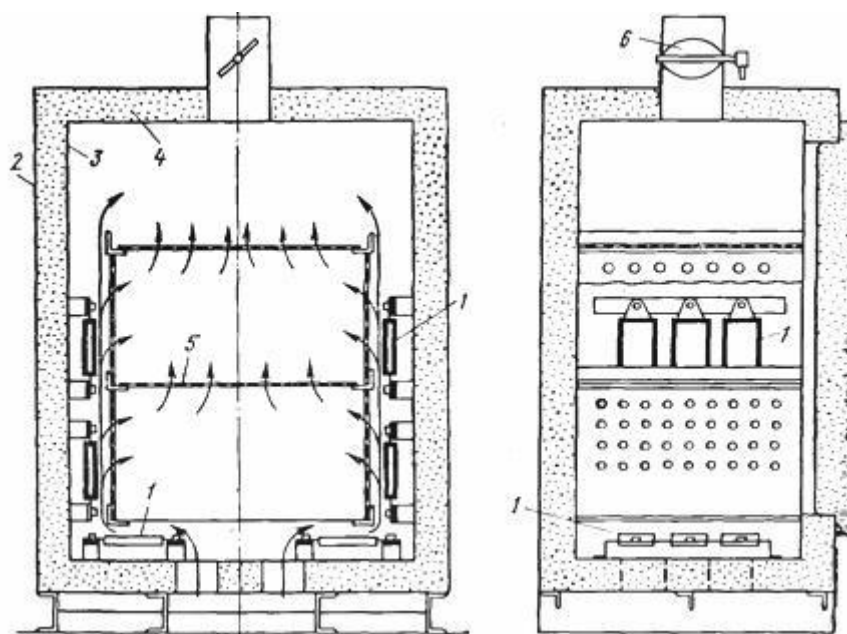
2.1 § Katta quyosh pechiga asoslanib tayyorlangan elektr isitgichlarning tarkibidagi elementlarni asoslash.

Pechning uchlarida barabanlar bor, ular orasiga sim yoki lenta cho'zilgan. Barabanlar ulardan biridan aylanganda, lenta (yoki sim) o'raladi, ikkinchisida esa yaralanadi.

Past haroratga chidamli pechning konstruksiyalari

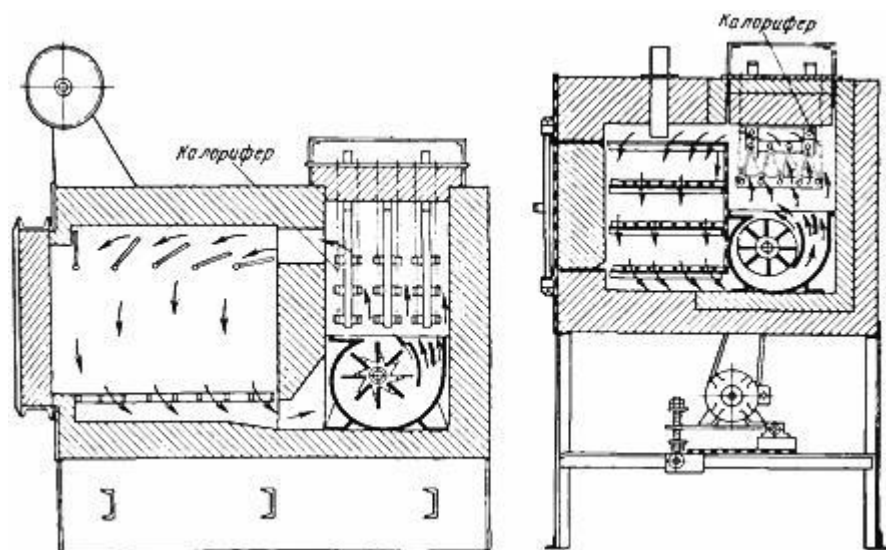
Tabiiy konveksiya paytida issiqlik uzatish koeffitsientlari past bo'lganligi sababli past haroratli qarshilik pechlari yuqori samaradorlikka ega bo'lolmaydi. Jarayonni pechning yoki shkafning tomiga assimilyatsiya foniyni o'rnatish orqali sun'iy aylanishni joriy qilish orqali kuchaytirish mumkin va havoni isitish uchun issiqlik sarfini kamaytirish uchun uni aylantirish mumkin. Bunday holda, pechning yuqori qismida havoni so'rib oladigan ventilyator uni yon tomondan issiqlik izolyatsiya qilingan kanal bo'ylab haydab yuboradi va pechning pastki qismiga uradi.

Agar mahsulotlarni quritish va shuning uchun qizdirilgan qismlardan bug'lanib ketadigan namlikni olib tashlash kerak bo'lsa, unda aralash sirkulyatsiya tashkil etiladi, unda havoning bir qismi shkafdan, bir qismi xonadan so'riladi (2-rasm) Bunday pechlar va quritgichlarda mahsulotlarning maksimal isitish harorati odatda 200 - 300 ° C dan oshmaydi.



2-rasm. Tabiiy aylanishi bilan quritadigan shkaf: 1 - isitish elementlari, 2 - tashqi ramka, 3 - ichki ramka, 4 - issiqlik izolyatsiyasi, 5 - qismlar uchun raf, 6 - havoni tartibga solish uchun damper.[35]

Kichik metall buyumlarni qatlamda yoki uzun mahsulotlarda isitish uchun yopiq o'choqli pechning dizayni 3-rasm.



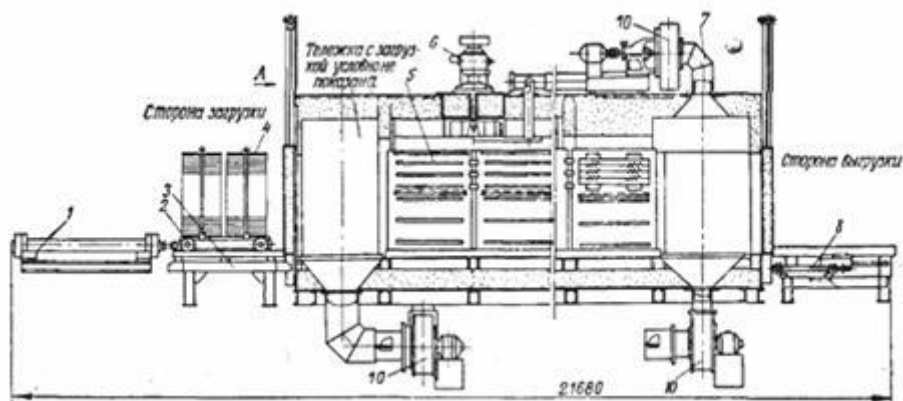
3-rasm. Atmosfera va elektr isitgichning majburiy aylanishi bilan kamerali pechlar.[36]

Bu po'lat buyumlarni temperaturalash uchun milya pechi, uning ichiga panjarali yoki teshilgan taglikka ega bo'lgan issiqlikka bardoshli materialdan savat solinadi va isitiladigan mahsulotlar bilan to'ldiriladi.

Isitgichlar pechning yon tomonlarida, savat atrofida joylashgan, ammo ular to'g'ridan-to'g'ri nurlanishni va savat devorlariga tutashgan mahsulotlarning shu bilan bog'liq qizib ketishini oldini olish uchun undan issiqqa chidamli qalqon bilan ajralib turadi. Pechning pastki qismida ventilyator joylashgan bo'lib, u isitiladigan havoni savatlar orqali boshqaradi. Keyin bu havo radial ravishda savat va pechning devorlari orasidagi halqasimon bo'shliqqa tarqaladi va isitiladi, isitgichlar ustida yuviladi.

Shakl. 4-da payvandlash elektrodlarini 400°C haroratda quritish uchun itaruvchi pechka ko'rsatilgan. Olovli quvvati 210 kVt, elektrodlar aravachalarda joylashgan ramkalarga joylashtiriladi va gidravlik itarish moslamasi va tortish moslamasi yordamida pech orqali boshqariladi. Duxovkada ichki fan 6 va tashqi ventilyator 10 mavjud.

Isitgichlar pechning yon devorlarida joylashgan. Shunday qilib, ushbu pechda havo oqimlari mahsulotlarning harakatlanish chizig'iga perpendikulyar ravishda yo'naltiriladi. Bunday nonvoyxonalarni ko'p zonali qurish mumkin.



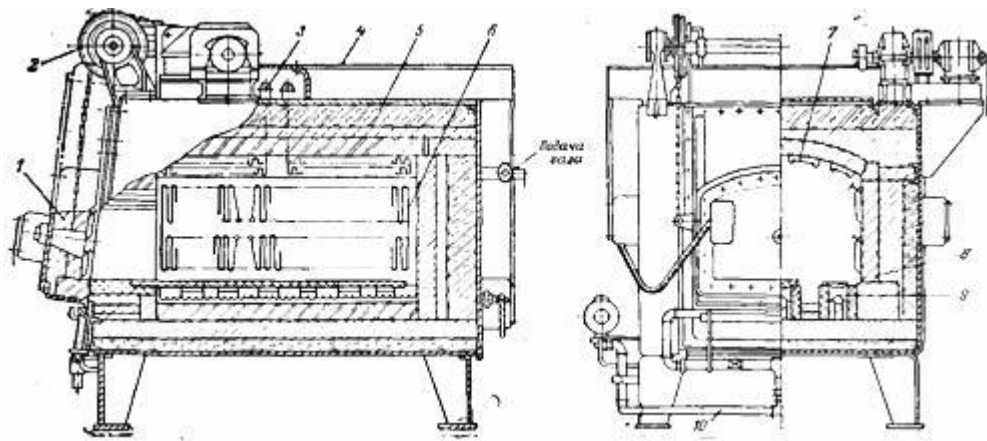
4-rasm. Pusherni quritadigan elektr pechkasi: 1 - itargich, 2 - aravachasi, 3 - stol, 4 - elektrodلarni joylashtirish uchun ramkalar, 5 - isitish kamerasi, 6 - pechning ventilyatori, 7 - havo kanali, 8 - itaruvchi, 9 - gidravlik qo'zg'aysan eshikni ko'tarish, 10 - tashqi fan [37]

O'rta haroratga chidamli pechning konstruksiyalari

O'rta haroratli termal pechlar juda xilma-xildir. Eng oddiy va shu bilan birga universal o'choq kamerali pechdir (5-rasm). U tomga yopilgan va metall korpusga joylashtirilgan, olovga chidamli qoplamali va issiqlik izolyatsiyasiga ega to'rtburchaklar xonadan iborat.

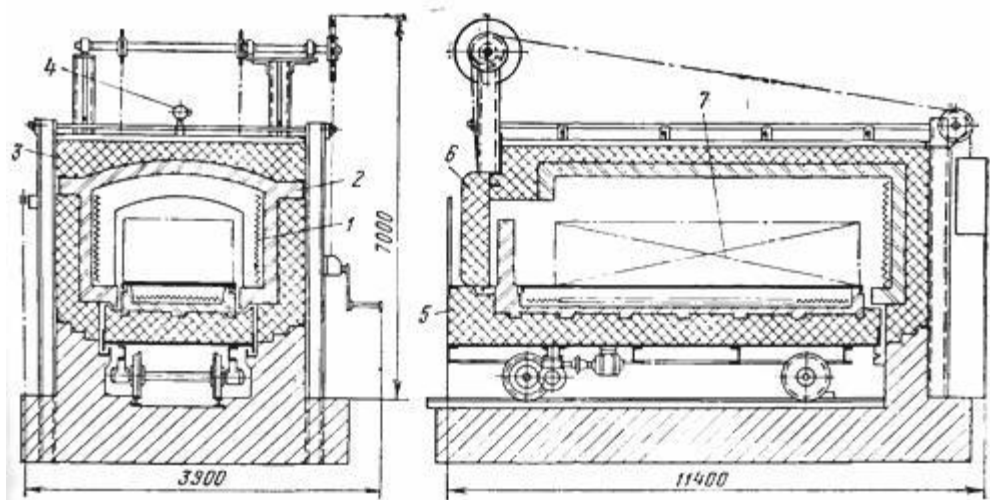
Eshik bilan yopilgan old devordagi teshik orqali pechka o'rnatiladi va tushiriladi. Isitgichlar o'choqning o'chog'ida va yon devorlarida, kamroq tomida ham joylashgan. Juda katta pechlar uchun isitgichlar pechning orqa qismida ham, eshik kameralarida ham haroratni bir xil taqsimlanishini ta'minlash uchun eshiklarda joylashgan. Olovli isitgichlar odatda issiqqa chidamli plitalar bilan qoplanadi, ularning ustiga isitiladigan mahsulotlar yotqiziladi.

Kamera pechlarining eshiklari, qoida tariqasida, qo'lda yoki oyoq qo'zg'aysanli kichik pechlarda (oyoq qo'zg'aysan bilan, ishchining qo'llari bo'sh qoladi), kattaroqlarida - elektromexanik bilan ko'tariladi. Ikkinchi holatda, eshikning yuqori va pastki holatlarida chegara kalitlari o'rnatiladi, bu esa elektr motorini o'ta holatida o'chiradi.



5-rasm. Metall isitgichlar va olov pardasi bilan jihozlangan kamerali elektr pechka: 1 eshik, 2 eshik ko'tarish mexanizmi, 3 ta isitgich chiqishi, 4 ta korpus, 5 ta astar, 6 ta yon isitgichlar, 7 ta tom isitgichlar, 8 ta pastki plitalar, 9 - o'choq isitgichlari, 10 - olovli parda moslamasi.[38]

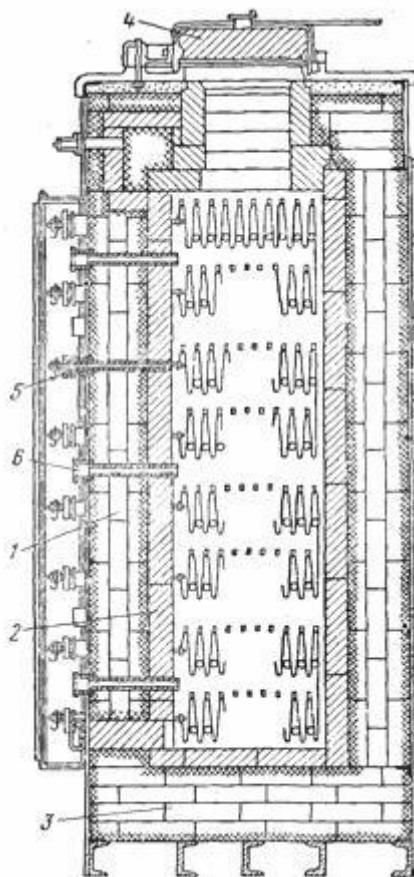
Pechga qo'l bilan yuklash mumkin bo'lmagan katta qismlarni tavlash yoki boshqa issiqlik bilan ishlov berish uchun bogi o'choq kamerasi pechlari ishlatiladi. Ular pastki qismida va odatda old devorisiz, ustunlar ustida turgan kamerani (6-rasm) va pechning o'chog'i va old devori o'rnatilgan rollarda aravachani, elektr haydovchi yoki elektromexanik vince. Arava pechning ostidan chiqib ketadi, uning qismlari kran bilan unga yuklanadi, shundan so'ng u kamera ostida harakat qiladi va pech isitish uchun yoqiladi.



6-rasm. Bogi o'choqli kamerali o'choq: 1 - isitgichlar, 2 - olovga chidamli devor, 3 - issiqlik izolyatsiyasi, 4 - termojuft, 5 - toymasin o'choq, 6 eshikli, 7 - qafas[39]

Kuydirish sikli tugagandan so'ng, aravachasi yana o'choqdan chiqadi va tushiriladi. Olovli isitgichlar odatda yon tomonda, orqa va old devorlarda va o'choqda joylashgan bo'lib, ba'zida uyingizda bir xil isitishni ta'minlaydi. Olovli va old devor isitgichlari egiluvchan kabellar yoki pichoqli aloqa yordamida ishlaydi. Bunday pechlar faqat katta quvvat bilan tejamkor bo'lib, ularning quvvati 100 tonnagacha va undan yuqori va 3000 - 5000 kVt gacha quvvatga ega.

Partiya pechlarining ikkinchi umumiy partiyasi - bu val pechkalari. Ular yumaloq, to'rtburchaklar yoki to'rtburchaklar shaklidagi vallar shaklida, yuqori qismida ochilib, qopqoq bilan yopilgan (7-rasm).



Shakl: 7. Shaft elektr pechkasi: 1 - isitgichlar, 2 - olovga chidamli devor, 3 - issiqlik izolyatsiyasi, 4 - pechning qopqog'i, 5 - isitgichning chiqishi, 6 - termojuft.[40]

Milya pechlaridagi isitgichlar odatda yon devorlarga o'rnatiladi (pastki isitgichlar kamdan-kam hollarda o'rnatiladi, ko'proq tekis to'rtburchaklar

pechlarda). Ba'zan ichi bo'sh silindrsimon zaryadni isitish uchun mo'ljallangan dumaloq pechlarda (simli to'plamlar, qalay rulonlari), bundan tashqari, eksa bo'ylab vertikal markaziy isitgich joylashtirilgan. Issiqlikka chidamli maxsus qo'llanmalar buyumlarni pechga tashlaganda yoki tashqariga olib chiqqanda yoki savat bilan birga olib ketganda isitgichlarni shikastlanishdan himoya qiladi.

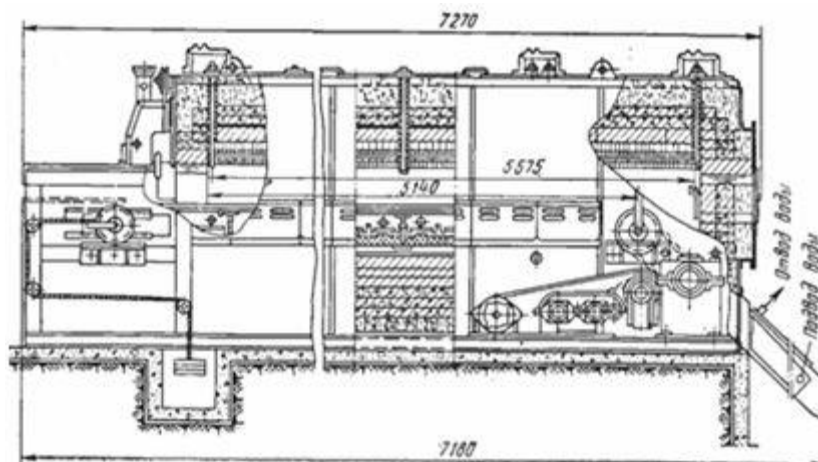
Balandlik pechlari ba'zan balandlik bo'ylab bir xil isitishni ta'minlash uchun bir necha issiqlik zonalari bo'lgan vallar va quvurlarni (10 m va undan ko'proq chuqurlikda) issiqlik bilan ishlov berish uchun juda chuqurlashtiriladi. Shu bilan birga, quvurlar partiyasi o'choqdan tashqarida yig'ilib, maxsus suspenziyaga o'rnatiladi va kran bilan o'choqqa tushiriladi.

Ushbu pechlar kamerali pechlarga qaraganda kamroq ko'p qirrali, ammo ba'zi hollarda ular sezilarli afzalliklarga ega. Og'ir mahsulotlarni o'choqqa yuklash va ularni tushirish ustaxonaning an'anaviy ko'priki kran yordamida osonlikcha amalga oshiriladi, agar u yo'q bo'lsa, u holda telfer yoki blok bilan. Ular kamroq joy egallaydi, chunki ular odatda parvarish qilishni osonlashtirish uchun erga ko'miladi. Ularni yopish oson va shu bilan qopqoq uchun qum, yog' yoki suv muhrini yaratish orqali mahsulot oksidlanishini kamaytiradi.

Eshiklar bilan taqqoslaganda, ularning ixchamligi va qopqoqlari yaxshiroq yopilganligi sababli, bu pechlarning yo'qotishlari kamerali pechlardan kam va nominal quvvatning 15 dan 25% gacha.

Uzluksiz pechlarning konstruksiyalari asosan isitiladigan mahsulotlarni o'choq ichida harakatlantirish uchun ma'lum bir mexanizmdan foydalanishga qarab farqlanadi. Shunday qilib, konveyer pechlari konveyerga ega - ikkita o'q o'rtasida cho'zilgan cheksiz to'r, ulardan biri etakchi va maxsus dvigatel yordamida aylanishga yo'naltiriladi. Ehtiyot qismlar konveyerga qo'lda yoki maxsus oziqlantiruvchi bilan joylashtiriladi va ustiga pechning yuklash uchidan tushirish uchigacha ko'chiriladi.

Konveyerni qattiqlashtiruvchi elektr pechi



Shakl: 8. Elektr pechini qattiqlashtiruvchi konveyer[41]

Konveyer lentasi to'qilgan nikrom to'rdan (eng engil qismlar uchun) yoki shtamplangan plitalar va ularni bog'laydigan novdalardan, og'ir qismlar uchun esa shtamplangan yoki quyma zanjirli bog'ichlardan tayyorlanadi. Ikkinchi holatda, konveyerning qo'zg'aysan valasi tishli bo'lib, tishlari zanjir bog'ichlari orasiga kiradigan tishli g'ildiraklar rolini o'ynaydi.

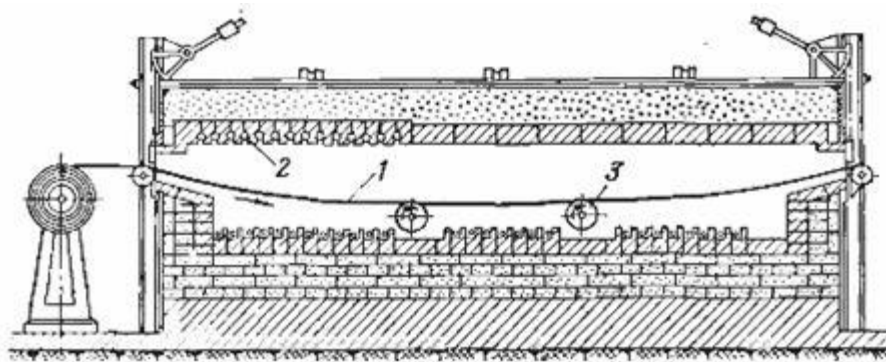
Konveyerni pech kamerasiga, ikkala val bilan birgalikda, umuman qo'yish mumkin, bu holda u har doim isitiladi va shu sababli unda to'plangan issiqlik saqlanib qoladi.[41]

Ushbu dizaynning kamchiliklari quyidagilardan iborat: yuqori harorat zonasida ikkala konveyer valining ishlashi uchun juda qiyin sharoitlar, ularni ta'mirlash qiyinligi (past kirish imkoniyati) va qismlarni konveyerning issiq yuzasiga yuklashda noqulaylik. bu vallarni suv bilan sovutishi kerak, bu esa issiqlikning sezilarli darajada yo'qotilishiga olib keladi. Shuning uchun, ko'pincha konveyerning uchlari va uning pastki tarmog'i astar tashqarisida amalga oshiriladi. Tabiiyki, bu holda konveyer sovigan pechning yuklanish uchiga yaqinlashadi va shu sababli u to'plagan issiqlik yo'qoladi. Ushbu issiqlik yo'qotishlari yopiq konveyer pechlarida sovutadigan suv bo'lganlarga qaraganda ko'proq.

