

ALIMDJANOVA, M.X. ARIPOVA,
O'ZIBOEV, SH.M. ABDUSATTOROV

**SILIKAT MATERIALLAR
ISHLAB CHIQARISHDA
ISSIQLIK JARAYONLARI
VA QURILMALARI**

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

ALIMDJANOVA D.I., ARIPOVA M.X., RO'ZIBOEV B.R.,
ABDUSATTOROV SH.M.

SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA ISSIQLIK JARAYONLARI VA QURILMALARI

Ushbu darslik 5111000-Kash ta'limi (kimyoviy texnologiya) va 5320400-Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha) yo'nalishlari bo'yicha tahsil oladigan talabalar uchun tavsiya etiladi.

Darslik

«Sano-standart» nashriyoti
TOSHKENT –2019

UO'K: 661.18(075.8)

KBK: 35.41ya73

S 56

Silikat materiallar ishlab chiqarishda issiqlik jarayonlari va qurilmalari / Darslik. Alimdjanova D.I., Aripova M.X., Ro'ziboev B.R., Abdusattorov Sh.M: – Toshkent: «Sano-standart» nashriyoti, 2019.– 272 bet.

Ushbu darslikda keng turdagi silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar ishlab chiqarish texnologiyasida material va buyumlarga issiqlik ishlovi berish jarayoni bilan bog'liq bo'lgan muammolar o'z aksini topgan. Unda issiqlik texnikasi va texnik termodinamikaning asosiy qonuniyatlari, silikat materiallar ishlab chiqarishda qo'llaniladigan quritkich va pechlarning turlari, tuzilishi, ishlash tartibi, ularda kechadigan fizik-kimyoviy jarayonlar, issiqlik qurilmalarini hisoblash va nazorat qilish masalalariga oid ma'lumotlar to'liq holda berilgan. Ishlab chiqarilayotgan mahsulot turi asosida pech va quritgichlarni tanlash va mahsulotga issiqlik berish tartibini ishlab chiqish, issiqlik qurilmalari ishini takomillashtirish masalalariga alohida e'tibor berilgan.

Ushbu darslikdan texnika oliy o'quv yurtlarida tahsil olayotgan talabalar, magistrantlar, professor-o'qituvchilar, kimyo texnologiya yo'nalishi bo'yicha qayta tayyorlash va malaka oshirish kurslari tinglovchilari hamda shu sohaning mutaxassislari foydalanishi mumkin.

Taqrizchilar:

Otaqo'ziyev T.A. t.f.d., prof. Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori

Tolipov N.X. t.f.d., prof. Islom Karimov nomidagi ToshDTU "Fan va taraqqiyot" DUK ilmiy laboratoriya mudiri

UO'K: 661.18(075.8)

KBK: 35.41ya73

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2019 yil 20-iyuldagi 654-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma sifatida nashr etishga ruxsat etildi.

ISBN: 978-9943-6115-6-6

82950

© "Sano-standart", 2019

KIRISH

Silikat materiallar ishlab chiqarish sanoati xalq xo'jaligining energiya sig'imi yuqori bo'lgan tarmoqlariga kiradi. Ularni ishlab chiqarish texnologiyasida birlamchi yoqilg'idan va tashqi manbalarning issiqlik energiyasidan keng ko'lamda foydalaniladi. Shular bilan bir qatorda, texnologik tizimlarni amalga oshirishda turli ekzotermik jarayonlar va ikkilamchi energiya resurslarining issiqligidan foydalanish muammolari ham yotadi.

O'zbekistonning mustaqillikka erishishi sharofati bilan turli sohalarda va turli maqsadlarda ishlatiladigan silikat va zo'rg'a suyuqlanuvchan nometall materiallar va buyumlar ishlab chiqarish hajmining keskin sur'atda oshishi kuzatilmoqda, bunda chetdan keltirilayotgan mahsulot turlarining o'rniga mahalliy xomashyolar asosida yuqori sifatli buyumlarni ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish kabi vazifalar kun tartibiga chiqib oldi. Shularni e'tiborga olgan holda, keng turdagi keramika, shisha va bog'lovchi materiallar olish uchun energiya va moddiy resurslarni tejaydigan yangi zamonaviy progressiv texnologiyalarni yaratish shu kunning eng dolzarb muammolari qatoriga kiradi.

Silikat materiallar texnologiyasida materiallar va buyumlarga issiqlik ishlovini berish ya'ni quritish, kuydirish va suyuqlantirish eng murakkab va eng mas'uliyatli jarayonlar hisoblanib, ularga ketadigan sarf-xarajatlilar tayyor mahsulot narxining 30% ni tashkil etadi. Bundan tashqari, issiqlik ishloviga butun ishlab chiqarish jarayoniga sarf bo'ladigan yoqilg'i-energetik resurslarining 80% to'g'ri keladi. Ushbu jarayonlar ishlab chiqarilayotgan mahsulotning sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi, ichida ana shu jarayonlar kechadigan sanoat quritgichlari va pechlari esa juda murakkab ishlab chiqarish jihozlari va qurilmalari qatoriga kiradi.

Shu sababdan, yuqori sifatli mahsulotni olish maqsadida iqtisodiy jihatdan samarador hisoblangan issiqlik jarayonlari asosida yangi va zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqish olinayotgan mahsulot tannarxini kamaytirishga olib keladi. Ushbu texnologiyalarni yaratish uchun esa, talabalar issiqlik ishlovi masalalari bo'yicha yetarlicha bilimlarga ega bo'lishi, issiqlik ishlovi qurilmalarining tuzilishi, ishlash tartibi, ularning turlari, ishlash jarayonidagi samaradorligi haqida to'liq ma'lumotlarga ega

bo'lishlari lozim. Buning uchun silikat materiallar ishlab chiqarish texnologiyasining nazariy va texnologik asoslarini materialga issiqlik ishlovi berish qonun-qoidalarini hamda issiqlik ishlovi qurilmalarida sodir bo'ladigan issiqlik-texnik qonuniyatlar bilan chambarchas bog'liq holda o'rganish talab etiladi. Shularni nazarga olgan holda, ushbu fanni o'rganish jarayonida turli xildagi keramika, bog'lovchi va shisha materiallarga issiqlik ishlovi berish jarayonlarining fizik-kimyoviy mohiyati, dastlabki va yakuniy parametrlari hamda ularga ta'sir etish yo'llari ham o'rganiladi. Fanni o'zlashtirish davrida eng zamonaviy, iqtisodiy jihatdan samarador hisoblangan avtomatlashtirilgan issiqlik qurilmalarini loyihalashtirish, ulardan foydalanish va ularni ishini nazorat qilish borasida yetarli ma'lumotlar beriladi.

Fanning asosiy mazmuni va vazifalari

Silikat materiallar texnologiyasining issiqlik jarayonlari va qurilmalari fanining asosiy maqsadi bo'lajak bakalavr mutaxassislarga issiqlik jarayonlari va issiqlik texnikasining nazariy asoslari hamda keng turdagi keramika, shisha va bog'lovchi materiallar ishlab — chiqarish texnologiyasida qo'llaniladigan pech va quritgichlarning tuzilishi va ishlash tartibi haqida bilimlar berish, issiqlik qurilmalarining hisobi va loyihalashtirish asoslari, yoqilg'ini yonish jarayoni, issiqlik, qurilmalarining moddiy va issiqlik balanslari, ularda kechadigan issiqlik almashuvi va gazlar mexanikasiga oid mufassal tushunchalar berish, energotexnologik tizimlar va energetik balanslarning tahlili va hisob-kitob ishlarini amalga oshirish bo'yicha yetarlicha ko'nikma va malakalarni shakllantirish hisoblanadi. Shular bilan bir qatorda, ushbu fanning zimmasiga bo'lajak mutaxassislarga texnologik obyektlarda issiqlikni generatsiya qilish, energotexnologik kombinatsiyalash, issiqlik sxemalarni muvofiqlashtirish, ikkilamchi energiya resurslaridan to'g'ri foydalanish, jarayonlarning energetik effektini baholash, issiqlikni yo'qolishini kamaytirish kabi masalalar bo'yicha kerakli bilim va ko'rsatmalar berish ham kiradi.