Konveyer pechidagi isitgichlar asosan tomda va o'choqda, konveyerning yuqori tarmog'i ostida, kam hollarda kameraning yon devorlarida joylashgan. Konveyer pechlari faqat nisbatan kichik qismlarni 900°C ga qizdirish uchun

ishlatiladi, chunki yuqori haroratda konveyerning mexanik yuklangan qismlarini ishlashi ishonchsiz bo'lib qoladi.[42]

Maxsus guruh po'lat va rangli metallardan yasalgan simlarni yoki chiziqlarni isitish uchun ishlatiladigan broshka pechlari deb ataladi. Ular isitgichli kamerani anglatadi, ular orqali lenta yoki simlar to'plami yuqori tezlikda (0,5 m / s gacha) uzatiladi (9-rasm). Broshka pechlarida juda bir xil isitish olinadi va issiqlik bilan ishlov berishdagi nuqsonlarni nolga kamaytirish mumkin.



Shakl: 9. Tarmoqli kamar pechi: 1 - isitiladigan kamar, 2 - o'choqli isitgichlar, 3 - tayanch roliklar.[42]

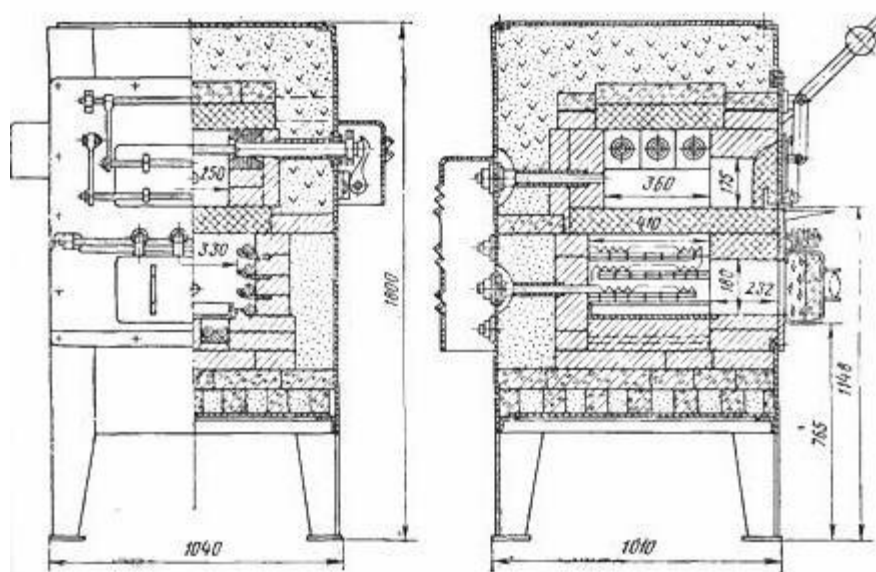
Yuqori haroratga chidamli pechning konstruksiyalari

Eng keng tarqalgan - bu karborundli isitgichli pechlar guruhi. Karborundli isitgichlar 1450 °C gacha ishlashi mumkin, shuning uchun karborundli isitgichli pechlar 1200 - 1400 °C gacha. Ular o'rtacha haroratli pechlardan kamida uchta qatlamli qalinroq astar bilan ajralib turadi.

Isitish paytida novdalarning qarshiligi sezilarli darajada o'zgarib turishi va bundan tashqari, ularning ishlamay qolishini oldini olish uchun 850 °C gacha pasaytirilgan voltajda nisbatan sekin isitish talab etiladi, karborundli isitgichli yuqori haroratli pechlar bilan jihozlangan besleme zo'riqishini kichik bosqichlarda kamida kamida 2:1 nisbatida o'zgartirishga imkon beradigan boshqaruv transformatorlari. Buning sababi ham kerak, chunki ishda tayoqchalar qariydi, ularning qarshiligi oshadi, natijada avvalgi pechning quvvatini ushlab turish uchun unga etkazilgan kuchlanishni oshirish kerak bo'ladi. Ayrim tayoqchalar uchun har xil intensivlik bilan yuzaga keladigan qarish tufayli, qizdirilganda ularning qarshiligida turli xil o'zgarishlar bo'lishi mumkinligi sababli ularni ketma-ket

yoqish tavsiya etilmaydi. Boshqa tomondan, agar parallel ulangan novdalardan biri ishlamay qolsa, uni yangisiga almashtirish mumkin emas, chunki qolgan tayoqlarning qarshiligi allaqachon oshib ketgan, ularni yangilariga almashtirish yoki eskidan tanlash kerak, allaqachon ushbu sharoitlarga mos keladigan biroz qarshilik ko'rsatadigan tayoqchalar.

Shakl: 10. Kamera yuqori haroratli o'choq. Metall isitgichli pastki xona isitish uchun ishlatiladi, yuqori qismi silikon karbidli isitgichlar bilan yuqori haroratga ega.[43]



Bilvosita elektr tekshirgichlari

Bevosita elektr boshqaruvchilari Elektr va elektron tekshirgichlar aktuatomni boshqarish uchun elektr energiyasidan foydalanadi.

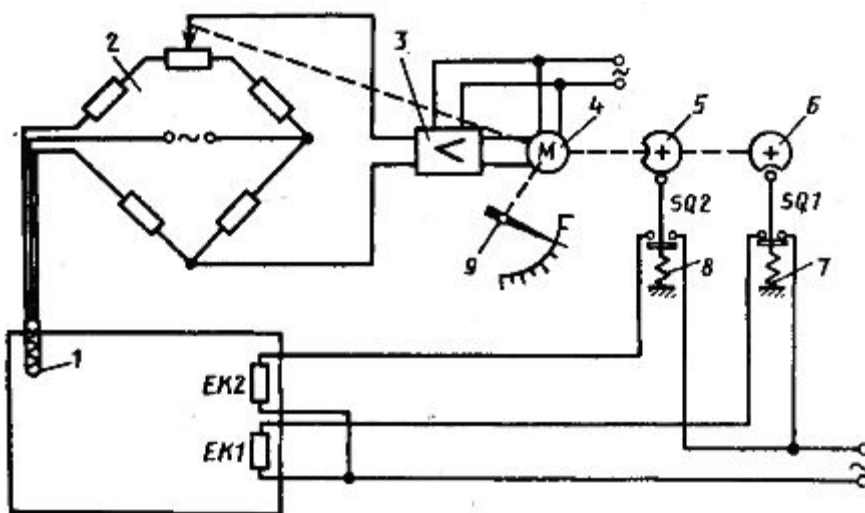
To'qimalar va issiqlik sexlarida pozitsion avtomatik boshqaruv tizimlarini yaratish uchun elektr aloqa moslamalari bilan jihozlangan har xil modifikatsiyadagi seriyali qurilmalar qo'llaniladi. Pozitsion boshqaruv uchun o'rni tipidagi konvertorlardan foydalanish mumkin (bimetalik, dilatometrik va boshqalar).

2.2§ An'anaviy bo'lmagan rejimda katta quyosh pechi asosida olingan elektr isitgichlarni kuchaytirish xususiyatlari.

Ochiq haroratni boshqarish davri

Quritadigan pechda ikki pozitsiyali haroratni boshqarish sxemasida (1-rasm) quritish pechining isitish tizimi shunday ishlab chiqilganki, agar ish joyidagi harorat ruxsat etilganidan pastroq bo'lsa, u holda isitish elementlari EK1 yuqori quvvatni yoqish kerak va agar harorat ruxsat etilgan darajadan yuqori bo'lsa, u holda EK2 elementlari kam quvvatga ega.

Qarshilik termometr 1 sezgir element sifatida ishlatiladi, elektron simli ko'priq 2 ga uch simli zanjirga ulanadi. Agar pechdagi harorat belgilangan qiymatdan chetga chiqsa, u holda termometrning elektr qarshiligi o'zgaradi va ko'priq diagonalida muvozanat signali paydo bo'ladi.



Shakl: 1. Ikki pozitsiyali elektr haroratini nazorat qilish sxemasi[44]

Elektron kuchaytirgich 3 tomonidan kuchaytirilgan signal qaytariladigan dvigatelning rotorini harakatga keltiradi 4. Uning aylanish yo'nalishi nomutanosiblik belgisiga, ya'ni haroratning belgilangan qiymatdan chetga chiqish belgisiga bog'liq. Elektr dvigatelining rotorini bilan ikkita disk kinematik ravishda bog'langan: 5 va 6, ularning o'rnini rotorning burilish burchagiga bog'liq, shuning uchun slidewire va ko'priqning o'qi 9 holatiga bog'liq.

SQ1 va SQ2 aloqa qo'llanmalari disklarga 7 va 8 buloqlar yordamida bosiladi. Disklar aylanganda SQ2 kontakti shkala boshidan diskning vodiysigacha 5 asboblari o'qilishi oralig'ida yopiladi va vodiyydan tortib to shkalaga qadar bo'lgan oraliqda ochiq bo'ladi. Kontakt SQ1, aksincha, tarozi boshidan diskning vodiysigacha 6 ochiq va vodiyydan tortib to shkalaga qadar bo'lgan oraliqda yopiq.

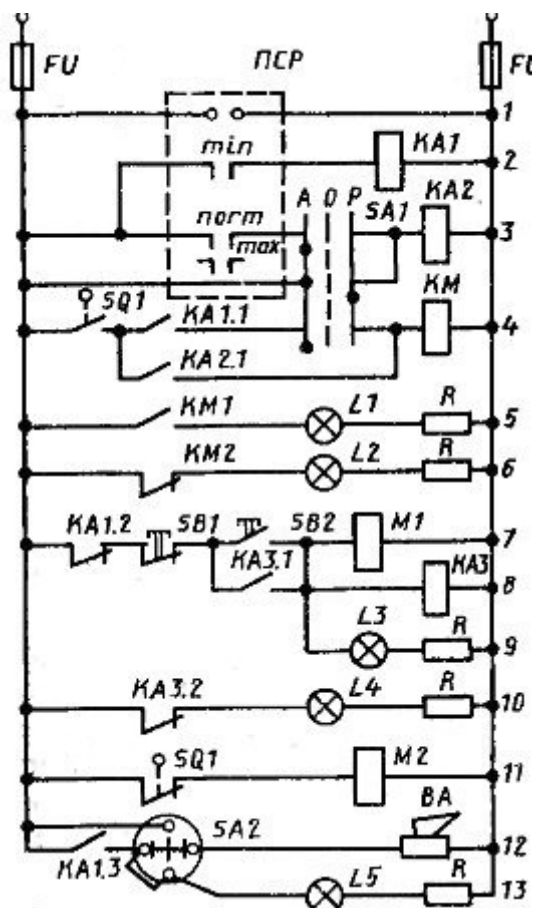
Pastki harorat chegarasiga yetganda, SQ1 kontakti yopiladi va yuqori quvvatli EK1 isitish elementlari yoqiladi. Yuqori harorat chegarasiga etganida SQ2 kontakti yopiladi va SQ1 kontakti ochiladi, natijada harorat pasayadi. Pastki harorat chegarasiga erishish bilanoq, vaziyat yana takrorlanadi va hokazo.

Shakl. 2-da, SNZ-4,0.8,0.2.6 / 10 tipidagi kamerali pechning himoya muhitidagi ish joyidagi ikki pozitsiyali haroratni nazorat qilishning elektr diagrammasi ko'rsatilgan. Pech uch fazali bo'lib, pechka FU sigortalari orqali ulanadi. Isitish elementlari kontaktor yordamida yoqiladi va o'chiriladi. Haroratni barqarorlashtirish avtomatik boshqaruv tizimi (ACS) tomonidan ta'minlanadi.

Himoya atmosferasi bo'lgan kamerali elektr pechning ish joyining haroratini tartibga solish uchun elektr davri

Shakl: 2. Himoya atmosferasi bo'lgan kamerali elektr pechning ish joyi haroratini tartibga solish uchun elektr zanjiri

Boshqarish davri 13 davrdan iborat. Funktsional xususiyatlariga ko'ra ularni boshqarish, himoya qilish va axborot zanjirlariga bo'lish mumkin. Nazorat amalga oshiriladi: pechning ish joyidagi harorat (avtomatik boshqaruv tizimi ishlamay qolganda avtomatik va qo'lda), pechka himoya atmosferasini etkazib berish, gaz pardasini etkazib berish. Axborot zanjirlari yorug'lik va tovush signallari yordamida ishlaydigan xodimlarni pechning har xil ish rejimlari to'g'risida ogohlantirish uchun ishlatiladi.



Pechning bitta zonasi bor. Haroratni boshqarish termojuft, kompensatsiya simlari, PSR potansiyometri, oraliq o'rni KA1 va KA2 röleleri, KM kontaktori va nihoyat SNZ-4,0.8,2.6 / 10 pechining o'zidan iborat avtomatik boshqaruv tizimi yordamida amalga oshiriladi. PSR potansiyometri 1, 2 va 3-gachasi sxemalar yordamida boshqarish pallasiga ulangan. O'chirish 1 PSR qurilmasining o'zi quvvatlanishiga xizmat qiladi.

2 va 3-davralar PSR termostatining minimal (min) va normal (norma) kontaktlarini o'z ichiga oladi. PSR ning maksimal kontakti (max) kontaktlarning zanglashiga ishlatilmaydi. 2 va 3 zanjirlarda boshqaruvchi signal hosil bo'ladi, u KA1 va KA2 oraliq o'rni yordamida aktuator (KM kontaktor) lasanini harakatga keltirish uchun zarur bo'lgan qiymatgacha kuchaytiriladi. Shunday qilib, KA1 va KA2 quvvat signal kuchaytirgichlari rolini o'ynaydi.[45]

3 va 4-gachasi sxemalar uchta pozitsiyaga ega universal kalitli kontaktlarga ega: avtomatik (A), o'chirilgan (O) va qo'lda (P). Ushbu pozitsiyalarning har biri pechning ma'lum bir ish rejimiga mos keladi: pechda haroratni avtomatik

boshqarish, pech o'chirilgan, haroratni qo'lda boshqarish (faqat rejimlarni sozlashda yoki avtomatik boshqaruv tizimi ishlamay qolganda).

O'chirish 4 kontaktorni yoqadi va shuning uchun isitgichlarning o'zi. Kontaktor faqat pechning eshigi yopilgan bo'lsa yoqilishi mumkin. Ikkinchisi SQ1 chegara tugmachasini 4-sxemaga kiritish orqali ta'minlanadi, u pechning eshigi ochilganda o'chadi. Kontaktorning spiralini va shuning uchun uning kontaktlarini to'g'ridan-to'g'ri yoqish quyidagicha amalga oshiriladi: avtomatik boshqarish bilan - KA1 va KA2 oraliq o'rni kontaktlari bilan, qo'lda boshqarish bilan - faqat KA2.1 kontaktlari yordamida.

KA1 spirali faqat o'choqdagi harorat minimal qiymatiga yetganda yoqiladi. KA2 spirali pechdagi normal haroratga mos keladigan kontaktga ulangan. Binobarin, pechning harorati belgilanganiga tenglashganda ham pechning isitish elementlari qoladi. Pechdagi harorat me'yordan oshib ketgandan keyingina isitgichlar elektr tarmog'idan uziladi. Pechdagi haroratni barqarorlashtirishni boshqaradigan sxemalar shu tarzda tuzilgan.

Hozirgi vaqtda pech yoqilganmi yoki yo'qmi, bizga ikkita signal lampasi: L1 va L2. Isitish elementlari yoqilganda L1 signal chiroqchasi yonadi va isitish elementlari o'chirilganda L2 chiroq yonadi. Bunga KM kontaktorining 5 va b-chi kontaktlarini yoqish orqali erishiladi. 5 va 5-gachasi R rezistorlari signal lampalaridagi kuchlanishni 220 V dan ish kuchlanishiga tushirish uchun kerak (chiroq zanjiridagi rezistorlar yuk qarshiligi rolini o'ynaydi). 7, 8 va 11-gachasi sxemalar himoya atmosfera va gaz pardasini etkazib berishni boshqarish uchun mo'ljallangan.

Sxema, o'z navbatida, M1 va M2 elektromagnit klapanlarini o'z ichiga oladi, bu atmosferada himoya atmosferasini ta'minlash va pechda gaz pardasini yaratish uchun gaz etkazib berish.

7-sxema tuzilishidan ko'rinib turibdiki, faqat o'choqdagi harorat minimal darajaga tushmagan taqdirda (KA1 yoqilganda, 7-kontaktli aloqa KA1 orqali ochiladi). 2). Ushbu tizim portlashdan himoya qilish tizimidir. SB1 va SB2 tugmalari yordamida pechga gaz etkazib berish qo'lda boshqariladi. KAZ o'rni

kontaktlarni ko'paytirish uchun joriy qilingan, chunki M1 blokirovka qiluvchi kontaktlarga ega emas.

M1 (shuningdek, KAZ) yoqilganda, L3 signal chiroqchasi bir vaqtning o'zida yonadi va texnik xodimlarga gaz klapanining ochilishi to'g'risida xabar beradi. Gazni o'chirish (SB1 tugmasi yordamida) L3ni o'chirish bilan birga keladi, boshqa signal chiroq L4 yonadi, bu esa vana yopilganligini bildiradi.

12 va 13-davrilar axborotga ega. SA2 paketli kalit yordamida siz texnik xizmat ko'rsatuvchi xodimlarga o'choqdagi harorat minimal qiymatga tushganligi to'g'risida xabar berib, sirenni yoqishingiz mumkin, bu qandaydir nosozlik belgisi (isitgichlar normal haroratda ham yoqilgan bo'lishi kerak).

Shunday qilib, minimal aloqa min PSR yovuz sxemada nafaqat o'choqning ish maydonidagi haroratni barqarorlashtirish uchun sensor, balki avtomatik ogohlantirish va himoya qilish tizimidagi sensor sifatida ham qo'llaniladi. Avtomatik ogohlantirish tizimini o'chirgichni ikkinchi holatga o'tkazish orqali o'chirish mumkin (13-sxema). L5 chiroq avtomatik ogohlantirish tizimi o'chirilganligini bildiradi.

Uch holatli haroratni nazorat qilish davri

Uch pozitsiyali regulyatorlarda regulyator uchinchi pozitsiyaga ega bo'lib, unda boshqariladigan o'zgaruvchining qiymati berilganga teng bo'lganda, ob'ektga uning normal ishlashi uchun zarur bo'lgan energiya va moddalar miqdori berib turiladi. .

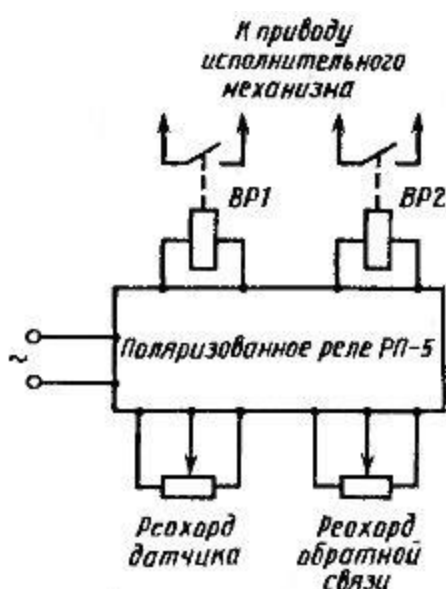
Uchta oraliq o'rni SQ1 va SQ2 kontaktlari yordamida boshqarilsa, uchta pozitsiyani boshqarish sxemasini ko'rib chiqilgan ikki pozitsiyali boshqaruv sxemasini biroz o'zgartirishi bilan olish mumkin (1-rasmga qarang). SQ1 kontakti yopilganda K1 rölesi yoqiladi, SQ2 yopilganda K2 rölesi faollashadi. Agar ikkala SQ1 va SQ2 kontaktlari ochiq bo'lsa, u holda qisqa tutashuv o'rni faollashadi. Ushbu uchta o'rni yordamida isitish elementlari uchburchak, yulduzcha bilan o'chirilishi yoki o'chirilishi mumkin, ya'ni uch holatli haroratni boshqarish.

Mutanosib boshqaruv qonunini amalga oshiradigan avtomatik boshqaruv tizimlarini yaratish uchun ko'pincha BR-3 tipidagi muvozanatli o'rni ishlatiladi. Ushbu o'rni ikkita svetovendan foydalanadi. Boshqariladigan o'zgaruvchining

qiymati bitta slayd (datchik) slayderining holatini, tartibga soluvchi korpusning ochilish darajasi esa aktuator slaydining holatini (teskari aloqa) belgilaydi.

Balansli o'rni vazifasi - aktuatorga shunday ta'sir o'tkazish, bunda ikkita siljiticichning slayderlari pozitsiyalari nosimmetrik bo'ladi.

BR-3 muvozanatli o'rni sxemasida (3-rasm) asosiy elementlar RP-5 qutblangan o'rni va BP1 va BP2 chiqish o'rni hisoblanadi. Slayderlarning pozitsiyalari nosimmetrik bo'lsa, polarizatsiyalangan o'rni ikkita sariqida oqadigan oqim teng va shuning uchun uning kontaktlari ochiq. BP1 va BP2 chiqish o'rni kuchsizlanadi va ularning boshqaruvchi aloqalari ochiq.



Shakl: 3. BR-3 tipidagi muvozanatli o'rni soddalashtirilgan blok-sxemasi[46]

Boshqariladigan qiymatning og'ishida (masalan, ko'payganda), datchik svetoforining slayderining holati o'zgaradi. Natijada, ko'priknings simmetriyasi va polarizatsiyalangan o'rni sariqlari orqali oqadigan oqimlarning muvozanati buziladi va tegishli aloqa yopiladi. Bunday holda, chiqish rölesi ishga tushiriladi, uning kontaktlari aktuatorni yoqadi, bu esa tartibga soluvchi tanani boshqariladigan qiymatni kamaytirish yo'nalishi bo'yicha harakatga keltiradi. Qayta aloqa slidewire slayderi bir vaqtning o'zida harakat qiladi.

Aktuator, teskari aloqa naychasi slayderi datchikning dingil g'ildiragi o'rnini egallaguncha ishlaydi, shundan so'ng yana muvozanat paydo bo'ladi. O'rnimizni kontaktlari ochiladi va aktuator to'xtaydi. Bu boshqariladigan o'zgaruvchining qiymati va regulyatorning pozitsiyasi o'rtasida doimiy aloqani ta'minlaydi.

I-, PI- va boshqa qonunlarni amalga oshiradigan avtomatik boshqaruv tizimlarini yaratish uchun IRM-240, VRT-2, EPP-17 turdagi regulyatorlarni va boshqalarni o'z ichiga olgan turli xil elektron regulyatorlardan foydalaniladi.

Avtomatik haroratni boshqarish tizimlari

Tartibga solish printsiptiga ko'ra barcha avtomatik tartibga solish tizimlari to'rtta sinfga bo'linadi.

1. Avtomatik stabilizatsiya tizimi - regulyator boshqariladigan parametrning doimiy belgilangan qiymatini saqlab turadigan tizim.

2. Dasturlashtirilgan boshqaruv tizimi - oldindan belgilangan qonunga muvofiq (o'z vaqtida) boshqariladigan parametr o'zgarishini ta'minlaydigan tizim.

3. Kuzatuv tizimi - boshqa parametrga qarab boshqariladigan parametr o'zgarishini ta'minlaydigan tizim.

4. Ekstremal tartibga solish tizimi - regulyator o'zgaruvchan sharoitlar uchun maqbul bo'lgan boshqariladigan o'zgaruvchining qiymatini saqlab turadigan tizim.

Elektr isitish moslamalarining harorat rejimini tartibga solish uchun asosan birinchi ikki sinf tizimlari qo'llaniladi.

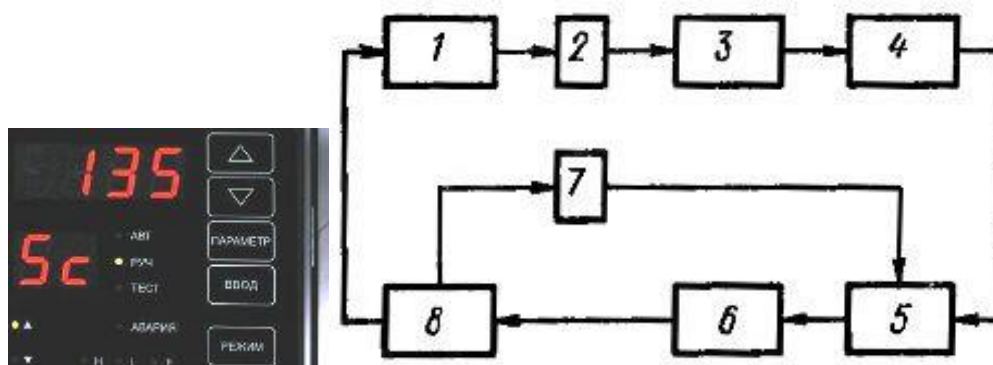
Avtomatik haroratni boshqarish tizimlari ta'sir turiga ko'ra ikki guruhga bo'linishi mumkin: davriy va uzluksiz boshqarish.

Avtomatik boshqaruv tizimlarining (ACS) avtomatik regulyatorlari funktsional xususiyatlariga ko'ra besh turga bo'linadi: pozitsion (o'rni), mutanosib (statik), integral (astatik), izodromik (mutanosib-integral), izodromik dastlabki va birinchi bilan lotin

Pozitsionerlar intervalgacha ACS ga tegishli bo'lib, boshqa turdagi regulyatorlar doimiy ACS deb nomlanadi. Quyida biz haroratni avtomatik boshqarish tizimlarida eng ko'p ishlatiladigan pozitsion, mutanosib, integral va izodromik tekshirgichlarning asosiy xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Avtomatik haroratni nazorat qilishning funktsional diagrammasi (1-rasm) boshqaruv moslamasi 1, harorat sensori 2, dastur moslamasi yoki harorat darajasini belgilash moslamasi 4, boshqaruvchi 5 va aktuator 8 dan iborat. Ko'p holatlarda

asosiy kuchaytirgich 3 datchik va dastur moslamasi o'rtasida, regulyator va aktuator o'rtasida - ikkilamchi kuchaytirgich 6. Isodromik boshqarish tizimlarida qo'shimcha 7 sensori ishlatiladi.



Shakl. 1. Avtomatik haroratni nazorat qilishning funktsional diagrammasi[47]

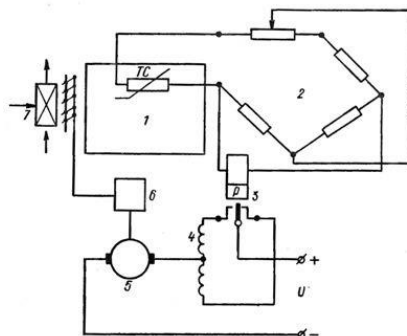
2.3§ Mahalliy xom-ashyolarga asoslangan keramik strukturalarning stablizatsiyalash jarayonlarini o‘rganish.

Termojuftlar, termojuftlar (termistorlar) va qarshilik termometrlari harorat sensori sifatida ishlatiladi. Eng ko'p ishlatiladigan termojuftlar. Ular haqida ko'proq ma'lumot olish uchun bu erga qarang: Termoelektr konvertorlari (termojuftlar)

Pozitsion (o'rni) haroratni nazorat qilish moslamalari

Pozitsion regulyatorlar - tartibga soluvchi organ ikki yoki uchta aniq pozitsiyani egallashi mumkin bo'lgan regulyatorlar. Elektr isitish moslamalarida ikki va uch pozitsiyali regulyatorlar qo'llaniladi. Ular oddiy va ishonchli ishlaydi.

Shakl. 2-da havo harorati nazoratining sxematik diagrammasi ko'rsatilgan.

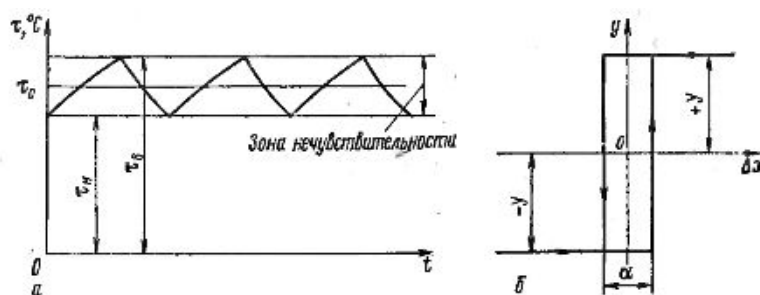


Shakl. 2. On-off havo haroratini boshqarishning sxematik diagrammasi: 1 - boshqarish moslamasi, 2 - o'lchash ko'prigi, 3 - qutblangan o'rni, 4 - elektr motorining qo'zg'atuvchi sariqlari, 5 - elektr dvigatel armaturasi, 6 - uzatmalar qutisi, 7 - isitgich.[48]

Tartibga solish ob'ektidagi haroratni boshqarish uchun o'lchash ko'prigi 2. qo'llaridan biriga ulangan RTD ishlatiladi, ko'priknining qarshilik qiymatlari ma'lum bir haroratda ko'priknining muvozanatlashadigan qilib tanlanadi, ya'ni, ko'priknining diagonalidagi kuchlanish nolga teng. Harorat ko'tarilganda, o'lchash ko'prigining diagonaliga kiritilgan polarizatsiyalangan o'rni 3 doimiy dvigatelning 4 sariqlaridan birini ochadi, u reduktor 6 yordamida isitgich 7 oldidagi havo klapanini yopadi. harorat pasayadi, havo klapani to'liq ochiladi.

Ikki pozitsiyali haroratni boshqarish bilan ta'minlanadigan issiqlik miqdori faqat ikkita darajada - maksimal va minimal darajalarda o'rnatilishi mumkin. Issiqlikning maksimal miqdori ma'lum boshqariladigan haroratni ushlab turish uchun zarur bo'lganidan kattaroq bo'lishi kerak, minimal esa kamroq bo'lishi kerak. Bunday holda, havo harorati belgilangan qiymat atrofida o'zgarib turadi, ya'ni o'z-o'zidan tebranish rejimi o'rnatiladi (3-rasm, a).

T_n va T_w haroratlarga mos keladigan chiziqlar o'lik zonaning pastki va yuqori chegaralarini belgilaydi. Boshqariladigan ob'ektning harorati pasayib, T_n qiymatiga yetganda, etkazib beriladigan issiqlik miqdori bir zumda oshadi va ob'ektning harorati ko'tarila boshlaydi. T_w qiymatiga etib, regulyator issiqlik ta'minotini pasaytiradi va harorat pasayadi.



Shakl: 3. On-off regulyatsiyasining vaqt xarakteristikasi (a) va o'chirishni boshqarish moslamasining statik xarakteristikasi (b).[49]

Haroratning ko'tarilish va tushish tezligi boshqariladigan ob'ektning xususiyatlariga va uning vaqt xarakteristikasiga (tezlanish egri chizig'iga) bog'liq. Haroratning o'zgarishi o'lik zonaning chegaralaridan tashqariga chiqmaydi, agar issiqlik ta'minotidagi o'zgarishlar darhol harorat o'zgarishiga olib keladigan bo'lsa, ya'ni boshqariladigan ob'ektning kechikishi bo'lmasa.

O'lik zonaning pasayishi bilan harorat tebranishlari amplitudasi $n = \tau \omega$ bo'lganda nolga kamayadi. Biroq, bu issiqlik ta'minotini cheksiz yuqori chastotada o'zgartirishni talab qiladi, uni amalda bajarish juda qiyin. Barcha haqiqiy boshqaruv ob'ektlarida kechikish mavjud. Ulardagi tartibga solish jarayoni shunday davom etadi.

Boshqariladigan ob'ektning harorati τ_n qiymatiga tushganda, issiqlik ta'minoti bir zumda o'zgaradi, ammo kechikish tufayli harorat bir muncha vaqt pasayishda davom etadi. Keyin u τ_w qiymatiga ko'tariladi, bunda issiqlik ta'minoti bir zumda kamayadi. Harorat bir muncha vaqt ko'tarilishda davom etadi, keyin issiqlik ta'minoti kamayganligi sababli harorat pasayadi va jarayon yana takrorlanadi.

shundan kelib chiqadiki, ob'ektga tartibga soluvchi ta'sir faqat ikkita qiymatni olishi mumkin: maksimal va minimal. Ko'rib chiqilgan misolda, maksimal havo klapanining holatiga mos keladi (2-rasmga qarang), minimal - valf yopilganda.

Boshqaruv harakatining belgisi boshqariladigan qiymatning (haroratning) belgilangan qiymatdan chetga chiqish belgisi bilan belgilanadi. Regulyatsiya ta'sirining kattaligi doimiydir. Barcha ikkita pozitsiyali tekshirgichlar elektromagnit o'rni yig'ish va tushirish oqimlari farqidan kelib chiqadigan a histerez zonasiga ega.

Ikki pozitsiyali haroratni boshqarishni ishlatish misoli: Qarshilikli isitish pechlarida haroratni avtomatik boshqarish

2.4§ Keramik mahsulotni modulyasiya jarayonini boshqarish.

Proportional (statik) harorat regulyatorlari

Boshqarishning yuqori aniqligi talab qilinadigan yoki o'z-o'zidan tebranish jarayoni qabul qilinishi mumkin bo'lmagan holatlarda doimiy nazorat qilish jarayoniga ega regulyatorlardan foydalaniladi. Bularga turli xil texnologik jarayonlarni tartibga solish uchun mos bo'lgan mutanosib tekshirgichlar (P-kontrollerlar) kiradi.

Boshqarishning yuqori aniqligi talab qilinadigan yoki o'z-o'zidan tebranish jarayoni qabul qilinishi mumkin bo'lmagan holatlarda doimiy nazorat qilish jarayoniga ega regulyatorlardan foydalaniladi. Bularga turli xil texnologik jarayonlarni tartibga solish uchun mos bo'lgan mutanosib tekshirgichlar (P-kontrollerlar) kiradi.

P-regulyatorlari bo'lgan avtomatik boshqaruv tizimlarida tartibga soluvchi korpusning holati (y) boshqariladigan parametr (x) qiymatiga to'g'ri proporsionaldir:

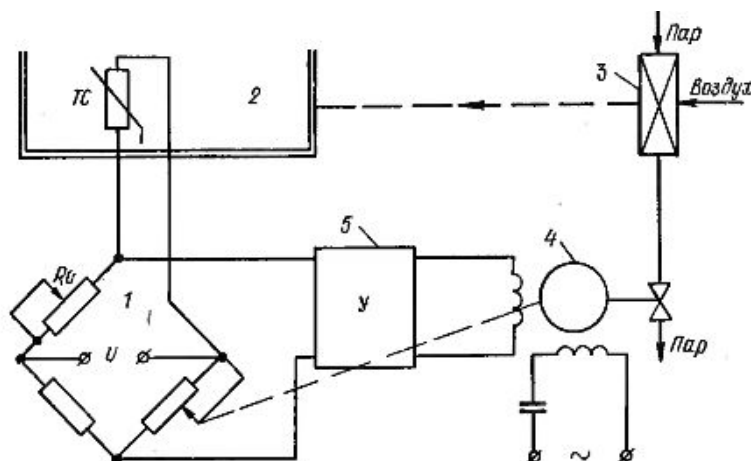
$$y = k_1 x,$$

bu erda k_1 - mutanosiblik koeffitsienti (tekshirgichning foydasi).

Ushbu mutanosiblik regulyator o'zining haddan tashqari holatiga (chegara kalitlari) etib borguncha sodir bo'ladi.

Tartibga soluvchi korpusning harakatlanish tezligi boshqariladigan parametrning o'zgarish tezligiga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir.

Shakl. 4-da mutanosib tekshirgich yordamida xona haroratini avtomatik boshqarish tizimining sxematik diagrammasi ko'rsatilgan. Xona harorati o'lchash ko'prigi 1-sxemasiga kiritilgan RTD qarshilik termometri bilan o'lchanadi.[50]



Shakl: 4. Havoning harorati mutanosibligini nazorat qilish sxemasi: 1 - o'lchash ko'prigi, 2 - boshqarish moslamasi, 3 - issiqlik almashinuvchisi, 4 - kondansatkichli dvigatel, 5 - fazaga sezgir kuchaytirgich.[50]

Berilgan haroratda ko'prik muvozanatlashadi. Boshqariladigan harorat belgilangan qiymatdan chetga chiqqanda, ko'prik diagonalida nomutanosiblik kuchlanishi paydo bo'ladi, uning qiymati va belgisi harorat og'ishining kattaligi va

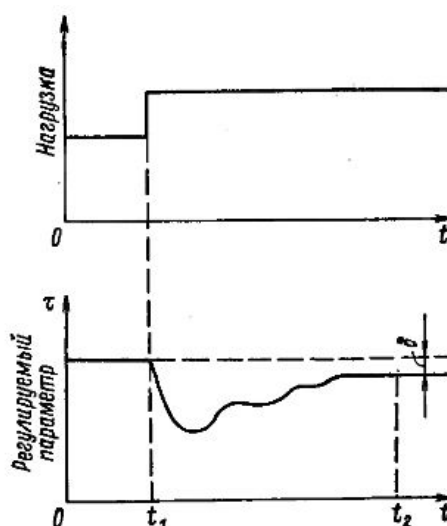
belgisiga bog'liq. Ushbu kuchlanish fazaga sezgir kuchaytirgich 5 bilan kuchaytiriladi, uning chiqishida aktuatorning ikki fazali kondansatör dvigatelining 4 o'rashi yoqiladi.

Aktuator, sovutish suvi oqimini issiqlik almashinuvchiga o'zgartirib, tartibga soluvchi korpusni harakatga keltiradi 3. Tartibga soluvchi korpusning harakati bilan bir vaqtda, o'lchash ko'prigining qo'llaridan birining qarshiligi o'zgaradi, buning natijasida harorat ko'priki muvozanatli.

Shunday qilib, qattiq teskari aloqa tufayli, tartibga soluvchi tananing har bir pozitsiyasi boshqariladigan haroratning o'z muvozanat qiymatiga mos keladi.

Proportional (statik) tekshirgich regulyatsiyaning qoldiq bir xil emasligi bilan tavsiflanadi.

Yukning belgilangan qiymatdan (t_1 vaqtida) keskin ravishda og'ishida, boshqariladigan parametr ma'lum vaqtdan keyin (t_2 vaqt) yangi barqaror holatga keladi (4-rasm). Biroq, bu faqat tartibga soluvchi organning yangi pozitsiyasi bilan, ya'ni o'rnatilgan parametrdan the bilan farq qiladigan boshqariladigan parametrning yangi qiymati bilan mumkin.[51]



Shakl: 5. Proportional nazoratning vaqt xususiyatlari

Proportional tekshirgichlarning kamchiligi shundaki, har bir parametr qiymati boshqaruv elementining faqat bitta o'ziga xos holatiga mos keladi. Parametrning (haroratning) o'rnatilgan qiymatini yuk (issiqlik sarfi) o'zgarganda saqlab turish uchun tartibga soluvchi organ uchun yangi yuk qiymatiga mos

keladigan boshqa pozitsiyani egallashi kerak. Bu mutanosib tekshirgichda sodir bo'lmaydi, natijada boshqariladigan parametrning qoldiq burilishi sodir bo'ladi.

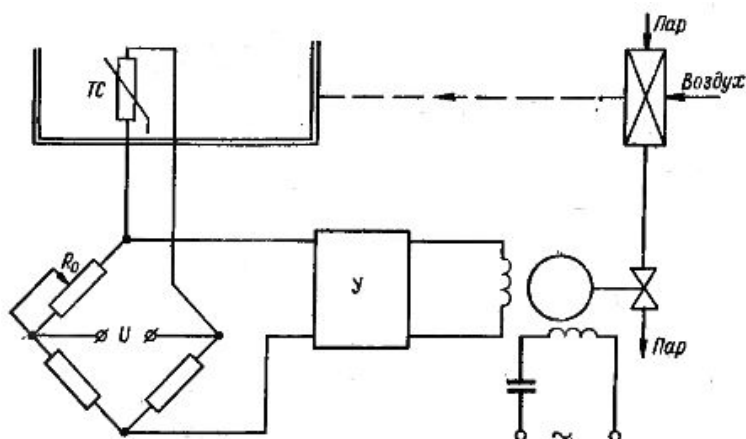
Integral (astatik boshqaruvchilar)

Parametr belgilangan qiymatdan chetga chiqqanda, regulyator tanasi ozmi-ko'pmi sekin va har doim bir yo'nalishda (sayohat ichida) parametr belgilangan qiymatni qabul qilgunga qadar harakatlanadigan integral (astatik) boshqaruvchilar. Parametr belgilangan qiymatdan oshib ketgandagina tartibga soluvchi elementning harakat yo'nalishi o'zgaradi.

Elektr ta'sirining integral regulyatorlarida odatda o'lik zona yaratiladi, uning ichida parametr o'zgarishi tartibga soluvchi organning harakatlarini keltirib chiqarmaydi.

Integral tekshirgichda tartibga soluvchi korpusning harakatlanish tezligi doimiy yoki o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Integral regulyatorning xususiyati - boshqariladigan parametrning barqaror holat qiymatlari va tartibga soluvchi organning pozitsiyasi o'rtasida mutanosiblik aloqasi yo'qligi.

Shakl. 6-da integral tekshirgich yordamida haroratni avtomatik boshqarish tizimining sxematik diagrammasi ko'rsatilgan. Mutanosib haroratni nazorat qilish sxemasidan farqli o'laroq (4-rasmga qarang), unda qattiq teskari aloqa yo'q.[52]

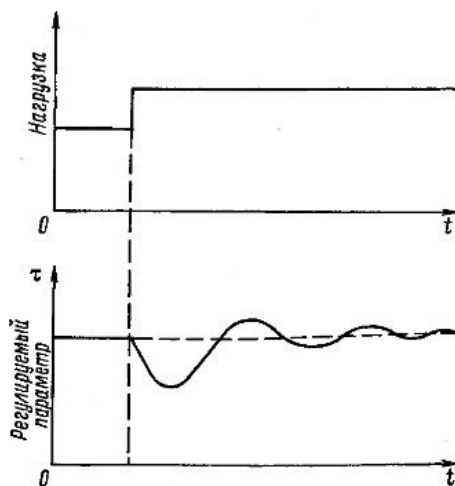


Shakl: 6. Havoning integral haroratini boshqarish sxemasi

Integral tekshirgichda tartibga soluvchi korpusning tezligi boshqariladigan parametrning og'ishiga to'g'ri proporsionaldir.

Yukning keskin o'zgarishi (issiqlik sarfi) bilan integral haroratni boshqarish jarayoni shakl. 7 vaqt ko'rsatkichlaridan foydalangan holda. Grafadan ko'rinib

turibdiki, integral boshqaruvi bilan boshqariladigan parametr asta-sekin belgilangan qiymatga qaytadi.[53]



Shakl: 7. Integral tartibga solishning vaqt xususiyatlari

2.5§ Mahalliy xom-ashyoga asoslangan keramik mahsulotni modulyasiya mexanizmlarini tahlil qilish.

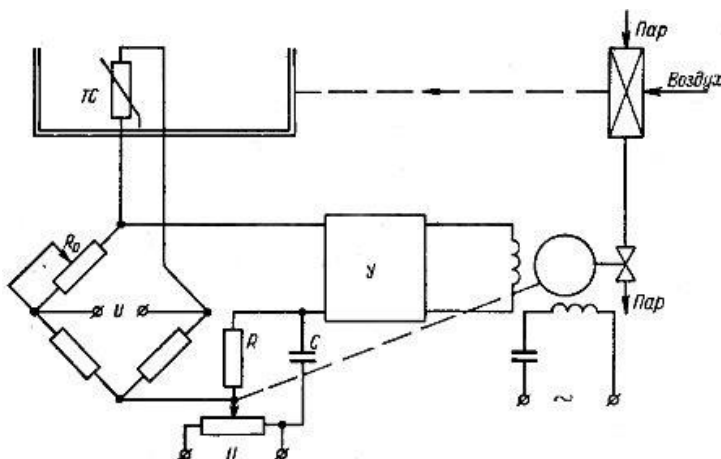
Izodromik (mutanosib-integral) tekshirgichlar

Izodromik boshqarish mutanosib va integral boshqaruv xususiyatlariga ega. Tartibga soluvchi korpusning harakatlanish tezligi boshqariladigan parametrning og'ish kattaligi va tezligiga bog'liq.