Ushbu kursni o'rganish asosan fizika, amaliy matematika, noorganik, organik va fizikaviy kimyo, kimyoviy texnologiyaning jarayonlari va uskunalari kabi tabiiy- ilmiy va umumkasbiy fanlarga tayyanadi.

I BOB. ISSIQLIK QURILMALARI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1-§. Issiqlik ishlovi berish jarayonlari va qurilmalari

Silikat materiallar ishlab chiqarish texnologiyasida issiqlik ishlovi berishdan asosiy maqsad xomashyo materiallari va yarim tayyor mahsulotga issiqlik energiyasi ta'sirida sodir bo'ladigan fizikaviy va fizik-kimyoviy o'zgarishlar hisobiga yangi, sifat jihatidan yuqori bo'lgan xususiyatlarni berish hisoblanadi. Issiqlik ishlovi odatda issiqlik qurilmalari ichida beriladi, ularning har birida o'ziga xos issiqlik tartibi hosil qilinadi.

Issiqlik tartibi deb, materialga issiqlik va massa almashuv ta'sirini yaratib beruvchi sharoitlarning majmuasiga aytiladi, bunda issiqlik qurilmasidagi temperatura, gaz va suyuqliklarning harakat tezligi, gazlarning konsentratsiyasi va bosimi belgilab beriladi.

Materialga issiqlik ishlovi berish texnologiyasi deb, issiqlik qurilmasidagi issiqlik jarayoni bilan materialda ro'y beradigan o'zgarishlar orasidagi bog'lanishga aytiladi.

Texnologiyada kuzatiladigan jarayonlar 5 turga ajratiladi.

- 1) mexanik;
- 2) massa almashuv;
- 3) kimyoviy;
- 4) gidrodinamik;
- 5) issiqlik.

Issiqlik ishlovi berish jarayonida materialda issiqlik, massa almashuvi va kimyoviy o'zgarishlar ro'y bersa, issiqlik qurilmalarida issiqlik, massa almashuvi va gidrodinamik o'zgarishlar ro'y beradi. Ushbu jarayonlar bir vaqtda yoki birgalashib sodir bo'lishi mumkin, ayrim hollarda ularning ba'zilariga kuzatilishi mumkin.

Tashkiliy-texnik jihatdan issiqlik jarayonlari uzluksiz va davriy bo'lishi mumkin. Uzluksiz jarayonlarda issiqliklikning barcha bosqichlari bir vaqtning o'zida qurilmaning turli nuqtalarida sodir bo'ladi. Davriy jarayonlarda esa issiqlik ishlovining bosqichlari qurilma bo'ylab turli vaqtda sodir bo'ladi.

Issiqlik qurilmasi deb, issiqlik jarayoni sodir bo'ladigan qurilmaga aytiladi. Issiqlik qurilmasida tashqaridan berilgan issiqlik energiyasi yordamida material xususiyatlarining o'zgarishi ro'y

beradi. Issiqlik qurilmalarida issiqlik almashuvi bevosita ishchi jism hisoblangan issiqlik tashuvchi bilan material orasida yoki devor orqali ro'y berishi mumkin.

Issiqlik qurilmalari uzluksiz va davriy ravishda ishlaydigan turlarga bo'linadilar. Davriy qurilmalar berk sikl tarzida ishlaydilar. Bunda avval qurilmaga material yuklanadi, keyin issiqlik ishlovi berilib, so'ngra material tushirib olinadi. Bunday qurilmaning issiqlik tartibi statsionar bo'lmaydi, chunki uning har bir nuqtasidagi temperatura vaqt davomida o'zgaradi.

Uzluksiz ishlaydigan qurilmalar statsionar tartibda ishlaydilar, ya'ni ishchi kameraning har bir nuqtasida vaqt davomida o'zgarmas temperatura kuzatiladi, materialning yuklanishi va tushirilishi esa uzluksiz davom etadi.

2-§. Issiqlik uskunalarining rivojlanish tarixi

Silikat sanoatida qo'llaniladigan qadimgi eng oddiy xumdonlardan tortib hozirgi zamonda bunyod etilgan yuqori samaradorli pechlarning rivojlanish tarixida bir nechta bosqichlar mavjud bo'lgan.

Birinchilar qatorida qurilgan pechlarning tomi bo'lmagan va ular faqat devor va qattiq yoqilg'ini yondirish uchun o'rnatilgan o'choqdan iborat bo'lgan. Ularda asosan sopol buyumlar kuydirilgan.

Keyinchalik kamerali pechlarga mukammalroq o'choqlar qurilib, tutun gazlarini olib chiqib ketish uchun tutun quvurlari o'rnatilgan va ularda ham asosan qattiq yoqilg'i ishlatilgan.

Chinni ishlab chiqarishda uzoq vaqt dumaloq shakldagi 2 va 3-qavatli xumdonlardan foydalanilgan. Ularning birinchi qavatida 1350–1400°C da sirlangan buyumlarni asosiy kuydirish jarayoni olib borilgan va o'choqda qattiq yoqilg'i yondirilgan, ikkinchi qavatning kamerasida esa 900°C da dastlabki kuydirishni birinchi qavatdan chiqayotgan tutun gazlari hisobiga amalga oshirilgan.

XX asrga kelib ancha ijobiy xususiyatlarga ega bo'lgan va qurilish g'ishtini kuydirishga mo'ljallangan halqali pechlar yaratilgan va ular uzoq vaqt keng ko'lamda qo'llanilgan pechlar qatoriga kirgan. Hozirgi vaqtda ko'p hollarda halqali pechlar tunnelli pechlarga almashtirilayapti.

O'tga chidamli g'isht va boshqa buyumlarni tunnel pechlarida kuydirishdan avval ularni kuydirishda davriy ravishda ishlovchi kamerali pechlardan foydalanilgan. Xo'jalik chinni mahsulotlari uchun tunnelli pechlar esa birinchi bor 1911- yilda Tver shahridagi korxonada qurilgan bo'lsa, o'tga chidamli materiallarni kuydirish uchun tunnelli pechlar 1920-yillardan keyin o'rnatila boshlangan. Hozirgi kunda ham bu pechlarning bir qator afzalliklariga ko'ra ulardan samarali ravishda foydalanilmoqda. Sodda shaklli va ommaviy turdagi keramik buyumlarni kuydirish uchun konveyerli pechlardan foydalanish yaxshi natijalar berdi.

Misrda eramizdan 1600-yil ilgari davrga tegishli bo'lgan shisha qoldiqlarining topilishi uni pishirish jarayoni tuproqdan yasalgan tuvaklarda 2 bosqichda olib borilganligidan dalolat beradi. Shishani tortib olish uchun va buyumlarni puflab shakllash uchun puflash trubkalari yaratilganidan so'ng shisha ishlab chiqarish sanoati ancha ilgarilab ketgan va buning natijasida pech kamerasi, o'choq, pech gazlarini chiqarib yuborish uchun mo'ljallangan quvurlarga ega bo'lgan pechlar qurila boshlangan. Shishani 2 bosqichda pishirish ikkita alohida tuvaklarda olib borilgan, uchinchi tuvakda esa buyumlar kuydirilgan. XIX asrga kelib yoqilg'i sifatida toshko'mir ishlatila boshlanib, shisha pishirishning barcha jarayonlari bitta tuvakda olib borila boshlandi. Katta pechlarga 16 taga yaqin tuvaklar o'rnatilib, ularda quruq yog'och yoqilgan. Keyinchalik tuvakli pechlarda yarim gazli o'choqlardan foydalanilgan. Shu paytga kelib, tuvakli pechlar suyuq yoqilg'i, tabiiy va generator gazlar asosida ishlay boshlaganlar.