Agar boshqariladigan parametr belgilangan qiymatdan chetga chiqsa, tartibga solish quyidagicha amalga oshiriladi. Dastlab, tartibga soluvchi tanasi boshqariladigan parametrning og'ish kattaligiga qarab harakat qiladi, ya'ni mutanosib boshqarish amalga oshiriladi. Keyin regulyator qo'shimcha harakatni amalga oshiradi, bu qoldiq tengsizlikni yo'q qilish uchun zarur (ajralmas nazorat).

Mutanosib nazorat pallasida (5-rasmga qarang) qattiq teskari aloqa o'rnini elastik teskari aloqa bilan (tartibga soluvchi tanadan teskari qarshilik dvigateligacha) almashtirish orqali izodromik havo haroratini boshqarish tizimini olish mumkin (8-rasm). Izodromik tizimdagi elektr aloqasi potansiyometr tomonidan amalga oshiriladi va qarshilik R va sig'im S ni o'z ichiga olgan zanjir orqali boshqaruv tizimiga kiritiladi.[53]

Vaqtinchalik jarayonlar davomida teskari signal signal parametrlari bilan bir qatorda tizimning keyingi elementlariga (kuchaytirgich, elektr dvigatel) ta'sir qiladi. Statsionar regulyator bilan, u har qanday holatda, C kondensatori zaryadlanganligi sababli, qayta aloqa signali buziladi (barqaror holatda u nolga teng).



Shakl: 8. Havoning izodromik haroratini boshqarish sxemasi

Izodromik regulyatsiya uchun regulyatsiyaning bir xil bo'lmaganligi (nisbiy xato) vaqtni ko'payishi bilan kamayib, nolga yaqinlashishi xarakterlidir. Bunday holda, teskari aloqa boshqariladigan qiymatning qoldiq og'ishlariga olib kelmaydi.

Shunday qilib, izodromik nazorat mutanosib yoki integral nazoratdan sezilarli darajada yaxshiroq natijalarga olib keladi (pozitsion boshqaruv haqida gapirmasa ham bo'ladi). Qattiq teskari aloqa mavjudligi sababli mutanosib nazorat deyarli bir zumda sodir bo'ladi, izodromik - sekinroq.[54]

Avtomatik haroratni nazorat qilish dasturiy ta'minot tizimlari

Dasturlashtirilgan boshqaruvni amalga oshirish uchun regulyatorning sozlanishiga (belgilangan nuqtasiga) doimiy ravishda ta'sir qilish kerak, shunda boshqariladigan qiymat oldindan belgilangan qonunga muvofiq o'zgaradi. Shu maqsadda regulyatorni sozlash bo'linmasi dasturiy ta'minot bilan ta'minlanadi. Ushbu qurilma belgilangan qiymatdagi o'zgarish qonunini o'rnatishga xizmat qiladi.

Elektr isitish vaqtida ACS aktuatori elektr isitish elementlari uchastkalarini yoqish yoki o'chirishda harakat qilishi mumkin va shu bilan berilgan dasturga

muvoqif isitiladigan o'rnatish haroratini o'zgartirishi mumkin. Dasturlashtirilgan havo harorati va namligini boshqarish sun'iy iqlim inshootlarida keng qo'llaniladi.

Avtomatlashtirish tizimlarida boshqarish usullari

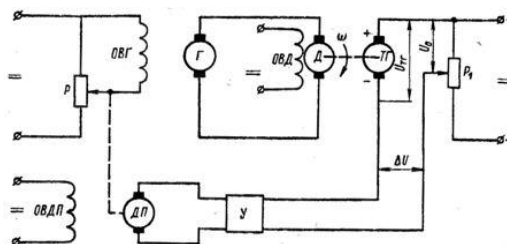
Avtomatlashtirish tizimida uchta boshqarish usuli qo'llaniladi:

- 1) boshqariladigan qiymatning og'ishi bilan,
- 2) bezovtalik (yuk bilan),
- 3) birlashtirilgan.

Keling, doimiy dvigatelning tezligini tartibga solish tizimining misolidan foydalanib, boshqariladigan qiymatning og'ishi bilan tartibga solish usulini ko'rib chiqamiz (1-rasm).[56]

Ish paytida D dvigatel, tartibga solish ob'ekti bo'lib, turli xil buzilishlarni boshdan kechirmoqda (dvigatel o'qidagi yukning o'zgarishi, ta'minot tarmog'ining kuchlanishi, generator generatorining armaturasini boshqaradigan dvigatelning tezligi, atrofdagi o'zgarishlar harorat, bu esa o'z navbatida sariqlarning qarshiligining o'zgarishiga olib keladi va shuning uchun oqimlar va boshqalar).

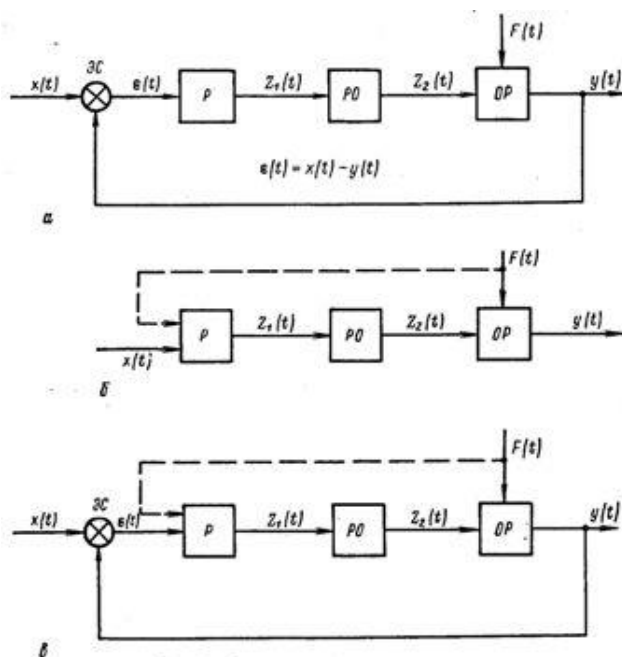
Ushbu bezovtalanishlar D dvigatelining tezligidagi burilishni keltirib chiqaradi, bu esa e ning o'zgarishiga olib keladi. va boshqalar bilan. taxogenerator TG. Reostat P1 TG taxogenerator sxemasiga kiritilgan. P1 reostatidan olingan U_0 kuchlanish TG taxogenerator kuchlanishiga qarama-qarshi ravishda yoqiladi. Natijada reostat slayderini harakatga keltiruvchi doimiy dvigatelga kuchaytirgich Y orqali uzatiladigan $e = U_0 - U_{tg}$ kuchlanish farqi olinadi, U_0 kuchlanish boshqariladigan o'zgaruvchining belgilangan qiymatiga mos keladi - aylanish chastotasi ω_0 , va U_{tg} taxogenerator kuchlanishi - aylanish chastotasining joriy qiymatiga.



Shakl: 1. Yopiq tsikldagi doimiy dvigatelning tezligini boshqarish uchun sxematik diagrammalar: R - reostat, OVG - generatorni qo'zg'atuvchi sariq, G - generator,

OVD - motorni qo'zg'atadigan o'rash, D - dvigatel, TG - taxogenerator, DP - reostat slayderining qo'zg'alishi vosita, U - kuchaytirgich.[56]

Agar buzilishlar ta'siri ostida ushbu qiymatlar orasidagi farq (og'ish) oldindan belgilangan chegaradan oshib ketsa, u holda regulyator generatorning qo'zg'alish oqimining o'zgarishi ko'rinishidagi mos yozuvlar harakatini oladi, bu esa bu og'ishga olib keladi. kamaytirish Umumiy holda, burilish usuli bo'yicha ishlaydigan tizim shakllar diagrammasida ko'rsatilgan. 2, a.



Shakl: 2. Boshqarish usullarining sxemalari: a - og'ish bo'yicha, b - buzilish bilan, c - kombinatsiyalangan, P - regulyator, RO - tartibga soluvchi organ, OR - boshqaruv ob'ekti, ES - taqqoslash elementi, $x(t)$ - sozlash harakati, $Z_1(t)$ va $Z_2(t)$ - ichki tartibga soluvchi ta'sirlar, $u(t)$ - boshqariladigan qiymat, $F(t)$ - bezovta qiluvchi ta'sir.[57]

Boshqariladigan qiymatning og'ishi regulyatorni faollashtiradi, bu harakat har doim og'ishni kamaytiradigan tarzda yo'naltiriladi. $D(t) = x(t) - u(t)$ qiymatlari orasidagi farqni olish uchun tizimga ES solishtirish elementi kiritiladi.

Devidatsiyani boshqarishda regulyatorning harakati boshqariladigan o'zgaruvchining o'zgarishi sababidan qat'i nazar sodir bo'ladi. Bu, shubhasiz, ushbu usulning katta afzalligi.

Bezovtalikni boshqarish usuli yoki buzilish kompensatsiyasi tizim buzilishdagi o'zgarishlar ta'sirini qoplaydigan qurilmalardan foydalanishiga asoslanadi.

DC generatorini voltajini regulyatsiya qilishning sxematik diagrammasi

Shakl: 3. DC generatorini voltajini regulyatsiya qilish sxematik diagrammasi: G - generator, OV1 va OV2 - generator qo'zg'atuvchi sariqlari, R_n - yukga chidamlilik, F1 va F2 - qo'zg'atuvchi sariqlarning magnetomotiv kuchlari, R_{sh} - qarshilik.

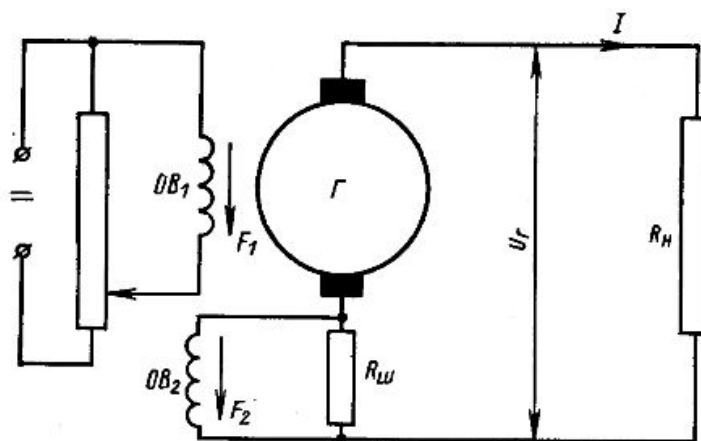
Misol tariqasida doimiy generator ishlab chiqarilishini ko'rib chiqing (3-rasm). Jeneratör ikkita qo'zg'atuvchi sarg'ishga ega: armatura davri bilan parallel ravishda bog'langan PV1 va R_i qarshilikka ulangan PV2. Dala sarg'ishlari ularning ppm qiymatiga kiritilgan. F1 va F2 qo'shiladi. Jeneratör terminallaridagi kuchlanish umumiy ppm ga bog'liq bo'ladi. $F = F_1 + F_2$.

Yuklanish oqimining oshishi bilan I (yukning qarshiligi R_n kamayadi), generator armatura pallasida kuchlanish pasayishi ortishi sababli generatorning U_g kuchlanishi kamayishi kerak edi, lekin bu sodir bo'lmaydi. Ov2 qo'zg'atuvchi sarg'ishining F2 kuchayadi, chunki u yuk oqimi I bilan mutanosib.

Bu umumiy ppm s ning ko'payishiga va natijada generator kuchlanishini tenglashtirishga olib keladi. Yuk oqimi o'zgarganda voltajning pasayishi shu tarzda qoplanadi - generatorning asosiy buzilishi. Qarshilik R_{sh} bu holda buzilish - yukni o'lchashga imkon beruvchi moslama.

Umumiy holda, buzilishlarni qoplash usuli bo'yicha ishlaydigan tizim diagrammasi shakl. 2, b.

Bezovta qiluvchi ta'sirlar turli sabablarga ko'ra kelib chiqishi mumkin, shuning uchun ularning bittasi bo'lishi mumkin. Bu avtomatik boshqaruv tizimining ishlashini tahlil qilishni murakkablashishiga olib keladi. Odatda yukning o'zgarishi kabi asosiy sabablarga ko'ra buzilishlarni ko'rib chiqish bilan cheklanadi. Bunday holda, tartibga solish yukni tartibga solish deb ataladi.



Kombinatsiyalangan boshqarish usuli (2-rasmga qarang, v) avvalgi ikkita usulni birlashtiradi: og'ish va bezovtalik bilan. U yuqori sifatli tartibga solish zarur bo'lgan murakkab avtomatizatsiya tizimlarini qurishda qo'llaniladi.[58]

Shakldan quyidagicha. 2, har qanday boshqarish usuli uchun har qanday avtomatik boshqaruv tizimi sozlanishi (boshqariladigan ob'ekt) va tartibga soluvchi (regulyator) qismlardan iborat. Barcha holatlarda regulyator boshqariladigan o'zgaruvchining belgilangan qiymatdan chetga chiqishini o'lchaydigan sezgir elementga, shuningdek, uning og'ishidan keyin boshqariladigan o'zgaruvchining belgilangan qiymatini tiklashni ta'minlaydigan tartibga soluvchi organga ega bo'lishi kerak.

Agar tizimda regulyator ta'sirini to'g'ridan-to'g'ri sezgir elementdan qabul qilsa va u tomonidan faollashtirilsa, unda bunday boshqaruv tizimi to'g'ridan-to'g'ri boshqarish tizimi, regulyator esa to'g'ridan-to'g'ri harakat regulyatori deb ataladi.

To'g'ridan-to'g'ri ishlaydigan regulyatorlarda sezgir element regulyator o'rnini o'zgartirish uchun etarli quvvatni ishlab chiqishi kerak. Ushbu holat to'g'ridan-to'g'ri tartibga solishni qo'llash sohasini cheklaydi, chunki ular sezgir elementni kichik qilish xususiyatiga ega, bu esa o'z navbatida tartibga solish organini harakatga keltirish uchun etarli kuch sarflashda qiyinchiliklar tug'diradi.

Quvvat kuchaytirgichlari o'lchov elementining sezgirligini oshirish va tartibga soluvchi tanani harakatlantirish uchun etarli quvvatni olish uchun ishlatiladi. Quvvat kuchaytirgichi bilan ishlaydigan regulyator bilvosita regulyator, butun tizim esa bilvosita tartibga soluvchi tizim deb ataladi.

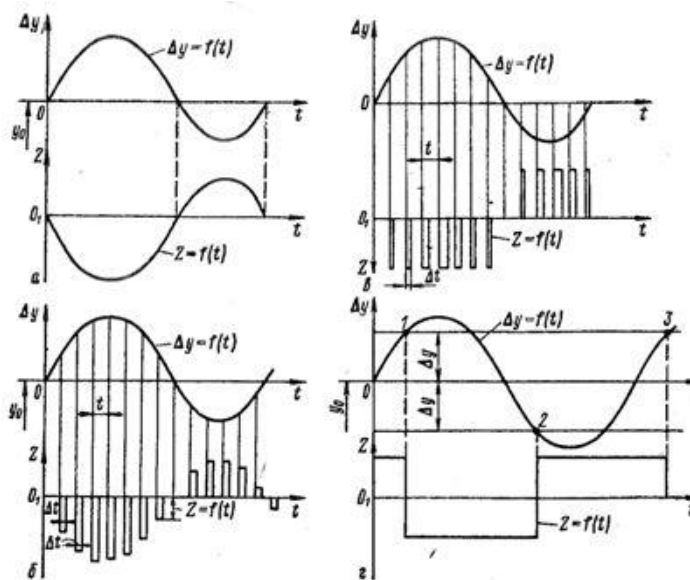
Bilvosita boshqarish tizimlarida tashqi energiya manbasidan yoki boshqariladigan ob'ektning energiyasidan kelib chiqqan holda boshqaruvchi organi harakatlantirish uchun yordamchi mexanizmlardan foydalaniladi. Bunday holda sezgir element faqat yordamchi mexanizmning boshqaruv elementiga ta'sir qiladi.

Avtomatlashtirishni boshqarish usullarini boshqarish harakatlari turi bo'yicha tasnifi

Boshqarish signali boshqariladigan o'zgaruvchining haqiqiy qiymatini o'lchaydigan mos yozuvlar o'zgaruvchisi va sensordan keladigan signal asosida boshqaruv tizimi tomonidan ishlab chiqariladi. Olingan boshqaruv signali regulyatorga yuboriladi, bu esa uni aktuatorning boshqarish harakatiga aylantiradi. Aktuator ob'ekt regulyatorini boshqariladigan qiymat belgilangan qiymatga intiladigan pozitsiyani olishga majbur qiladi. Tizimning ishlashi paytida boshqariladigan o'zgaruvchining joriy qiymati doimiy ravishda o'lchanadi, shuning uchun boshqarish signali ham doimiy ravishda hosil bo'ladi.

Shu bilan birga, regulyator qurilmasiga qarab, aktuatorning tartibga soluvchi harakati doimiy yoki davriy bo'lishi mumkin. Shakl. 4, a boshqariladigan y ning belgilangan y_0 qiymatidan vaqt o'tishi bilan y ning og'ishining egri chizig'ini ko'rsatadi, shu bilan birga rasmning pastki qismida Z boshqaruvi harakati qanday doimiy ravishda o'zgarishi kerakligi ko'rsatilgan. boshqaruv signalida va u bilan fazaga to'g'ri keladi.[59]

Normativ xatti-harakatlarning asosiy turlarining diagrammalari



Shakl: 4. Regulyativ ta'sirlarning asosiy turlari diagrammasi: a - doimiy, b, c - davriy, d - o'rni.

Bunday effektini ishlab chiqaruvchi regulyatorlar uzluksiz regulyatorlar, regulyatsiyaning o'zi esa doimiy regulyatsiya deb ataladi. Ushbu printsip asosida qurilgan regulyatorlar faqat boshqarish harakati mavjud bo'lganda ishlaydi, ya'ni boshqariladigan o'zgaruvchining haqiqiy va belgilangan qiymati o'rtasida og'ish mavjud bo'lganda.

Agar avtomatizatsiya tizimining ishlashi paytida uzluksiz boshqarish signali bilan boshqarish harakati ma'lum vaqt oralig'ida uzilib qolsa yoki alohida impulslar shaklida berilsa, u holda ushbu printsip asosida ishlaydigan boshqaruvchilar intervalgacha tekshirgichlar (qadam yoki impuls) deb nomlanadi. Printsipial ravishda, vaqti-vaqti bilan boshqariladigan harakatni shakllantirishning ikkita usuli mavjud.

Shakl. 4b va 4c oralig'ida boshqariladigan qiymatning uzluksiz og'ishi bilan intervalgacha boshqarish harakati grafiklari ko'rsatilgan.

Birinchi holda, boshqarish harakati $t_1 = t_2 = t$ teng vaqt oralig'ida ketma-ketlik bilan davomiyligi t bo'lgan alohida impulslar bilan ifodalanadi, shu bilan impulslarning kattaligi $Z = f(t)$ boshqaruv qiymatiga mutanosibdir. boshqaruv harakati shakllanish paytidagi signal.

Ikkinchi holda, barcha impulslar bir xil qiymatga ega $Z = f(t)$ va teng vaqt oralig'ida $t_1 = t_2 = t$ davom etadi, lekin har xil davomiyligi $-t$. Bunday holda, impulslarning davomiyligi boshqaruv harakati shakllanishi paytidagi nazorat

signalining qiymatiga bog'liq. Regulyatordan tartibga solish harakati tegishli uzilishlar bilan tartibga soluvchi organga o'tkaziladi, shuning uchun tartibga soluvchi organ o'z pozitsiyasini ham vaqti-vaqti bilan o'zgartiradi.

Amaliyotda rele tipidagi boshqaruv tizimlari ham keng qo'llaniladi. Ikki pozitsiyali boshqaruvchiga ega regulyator misolidan foydalanib, o'rni boshqarishning ishlash printsiptini ko'rib chiqamiz (4-rasm, d).

O'chirishni boshqarish regulyatorlariga faqat ikkita barqaror pozitsiyaga ega bo'lgan regulyatorlar kiradi: biri - boshqariladigan qiymatning og'ishi belgilangan $+ + y$ belgilangan chegaradan oshib ketganda, ikkinchisi - og'ish belgisi o'zgarib, salbiy chegaraga yetganda $- -y$.

Ikkala pozitsiyadagi tartibga solish harakati mutlaq qiymatda bir xil, ammo belgi jihatidan farq qiladi va regulyator orqali bu harakat regulyatorni keskin ravishda harakatlanishiga olib keladi, chunki og'ishning mutlaq qiymati har doim kamayadi. Agar Δu og'ish qiymati ruxsat etilgan $+ valueu$ (1-nuqta) musbat qiymatiga etib borsa, o'rni ishlaydi va boshqarish harakati $-Z$ ob'ektga belgi bilan qarama-qarshi, lekin teng bo'lgan regulyator va boshqaruvchi organ orqali ta'sir qiladi. kattalikdagi nazorat harakati $+ Z$ ning ijobiy qiymatiga. Boshqariladigan qiymatning og'ishi ma'lum vaqtdan keyin kamayadi.

2-nuqtaga etib, Δu og'ish ruxsat etilgan salbiy qiymatga teng bo'ladi, o'rni ishlaydi va Z boshqaruvi harakati o'z belgisini teskari tomonga o'zgartiradi va hokazo. O'rnimizni boshqarish moslamalari boshqa tekshirgichlar bilan taqqoslaganda oddiy dizayn, nisbatan arzon va buzilishlarga yuqori sezgirlik talab qilinmaydigan ob'ektlarda keng qo'llaniladi.[60]

2-Bobga oid natija.