XIX asrning oxirida va XX asrning boshlarida tuvakli pechlar vannali yoki hovuzli pechlarga almashtirila boshlandi. Ular asosan regenatorli bo'lib, alanganing yo'nalishi ko'ndalang va taqasimon shaklida bo'lgan. Hozirgi kunda hovuzli pechlarning tuzilishi va turlari juda ko'p bo'lib, ulardan chiqqan shisha yuqori unumdorlikka ega bo'lgan shakllash avtomatlariga jo'natiladi.

Bog'lovchi materiallarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan pechlarning evolyutsiyasi ham bir nechta davrni o'z ichiga oladi.

Birinchi sement korxonalarida ya'ni 1855-yilda Germaniyada, keyin Rigada (1865-y.) va Padolsk (1875-y.) shaharlarida qurilgan

korxonalarda sement xomashyosiga xuddi qurilish g'ishti olish texnologiyasi kabi ishlov berilgan va tayyorlab olingan quruq holdagi guvalachalar qish oylarida maydalanib, ko'mir bilan aralashtirilib, shaxtali pechlarda kuydirilgan. XIX asrning oxiriga kelib, sementga bo'lgan talab orta borgach, uzluksiz tarzda ishlaydigan shaxtali pechlar bunyodga kelgan. Birinchi bor sement klinkerini kuydirish uchun aylanma pech Angliyada XIX asrda qurilgan, keyinchalik uni takomillashtirilgan holda 1890-yili AQSH da qayta qurganlar. Rossiyada aylanma pech ilk bor 1906-yili Volsk shahridagi korxonada qurilgan. Keyinchalik Rossiyada aylanma pechlarning uzunligi 150 metrgacha oshirilib, uning unumdorligini ko'tarish ishlari olib borilgan. Aylanma pechlarning paydo bo'lishi bilan sementni shaxtali pechlarda kuydirish borgan sari kamaya borgan va 1978-yili shaxtali pechlar yordamida chiqarilayotgan sement klinkerining ulushi faqatgina 2% ni tashkil etgan, xolos.

Keyingi paytlarda siklonli issiqlik almashgichlarga va tashqariga chiqarilgan dekarbonizatorlarga ega samaradorligi va unumdorligi yuqori bo'lgan pechlar yaratilgan. Shisha ishlab chiqarishning zamonaviy texnologiyalarida elektr energiyasidan foydalanish ko'zda tutilmoqda.

II BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQARISHDA ISSIQLIK ISHLOVI TURLARI

3-§. Silikat materiallar ishlab chiqarishda issiqlik jarayonlari va termik ishlov berishning roli

Silikat va zo'rg'a suyuqlanuvchan materillarning qaysi bir turini olib ko'rmaylik, ularni ishlab chiqarish jarayonida issiqlik ishlovi berish eng mas'uliyatli va eng muhim texnologik jarayon hisoblanadi. Issiqlik ishlovi xomashyoga yangi va kerakli xususiyatlarni berib, ularni aniq buyumlar sifatida turli sohalarida ishlatish imkoniyatini yaratib beradi.

Issiqlik ishlovi mobaynida materialda murakkab tarzda fizik-kimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi, bu o'zgarishlarning qay darajada chuqur kechishi issiqlik ishlovining vaqti va temperatura darajasi bilan belgilanadi.

Materialga issiqlik ishlovi issiqlik qurilmalarida beriladi. Ularning eng asoslari quritgich va pechlardir.

Quritgich – Xomashyo materiallaridan yoki qoliplangan yarim tayyor mahsulot tarkibidan fizik bog'langan suvni yo'qotish uchun mo'ljallangan issiqlik qurilmasiga aytiladi.

Pech – boshlang'ich xomashyo yoki qoliplangan yarim tayyor mahsulotga tashkil etilgan holda issiqlik energiyasini berish yordamida belgilangan xossalarga ega mahsulotni olish uchun ishlatiladigan issiqlik qurilmasiga aytiladi.

Issiqlik ishlovini berish davomida materialda quyidagi jarayonlar ro'y beradi:

–issiqlik

–massa almashinuvi

–kimyoviy

Issiqlik uskunalarida esa:

–issiqlik

–massa almashinuvi

–gidrodinamik

Bu jarayonlar bir yo'la yoki ma'lum bir uyg'unlikda kechishi mumkin.

Issiqlik qurilmalari ishlash sikliga qarab, kanal yoki kameraning shakliga ko'ra, gazlarning sirkulyatsiyasi asosida hamda issiqlik almashuvi sharoitiga ko'ra tavsiflanadi.

4-§. Termik ishlov turlari

Issqlik qurilmalarida quyidagi jarayonlar amalga oshiriladi: qizdirish, suyuqlantirish, parchalash, eritish va pishirish.

Materialni suyuqlantirish temperaturasidan past temperaturagacha kimyoviy tarkibini o'zgartirmasdan qizdirish natijasida uning faqat qurishi va fizik strukturasi o'zgarishi kuzatiladi. Bularga qurish, otjig, chiniqtirish, yumshatish, qayta kristallantirish jarayonlari kiradi.

Materialni suyuqlantirish temperaturasidan past temperaturagacha uning kimyoviy tarkibini o'zgartirib qizdirish natijasida materialdan karbon kislotasi, gidrat suvi va shu kabilar yo'qoladi. Ba'zida ushbu jarayonlar material strukturasi o'zgarishi va qisman suyuqlanish bilan ham kechadi. Bu jarayonlar materialning parchalanishi bilan bog'liq bo'lib, umumiy holda «**kuydirish**» deb ataladi.

Materialni suyuqlanish temperaturasidan yuqori temperaturagacha kimyoviy tarkibini o'zgartirmagan holda qizdirish ya'ni **suyuqlantirish** ma'lum bir shaklga ega buyumlarni olish maqsadida qo'llaniladi. Materialni ma'lum kimyoviy birikmani hosil qilish maqsadida suyuqlantirish juda ko'p texnologik jarayonlarda uchraydi.

Silikat va qiyin suyuqlanuvchan materiallarni olish jarayonida quyidagi issqlik ishlovi usullari qo'llaniladi:

1. Issqlik namlash ishlovi. Bunda qizdirilayotgan materialga namlikni saqlagan holda issqlik ishlovi beriladi. Ushbu issqlik ishlovi beton qotish jarayonini jadallashtirishda qo'llaniladi. Bunda issqlik tashuvchi va material yuzasida avval tashqi issqlik va massa almashinuvi, keyin esa material yuzasi va ichki qatlam orasida ichki issqlik va massa almashinuvi jarayonlari kechadi.

2. Quritish. Quritish deb materialdan namlikni qaynash temperaturasidan past temperatura sharoitida yo'qolish jarayoniga aytiladi. Bunda faqatgina fizik va fizik-kimyoviy bog'langan namlik yo'qotiladi, shu sababdan materialda kimyoviy o'zgarishlar bo'lmaydi. Quritish jarayonida issqlik tashuvchi va material orasida issqlik va massa almashinuvi sodir bo'ladi.

3. Kuydirish. Kuydirish deb, materialga yuqori temperatura sharoitida kechadigan fazaviy va fizik-kimyoviy jarayonlar hisobiga

belgilangan xossalarni berish maqsadida amalga oshiriladigan issiqlik ishloviga aytiladi. Bunda material va issiqlik tashuvchi orasida issiqlik va massa almashinuvi ro'y berib, natijada strukturani hosil qiluvchi jarayonlarning kechishi kuzatiladi.

4. Ko'pchitish. Ushbu issiqlik ishlovi natijasida ortiqcha yopiq g'ovaklikka ega bo'lgan yuqori g'ovakli strukturalar yaratiladi. Ko'pchitish deb, yuqori temperatura sharoitidagi issiqlik ishlovi natijasida ro'y beradigan ichki gaz ajralib chiqish hodisasi hisobiga material zarrachalari yoki qoliqlangan buyumlar hajmlarining ortib ketish jarayoniga aytiladi. Ko'pchitish ham issiqlik va massa almashinuvi jarayonlari asosida ro'y berib, bunda ham materialda yangi strukturaning hosil bo'lishi kuzatiladi.

5. Pishish. Ochiq g'ovaklari ko'p bo'lgan g'ovakli strukturani hosil qilish uchun qo'llaniladi. Pishish deb, sochiluvchan material tarkibidagi yoqilg'ini undan jadal sur'atda havoni sizdirib o'tkazish yo'li bilan yoqib tashlash yordamida olingan konglomerat shakldagi birikmaga aytiladi. Bunda sizib o'tayotgan havo va material orasida issiqlik va massa almashinuvi ro'y berib, materialda struktura o'zgarishlari kechadi.

6. Suyuqlantirish. Suyuqlantirish deb, mineral xomashyoni issiqlik ishlovi yordamida qattiq holatdan suyuq – oquvchan holatiga o'tkazish jarayoniga aytiladi. Suyuqlanish ham issiqlik va massa almashinuv jarayonlari bilan birga kechib, uning natijasida materialda faza o'zgarishlari kuzatiladi.

5-§. Quritgich va pechlarda sodir bo'ladigan issiqlik jarayonlari

Materialga issiqlik ishlovi berish jarayonida turli xildagi fizik – kimyoviy o'zgarishlar ro'y berib, uning natijasida har xil turdagi silikat va zo'rg'a suyuqlanuvchan materiallar va buyumlar yaratiladi.

Materialga temperaturaning berilishi mobaynida undan namlikning yo'qolishi, kimyoviy bog'langan suvning va karbonat angidridning ajralib chiqishi, yangi kristall fazalar va silikat suyultmalarining hosil bo'lishi kuzatiladi. Ushbu jarayonlarning turi va borish tezligi omixta tarkibiga va temperaturaning kattaligiga

bog'liqdir. Omixta donachalari orasida yoki bo'laklar orasidagi kavaklarda joylashgan suv hamda shakllangan buyumlardagi namlik quritgichlarda yo'qotilsa, shlikerli massadagi namlikni 4–8% qolgungacha sachratkichli quritgichlarda quritiladi. Sementni ho'l usulda ishlab chiqarishda esa shlam tarkibidagi 35% miqdoridagi suv aylanma pechlarda yo'qotiladi. Shakllangan buyumlarni quritish jarayonida ular o'lchamining qisqarishini e'tiborga olgan holda alohida issiqlik berish tartibi ishlab chiqiladi.

Temperatura 450°C dan osha borishi bilan, xomashyo materiallari parchalana boshlab, ulardan suv bug'i va karbonat angdrid chiqa boshlaydi. Tuproq minerallarining degidratlanishi 700–900°C da tugaydi. Materiallarning parchalanishi endotermik jarayon bo'lib, u katta miqdordagi issiqlik berishni talab yetadi (ayniqsa sement ishlab chiqarishda).

Shisha pishirishning asosiy jarayonlari hisoblanmish soda, ohaktosh va boshqalarning parchalanishi, silikatlar va suyultmaning hosil bo'lishi, gazlardan xalos bo'lish va gomogenlanish jarayonlari vaqt bo'yicha anik chegaralanmaydilar. Shishaning pishishida past temperaturali ishqoriy suyultmalar hosil bo'lib, ular shisha pishishini jadallashtiradi. Shishani pishirish jarayoni o'ta murakkab hisoblanib, unda bir yo'la quritish, parchalanish, murakkab birikmalarning hosil bo'lishi, suyuqlantirish va eritish jarayonlari sodir bo'ladi.

Sement va keramik buyumlarni olish davrida yangi kristal fazalarning hosil bo'lishi issiqlikning ajralib chiqishi bilan kechadi. Turli xildagi buyumlarni ishlab chiqarishda issiqlikning nazariy sarfi aniqlanib, uning asosida issiqlik balanslari tuziladi va pechlarning foydali ish koeffitsiyenti (f.i.k.) aniqlanadi. Amaliy issiqlik sarfi esa omixta tarkibi, tayyor mahsulotning fazaviy tarkibi va kuydirish yoki suyuqlantirish temperaturasi asosida aniqlanadi.

Fizik-kimyoviy jarayonlarning issiqligini aniqlash uchun issiqlik effektlarining o'rtacha qiymati olinadi. Masalan, shisha ishlab chiqarishda issiqlikning sarfi, Kj/kg:

Shaxtadan namlikning yo'qolishi	90
Shaxta komponentlarining yashirin suyuqlanish issiqligi	250
Shisha hosil bo'lish reaksiyasi	460

Gazlarning qizishi va chiqib ketishi	520
Shisha massasining 20 dan 1400°C gacha qizishi	1550
Jami issiqlik sarfi	2870

Shu kabi sement ishlab chiqarish uchun issiqlik effekti 1650-1750 KJ /kg ni tashkil etadi.

Keramika materiallarini kuydirishdagi issiqlik effekti ularning fazaviy tarkibiga bog'liq. Keramik buyumlarni kuydirish jarayoni 2 bosqichga ega:

1-bosqich. 20- 900°C da yuz berib, unda fizik bog'langan suv chiqib ketadi va boshlang'ich materiallar parchalanadi. Ular pechlarning qizdirish zonasida sodir bo'ladi.

2-bosqich. 900°C dan yuqori temperaturada borib, unda yangi kristall va suyuq fazalarning sintez jarayoni ro'y beradi va natijada yuqori mustahkamlikka, o'tga chidamlilikka, kislotaga bardosh va dielektr xususiyatlarga ega buyumlar vujudga keladi. Ularning bari «pishish» deb ataladi.

Keramik materiallarning pishishi 3 turda bo'ladi:

1. Qattiq fazadagi pishish;
2. Suyuq faza ishtirokida pishish;
3. Avval kattik fazada, keyin evtektik suyultmalarda va so'ngra suyuq faza ishtirokidagi pishish.

1-turdagi pishish uchun yuqori temperatura va qimmat jihozlar talab etiladi va maxsus hollarda amalga oshiriladi.

2-turdagi pishish qurilish keramikasi, xo'jalik va elektr chinnisini olishda ishlatiladi.

3-turdagi pishishda asosiy kristallik fazalarning donachalari devorlarida oson suyuqlanuvchi evtektika suyultmasining hosil bo'lishi kuzatiladi. Ko'pgina keramik massalarning pishish jarayonida 2- va 3-turdagi pishish bir-biri bilan bellashadi.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Quritish -qattiq holdagi materiallardan bug'lanish natijasida fizik-kimyoviy yoki kapillyar namlikning yo'qotilishi.

Kuydirish-materialga belgilangan xossalarni berish maqsadida amalga oshiriladigan issiqlik ishlovidir.

Suyuqlantirish-mineral xomashyoni issiqlik ishlovi yordamida qattiq holatdan suyuq-oquvchan holatga o'tkazish jarayonidir.