Elektr toki isitish elementidan o'tayotganda unda issiqlik hosil bo'ladi. U kontakt usuli bilan uzatuvchi element (alyuminiy folga) bo'ylab isitgich yuzasiga (PET plyonka) tarqaladi. Isitgichning yuzasi qizdirilganda o'rta to'lqin uzunlikdagi infraqizil to'lqinlarni chiqara boshlaydi: 8.6-9.2 mikron.

Infraqizil nurlanish diapazonlari va mos keladigan harorat $^{\circ}\text{C}$:
mintaqaga yaqin: $\lambda = 0,74-2,5 \mu\text{m}$ (+3 650 dan +877 $^{\circ}\text{C}$ gacha);
o'rta mintaqaga: $\lambda = 2,5-50 \mu\text{m}$ (+877 dan -215 $^{\circ}\text{C}$ gacha);
uzoq mintaqaga: $\lambda = 50-2000 \mu\text{m}$ (-215 dan -257 $^{\circ}\text{C}$ gacha).

To'lqin uzunligining isitiladigan jismning haroratiga bog'liqligi Vinning siljish qonuni bo'yicha hisoblanadi.

Isitgichlar doirasi

Ma'lum bir turdagi isitgichlardan foydalanish isitish ob'ektining xususiyatlariga va elektr plyonkali isitgichlarning texnik xususiyatlariga (kuchlanish, quvvat, o'lcham oralig'i) bog'liq.

Uy-joy va turar-joy binolarini isitish tizimlari uchun plyonkali elektr isitgichlar plyonkali elektr isitgichlar shift balandligi 5,0 m gacha bo'lgan turli xil ob'ektlar uchun isitish tizimlarini yaratish uchun ishlatiladi: xususiy uylar, kottejlar, yozgi uylar, kvartiralar, idoralar, do'konlar, ijtimoiy ob'ektlar, omborxonalar, sanoat binolari va boshqalar.

Ushbu inshootlarda infraqizil kino tizimidan isitishning asosiy yoki qo'shimcha turi sifatida foydalanish mumkin. Isitish tizimlarida, shift balandligiga qarab, 150-300 Vt / m^2 quvvatga ega bo'lgan ship (isitish tavan) yoki poldan isitiladigan plyonka (issiq plyonkali pol) ishlatiladi. Infraqizil isitish tavanining ishlash printsipi maqolada batafsil bayon etilgan: Infraqizil isitish, u qanday ishlaydi?

Isitish tizimlari uchun plyonkali elektr isitgichning texnik xususiyatlari

Nominal kuchlanish U_n - 220 V, 50 Hz.

Maxsus quvvat - 150 dan 300 Vt / m^2 gacha.

Nominal yuk oqimi I_n - 0,68 dan 1,36 A / kv.m gacha.

Maksimal isitish harorati - 40-55 ° C.

Tashqi ta'sirlardan himoya qilish darajasi IP54.

Pichoq uzunligi - 0,25 dan 7 m gacha.

Internetning kengligi 0,5 dan 1 m gacha.

Pichoq qalinligi - 0,4 mm.

Sof og'irligi - 500 g / m².

Maxsus maqsadlar uchun folga elektr isitgichlari, yuqori quvvat

Ushbu isitgichlarning o'ziga xos xususiyati quvvat: 300-400 Vt / kv.m. Yuqori quvvatli plyonkali elektr isitgichlar shiftini balandligi 4 dan 5 m gacha bo'lgan sanoat binolarini isitish, yog'ichni infraqizil quritish, sabzavot, meva, qo'ziqorin va mevalarni quritish, turli xil materiallarni quritish, infraqizil saunalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Maxsus maqsadli va quvvatli elektr isitgichni ishlatish uchun hisob-kitoblarni mutaxassis amalga oshirishi kerak.

Yuqori quvvatli plyonkali elektr isitgichning texnik xususiyatlari

Nominal kuchlanish Un - 220, 380 V, 50 Hz.

Maxsus quvvat - 300 dan 400 Vt / m² gacha.

Nominal yuk oqimi In - 1,36 dan 1,82 A / kv.m gacha.

Maksimal isitish harorati - 55-65 ° S.

Pichoq uzunligi - 0,25 dan 5 m gacha.

Veb kengligi - 0,5 m.

Pichoqning qalinligi 0,4-1,0 mm.

Sof og'irligi - 500 g / m².

Xorijiy va mahalliy ishlab chiqaruvchilarning elektr isitgichlarining o'xshashliklari va farqlari past haroratli plyonka elektr isitgichlarining o'xshashliklari:

emitent element - PET plyonka;

ishlash printsiipi Joule-Lenz qonuniga asoslanadi;

asosiy ish kuchlanishi 220 V, 50 Hz;

dastur sohalari - isitish tavanı va / yoki erdan isitish kabi isitish tizimlari;

maxsus mo'ljallangan joylarda (yog'ichni quritish, isitish uchun yuqori quvvatli isitgichlar va boshqalar) ishlatiladi;

ishlab chiqaruvchilarning kafolati 10-15 yil.

Past haroratli plyonkali elektr isitgichlar o'rtasidagi farqlar:

Materiallar. Amaldagi isitish elementi sifatida: uglerod (isitish plyonkasi TM), simga qarshilik (ZEBRA EVO-300), lentaga chidamli.

Ishlab chiqarish texnologiyasi. Chet el elektr isitgichlarining ishlab chiqaruvchilari to'liq avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyasidir. Mahalliy ishlab chiqaruvchilar yarim avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalaridan foydalanadilar.

Narx siyosati. Xorijiy ishlab chiqaruvchilarning elektr isitgichlarining narxi 20-30 foizga arzonroq.

Plyonkali elektr isitgichlarning o'lchamlari oralig'i

Kenglikdagi asosiy o'lchamlari:

50 sm;

80 sm;

100 sm.

Mahalliy va xorijiy ishlab chiqaruvchilar uchun plyonka materialini kesish bosqichi va uzunligi har xil.

TM plyonkasi. Kesish pog'onasi 25 sm. Uzunlik: 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25 m va boshqalar. Ish pichog'ining maksimal uzunligi 7 m, pichoqning kengligi 50, 80, 100 sm. To'liq o'lchamlari ko'rsatilgan onlayn-do'konda.

ZEBRA EVO-300 modulli isitgich. Kesish pog'onasi 60 sm. Uzunlik: 0,6, 1,2, 1,8, 2,4 m va boshqalar. Ish pichog'ining maksimal uzunligi 6 m. Pichoqning kengligi 50 sm. To'liq hajm oralig'i Internet-do'konda ko'rsatilgan.

3-Bob. KATTA QUYOSH PECHI ASOSIDA TAYYORLANGAN YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING XUSUSIYATLARI.

3.1§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning termal qarshiligi.

3.2§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning kengayish va kengaytirish koefitsienti.

3.3§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlik bilan ishlov berilishi.

3.4§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlik o'tkazuvchanligi.

3.5§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlikni o'zida saqlab qolishi.

3-Bobga oid natija.

3-Bob. KATTA QUYOSH PECHI ASOSIDA TAYYORLANGAN YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNING XUSUSIYATLARI.

Quyosh elektr stantsiyalarining tasnifi va quyosh nurlari energiyasini boshqa energiya turlariga o'tkazish jarayonlarining fizik asoslari Quyosh energiyasidan foydali foydalanish uchun quyosh

quyidagi mezonlarga ko'ra tasniflanishi mumkin bo'lgan elektr stantsiyalari:

- quyosh energiyasi aylanadigan energiya turi bo'yicha - issiqlik yoki elektr energiyasi;

- quyosh energiyasini konsentratsiya qilish usuli bilan - konsentratorlar bilan yoki ularsiz;

- konstruktiv murakkablik - sodda (isitish, issiqda quritish, passiv quyosh isitish tizimlari va boshqalar uchun idishda suvni isitish) va murakkab.

Murakkab quyosh elektr stantsiyalarini ikkita kichik turga bo'lish mumkin. Birinchisi, quyosh nurlari bo'lgan qurilmalarni birlashtiradi, issiqlikka aylanadi, undan keyin ko'pincha issiqlik elektr stantsiyalarida ishlatiladi. Bunday inshootlarga minorali quyosh elektrostansiyalari, quyosh havzalari, parabolik silindrsimon konsentratorli quyosh elektrostansiyalari kiradi. Xuddi shu kichik turga quyosh kollektorlari kiradi, ularda quyosh radiatsiyasi sovutadigan suyuqlikni isitish uchun ishlatiladi, u binolarning konditsioner tizimlariga yoki isitish texnologiyalari uchun yuboriladi. Quyoshning ikkinchi kichik turi elektr stantsiyalari fotoelektr xujayralari yordamida quyosh nurlanishini elektr energiyasiga to'g'ridan-to'g'ri aylantirishga asoslangan.[61]

Hozirgi vaqtda Rossiyada va dunyoda ikki turdagi quyosh elektr stantsiyalari eng keng qo'llaniladi:

- 1) quyosh kollektorlari;
- 2) quyosh fotoelektr konvertorlari.

2.4 Quyosh PV konvertorlari.

Fotoelektr konvertori (fotoelektr xujayrasi, fotoelement,) - konvertor vazifasini bajaradigan va elektromagnit nurlanish oqimining bir qismini konvertatsiya qilishga xizmat qiladigan elektr moslamasi (odatda ko'rinadigan yorug'lik va infraqizil elektromagnit to'lqinlar) fotoelektr effekti yordamida elektr energiyasiga.

Fotoelektr konvertorining ishlashi yarimo'tkazgichlardagi ichki fotoelektr ta'siriga asoslangan. Fotoselda yarim o'tkazgichning elektromagnit nurlanish bilan o'zaro ta'siri natijasida erkin musbat (teshiklar) va manfiy (elektronlar) zaryad tashuvchilar hosil bo'ladi, so'ngra hujayra ichida paydo bo'ladigan elektr maydon bilan ajralib turadi. Shunday qilib, radiatsiyaning yutilishi ideal yarimo'tkazgich elektron teshikli juftlikning paydo bo'lishiga olib keladi, uning ishlash muddati yarimo'tkazgich materialining strukturaviy mukammalligiga bog'liq. Elektr teshiklari juftlarini yo'q qilish jarayoni rekombinatsiya deb ataladi. Har bir chastotaning nurlanishi avlodni keltirib chiqarmaydi.

Elektron teshik jufti, lekin faqat atomlarning yadrosi bilan elektronlarning bog'lanishini uzish uchun etarli energiyaga ega. Jarayon nafaqat elektromagnit nurlanishning xususiyatlari, balki yarimo'tkazgich materialining xususiyatlari bilan ham belgilanadi, shuning uchun ham barcha yarimo'tkazgichlar bunday nurlanishga sezgir emas.

Elektromagnit nurlanishning so'rilgan fotonlari ta'sirida elektronlar to'ldirilgan zonadan erkinga o'tishi va shu bilan fotokondüktivlikni yaratishi mumkin. Bunday holda yarimo'tkazgichda faqat qo'shimcha o'tkazuvchanlik paydo bo'ladi, ammo elektromotor kuch hosil bo'lmaydi.[62]

3.1 § Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning termal qarshiligi.

Qarshilik pechidagi isitgichlar uchun materiallar.

Yuqori qarshilikli pechlarda ishlash uchun ishlatiladigan isitish elementlari haddan tashqari harorat ko'rsatkichlarida benuqson ishlashi kerak. Ular issiqqa

chidamli, kislotaga chidamli, issiqqa chidamli va yuqori haroratda deformatsiyaga qarshi turishi kerak.

Qurilma vaqt o'tishi bilan uzaytirilmasligi uchun isitgichning dizayni o'ylangan bo'lishi kerak. Qarshilik pechlari uchun elektr isitgichlar odatda spiralga o'ralgan va metall materialdan iborat bo'lgan har xil uchastkalarining lentolari yoki simlari shaklida qo'llaniladi. Isitgichlar uchun metallarni yaxshi ishlov berish va payvandlash kerak.

Materiallarning elektr xususiyatlari ham ma'lum talablarga javob berishi kerak: isitish moslamasining kichik o'lchamlarini va elektr pechiga joylashtirish qulayligini ta'minlash uchun yuqori elektr qarshiligiga ega bo'lish; elektr qarshiligini oshirish uchun past issiqlik koeffitsienti. Shu sababli, aksariyat materiallar qotishmalardan iborat, chunki ularning elektr qarshiligi toza metallarning qarshilik ko'rsatkichidan ancha past haroratga ko'tariladi.

Qarshilik pechlarining elektr isitgichlari uchun metall xom ashyo.

Elektr pechlari uchun maxsus ishlab chiqilgan va yuqoridagi barcha talablarga eng mos bo'lgan isitgichlar uchun asosiy metall materiallar xrom-nikel materiallari hisoblanadi. Ular nikromning ikki va uch qotishmalari deb tasniflanadi. Ikki karra qotishmalar nikel va xromdan iborat bo'lib, temir qotishma tarkibiga kiradi, ammo shafqatsiz oz miqdorda 3% gacha.[62]

Kam miqdordagi bo'lsa ham temir aralashmasi kerak, chunki uning mavjudligi tufayli materialning ish qobiliyati yaxshilanadi va uning narxi pasayadi. Ammo, shu bilan birga, elektr qarshiligining o'sishining harorat koeffitsienti oshadi va issiqlikka chidamliligi pasayadi. Ikki qotishma qotishmalaridan tayyorlangan isitgichlar 1200°C gacha bo'lgan issiqlik yuklarida yuqori sifatli ishlashga qodir, uch qotishmalar 1000°C gacha bo'lgan haroratga bardosh beradi.

Nichrom yaxshi mexanik xususiyatlarga va yaxshi ishlov berishga ega. Elektr xossalari issiqlikka chidamli pechlarning muammolarini hal qilish uchun juda qoniqarli hisoblanadi: qotishmaning o'ziga xos qarshiligi yuqori, harorat va elektr qarshiligining oshishi koeffitsienti kichik, qarish va o'sish nikromga xos

emas. Har xil nikromli qotishmalarning elektr qarshiligi maksimal harorat indeksiga qadar qizdirilganda 3-10% ga oshadi.

Qimmat va kam nikelni o'z ichiga olmaydigan temir-xrom-alyuminiy qotishmalari issiqlikka chidamlilik darajasiga ega. Ularning qarshilik ko'rsatkichi deyarli issiqlik qiymatlariga bog'liq emas. X23Yu5 bilan belgilangan qotishma maksimal 1200 °C ishlab chiqarishga qodir va X27Yu5T markali qotishma 1300°C ni tashkil qiladi.

Ammo shuni tushunish kerakki, faqat xromel, alumel va temir o'z ichiga olgan materiallar, ayniqsa, bardoshli emas. Ular mo'rt va bir necha marta qizdirilgandan keyin uzayadi, bu esa ularning keyingi deformatsiyasini keltirib chiqaradi. 1100 darajadan yuqori harorat yuki qotishmaning oksidlanish jarayonlari va kremniyga sezgirligini oshiradi, bu esa alyuminiy oksidi va xromning himoya plyonkasini tezda yo'q qiladi. Shu sababli, temir-xrom-alyuminiy tarkibidagi isitish elementlari bilan aloqa qiladigan joylarda elektr pechining qoplamasi sof yuqori alumina materialidan iborat bo'lishi kerak.

Elektr isitgichlarini ishlab chiqarish uchun xromonikel va temir-xrom-alyuminiy qotishmalari diametri 0,5-14 mm bo'lishi mumkin bo'lgan sovuq va issiq prokatlangan sim shaklida tayyorlanadi. Ko'rsatilgan qotishmalarni 1,10 dan 4,40 mm gacha bo'lgan kesma bilan chiziq shaklida ishlab chiqarish mumkin.

Qarshilik pechlari uchun metall elektr isitgichlar 1700 ° C gacha bo'lgan haroratga bardosh beradigan toza molibden yoki 2500 ° C gacha bo'lgan issiqlikka osongina bardosh beradigan volframdan tayyorlanadi. Ushbu materiallar faqat vakuum, argon yoki vodorod muhitida ishlatilishi mumkin. Molibdenli isitgichlardan foydalanishda ular bilan aloqa faqat yuqori alyuminiyli alyuminiyli refrakterlar bilan yo'l qo'yiladi va volfram isitgichlar faqat ekran tipidagi issiqlik izolatsiyasiga ega vakuumli pechda ishlaydi.[63]

Molibden va volfram elektr isitgichlari faqat choyshab, mash yoki sim shaklida tayyorlanadi. Volfram va molibdenning elektr qarshiligi maksimal issiqlik ko'rsatkichiga qadar qizdirilganda 10 martagacha oshadi. Ushbu materiallardan

foydalanish bilan bog'liq asosiy qiyinchiliklar ularni qayta ishlash va payvandlashda zaif moslashuvchanligidir.

Metall bo'lmagan qotishmalar.

Metall bo'lmagan isitish elementlariga silikon karbid tayoqchalari, silit va global naychalari kiradi, ularning diametri 6 dan 30 mm gacha. Ushbu materiallar orasidagi farq dizayndagi va ishlab chiqarish texnologiyasidagi farqdir. Silikon karbidli isitgichlar 1500 ° C gacha bo'lgan haroratga bardosh bera oladi va oksidlovchi muhitda o'z xususiyatlarini o'zgartirmaydi.

Silit va global tayoqchalar qizdirilganda mo'rt bo'lib, kuchini yo'qotadi. Materiallar tez isitishga juda sezgir. Harorat ko'tarilishi bilan ular qarshilik kuchini yo'qotadilar. Ish paytida silit va global tezda yoshga kiradi. Shu bilan birga, ularning qarshiligi 25% gacha ko'tariladi. Karborundli isitish moslamalari bilan jihozlangan elektr pechlari pog'onali transformatorlar bilan to'ldirilishi kerak, bu esa ish paytida kuchlanishni tartibga soladi. Karborundli isitgichning davomiyligi o'rtacha harorat 1400 daraja bo'lganida o'rtacha 1100 soatni tashkil qiladi. Agar harorat 1300 darajaga tushirilsa, isitgichning ishlash muddati 2 - 3 marta uzaytirilishi mumkin.

Qarshilikli pech isitgichi dizayniga kiritilgan metall bo'lmagan elementlar tarkibiga 1680 darajada ishlashga qodir bo'lgan molibden dis-silitsid ham kiradi. Ushbu isitgich oksidlovchi muhitda ishlatilishi mumkin. U karbonat angidrid sharoitida. Ammo molibden disilitsidni vakuum yoki vodorod atmosferasida ishlatish tavsiya etilmaydi. Ushbu turdagi isitgich U shaklidagi novda shaklida ishlab chiqariladi. Ish joyining diametri 6 mm ga etadi. Maxsus elektr qarshiligi ishlab chiqarilgan haroratga bog'liq va harorat 1600 darajaga ko'tarilganda 12 martagacha ko'payadi. Pechni faqat ikkinchi darajali kuchlanishni keng diapazonda sozlash uchun bardoshlikka ega bo'lgan bosqichli transformatorlar bilan ta'minlash kerak.

Grafit odatda isitgichlarda ham qo'llaniladi. Vakuum yoki argon dasturlari uchun juda yaxshi. Grafit asosida plastinka yoki quvurli isitish elementlari tayyorlanadi. Rod isitgichlari 5, 20. 40 mm tasavvurlar bilan amalga oshiriladi.

ro'yxatdagilar bilan taqqoslaganda, ushbu turdagi materiallar ancha arzon, u o'zini qayta ishlashga yaxshi qaraydi va vakuum sharoitida 2100 darajagacha bo'lgan haroratda samarali ishlaydi. Qarshilik deyarli haroratga bog'liq emas; maksimal qiymatlarga qizdirilganda u 12% gacha ko'tariladi.[64]

3.2§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning kengayish va kengaytirish koefitsienti.

Pech uchun elektr isitgichlarning parametrlarini hisoblash, nixromli spiralni hisoblash.

Elektr pechining ishlashida eng muhim elementlardan biri bu isitgichdir. U orqali pech zarur haroratni hosil qiladi. Umuman olganda pechni o'rnatishning ishlashi isitish elementining sifatiga ham bog'liq. Shu sababli tanlangan isitgich quyida ko'rsatilgan ba'zi talablarga qat'iy rioya qilishi kerak.

Pechka uchun elektr isitgich quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak:

Isitish elementi yuqori haroratga chidamliligi va yuqori haroratga ega bo'lishi kerak.

Isitgich materiali yuqori qarshilikka ega bo'lishi kerak. Maksimal isitish quvvati ushbu mezonga bog'liq. Bunday materiallar sifatida ko'pincha nichrom va fechrli qotishmalari ishlatiladi, ular aniqlik bilan tavsiflanadi.

Issiqlik moslamasi uchun qotishma tanlashda past qarshilik harorat koefitsienti muhim mezon hisoblanadi. Agar bu ko'rsatkich yuqori bo'lsa, ishning dastlabki bosqichida kuchlanishni pasaytirish uchun siz transformatorni ishlatishingiz kerak bo'ladi. Elektr isitgich qotishmalarining fizik xususiyatlari doimiy bo'lishi kerak. Metall bo'lmagan isitgich bo'lgan karborund kabi ba'zi materiallar o'zlarining fizik xususiyatlarini vaqt o'tishi bilan, shu jumladan elektr qarshiligini o'zgartirishi mumkin va ulardan foydalanish qiyinlashadi. Qarshilikni barqarorlashtirish uchun ko'p sonli pog'onali va kuchlanish diapazonli transformatorlardan foydalaniladi.

Metall materiallar lentalar yoki simlar qilishlari uchun yaxshi ishlov berish xususiyatlariga ega bo'lishi kerak, ya'ni egiluvchanlik va payvandlanuvchanlik. Kelajakda lentalardan murakkab konfiguratsiya elementlari ishlab chiqarilishi mumkin. Isitgichlar metall bo'lmagan xomashyodan ham tayyorlanishi mumkin. Metall bo'lmagan isitgichlar tayyor mahsulotga presslanadi yoki quyiladi.[65]

Isitgichlarni ishlab chiqarish uchun materiallar.

Elektr pechlari uchun isitgichlarni ishlab chiqarishda eng mos va eng ko'p ishlatiladigan elektr qarshiligi yuqori aniqlikdagi qotishmalardir. Bunga xrom va nikel (nikel-xrom), temir, xrom va alyuminiy (temir-xrom-alyuminiy) asosidagi qotishmalar kiradi. Ushbu qotishmalarning navlari va xususiyatlari GOST 10994-74 "Aniq qotishmalar" da hisobga olinadi. Nikel - xrom qotishmalarining vakillari - bu nikromli X20H80, X20H80-H (950-1200 ° C), X15H60, X15H60-H (900-1125 ° C), ferroxromoaluminium - fechral sinflar H23YU5T (950-1400). ° C), X27Yu5T (950-1350 ° C), X23Yu5 (950-1200 ° C), X15Yu5 (750-1000 ° C). Shuningdek, temir-xrom-nikel qotishmalari mavjud - Kh15N60Yu3, Kh27N70YUZ.[66]

Yuqoridagi isitgich materiallari issiqlikka va haroratga yaxshi qarshilik ko'rsatadi. Yaxshi issiqlikka chidamlilik material yuzasida hosil bo'lgan himoya xrom oksidi plyonkasi bilan ta'minlanadi. Filmning erish nuqtasi qotishma eritish nuqtasidan yuqori; qizdirilganda va sovutganda yorilib ketmaydi.

Elektr pechlari uchun isitgichlarni hisoblash

Qoida tariqasida, o'choq uchun elektr isitgichning parametrlarini aniqlash uchun dastlabki ma'lumotlar sifatida, uning talab qilinadigan quvvati, hosil bo'lgan haroratning maksimal ko'rsatkichlari va ish joyining parametrlari olinadi. Agar pechni o'rnatish quvvati noma'lum bo'lsa, demak u asosiy qoidalar bilan belgilanadi. Isitish elementlarini o'lchashda isitish elementlarini ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan diametri va uzunligini (sim uchun) yoki tasavvurlar maydoni va uzunligini (lenta uchun) aniqlash muhim ahamiyatga ega. Zudlik bilan isitgichlar ishlab chiqariladigan materialni aniqlash kerak. Biz X20N80 xrom-nikel qotishmasini ko'rib chiqamiz.

Mavjud quvvat uchun elektr isitgichning (nikromli sim) diametri va uzunligini oddiy usulda hisoblash.

Isitish simining uzunligi va diametrini hisoblash uchun namuna

Dastlabki ma'lumotlar:

Uskunaning kuchi $P = 1200 \text{ Vt}$; $U = 240 \text{ V}$ kuchlanishli tarmoqqa ulanadi; isitgich 900° C haroratni etkazib beradi. X20N80 markali nichromli isitgich isitgich sifatida ishlatilgan

1. Avvalo, mavjud bo'lgan ma'lumotlarni almashtirib, isitish elementidan o'tadigan oqimni aniqlashimiz kerak:

$$I = P / U = 1200/240 = 5 \text{ A}$$

2. Keyin biz isitish simining qarshiligini topamiz:

$$R = U / I = 240/5 = 48 \text{ Om};$$

3. Isitish simidan oqib o'tadigan oqim qiymatlariga ega bo'lsak, biz isitish elementining diametrini hisoblaymiz. Bu juda muhim nuqta. Masalan, agar oqim 10 A bo'lsa, diametri $0,5 \text{ mm}$ bo'lgan nikromli sim darhol yonib ketadi. Joriy quvvatni hisoblab chiqqandan so'ng, sim diametri uchun mos qiymatni tanlash uchun jamoat mulki mavjud bo'lgan maxsus hisoblash jadvalidan kelib chiqadi. Bizning namunamizga asoslanib, bu erda oqim 5 A , va isitgichdan issiqlik ta'minoti 900° C bo'lsa, isitgichning diametri $d = 0,4 \text{ mm}$ bo'lishi kerak. Tasavvurlar maydoni $S = 0,126 \text{ mm}^2$.

4. Keyingi bosqichda nikromli isitish elementining uzunligini quyidagi formula bo'yicha aniqlash kerak:

$$R = r \cdot l / S,$$

bu erda R - isitish simining elektr qarshiligi [Ohm], r - isitish elementi materialining elektr qarshiligi [$\text{Ohm} \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$], l - uzunlik [mm], S - tasavvurlar maydoni [mm^2].

Biz ma'lumotlarimizni almashtiramiz va quyidagilarni olamiz:

$$l = R S / r = 48 \cdot 0.126 / 1.11 = 5.44 \text{ m}.$$

Ushbu misolda isitgichning diametri $\varnothing 0,4$ mm ga teng, bu GOST 12766,1-90 ga to'g'ri keladi. X20N80 markali nikromli o'tkazgichning o'ziga xos elektr qarshiligining nominal qiymati $1,1 \text{ Om mm}^2 / \text{m}$ ($r = 1,1 \text{ Ohm mm}^2 / \text{m}$)[66]

3.3§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlik bilan ishlov berilishi.

Berilgan elektr pechka uchun nikromli o'tkazgichning diametri va uzunligi parametrlarini hisoblash (yanada murakkab va batafsil hisoblash).

Bunday holda, isitish simining qo'shimcha parametrlari va uning uch fazali tarmoqqa ulanishi hisobga olinadi. Elektr pechining ichki o'lchamlari dastlabki ma'lumotlar sifatida qabul qilinadi.

1. Avvalo, o'choq kamerasining ichki hajmi aniqlanadi. Masalan: $h = 530$ mm, $d = 420$ mm va $l = 420$ mm (balandlik, kenglik va chuqurlik). Shunday qilib, biz $V = h \cdot d \cdot l = 530 \cdot 420 \cdot 420 = 93,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 = 93,4$ litr hajmi olamiz (hajm o'lchovi).

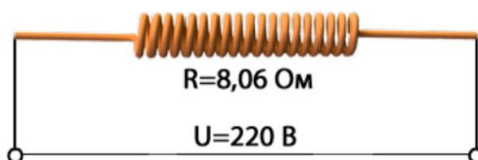
2. Keyingi bosqichda pechning quvvati hisoblab chiqilgan bo'lib, u empirik qoidaga binoan aniqlanadi: hajmi 10-50 litr bo'lgan pechni o'rnatish uchun o'ziga xos quvvat $100 \text{ Vt} / 1$ (litr uchun vatt) hajmi - 100 - 500 litr - 50 - 70 $\text{Vt} / 1 \dots$

Misol tariqasida biz $100 \text{ Vt} / 1$ quvvatli pechni beramiz va darhol isitish elementining quvvati $P = 100 \cdot 93,4 = 9340 \text{ Vt} = 9,34 \text{ KVt}$ bo'lishi kerakligini hisoblaymiz. Bunday pechlar bir fazali tarmoq uchun mo'ljallangan. Agar yuklar ancha yuqori bo'lsa, unda bunday uskunalar uch fazali ulanishga mo'ljallangan.

3. Keyinchalik, biz formulaga muvofiq isitish simidan o'tadigan oqimni aniqlaymiz: $I = P / U$ bu erda P - isitish simining kuchi,

U - uchlari orasidagi isitgichning kuchlanishi, uning qarshiligi $R = U / I$

Bir fazali uy tarmog'i.



$I = P / U = 9340/220 = 42,5 \text{ A}$ - isitish simidan oqayotgan oqim.

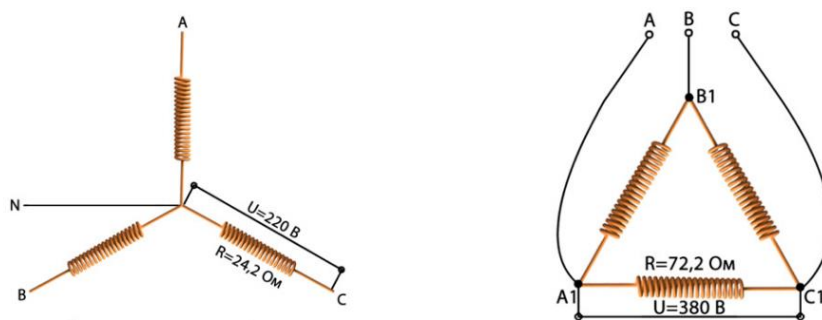
Pech uchun elektr isitgichlarning qarshiligini aniqlash.

$$R = U / I = 220 / 42.5 = 5.18 \text{ Ohm.}$$

Sanoat uch fazali tarmoq.

Ushbu turdagi ulanish bilan yuk uch fazada teng taqsimlanadi. Shuning uchun, sizga bir vaqtning o'zida uchta isitish elementi kerak bo'ladi. Ulanishning ikkita usuli bor, ulardan qaysi birini tanlashingiz kerak.

Uch fazali tarmoqqa oqim kuchini va qarshiligini aniqlash uchun qo'llaniladigan formulalar klassik emasligini unutmang. Biz ularni hisob-kitoblarni soddalashtirish uchun tanladik. Olingan ma'lumotlarning aniqligi buzilmaydi.



"STAR" sxemasi bo'yicha ulanish isitgichning faza va nol o'rtasidagi ulanishini nazarda tutadi. Shunga ko'ra, isitish simining uchlaridagi kuchlanish 220 V ga teng bo'ladi.

Isitgich orqali oqadigan oqim:

$$I = P / U = 3113/220 = 14.15 \text{ A}$$

Bir isitish elementining qarshiligi:

$$R = U / I = 220 / 14.15 = 15.54 \text{ Ohm.}$$

"TRIANGLE" sxemasidan foydalanganda isitish elementi ikki faza o'rtasida bog'langan va uning uchlaridagi kuchlanish 380 V ga teng.

Isitgich orqali oqadigan oqim:

$$I = P / U = 3113/380 = 8,19 \text{ A}$$

Bir isitish elementining qarshiligi:

$$R = U / I = 380 / 8.19 = 46.4 \text{ Ohm.}$$

4. Isitish simining tarmoqqa ulanishning mos keladigan turiga qarshiligini aniqlagan holda, simning diametri va uzunligini hisoblash kerak.

Maxsus sirt quvvati.

Avvalgi hisob-kitoblarda biz elektr isitgichning qarshiligini aniqladik. Bir fazali tarmoqqa kiritilgan 93,4 litrli pechni o'rnatish uchun qarshilik $R = 5,18$ ohmni tashkil qiladi. Masalan, diametri 1 mm bo'lgan X20H80 markali nikromli qotishma tanlaymiz. Kerakli qarshilikni olish uchun sizga quyidagilar kerak: $l = R / \rho = 5,18 / 1,4 = 3,7$ m nichromli sim, bu erda GOST 12766.1-90 ga muvofiq 1 m simning elektr qarshiligining nominal qiymati, [Om / m] .

Mavjud o'tkazgich qismining massasi $m = l \cdot \rho = 3,7 \cdot 0,007 = 0,0259$ kg = 26 g bo'ladi, bu erda 1 m simning massasi. Keyin nikrom qotishmasidan yasalgan uchastkaning uzunligi 3,7 m bo'lgan sirtini aniqlaymiz. $S = l \cdot d = 370 \cdot 3,14 \cdot 0,1 = 116,2$ sm², bu erda l - isitish elementining uzunligi [sm], d - uning diametri [sm]. Shunga asoslanib, 116,2 sm² maydondan 9,34 kVt ajratilishi kerak. Oddiy nisbatdan foydalanib, quvvat $1 \text{ sm}^2 = P / S = 9340 / 116,2 = 80,4$ Vt dan chiqarilishini aniqlaymiz, bu erda isitish elementining sirt quvvati.

Bu kuch juda ko'p. Agar sirt quvvatining olingan qiymatini ta'minlaydigan haroratgacha qizdirilsa, nikromli qotishma unga bardosh bermaydi. Keltirilgan misol - bu isitgichni ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan sim diametrining noto'g'ri tanlanganligini namoyish etish.[67]

Har bir material, kerakli issiqlik qiymatlariga qarab, o'zining ruxsat etilgan sirt kuchiga ega. Uni maxsus plitalar va grafikalar yordamida hisoblash mumkin.

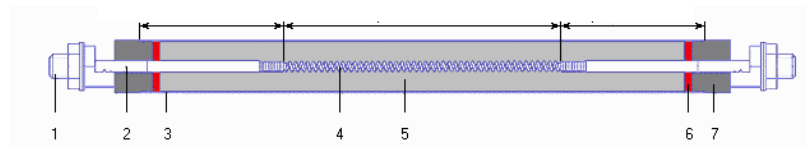
3.4§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlik o'tkazuvchanligi.

Elektr isitgichlarining navlari.

Quvurli elektr isitgich (TEN)

Elektr qarshilik isitgichi, uchida aloqa tayoqchalari bo'lgan isitish elementidan iborat bo'lib, plomba bilan birga chizilgan rasmga muvofiq metall niqobi ostida siqiladi. Qo'llash sohasi va mijozlarning talablariga qarab, isitish elementlari boshqa konfiguratsiyaga (shaklga) ega bo'lishi mumkin.[67]

Quvurli isitish elementlari dizayni:



1 - terminallar

Quvvat manbaiga ulanish uchun ishlatiladi.

2 - aloqa tayog'i

Isitish elementi ichida u isitilmay qoladi va sovuq (ishlamaydigan) zonasini belgilaydi. U nikel bilan qoplangan, zanglamaydigan yoki oddiy po'latdan tayyorlanishi mumkin.

3 - quvurli qobiq

Ko'pincha zanglamaydigan po'lat, mis yoki titandan tayyorlanadi.

4 - isitish batareyasi

U xrom-nikel yoki ferroxrom kabi yuqori rezistentlikka ega qotishmadan qilingan bir, ikki yoki uchta simlardan iborat.

5 - Izolyatsiya qiluvchi plomba moddasi

Spiraldan qobiqqa issiqlik uzatilishini ta'minlaydi, qobiqdan izolyatsiya qiladi va spirallarni ko'p spiralli isitish elementlarida izolyatsiya qiladi.

Magniy oksidi kukuni (periklaz) odatda ishlatiladi, bu presslash paytida yaxshi issiqlik o'tkazuvchanligi va dielektrik kuchiga ega.

6 - plomba

Namlikning isitgichga kirishini oldini oladi.

7 - novda izolyatori

Seramika yoki termoplastikadan tayyorlangan.

Amaliyot printsipi: Qobiqqa (3) kontaktli tayoq (2) kiritiladi, uning oqim o'tkazuvchi terminallari (1) mavjud. Isitgichning ishchi (issiq) zonasini belgilaydigan tayoqchaga (2) yuqori ohmik qarshilikka ega bo'lgan isitish spirali (4) payvandlanadi. Korpusga qisqa tutashuvni oldini olish uchun spiral (4) undan issiqlik o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lgan dielektrik bo'lgan plomba (5) bilan izolyatsiya qilinadi. Shuningdek novda uchlaridan maxsus tiqinlar (7) bilan

izolyatsiya qilingan. Bobini (4) qizdirganda, izolyatsiya (5) orqali issiqlik tashqi muhitni (gaz, suyuqlik, qattiq) isitadigan qobiqqa (3) etib boradi.

Foydalanish sohalari:

mashinasozlikda: qoliplarni, matritsalarini, quyma qoliplarni, kislotalar va ishqorlar bilan vannalarni isitish uchun, bo'yash kabinalarida, kam eriydigan metallarni eritish uchun va hk;

oziq-ovqat sanoatida: ovqat hazm qilish uchun, qandolat, non mahsulotlari, sut mahsulotlari ishlab chiqarish va boshqalar uchun;

kimyo sanoatida: kauchuk, kauchuk ishlab chiqarish uchun, pulpa-qog'oz sanoatida, neftni qayta ishlash sanoatida va boshqalar;

tibbiyotda: sterilizatorlar, distillatorlar va boshqalar uchun;

kundalik hayotda: binolarni isitish uchun, maishiy elektr jihozlarida (choynak, dazmol va boshqalar).

Ayni paytda Rossiyada isitish elementlari uchun uchta davlat standarti mavjud.

GOST 13268-88: quvurli elektr isitgichlar;

GOST 19108-81: Maishiy isitish elektr jihozlari uchun quvurli elektr isitgichlar (TEN);

GOST 4.150-85: Mahsulot sifati ko'rsatkichlari tizimi. Quvurli elektr isitgichlar (TEN).

Qovurilgan isitish elementlari.



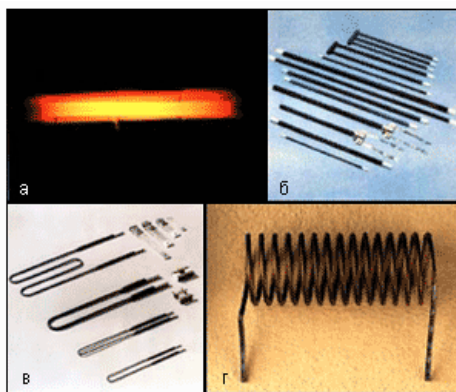
Ularning o'ziga xos xususiyati metall plitalar - qovurg'alar mavjudligi. Qovurg'a ishlaydigan sirtini va isitish elementining issiqlik uzatilishini sezilarli darajada oshiradi. Ular sanoat va maishiy elektr isitgichlar, konvektorlar, issiqlik qurollari va boshqa qurilmalarda havo yoki gaz oqimini isitish uchun ishlatiladi.

Kartrijli quvurli elektr isitgichlar.



Ularning o'ziga xos xususiyati shundaki, aloqa tayog'ining terminallari bir tomonda joylashgan bo'lib, bu isitgichlarni o'rnatishni ancha osonlashtiradi. Ular qoliplarni isitish, qoliplarni quyish, suv, yog'lar va moylarni, kislota va ishqorlarning kuchsiz eritmalarini, havoni isitish uchun ishlatiladi va sanoat moslamalarida va maishiy isitish moslamalarida komponent sifatida ishlatiladi.

Yuqori haroratli isitish elementlari.



Ular elektr pechlarida 1700°S gacha, ba'zan esa 1800°S gacha bo'lgan haroratlarda keng qo'llaniladi. Ishlash haroratiga qarab, ular lantan xromit, kremniy karbid, molibden disilitsid va boshqa oksidlanish harorati va korroziyaga chidamliligi yuqori bo'lgan boshqa qotishmalar asosida tayyorlanadi. Ular tsikllar o'rtasida to'liq sovutish bilan doimiy va vaqti-vaqti bilan ishlashda ishlatilishi mumkin.[68]

Rasmda quyidagi isitish elementlari ko'rsatilgan:

a - lantan xromitiga asoslangan (ish harorati 1800°C gacha);

b - kremniy karbidga asoslangan

(1400°C gacha);

v - molibden disilitsid asosida (1800°C gacha);

d - fechral (1400°C gacha).

3.5§ Mahalliy xom-ashyoga asoslanib olingan elektr isitgichlarning issiqlikni o‘zida saqlab qolishi.

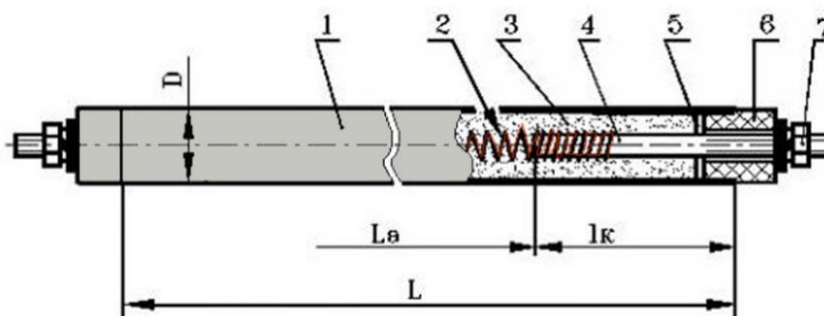
Tube elektr isitichlari: loyiha, tanlash, o'rnatish.

Asosiy qarshilik elementidan tashqari, har qanday elektr isitgichning dizayni quyidagicha yordamchi elementlarni o'z ichiga oladi: aloqa terminallari, elektr izolyatsiyasi, mexanik shikastlanishdan himoya qilish, mahkamlagichlar va boshqalar. Ushbu uskunasiz bir nechta isitgich ishlatilishi mumkin bo'lgan to'liq qurilma deb hisoblanmaydi.

Sanoat uskunalari isitish uchun toifadagi isitgichlar - isitish elementlari ishlatiladi. Bunday qurilmalar to'liq muhrlangan dizayni bilan ishlab chiqariladi va ularning tashqi qobig'i tajovuzkor muhit ta'siridan himoya qiladi.

Isitish elementlari qurilmasi

Standart yig'ilishda yuqori qarshilik sargisi metall korpus ichida joylashgan. Qurilmaning uchlarida, tarmoqqa ulanish uchun har xil turdagi chiqishlar ulanishi mumkin bo'lgan novdalar mavjud. Tashqi naycha (korpus) odatda uglerod tipidagi po'lat yoki zanglamaydigan po'latdan iborat.[68]



Isitish elementi (spirali) trubaning ichki devorlari bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqa qilmasligi kerak va uni istisno qilish uchun isitgichning ichki bo'shlig'i issiqlik energiyasini yaxshi o'tkazadigan izolyatsiya moddasi bilan to'ldirilgan. Magniy - periklazning kristalli aralashmasi ko'pincha izolyatsiyalovchi plomba sifatida ishlatiladi. Naychani kukunli periklaz bilan to'ldirgandan so'ng, u siqish bosqichiga o'tadi. Yuqori bosim ta'sirida izolyatsion material monolitik holatga

aylanadi va spiralni isitgich trubasining o'qi bo'ylab ishonchli o'rnatadi. Siqilgan isitish moslamasi turli shakllarda shakllantirilishi mumkin. Aloqa elementlari olinadigan tayoqchalar issiqlik o'tkazuvchi, lekin tokni to'xtatmaydigan maxsus material tufayli isitgichning "tanasi" dan ajratiladi. Uchlari namlikka chidamli silikon lak bilan yopiladi.[69]

Isitish elementlarining afzalliklari va kamchiliklari

Naychali elektr isitgichlarga talab katta, chunki boshqa turdagi isitish moslamalariga nisbatan juda ko'p afzalliklarga ega:

yuqori ishonchlilik,

xizmat xavfsizligi;

tajovuzkor muhitda beg'ubor ishlash;

tebranish va zarbadan himoya qiluvchi elementlar bilan jihozlanishi mumkin.

Maxsus dizayn bo'yicha tayyorlangan quvurli isitgichlar gaz va suyuq muhit bilan bevosita aloqada bo'lishi mumkin. Afsuski, ushbu turdagi isitgichlarning afzalliklarining katta ro'yxati ularni portlovchi muhitda ishlatishga imkon bermaydi. 800 daraja Selsiyni ishlab chiqaradigan isitish elementlarining maxsus modellari mavjud. Muhrlangan dizayni tufayli bunday elementning o'rtacha ishlash muddati 10 ming soatgacha bo'lishi mumkin.