Quritgich -materialdan fizik bog'langan suvni yo'qotish uchun mo'ljallangan issiqlik qurilmasi.

Pech-materialga tashkil etilgan holda issiqlik energiyasini berish yordamida belgilangan xossalarga ega bo'lgan mahsulotni olish uchun ishlatiladigan issiqlik qurilmasi.

Issiqlik almashinuvi – modda temperaturalarining tenglashuvidir.

Massa almashinuvi – modda konsentratsiyalarining tenglashuvdir.

Endotermik jarayon – issiqlikning yutilishi bilan kechadigan jarayonlardir.

Pishish – material yoki mahsulotni zich va mustahkam holatga olib keluvchi issiqlik jarayoni.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Silikat materiallar ishlab chiqarish texnologiyasida materiallarga issiqlik ishlovi nima maqsadda beriladi?

2. Silikat materiallar ishlab chiqarish texnologiyasidagi issiqlik uskunalarining rivojlanish tarixidagi asosiy bosqichlar qanday kechgan?

3. Issiqlik ishlovi davrida qanday jarayonlar yuz beradi?

4. Issiqlik ishlovining qanday turlari mavjud?

5. Keramik materiallarga issiqlik ishlovi berish davrida qanday jarayonlar yuz beradi?

6. Shishani pishirish davrida qanday jarayonlar yuz beradi?

7. Pishishning necha xil usullari mavjud?

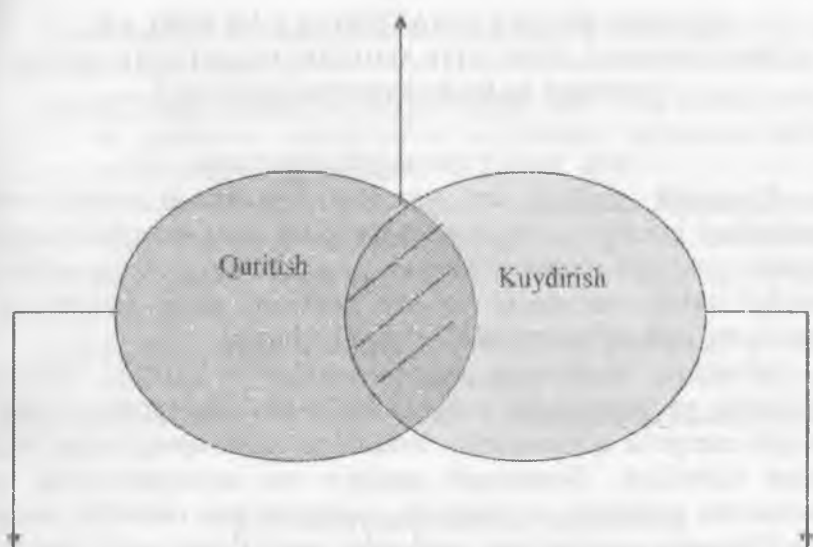
Kuydirish va quritish jarayonlarini Venn diagrammasi yordamida solishtirish

Umumiy jihatlari

1. Issiqlik ishlovi

2. Barcha qurilish materiallar ishlab chiqarish texnologiyasida mavjud

3. Temperatura ta'siri natijasida amalga oshiriladi.



Alohida jihatlar

1. Faqat fizik bog'langan namlik yo'qotiladi.
2. Quritishda material va issiqlik tashuvchi orasida issiqlik va massa almashuvi sodir bo'ladi.
3. Namlikni yo'qolishi natijasida materialning zarrachalari bir-biriga yaqinlashadi va uning strukturasi shakllanadi.

Alohida jihatlar

1. Kuydirish natijasida ko'pgina qurilish, issiqlik himoyalovchi va keramik mahsulotlar olinadi
2. Materialda yuqori temperatura sharoitida fazaviy va fizik-kimyoviy o'zgarishlar ro'y beradi.
3. Material fizik-mexanik, termik, kimyoviy va dielektirik xossalarni egallaydi
4. Yuqori temperatura va ma'lum gaz muhiti sharoitida amalga oshiriladi.

III BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA ISHLATILADIGAN YOQILG'ILAR VA YONISH JARAYONINING TAVSIFI

6-§. Yoqilg'ilarning tasniflanishi

Energetik yoqilg'i deb, sanoatda foydalanish uchun katta miqdordagi issiqlikni olish maqsadida texnik qurilmalarda iqtisodiy jihatdan yoqilishi mumkin bo'lgan yonuvchi moddalarga aytiladi. Yoqilg'i **tabiiy va sun'iy** bo'lishi mumkin, tabiiy yoqilg'i o'z o'rnida **organik va noorganik** turlarga bo'linadi.

Ishlatilish harakteriga qarab yoqilg'ilar shartli ravishda **energetik va texnologik** turlarga bo'linadi. **Energetik yoqilg'i** issiqlik energetik qurilmalarida issiqlik va elektr energiyasini olish uchun ishlatiladi. **Texnologik yoqilg'i** esa suyuqlantiruvchi va qizdiruvchi pechlarda, o'choqlarda, quritgichlarda ishlatilib, undan yana kimyoviy qayta ishlash yordamida turli xildagi sun'iy yoqilg'i turlari, ya'ni koks, yarim koks va generator gazlari olinadi.

Atom energetikasining rivojlanishi bilan keng ko'lamda **yadro yoqilg'isi** bo'lmish ^{235}U , ^{238}U va ^{239}Pu larning issiqligidan ham foydalanilmoqda. Lekin hozirgi zamonning eng asosiy energiya manbai bo'lib organik yoqilg'i hisoblanadi.

Yoqilg'ilarga qo'yiladigan **asosiy talablar**:

–yoqilg'i yonganda o'zining massa yoki hajm birligiga nisbatan yuqori miqdordagi issiqlikni ajratib chiqara olishi hamda atrof-muhitga yoki issiqlik qurilmalarining konstruksiya materiallariga ta'sir yetadigan noxush gazlarni ajratib chiqarmasligi kerak.

–yoqilg'i arzon bo'lib, uzoq vaqt saqlanishi davomida o'zining xususiyatlarini o'zgartirmasligi lozim.

Yoqilg'i fizik holati bo'yicha qattiq, suyuq va gazsimon bo'ladi. U yonuvchi va yonmaydigan qismlardan tashkil topadi, yonuvchi qismiga C, H, O, N va S kiradi, yonmaydigan qismi esa bailast deb atalib, namlik W va kul A dan iborat bo'ladi. Yoqilg'i o'choq va pechlarga keltirilgan holatida ishchi yoqilg'i deb ataladi. Quruq yoqilg'ining tarkibi yonilg'i haqida aniq ma'lumot bersada, barcha issiqlik-texnik hisoblarda ishchi yoqilg'idan foydalaniladi. Yoqilg'ining alohida tarkibiy qismlarining miqdori uning massasiga nisbatan protsent hisobida topiladi.

Gazsimon yoqilg'ining tarkibi uning hajmiga nisbatan protsent miqdorida belgilanadi.

Yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati deb, 1 kg qattiq, suyuq yoki 1 m³ gazsimon yoqilg'ini to'liq yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Turli turdagi yoqilg'ilar sarfini taqqoslash uchun shartli yoqilg'i degan tushuncha kiritiladi. Shartli yoqilg'i deb, solishtirma issiqlik berish qobiliyati $q_{shartli} = 29,33 \text{ MDj (7000 kkal /kg)}$ bo'lgan yoqilg'iga aytiladi.

Qattiq yoqilg'ilar qatoriga yog'och, torf, slanetslar, qo'ng'ir ko'mir, tosh ko'mir, antratsit, briketlar, koks kiradi. Suyuq yoqilg'ilarga esa neft va mazut kiradi. Tabiiy gaz tabiatning bebaho in'omidir.