3-Bobga oid natija.

Umuman olganda, uy yoki yozgi uy uchun elektr isitgichni tanlash juda oson. Haqiqat shundaki, tanlov asosan suv ta'minoti usuli (markaziy suv ta'minoti yoki nasos), quvurlardagi suv bosimi (bosimi) va elektr tarmog'ining imkoniyatlari kabi parametrlar bilan cheklangan. Ko'pgina qurilmalar avtomatik ravishda bir yoki boshqa parametrlarga mos kelmaydi (ular juda kuchli bo'ladi yoki ko'p mehnat talab qiladigan tayyorgarlik ishlarini talab qiladi).

Ko'pchilik ulanishda minimal kuch sarflashni talab qiladigan eng oddiy echimni tanlagani ajablanarli emas - mos hajmdagi an'anaviy saqlash isitgich-qozonini o'rnatish. Oqim isitgichlari juda kam mashhur (asosan elektr tarmog'idagi yukning oshishi bilan bog'liq). Biroq, isitgichni o'rnatish ta'mirlash bosqichida rejalashtirilgan bo'lsa, ular eng yaxshi echim bo'lishi mumkin, chunki ular oldindan kutmasdan darhol issiq suv olishingizga imkon beradi.

4-Bob. ISTE'MOLCHINING TALABI ASOSIDA YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNI ISHLAB CHIQRISH.

4.1§ Mahalliy xom-ashyolarga asoslanib tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarning ish faoliyatini sinovdan o'tkazilishi.

4.2§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarni sintez qilish uchun qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechini sinovdan o'tkazilishi.

4.3§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarning sintez qilish uchun qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechining termostatini sinovdan o'tkazilishi.

4.4§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlari qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechining energiya iste'molini sinovdan o'tkazilishi.

4.5§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlar qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechini iste'molda qo'llanilishini sinovdano'tkazilishi.

4-Bobga oid natija.

4-Bob. ISTE'MOLCHINING TALABI ASOSIDA YUQORI HARORATLI ELEKTR ISITGICHLARNI ISHLAB CHIQRISH.

Ushbu turdagi isitgichlarning o'ziga xos xususiyati ularning o'ziga xos elektr qarshiligi. Xona haroratida u ancha yuqori, ammo harorat 800°C ga ko'tarilganda minimal qiymatiga tushadi. 800°C dan yuqori harorat chegarasini kesib o'tishda isitgichning solishtirma qarshiligi $1000 - 1500^{\circ}\text{C}$ oralig'ida har 100°C atrofida 5% ga oshadi. Shuning uchun, xona haroratida qarshilikni o'lchashda, ushbu ko'rsatkichlar bir xil isitgichning ish haroratida qarshilik ko'rsatkichlariga mos kelmasligini unutmang. Bu isitgichlarni tanlashda va ularni guruhlariga ulashda hisobga olinishi kerak. KKEN qarshiligi ochiq kosmosdagi ishchi qismining barqaror holatdagi doimiy haroratida $1000-1500^{\circ}\text{C}$ da o'lchanadi va uning qiymati besleme zo'riqishini isitgichdan o'tadigan oqimga bo'lish orqali hisoblanadi.

KKENning qarshiligi asta-sekin o'sib bormoqda. Ushbu jarayon qarish deb ataladi. Bu oksidlovchi atmosferada ishlash paytida kremniy karbidning oksidlanishiga yoki kamaytiradigan uglevodorod muhitida va vakuumda ish paytida asta-sekin aşınmaya bog'liq.

Ishning boshida (dastlabki 35-75 soat) isitgich materialining tuzilishidagi o'zgarishlar tufayli isitgichning qarshiligi taxminan 20% ga oshadi. Keyinchalik, isitgichning qarishi Rcr kritik qarshiligiga qadar sekinlashadi, undan qarshilik tez o'sib boradi. Qarshilik Rcr qiymatiga yetadigan tcr vaqti isitgichlarning ishlash muddati hisoblanadi.

Doimiy voltajda ishlaydigan isitgichlarning qarishi ularning quvvatini pasayishiga va natijada o'choqdagi haroratning pasayishiga yordam beradi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun, KKEN qarshiligining oshishi bilan kuchlanishning mutanosib o'sishi kerak. Buning uchun ko'p bosqichli transformatorlar, silliq voltaj regulyatsiyasiga ega avtotransformatorlar, magnit kuchaytirgichlar va tiristor voltaj regulyatorlari KKEN ulanish sxemalariga qo'shiladi. Transformatorlarni silliq

boshqaruvi bilan ishlatish eng qulaydir, bu esa yuk ostida KKENDagi haroratni o'zgartirishga imkon beradi.[70]

4.1§ Mahalliy xom-ashyolarga asoslanib tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarning ish faoliyatini sinovdan o'tkazilishi.

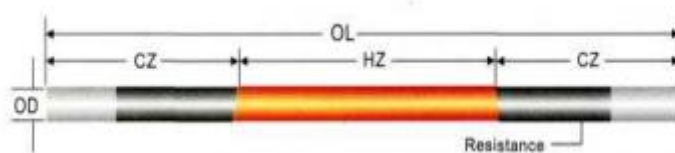
Silikon karbidli elektr isitish elementi - bu metall bo'lmagan yuqori haroratli elektr isitish elementi.

Tanlangan, yuqori sifatli yashil kremniy karbid isitgichlarni ishlab chiqarish uchun asosiy element hisoblanadi. Issiqlik moslamalarini ishlab chiqarish usuli - plastik kalıplama, buning natijasida isitgichlar qattiq, sovuq qo'rg'oshin va isitish uchun elementlar kremniy qotishmasi bilan singdirilgan. Metall isitish elementlaridan farqli o'laroq, kremniy karbidli elektr isitgichlar yuqori haroratlarda (isitgichlar yuzasida 1450 - 1600 ° C gacha) ishlatilishi mumkin, ish paytida oksidlanmang, ozgina deformatsiyaga uchramang, zanglamang, osongina o'rnatilishi mumkin o'choq va osonlik bilan almashtirilishi mumkin, uzoq vaqt to'xtamasdan, uzoq umr ko'rishadi. Shuning uchun, silikon karbidli elektr isitgich har xil yuqori haroratli elektr pechlarida va magnit, keramika, shisha, chang metallurgiya, metallurgiya, mashinasozlik va boshqalarni ishlab chiqarishda boshqa elektr isitish moslamalari.

Sovuq qo'rg'oshin ishlab chiqarishning yangi jarayoni tufayli ishchi qismning qarshiligi sovuq qo'rg'oshin materiallarining qarshiligidan sezilarli darajada yuqori bo'lib, natijada elektr toki isitgichdan o'tganda issiqlikning katta qismi bo'shatiladi o'choq qoplamasi orqali ishlaydigan qism va singdirilgan qo'rg'oshinlar sovuq bo'lib qoladi, natijada xizmat qilish muddati oshadi, energiya tejash, minimal issiqlik yo'qotilishi va o'choq qoplamasining minimal buzilishi.

Elektr isitgichning ishlash muddatini belgilaydigan asosiy omillarga quyidagilar kiradi. Elektr pechining harorat-vaqt rejimi, o'ziga xos sirt quvvatining qiymati, isitgichlarning ulanish diagrammasi, o'choq haroratini boshqarish usuli, o'choq atmosferasining tarkibiga bog'liq.[71]

ED (novda)[72]



Turi: ED

OD tashqi diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Misol: ED ni kiriting

OD = 54mm, HZ = 1575mm,

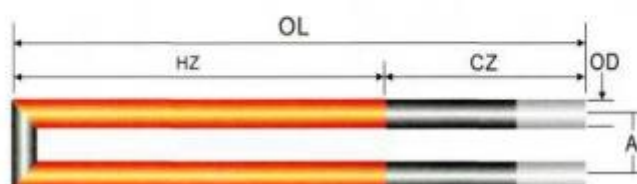
CZ = 419 mm OL = 2413 mm,

qarshilik 0,90 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Silikon ED, 54/1575/2413 / 0.90 Ω

U



Turi: U

OD tashqi diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Va novda orasidagi o'lcham mm

Misol: U turi

OD = 20mm, HZ = 300mm, CZ = 400mm

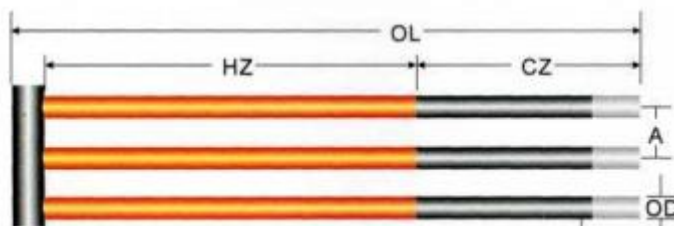
OL = 700 mm, A = 60 mm, qarshilik

2.24 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Kremniy U, 20/300/700/60 / 2.24 Ω

W



Turi: W

OD tashqi diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Barlar orasidagi o'lcham mm

Misol: W yozing

OD = 20mm, HZ = 250mm, CZ = 350mm,

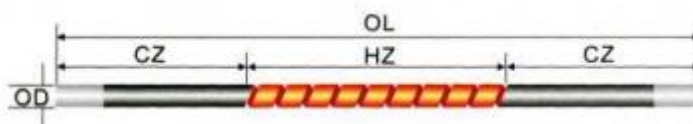
OL = 625 mm, A = 52 mm, qarshilik

0,90 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Kremniy V, 20/250/625/52 / 0,90 Ω

SC (bitta spiral)



Turi: SC

OD tashqi diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Misol: SC yozing

OD = 25mm, HZ = 300mm, CZ = 200mm,

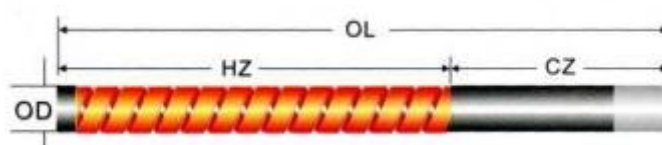
OL = 700 mm, qarshilik

1,59 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Silicon SC, 25/300/700 / 1,59 Ω

SCR (ikki g'altak)



Turi: SCR

OD tashqi diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Misol: SCR turi

OD = 31,7 mm, HZ = 305 mm, CZ = 241 mm,

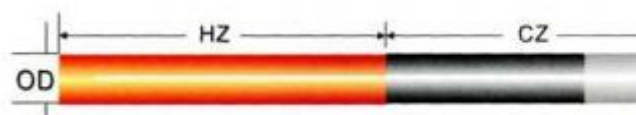
OL = 546 mm, qarshilik

4.46 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Silikon SCR, 31.7 / 305/546 / 4.46 Ω

UX (yiv)



Turi: UX

OD tashqi diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Misol: UX turi

OD = 30mm, HZ = 400mm, CZ = 300mm,

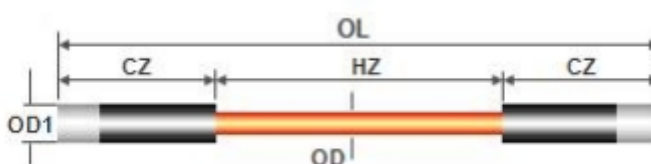
OL = 700 mm, qarshilik

2.76 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Silikon UX, 30/400/700 / 2.76 Ω

GC (gantel)



Turi: GC

OD isitish zonasining diametri mm

OD1 sovuq qo'rg'oshin diametri mm

HZ isitish zonasining uzunligi mm

CZ sovuq qo'rg'oshin uzunligi mm

OL umumiy uzunligi mm

Misol: GC yozing

OD = 18mm, HZ = 500mm, CZ = 350mm,

OL = 1200mm, OD1 = 28mm,

qarshilik 1,6 Om Ω

Mahsulot xususiyatlari:

Silicon GC, 18/500/1200 / 1,6 Ω

4.2§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlarni sintez qilish uchun qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechini sinovdan o'tkazilishi.

Elementni o'rnatish va ishlashi.

1. Har bir element uchun pechning harorati va o'rnatish moslamasini ushlab turish uchun o'rnatishdan oldin ma'lum bir qarshilik tanlanishi kerak. Qiymat og'ishi to'plamdagi elektr isitgichlarning qarshiligi $\pm 10\%$ dan oshmasligi kerak.

2. Element juda nozik bo'lgani uchun, zarar etkazmaslik uchun o'rnatish va ishlatish paytida ehtiyot bo'ling.

3. Pechni ishga tushirayotganda, kuchlanishni asta-sekin va asta-sekin oshiring, hech qachon birdaniga to'liq yuklamang, aks holda isitish elementi buziladi.

4. Silikon karbidli elektr isitgich o'zgaruvchan tok bilan ham, doimiy oqim bilan ham ishlaydi, elementni ishlatish uchun sozlash transformatorini yoki silikon boshqaruv transformatorini, voltmetrni, ampermetrni, avtomatik boshqaruv termometrini va va boshqalar. Ish paytida, pechning normal haroratini ushlab turish uchun kuchlanish kuchayishi kerak, chunki elementning oksidlanishi tufayli qarshilik qiymati asta-sekin ko'tariladi. Voltaj transformatorning haddan tashqari nuqtasiga etib borganda va harorat hali ham saqlanib qoladi talab qilinganidan pastroq bo'lganda, pechni to'xtatish kerak, isitgichlarni ulash usuli (parallel ravishda, ketma-ket yoki ketma-ket - parallel ravishda) va keyin ishlashda davom eting.

5. Pechni uzoq vaqt ishlashi paytida, agar biron bir sababga ko'ra biron bir alohida element buzilgan bo'lsa, uni qarshilik qiymati eskisiga to'g'ri keladigan isitgich bilan almashtirish kerak, hech qachon yangi isitish elementini tasodifiy ishlatmang. Agar isitish elementi jiddiy shikastlangan bo'lsa yoki uning qarshilik qiymati juda oshsa va pechning haroratiga yeta olmasa, u holda barcha isitish

elementlarini almashtirish yaxshiroqdir yangi. Eski elementlarning qarshilik qiymatini o'lchab ko'ring (ular almashtiriladi) va ularni pastroq haroratli maydonga qo'ying.

6. Yangi pechni yoki uzoq vaqt ishlatilmaydigan pechni ishlatishdan oldin, ishni boshlashdan oldin uni quritish kerak. Quritish uchun siz eski elementlardan yoki boshqa issiqlik manbalaridan foydalanishingiz mumkin.

7. Qurilmani (pechni) yoki materialni yoqishda, agar suv chiqadigan bo'lsa, pechda suv bug'lari yoki boshqa keraksiz gazlarning chiqishi uchun, isitish elementlarini himoya qilish va ishlash muddatini ko'paytirish uchun teshiklar bo'lishi kerak.

Isitgichlarning ulanish diagrammasi ularning elektr xususiyatlarining barqarorligini aniqlaydi. Ish paytida isitgichlar parallel ravishda ulanganda qarshilik qiymatidagi farqlar kamayadi, chunki pastroq qarshilikka ega isitgichlar katta oqim bilan aylanib yurishadi. Ushbu isitgichlar tezroq qariydi va qarshilik kuchayadi. Shu sababli, elementlarning parallel ulanishi ketma-ketlikka qaraganda afzalroqdir, unda qarshilik qiymatlarining farqi yuqori qarshilikka ega isitgichlarning intensiv qarishi tufayli ortadi. Parallel ravishda ulanganda, elektr isitgichlarning qarshiligining to'plamdagi tarqalishi to'plamning o'rtacha qarshilik qiymatining $\pm 10\%$ dan oshmasligi kerak; ketma-ket ulanganda, bu farq $\pm 5\%$ dan oshmasligi kerak.

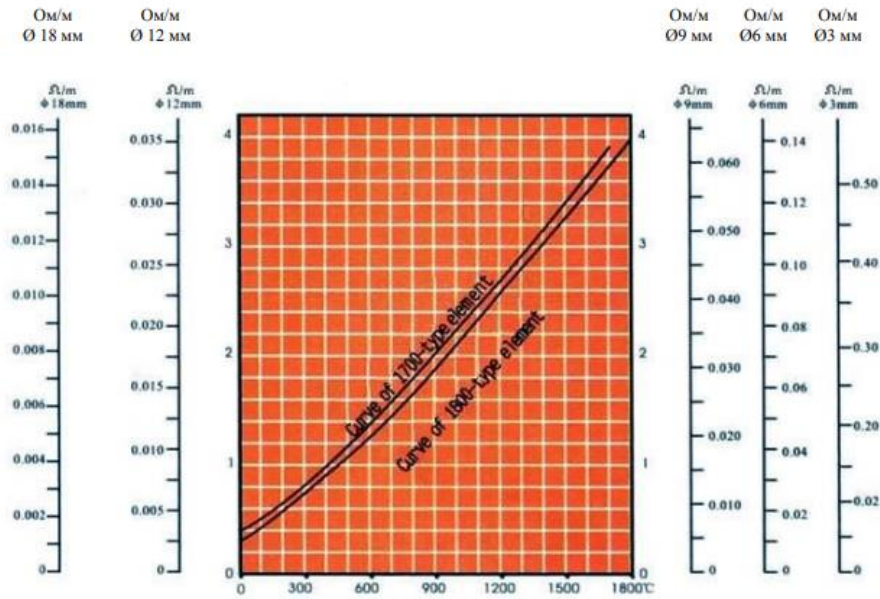
Silikon karbidli elektr isitgichlar bilan ishlaydigan elektr pechlarini loyihalashda va ishlatishda haroratni nazorat qilish usulining davrga ta'sirini hisobga olish kerak. Isitgichlarga xizmat ko'rsatish. Elektr pechidagi bir xil haroratdagi pozitsion harorat bilan taqqoslaganda doimiy haroratni nazorat qilish isitgichlarning ishlash muddatini ko'payishiga olib keladi va shuning uchun elektr pechining haroratini boshqarishning uzluksiz usuli afzalroqdir.[73]

4.3§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgich-larning sintez qilish uchun qo‘llaniladigan termo-statlangan elektr pechining termostatini sinovdan o‘tkazilishi.

Kremniy-molibdenning tuzilishi va markirovkasi (molibden disilitsid) elektr isitish elementi. Silikon-molibdenli isitish elementlari kislorod o'z ichiga olgan muhitda yuqori haroratlarda ishlatiladi. Isitgichning ishchi qismi yuzasida 1000 ° C dan yuqori qizdirilganda hosil bo'lgan SiO₂ dan tayyorlangan oksidlovchi himoya oksidi plyonkasi, ayniqsa yuqori zichligi tufayli 1400 ° C dan yuqori haroratda isitgichni keyingi oksidlanishdan saqlaydi. Film 1650 ° C haroratgacha saqlanib qoladi va 1700°C dan yuqori haroratda u eriy boshlaydi va tomchilarga yig'iladi, bu esa oksidlanishning tezlashishiga va isitgichning ishdan chiqishiga olib keladi. Ishlab chiqarish jarayonida ishchi qism tayoqchalarining oldindan oksidlanishi natijasida olingan zich va bardoshli oksidli plyonka isitgichlar isitgichlarda saqlanadi. U isitgichni xonadan ish haroratigacha qizdirganda uni kuchli oksidlanishdan himoya qiladi. Himoya plyonkasi bo'lmasa, bunday isitgich isitilganda uning intensiv oksidlanishi va yo'q qilinishi bir necha bor sodir bo'ladi, soat ta'sir qilish, ayniqsa 400-700 ° C harorat oralig'ida. Shuning uchun, isitgichlarni qizdirganda, haroratni 1000 ° C gacha tezroq yuborish tavsiya etiladi va uzoq vaqt davomida yuqori haroratda sovutganda, hosil bo'lgan qalin oksidli plyonkani tozalash ehtimoli tufayli isitgichlarni 1000 ° C dan past haroratda sovutish tavsiya etilmaydi, chunki xona haroratiga qadar soviganida ular past issiqlik barqarorligini namoyish etadi.

Agar elektr isitish elementi birinchi marta ishlatilsa, uni havo sharoitida tezda 1000-1400 ° C haroratgacha qizdirish kerak, shundan keyin (yarim soat ichida) isitgich yuzasida himoya qatlami hosil bo'ladi va u har qanday past haroratda bu qatlam mavjud bo'lganda ishlashga qodir. Ob'ektni neytral yoki ishlatganda kamaytiradigan muhitda, himoya qatlamini saqlab turish va tiklash uchun element vaqti-vaqti bilan havoda bunday isitishga duch kelishi kerak.[74]

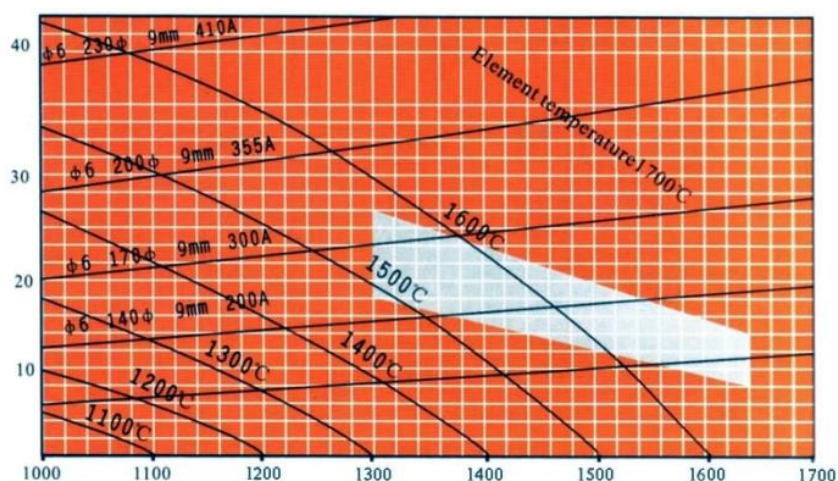
Qarshilik xususiyatlari.



4.4§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlari qo‘llaniladigan termostatlangan elektr pechining energiya iste‘molini sinovdan o‘tkazilishi.

Yuzaki yuk.

Elektr isitish elementining optimal ishlash muddati kaliti pechning tuzilishiga, atrof-muhitga va mos keladigan elementning sirt yukini to'g'ri tanlash pechning harorati. Quyidagi diagrammada pechning harorati, harorat o'rtasidagi bog'liqlik ko'rsatilgan elektr isitish elementlari to'siq bo'lmaganda elementlar va sirt yuki. Soya qismi normal harorat chegaralaridan foydalangan holda sirt yukidir. Maxsus sirt quvvati qiymati nafaqat isitgichning kesimi ustidagi harorat maydonini, balki issiqlik streslari va dinamik yuklarning qiymatlarini ham aniqlaydi isitgichlar orqali oqadigan oqimdan kelib chiqadigan elektromagnit maydon. Quvvatning maksimal ruxsat etilgan qiymatlaridan oshib ketish mexanik va issiqlik bilan yo'q qilish natijasida isitgichlarning erta ishdan chiqishiga olib keladi.[75]



Pechning harorati va elementlar ($^{\circ}\text{C}$) va orasidagi bog'liqlik
elementlarning sirt yuki (Vt / sm^2)

4.5§ Mahalliy xom-ashyolar asosida tayyorlangan issiqlikka chidamli olovbardosh elektr isitgichlar qo'llaniladigan termostatlangan elektr pechini iste'molda qo'llanilishini sinovdano'tkazilishi.

Keramika va boshqa har xil materiallarni yoqish uchun muffli pechning ushbu modeli kichik ustaxona yoki kichik binolar uchun juda mos keladi, chunki u ixcham va ko'p joy egallamaydi va og'irligi bilan pechni qo'lda olib yurish osonlashadi. Kompaktlik va ishonchlilik yangi texnologiyalar va yillar davomida isbotlangan eng zamonaviy ekologik toza issiqqa chidamli materiallar va pechlar ishlab chiqarish bo'yicha katta tajriba tufayli erishiladi. Biz raqobatbardosh modellarning barcha muammolarini hisobga oldik va ularning barcha kamchiliklarini afzalliklarga aylantirdik.

Keramika yoqish uchun muff pechkasi odatdagi 220 voltli elektr tarmog'ida ishlaydi va atigi 1,9 kVt quvvat sarflaydi, bu odatdagi elektr dazmol yoki suv isitgichi bilan taqqoslanadi, bu hatto garajda, xususiy uyda yoki kvartirada ham ishlashga imkon beradi. .

Pechning afzalliklari:

+1150 darajagacha qizdirish tezligi (15 daqiqada muffle kamerasidagi harorat 800 C ga etadi);

engil vazn, ixchamlik va harakatlanish qulayligi (yangi avlodga chidamli materiallardan foydalanish tufayli);

kam quvvat sarfi (odatdagi maishiy elektr ta'minotidan maxsus sharoitlarsiz ishlashga imkon beradi);

ishonchli, bardoshli elektronika (asosiy elektron qism korpusning tashqi qismida alohida boshqaruv blokiga joylashtirilgan);

Ko'p bosqichli termostat (bu jarayonni to'liq avtomatlashtirishga imkon beradi);

Ta'mirlash qobiliyati (spiral yoki termojuftni almashtirish qiyin emas va ko'p vaqt talab qilmaydi);

ish kamerasining yaxshi hajmi (moslamalarni joylashtirish uchun optimal hajmga ega).

Shuning uchun keramika va boshqa har xil materiallarni yoqish uchun muffle pechining ushbu modeli ko'pincha san'at maktablarida, kulolchilik ustaxonalarida, xususiy hunarmandlarda va boshqa barcha turdagi faoliyat sohalarida sotib olinadi.

Qo'llash sohasi: loydan, keramika, shishadan tayyorlangan buyumlarni issiqlik bilan ishlov berish, isitish, yoqish, quritish, shuningdek, metallarni va ularning qotishmalarini eritish va qattiqashtirish va boshqa joylarda, yuqori haroratgacha qizdirish.

Har bir keramika muffle pechkasi zavodda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifatini nazorat qiluvchi malakali texnik tomonidan barcha qismlarning turli sinovlari bilan tekshiriladi. Qoniqarli tekshiruvdan so'ng mutaxassis pasportga belgi qo'yadi.[76]

4-Bobga oid natija.

Tayyorlash usullari ishlab chiqilgan va mikroyapı o'rganilgan.

Biomorfik SiC / Si / C kompozitlari, uglerod va kremniy karbid matritsalarini.

Biyokarbonli matritsalarini silikonlashtirish jarayoni uchun zarur bo'lgan silikon miqdorini hisoblash usuli ishlab chiqilgan. Biyomorfik SiC / Si / C kompozitlari va boshqa turlarining fazaviy tarkibini aniqlash uchun hisoblash usuli ishlab chiqilgan silikonlash jarayonidan oldin va keyin materialning zichligi to'g'risidagi ma'lumotlarga asoslanib, uglerod matritsalarini silikonlash natijasida olingan materiallar.

Biomorfik uglerod va kremniy karbid materiallarining tuzilishini, fazaviy tarkibini va xususiyatlarini boshqarish uchun dastlabki yog'ochni dastlabki presslash natijasida boshqarish uchun yangi yondashuvlar ishlab chiqildi.

Biyomorfik materiallarning termomekanik xususiyatlari 20 dan 1100 ° C gacha bo'lgan harorat oralig'ida o'rganilgan. Quvvat jihatidan aniqlandi siqilish va bukme biomorfik SiC / Si / C kompozitlari kam emas reaksiya bilan bog'langan keramika va silikonlangan grafitlar va qayta kristallangan silikon karbidan sezilarli darajada ustundir. Dastlabki ko'rsatildi Yog'ochni zichlash materialdagi kremniy karbidning hajm ulushini ko'paytirish orqali bosim va egiluvchanlik kuchini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Bundan tashqari, biomorfik kompozitsiyalar bir nechta narsani ko'rsatadi qayta kristallangan va issiq presslangan kremniy karbidli keramika bilan taqqoslaganda termal zarbaga qarshilik kuchaygan.

Biyomorfik uglerod va kremniy karbid matritsalarining ba'zi metallar va qotishmalar bilan o'zaro ta'sirining xususiyatlari o'rganilib, metall plomba bilan biomorfik kompozitsiyalarni olishning bir qator usullari ishlab chiqildi.

Birinchi marta Biomorfik SiC / Me kompozitlarining issiqlik kengayish koeffitsientlari (CTE) o'lchandi.

Biyomorfik materiallarning elektr xususiyatlari va ularning tarkibiga kiritilgan fazalar o'rganildi. Biyomorfik SiC / Si / C kompozitlarining qarshiligi

dastlabki kremniyning doping darajasiga va 100 ga juda bog'liq ekanligi ko'rsatilgan.

Qoldiq uglerod miqdorini ko'paytirish orqali presslash biomorfik materiallarning elektr qarshiligini pasaytiradi.

Har xil turdagi kremniy karbidli keramikalarni metallarga (qotishmalar) payvandlash usuli yordamida gradient presslangan yog'och asosida biomorfik kompozitsiyalardan yasalgan o'tish qatlamlari ishlatiladi.

Issiqlik-oksidlanish qarshiligini oshirish va biomorfik materiallarning ish harorati oralig'ini kengaytirish uchun karbid asosidagi bioMorf SiC / MoSi₂ kompozitsiyalari va himoya qoplamalarini tayyorlash usullari ishlab chiqilgan, kremniy va tsirkoniy va gafniy oksidlari itriy bilan barqarorlashdi.

Biyomorfik materiallarga asoslangan prototiplar oqim o'tkazuvchi uchlarining past qarshiligi, yuqori kimyoviy va termal zarbalarga chidamliligi bilan isitish elementlari.

Yumshoq biokarbonli matritsani keyinchalik susaytirmaydigan silikonlashtiruvchi mexanik ishlov berish yo'li bilan yuqori shakldagi seramika buyumlar olingan bo'lib, ular yuqori ishlash xususiyatlarini ko'rsatdilar.

Yuqori harorat va tajovuzkor muhitda ishlash. Gaz turbinali dvigatellarning (GTE) issiq bo'lagi ichidagi gaz oqimi haroratini o'lchash uchun korpus qismlarining eksperimental namunalari ishlab chiqarilgan.

Biyomorfik kompozitsiyalar yordamida ionlashtiruvchi nurlanishni elektr energiyasiga to'g'ridan-to'g'ri aylantirish uchun asboblarning sxemasi taklif qilingan. Pb-Sn eutektikasi bilan to'ldirilgan Biomorfik SiC matritsalariga asoslangan konvertorlarning prototiplari olingan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Гнесин Г. Г. Карбидокремниевые материалы. М: «Металлургия», 1977. 216 с.
2. NSM Archive – Physical Properties of Semiconductors. URL: http://matprop.ru/SiC_mechanic (дата обращения: 19.06.2014).
3. Химическая энциклопедия: в 5 т.: т. 2 [под ред. И.Л. Кнунянца]. М.: Сов. энцикл., 1990. 671 с.
4. Kim Y., Lee J. Effect of polycarbosilane addition on mechanical properties of hot-pressed silicon carbide // Journal of material science. 1992. V. 27. P. 4746–4750.
5. Zhang X. F., Yang Q., Jonghe L. Microstructure development in hotpressed silicon carbide: effects of aluminum, boron, and carbon additives // Acta Materialia. 2003. V. 51. I. 13. P. 3849–3860.
6. Житнюк С. В. Керамика на основе карбида кремния, модифицированная добавками эвтектического состава. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. М. 2014. 174 с.
7. Ness J. N., Page T. F. Microstructural evolution in reaction-bonded silicon carbide // Journal of Materials Science. 1986. V. 21. I. 4. P. 1377–1397.
8. Sawyer G. R., Page T. F. Microstructural characterization of “REFEL” (reaction-bonded) silicon carbides // Journal of Materials Science. 1978. V. 13. I. 4. P. 885–904.
9. Kim W. J., Hwang H. S., Park J. Y. Corrosion behavior of reaction-bonded silicon carbide ceramics in high-temperature water // Journal of materials science letters. 2002. V. 21. I. 9. P. 733–735.
10. Разработка мелкозернистого силицированного графита с улучшенными свойствами / Сорокин О. Ю. [и др.] // Химия и химическая технология. 2012. Т.55. В. 6, С. 12–16. 102

11. Prediction of strength of recrystallized silicon carbide from pore size measurement. Part I. The bimodality of the distribution. / Orlovskaja N. [et al.] // Journal of Materials Science. 2000. V. 35. I. 3. P. 699–705.
12. A new design for preparation of high performance recrystallized silicon carbide / Guo W. [et al.] // Ceramics International. 2012. V. 38. I. 3. P. 2475–2481.
13. Corman G. S., Luthra K. L. Silicon Melt Infiltrated Ceramic Composites (HiPerComp™) // Handbook of Ceramic Composites. Springer US, 2005. P. 99–115
14. Fabrication of SiC/SiC composites for fuel cladding in advanced reactor designs / Deck C.P. [et al.] // Back Progress in Nuclear Energy. 2012. V. 57. P. 38–45.
15. Greil P., Lifka T., Kaindl A. Biomorph cellular silicon carbide ceramics from wood: I. Processing and Microstructure // Journal of the European Ceramic Society. 1998. V. 18. P. 1961–1973.
16. Уголев Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. 4-е изд. М.: ГОУ ВПО МГУЛ 2005. 340 с.
17. Byrne C. E., Nagle D.C. Carbonization of wood for advanced materials applications // Carbon. 1991. V. 35. I. 2. P. 259–266.
18. Effects of microstructure on flexural strength of biomorphic C/SiC composites / Park H. S. [et al.] // International Journal of Fracture. 2008. V. 151. P. 233–245.
19. Reaction–formation mechanisms and microstructure evolution of biomorphic SiC / Varela-Feria F. M. [et al.] // Journal of materials science. 2008. V. 43. P. 933–941.
20. Hou G., Jin Z., Qian J, Effect of holding time on the basic properties of biomorphic SiC ceramic derived from beech wood // Materials Science and Engineering A. 2007. V. 452. P. 278–283.
21. Chakrabarti P., Maiti H. S., Majumdar R. Biomimetic synthesis of cellular SiC based ceramics from plant precursor // Bulletin of Materials Science. 2004. V. 27. I 5. P. 467–470. 103

22. Singh M., Salem J. A. Mechanical properties and microstructure of biomorphic silicon carbide ceramics fabricated from wood precursors // *Journal of the European Ceramic Society*. 2002. V. 22. P. 2709–2717.

23. Biomorphic SiC: A New Engineering Ceramic Material / Arellano-López A. R. [et al.] // *International Journal of Applied Ceramic Technology*. 2004. V. 1. I. 1. P. 56–67.

24. Biomorphic Cellular Ceramics / Sieber H. [et al.] // *Advanced engineering materials*. 2000. V. 2. I. 3. P. 105–109.

25. Microstructure–mechanical properties correlation in siliconized silicon carbide ceramics / Martínez-Fernández J. [et al.] // *Acta Materialia*. 2003. V. 51. P. 3259–3275.

26. Effect of pyrolyzation temperature on wood-derived carbon and silicon carbide / Pappacena K. E. [et al.] // *Journal of the European Ceramic Society*. 2009. V. 29. P. 3069–3077.

27. Synthesis and properties of porous SiC ceramics / Kiselov V. S. [et al.] // *Journal of applied physics*. 2010. V. 107, I. 9.

28. Cellular Ceramics: Structure, Manufacturing, Properties and Applications [Edited by Scheffler M., Colombo P.]. WILEY-VCH, 2005. 670 p.

29. The role of carbon biotemplate density in mechanical properties of biomorphic SiC / Calderon N.R. [et al.] // *Journal of the European Ceramic Society*. 2009. V. 29. P. 465–472.

30. Microstructural and mechanical evaluation of porous biomorphic silicon carbide for high temperature filtering applications / Bautista M.A. [et al.] // *Journal of the European Ceramic Society*. 2011. V.

31. I. 7. P. 1325–1332. 31. Processing of wood-derived copper–silicon carbide composites via electrodeposition / Pappacena K. E. [et al.] // *Composites Science and Technology*. 2010. V. 70. P. 485–491. 104

32. Thermal properties of wood-derived copper–silicon carbide composites fabricated via electrodeposition / Pappacena K. E. [et al.] // *Composites Science and Technology*. 2010. V. 70. P. 478–484.

33. Thermal Conductivity of Porous Silicon Carbide Derived from Wood Precursors / Pappacena K. E. [et al.] // Journal of the American Ceramic Society. 2007. V 90. I. 9. P. 2855–2862.

34. Aluminium Metal Matrix Composites Based on Biomorphic Silicon Carbide Herzog A. [et al.] // Advanced Engineering Materials. 2006. V. 8. I. 10. P. 980–983.

35. Wilkes T. E., Young M. L., Sepulveda R. E. Composites by aluminium infiltration of porous silicon carbide derived from wood precursors // Scripta Materialia. 2006. V. 55. P. 1083–1086.

36. Load partitioning in honeycomb-like silicon carbide aluminum alloy composites / Wilkes T. E. [et al.] // Acta Materialia. 2009. V. 57. I. 20. P. 6234–6242.

37. Precursor Selection for Property Optimization in Biomorphic SiC Ceramics / Varela-Feria F. M. [et al.] // 26th Annual Conference on Composites, Advanced Ceramics, Materials, and Structures: B: Ceramic Engineering and Science Proceedings. 2008. V. 23, I. 4.

38. Nagle D. C., Byrne C. E. Carbonized wood and materials formed therefrom. US Patent. 2000. № 6124028.

39. Ершов А. Е., Классен Н. В. Управление функциональными характеристиками биоморфных углеродных и карбидокремниевых материалов посредством предварительного прессования древесины. Материаловедение. 2014. № 9. С. 44–56.

40. Тарабанов А. С., Костиков В. И. Силицированный графит. М.: Металлургия. 1977. 208 с.

41. Тепловые и электрические свойства биоуглеродной матрицы белого эвкалипта для экокерамики SiC/Si / Парфеньева Л.С. [и др.] // Физика твердого тела. 2006. Т. 48. №. 3. С. 415–420. 105

42. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов 3-е изд., перераб. и доп. М.: МИСИС, 1998. 400 с.

43. Pearson G. L., Read W. T., Feldmann W.L. Deformation and fracture of small silicon crystals // *Acta Metallurgica*. 1957. V. 5 I. 4. P. 181–191.

44. Новые композиционные керамические материалы и покрытия на основе карбида кремния / Ершов А. Е. [и др.] // Сборник материалов конференции «Нанотехнологии функциональных материалов» URL: http://nru.spbstu.ru/scientific_events/conference_nanotechnology/conference_nanotechnology-2010/collection/ (дата обращения 05.07.2015).

45. Получение и использование новых карбидокремниевых материалов для различных применений / Шикунов С.Л. [и др.] // *Материаловедение*. 2012. № 5. С. 51–57.

46. Люшинский А.В. Диффузионная сварка разнородных материалов. М.: Академия, 2006. 208 с.

47. Ershov A. E., Klassen N. V., Kurlov V. N. New applications of biomorphic composites. URL: <http://paginas.fe.up.pt/~icnmmcs/abstracts/442.pdf> (дата обращения: 20.08.2015)

48. Ершов А. Е., Классен Н. В., Курлов В. Н. Особенности создания композитов на основе биоморфных карбидокремниевых керамик. VII Международной научной конференции «Кинетика и механизм кристаллизации. Кристаллизация и материалы нового поколения» (Тезисы докладов) Иваново, Издательство «Иваново», 2012.

49. Смирягин А.П., Смирягина Н.А., Белова А.В. Промышленные цветные металлы и сплавы. Справочник. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Металлургия, 1974. 488 с.

50. Eustathopoulos N., Nicholas M.G., Drevet B. *Wettability at High Temperatures*. Pergamon, 1999. 415 p.

51. Survey on wetting of SiC by molten metals / Liu G.W. [et al.] // *Ceramics International*, 2010. V. 36 P. 1177–1188. 106

52. Yupko V. L. Wetting of silicon carbide by Cu-Ti and Cu-Sn-Ti alloys. // *Journal Soviet Powder Metallurgy and Metal Ceramics*. V. 16. I. 9. P. 718–720.

53. Wetting of silicon carbide by copper alloys / Martinez V. [et al.] // Journal of materials science. 2003. V. 38. P. 4047–4054.

54. Карбидкремниевые нагреватели (SiC), изготовление нагревательных элементов. URL: <http://keramomix.net/nagrevateli.html> (дата обращения: 11.08.2015).

55. Материалы для электротермических установок: Справочное пособие. [под ред. Гутмана М.Б.] М.: Энергоатомиздат, 1987. 296 с.

56. Типы карбидкремниевых электронагревателей производства ОАО "Подольскогнеупор". URL: <http://www.podolskogneupor.ru/kken.html> (дата обращения: 13.09.2015)

57. Электрические свойства композита SiC/Si и биоморфной SiC-керамики, полученных на основе испанского бука / Попов В.В. [и др.] // Физика твердого тела. 2008. Т. 50. № 10. С. 1748–1753.

58. Электрические свойства био-SiC и Si, составляющих биоморфный композит SiC/Si / Орлова Т. С. [и др.] // Физика твердого тела. 2007. Т. 49. № 2. С. 198–203.

59. Electrical properties of biomorphic SiC ceramics and SiC/Si composites fabricated from medium density fiberboard / Orlova T. S. [et al.] // Journal of the European Ceramic Society. 2011. V. 31. I. 7. P. 1317-1323.

60. Попов В. В., Орлова Т. С., Ramirez-Rico J. Особенности электрических и гальваномагнитных свойств биоуглерода дерева сосны // Физика твердого тела. 2009. Т. 51. – №. 11. С. 2118–2122.

61. Kercher A. K., Nagle D. C. Evaluation of carbonized medium-density fiberboard for electrical applications // Carbon. 2002. V 40. P. 1321–1330.

62. Структура, удельное электросопротивление и теплопроводность биоуглерода дерева бука, полученного при температуре карбонизации ниже 107 1000°C / Парфеньева Л.С. [и др.] // Физика твердого тела. 2011. Т. 53. № 11. С. 2278–2286.

63. Anisotropy of electric resistivity of Sapele-based biomorphic SiC/Si composites / Orlova T. S. [et al.] // *Physics of the Solid State*. 2005. V. 47. I. 2. P. 229–232.

64. Теплопроводность биоморфного композита SiC/Si – новой экокерамики канального типа / Парфеньева Л.С. [и др.] // *Физика твердого тела*. 2005. Т. 47. № 7. С. 1175–1179.

65. Анизотропия теплопроводности и удельного электросопротивления биоморфного композита SiC/Si, полученного на основе биоуглеродной матрицы белого эвкалипта / Парфеньева Л. С. [и др.] // *Физика твердого тела*. 2006. Т. 48. №. 12. С. 2157–2163.

66. Электрические и термоэлектрические свойства биоморфного композита SiC/Si при высоких температурах / Шелых А. И. [и др.] // *Физика твердого тела*. 2006. Т. 48. №. 2. С. 214–217.

67. Теплопроводность твердых тел. Справочник. / Охотин А.С. [и др.] М.: Энергоатомиздат, 1984. 320 с.

68. Comparative Study of Biomorphic Silicon/Silicon Carbide Ceramic from Birch and Compressed Birch / Zili Yan [et al.] // *Key Engineering Materials*. 2010. V. 434–435. P. 609–612.

69. Хухрянский П. Н. Прессование древесины / 3 изд. М.: Лесная промсть, 1964. 351 с.

70. Шамаев В. А., Никулина Н.С., Медведев И.Н. Модифицирование древесины: монография. М.: ФЛИНТА, 2013. 448 с.

71. Zhou H., Singh R. N. Kinetics Model for the Growth of Silicon Carbide by the Reaction of Liquid Silicon with Carbon // *Journal of the American Ceramic Society* V. 78. I. 9, P. 2456–2462.

72. Type RR, Silicon Carbide Heating Elements
URL:<http://heatingelements.isquaredrelement.com/viewitems/starbar-silicon-carbide-108-sic-heating-elements/type-rr-silicon-carbide-heating-elements> (дата обращения 02.04.2015).

73. Fabrication and mechanical properties of monolithic MoSi₂ by spark plasma sintering / Shimizu H. [et al.] //Materials research bulletin. 2002. V. 37. I. 9. P. 1557–1563.

74. Lim C. B., Yano T., Iseki T. Microstructure and mechanical properties of RB-SiC/MoSi₂ composite //Journal of materials science. 1989. V. 24. I. 11. P. 4144– 4151.

75. Получение высокотемпературного биоморфного композиционного материала SiC/(15 мол. % Y₂O₃-60 мол. % ZrO₂-25 мол. % HfO₂) Симоненко Н.П. [и др.] URL: <http://www.microctconf.Com/images/documents/kazanthesis2013.pdf> (дата обращения 02.04.2015)