7-§. Yonish jarayonining nazariyasi

Yonish – bu yoqilg'ining oksidlovchi bilan bo'lgan murakkab fizik-kimyoviy ta'sirlashuv jarayoni bo'lib, uning natijasida jadal sur'atda issiqlik ajralib chiqib, temperaturaning keskin oshishi kuzatiladi. Agarda yoqilg'i va oksidlovchi bir xil fazaviy holatda bo'lsa, yonish gomogen yonish deyiladi, agar aksi ya'ni ular har xil fazaviy holatda ifodalansalar, yonishni geterogen deb ataladi. Gaz yoqilg'isining yonishi gomogen, koksning yonishi geterogen yonishga kiradi.

Gomogen yonish. Yonishning tezligi har qanday kimyoviy reaksiya singari, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasiga, temperatura va bosimiga bog'liqdir.

Massalarning harakat qonuniga asosan reaksiya tezligi oksidlovchi va yoqilg'i konsentratsiyalarining ko'paytmasiga proporsionaldir.

$$W = k C_A C_v$$

k – tezlik konstantasi.

Reaksiya tezligi bosimning n darajasiga to'g'ri proporsionaldir.

n – reaksiyaning tartibi bo'lib, reaksiyaga kirishayotgan molekulalarning sonini belgilaydi. Ma'lumki, hamma to'qnashayotgan molekulalar ham reaksiyaga kirishib ketmaydi, faqatgina molekulalararo bog'lanish kuchini uzishga yetadigan energiyaga ega bo'lgan molekulalargina reaksiyada qatnashadi. Ana

shu energiya aktivlanish energiyasi E dan kichik bo'linasligi kerak. Yonish reaksiyasining xususiyatlari zanjir reaksiya nazariyasi bilan tushuntiriladi. Unga binoan gaz holatidagi yoqilg'ining yonishi juda tez kechib, o'tkinchi va oraliq bosqichlarda yonishning uzluksiz faol markazlarini tug'diruvchi zanjirlarni hosil bo'lishi kuzatiladi. Yonishning faol markazlari bo'lib erkin holdagi H va O atomlari va (OH) radikallari hisoblanadilar. Zanjir reaksiyaning xususiyatlaridan asosiysi ularning oddiy kimyoviy reaksiyalar tezligidan ancha yuqori tezlikda portlash tarzida sodir bo'lishidir. Lekin gazning yonishi jarayonida gazning havo bilan aralashish tezligi katta rol uynaydi, u esa zanjir reaksiyasidan ancha sekinroq sodir bo'ladi.

Yoqilg'ining to'la yonish τ_n vaqti ikki qismdai iborat:

$$\tau_n = \tau_f + \tau_x$$

τ_f – yoqilg'i bilan oksidlovchining to'qnashishi uchun ketgan vaqt (jarayonning fizik bosqichi).

τ_x – kimyoviy reaksiyaning sodir etiladigan vaqti (yonish jarayonining kimyoviy bosqichi)

Gomogen yonishda τ_f yonish aralashmasining hosil bo'lish vaqti deb ataladi.

Fizik va kimyoviy yonish bosqichlariga tegishli vaqtlarning nisbatiga ko'ra diffuziyali va kinetik yonish sohalari mavjud. Agarda oksidlovchini yoqilg'iga uzatish vaqti kimyoviy reaksiyaning borish vaqtidan ancha kichik bo'lsa, ya'ni $\tau_f \ll \tau_x$ bo'lsa, unda yonish kinetika sohada ro'y beradi va **kinetik yonish** deb ataladi. Bunday yonish gaz bilan havoni yonish kamerasiga ularning aralashmasini uzatishdan avval aralashib ketish holatida sodir bo'ladi. Agarda

$\tau_f \ll \tau_x$ bo'lsa, yonish diffuziyali bo'ladi. Bunda to'la yonish vaqti to'laligicha yonish aralashmasining hosil bo'lish vaqti bilan aniqlanadi: $\tau_f \approx \tau$. Diffuziyali yonish yoqilg'i bilan oksidlovchining yonish kamerasiga alohida – alohida uzatilgan holda ro'y beradi.

Geterogen yonish. Geterogen yonishda qattiq ajratish yuzasining chegaraviy qatlamida absorbsiya hodisasi ro'y beradi va

u yerda ta'sirlashayotgan moddalarning konsentratsiyasi kamayib, reaksiya mahsulotlarining konsentratsiyasi oshadi. Reaksiyaning tezligi faqatgina temperatura, bosim va moddalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmay, balki yoqilg'i yuza maydonining o'lchamiga ham, oksidlovchining diffuziyaning tezligiga ham bog'liq. Qattiq yoqilg'i solishtirma yuzasining ortishi bilan reaksiyaning tezligi ko'payadi.

Suyuq yoqilg'i yonganda uning bug'lanishi katta ahamiyat kasb yetadi, chunki yonish bug' gaz fazasida sodir bo'ladi. Suyuq yoqilg'ining qaynash temperaturasi uning alanganish temperaturasidan ancha past bo'ladi, shu sababdan u avval bug'lanib keyin alanga oladi. Bug'lanishning jadalligi issiqlikning berilishi bilan osha boradi, bunda yonayotgan yoqilg'i yuzasining solishtirma maydoni ham bug'lanishni kuchaytiradi. Bu maydon suyuq yoqilg'i purkalganda yoki sachratilganda ko'p marta ortib ketadi.

8-§. Yoqilg'i yonish jarayonining hisobi

Yoqilg'i yonish jarayonining hisobi quyidagilarni aniqlash maqsadida bajariladi:

- yonish uchun zarur bo'lgan havo sarfini
- yonish mahsulotlarining miqdorini
- yonish mahsulotlarining tarkibini
- yonish temperaturasini
- lozim bo'lgan hollarda yonish uchun beriladigan havoni qizdirish temperaturasini

Yoqilg'ilarning yonish hisobi yonish uchun kerak bo'ladigai havo sarfini, yonishda vujudga keladigan yonish mahsulotlarining miqdorini, ularning tarkibini va yonish temperaturasini aniqlash uchun zarur. Yoqilg'ilarning yonish hisobi asosida pechlar uchun turli hisoblangan temperatura tartibi aniqlanadi, puflovchi va bosim yaratuvchi qurilmalar tanlanadi, hisob asosida qattiq yoqilg'ining hajm birligiga to'g'ri kelgan yonishi uchun havo miqdori, tutun gazlarining hajmi topiladi. Yoqilg'ilarning yonish temperaturasi yoqilg'i bilan havo orqali kirib kelgan issiqlik va yonish mahsulotlarining issiqligi asosida tuzilgan balans yordamida topiladi, havo sarfi va yonish mahsulotlarining chiqishi yonish jarayonining moddiy balansi asosida aniqlanadi.

Yonish reaksiyasining anik stexiometrik nisbatiga to'g'ri kelgan havoning miqdori nazariy havo sarfi deb ataladi. Amalda esa o'choqqa nazariydan ko'ra biroz oshiq miqdorda havo beriladi, chunki kislorodning ma'lum miqdori yoqilg'ining yonuvchi qismi bilan aralashishga ulgurmay qoladi.

Yonish jarayonidagi havoning haqiqiy sarfini nazariy sarfiga bo'lgan nisbati havoning ortiqlik koeffitsiyenti deb ataladi.

$$\alpha = C_B / C_{BO}$$

α ning miqdori yoqilg'i turi va o'choq qurilmasining mukammalligiga bog'liqdir.

Gaz yonganda $\alpha = 1,05 - 1,1$

Mazut yonganda $\alpha = 1,1 - 1,2$

Changsimon yoqilg'i yonganda $\alpha = 1,2 - 1,25$

Qattiq bo'lak- bo'lak holdagi yoqilg'i yonganda $\alpha = 1,4 - 1,8$

Yoqilg'ining nazariy ya'ni kalorimetrik va amaliy yonish temperaturasi bo'ladi. Nazariy yonish temperaturasi deb yoqilg'i yonganda ajralib chiqqan issiqlikning hammasi tutun gazlariga o'tishi sharti bilan tutun gazlarining hosil qilgan temperaturasidir. Maksimal kalorimetrik temperatura $\alpha = 1$ ga teng bo'lgan sharoitda kuzatiladi.

Amalda nazariy temperaturaga hech vaqt yetishib bo'lmaydi. Chunki sanoatda yoqilg'i yonganida ma'lum bir yo'qotishlar, masalan qattiq yoqilg'ining bir qismi yonishga ulgurmay o'choq va pechdan kul va shlak holida chiqib ketishi sababli sodir bo'ladi. Ushbu yo'qotishlarni mexanik kuymay qolish deb ataladi. Bundan tashqari, yoqilg'ini kimyoviy jihatdan to'liq yonmasligi sababli o'choq qurilmasining chegaralovchi qismlaridan va nurlanish orqali issiqlikning yo'qotishlari ro'y beradi. Shu sababdan, yoqilg'ining amaliy yonish temperaturasi har vaqt kalorimetrik temperaturadan past bo'ladi.

Nazariy temperaturaning pasayishini kalorimetrik koeffitsiyent belgilab beradi:

$t_n = t_k \eta_k$ – amaliy temperatura

t_k – nazariy temperatura

η_k – kalorimetrik koeffitsiyent.

Yonishning nazorat temperaturasini topish uchun i-t diagrammasidan foydalaniladi. Bu diagramma yonish mahsulotlari uchun tuzilgan bo'lib, unda ularning dissotsiatsiyalanishi ko'zda

tutilgan. Yoqilg'ining amaliy yonish temperaturasi aniqlash uchun atrof-muhitga ketgan yo'qotishlarni e'tiborga olgan holda yonish mahsulotlarining issiqligi topilib, keyin *i-t* diagrammaga murojaat qilinadi.

Yoqilg'ilarning eng asosiy xususiyatlaridan biri ularning issiqlik berish qobiliyatidir. ***Yoqilg'ilarning issiqlik berish qobiliyati deb***, 1 kg qattiq yoki suyuq yoqilg'ining yoki 1 m³ gazsimon yoqilg'ining to'liq yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga aytiladi. Uni *Q* harfi bilan belgilanadi. Q^p_H – pastki qiymat bo'lib, u yonish mahsulotlari tarkibida suv bug'lari saqlanib qolgan paytga to'g'ri keladi, Q^p_V -yuqori qiymat esa suv bug'larining kondensatsiyalanish issiqligini ham o'z ichiga oladi. Odatda, sanoatdagi issiqlik qurilmalarining hisobida Q^p_H ning qiymati aniqlanadi va u jadvallarda beriladi. Yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyatini uning elementar tarkibi asosida aniqlash mumkin.

Shartli yoqilg'i deb, Q^p_H -7000 kkal/kg yoki 29300 kdj/kg to'g'ri kelgan yoqilg'iga aytiladi.

$$\frac{Q^p_H}{29300} = K_y$$

K_y – shartli yoqilg'ining ekvivalent yoki o'tkazish koeffitsiyenti deyiladi.

Yoqilg'ining alangalanish temperaturasi deb, yoqilg'ini yonib turgan manba ishtirokisiz alangalanib ketadigan eng past temperaturasi aytiladi. Yoqilg'i yonganda uning tarkibidagi yonuvchi qismlar havodagi kislorod bilan oksidlanish reaksiyasiga kirishadi. Shu sababdan, yoqilg'ini yonish jarayonini hisoblashda eng avval yonish uchun havoning sarfi aniqlanadi. Keyin esa, yonish mahsulotlarining tarkibi va hajmi aniqlanadi, so'ngra tutun gazlarining temperaturasi topiladi. Havoning sarfi uning tarkibidagi azot va suv bug'larining miqdorini ko'zda tutgan holda aniqlanadi va topilgan bu qiymat havoning nazariy jihatdan lozim bo'lgan sarfini ko'rsatadi. Amalda esa, yoqilg'i yonganda o'choqqa nazariy miqdordan ko'ra biroz ko'p miqdorda havo beriladi, chunki kislorodning ma'lum bir qismi yoqilg'i bilan yaxshi aralashishga ulgurmay, yo'qolib ketishi mumkin.

Yoqilg'ining yonish issiqligini hisoblash. Hisob ishlarida yonish issiqligining pastki qiymati ishlatiladi. Yonish issiqligining pastki va yuqori qiymati orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$Q_N = Q_V - 2500 \cdot \omega \text{ kJ/kg}$$

Bu yerda ω -yoqilg'ining yonish mahsulotlaridagi namlik miqdori, kg/kg. Qattiq va suyuq yoqilg'i uchun yonish issiqligi D.I.Mendellev formulasi asosida topiladi:

$$Q_{II}^P = 339 C^P + 1030 H^P - 108,9 (O^P - S^P) - 25 W^P \text{ kJ/kg}$$

bu yerda :

C^P, N^R, O^R, S^R, W^R – ishchi yoqilg'ining tashkiliy elementlari. %
Gazsimon yoqilg'i uchun yonish issiqligi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_N^P = 358,2 + CH_4 + 637,5 C_2H_6 + 912,5 C_3H_8 + 1186,5 C_4H_{10} + 1460,8 C_5H_{12} \text{ kJ/nm}^3$$

Yonish uchun havo sarfi. Yonish uchun havo sarfi kislorodning nazariy miqdori bo'yicha aniqlanadi:

$$L_o = 476 V_{O_2} \text{ nm}^3/\text{kg}^3 (\text{nm}^3/\text{nm}^3)$$

bu yerda:

V_{O_2} -kislorodning nazariy kerak bo'lgan hajmi.

Quruq havoning haqiqiy sarfi:

$$L_\alpha = \alpha L_o \text{ nm}^3/\text{nm}^3$$

bu yerda:

α -havoning ortiqlik koeffitsiyenti.

Atmosfera havosining haqiqiy sarfi:

$$L'/\alpha = (1 + 0,0016d) L_\alpha \text{ nm}^3/\text{nm}^3$$

bu yerda:

d -havoning nam saqllovchisi, g/kg.

Yonish mahsulotlarining hajmi. Har qanday yoqilg'i to'liq yonganda CO_2 , H_2O kabi yonish mahsulotlari hosil bo'ladi, N_2 va SO_2 lar esa bug'simon tarzda hosil bo'ladi. Yonish jarayoni ko'p miqdordagi havo bilan kechsa, tutun gazlarida kislorod ham mavjud bo'ladi.

Yoqilg'i yonganida yonish mahsulotlarining umumiy miqdori: ($\alpha=1.0$)

$$V_0 = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2} \text{ nm}^3/\text{kg}$$

$\alpha > 1$ bo'lgan holda $V_\alpha = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{O}_2} \text{ nm}^3/\text{kg}$

Havoning ortiqlik koeffitsiyenti o'zgarsa, yonish mahsulotlarida V_{N_2} , V_{O_2} va $V_{\text{H}_2\text{O}}$ larning miqdori ham o'zgaradi.

Yonish mahsulotlarining foiz miqdorini aniqlash uchun alohida tashkil etuvchilarning hajmini bilish zarur, masalan:

$$\text{CO}_2 = \frac{100}{V_\alpha} V_{\text{CO}_2} \%$$

Yoqilg'ining yonishida hosil bo'lgan tutun gazlarining miqdori pech taxining zich emasligi, kuzatish tuynuklari va ishchi oynalarda mavjud bo'lgan tirqishlar hisobiga atrof-muhitdan tortilish sababli ko'payishi mumkin.

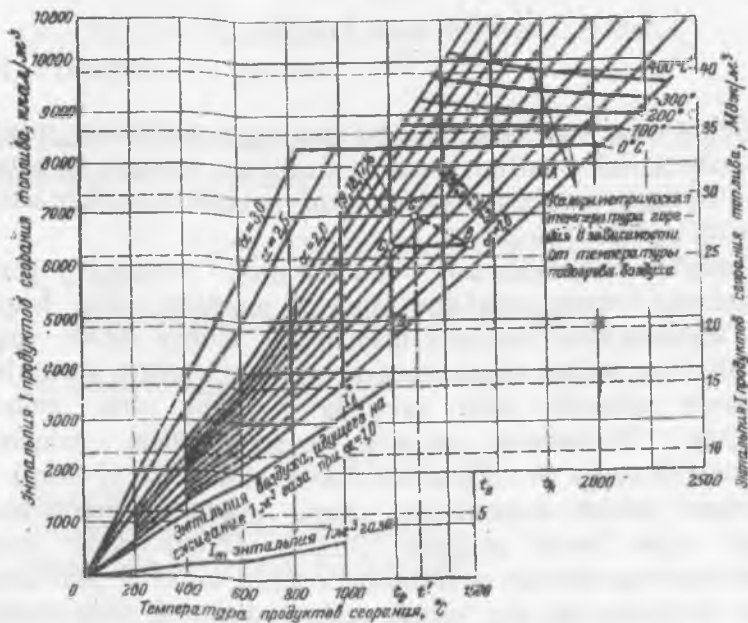
Yonish temperaturasi. Yoqilg'ining nazariy yonish temperaturasi yuqori aniqlikda topilishi mumkin, lekin haqiqiy yonish temperaturasi taxminiy hisoblanadi. Bunga sabab, yoqish qurilmalari va pechni ekspluatatsiya qilishda konkret sharoitlarni hisob-kitob ishlarida aniq ravishda hisobga olish mumkin emasligidir. Yonishning nazariy temperaturasini aniqlashni osonlashtirish uchun **i-t** diagrammasidan foydalaniladi (1-rasm). Bu diagramma yonish mahsulotlari uchun ularning dissotsiyasini nazarga olgan holda qurilgan. Buning uchun avval yonish mahsulotlarining umumiy issiqlik saqllovchisi topiladi. Yonishning haqiqiy temperaturasi esa yonish mahsulotlarining atrof-muhitga yo'qolgan issiqlik miqdorini hisobga olmagan holdagi issiqlik saqllovchisi asosida topiladi.

9-§. Yoqilg'ini tanlash

Ishlab chiqarish korxonalarini loyihalashda pechlar yoki quritgichlar uchun yoqilg'ini tanlash iqtisodiy-texnik hisoblar asosida olib boriladi. Bunda mamlakatdagi yoqilg'i balansi strukturasi o'zgarishini, jumladan tabiiy gaz va neft sanoatining rivojlanishini hisobga olish zarur.

Ko'p sonli yoqilg'i turlarining narxini baholash uchun birlik sifatida tabiiy gaz narxi olinib, 1 tonna shartli yoqilg'i uchun solishtirma ma'lumotlar beriladi:

Tabiiy gaz	-----1,0
Mazut	-----1,5
Propan, butan (gaz)	-----1,7
Koks gazi	-----1,4
Domen gazi	-----0,9
Ko'mirli generator gazi	-----2,3
Torfli generator gazi	-----4,5



1-rasm. i-T diagrammasi

Yoqilg'i tanlashda hudud gazlashtirilgan bo'lsa, tabiiy gazni ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Pechlar uchun yuqori sifatli yoqilg'i bu koks gazi yoki koks va domna gazlarining aralashmalaridir, qimmatroq bo'lgan yoqilg'ilar esa mazut va siqilgan uglevodorod gazlaridir (propan, butan gazlari). Yoqilg'ini qattiq turlari ham uzoq masofaga tashilmaydigan mahalliy arzon yoqilg'i sifatida ishlatilishi mumkin.

Zamonaviy pech avtomatlashtirilgan uzluksiz ishlovchi agregat bo'lgani uchun pechlarda yoqilg'ini yoqish jarayoni issiqlik tartibini ishonchli tarzda avtomatik boshqarishni ta'minlashi kerak. Gazsimon yoqilg'i qo'llanilganda bu juda oson bo'lib, mazut yoqilganda bir oz qiyinroq kechadi.

Yoqilg'i yoqilganda pechning ishchi hududida kerakli temperatura ta'minlanishi lozim, bu esa avvalom bor, yoqilg'ining sifatiga va pechning konstruksiyasiga bog'liq.

Aylanma pechlarda kerakli temperaturani faqat tabiiy gaz, koks gazlari, mazut, undan tashqari changsimon yoqilg'i asosida olish mumkin. Changsimon yoqilg'i odatda gaz, ko'mir va antratsitlar aralashmasidan olinadi. O'rtacha kuydirish temperaturasida ishlaydigan tunnel pechlarida yoqilg'i sifatida tozalangan sovuq generator gazi, koks domna gazi, tabiiy gazlar va mazut ishlatiladi. Yuqori temperaturada ishlovchi tunnel pechlarida esa antratsit yoki kokslarni gazifikatsiyasidan olingan issiq generator gazi, tabiiy gaz, koks domna gazlari va mazut ishlatiladi. Oddiy qurilish g'ishtini kuydirish uchun qo'llaniladigan tunnel pechlarda gazsimon va qattiq yoqilg'ilarni ham ishlatish mumkin. Shaxtali pechlarda esa kam kulli yoqilg'ilardangina foydalanish maqsadga muvofiqdir. Olovbardosh va boshqa materiallarni kuydirish uchun ishlatiladigan shaxtali pechlar gazsimon va mazut yoqilg'ilarida samarali ishlaydilar.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati – 1 kg qattiq yoki suyuq yoki 1m³ gazsimon yoqilg'i yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoridir.

Shartli yoqilg'i – solishtirma issiqlik berish qobiliyati

22,33 MDj yoki 7000 kkal /kg bo'lgan yoqilg'idir.

Yonish jarayoni-yoqilg'ining oksidlovchi bilan bo'lgan ta'sirlashuv jarayonidir.

Gomogen yonish – yoqilg'i va oksidlovchining bir xil fazaviy holatda bo'lgan sharoitdagi yonish jarayonidir.

Geterogen yonish – yoqilg'i va oksidlovchining turli xil fazaviy holatda bo'lgan sharoitdagi yonish jarayonidir.

Kinetik yonish – oksidlovchining yoqilg'iga uzatish vaqti kimyoviy reaksiyaning borish vaqtidan ancha kichik bo'lgan holatidagi yonish jarayoni.

Diffuziyali yonish – oksidlovchini yoqilg'iga uzatish vaqti kimyoviy reaksiyaning borish vaqtidan ancha katta bo'lgan holatidagi yonish jarayoni.

Havoning ortiqlik ko'effitsiyenti – yonish jarayonidagi havoning haqiqiy sarfini nazariy sarfiga bo'lgan nisbatidir.

Mavzu bo'yicha iazorat savollari

1. Yoqilg'i deb nimaga aytiladi ?
2. Yoqilg'ining qanday turlari mavjud?
3. Yoqilg'ilarga qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?
4. Yonishning qayday turlarini bilasiz?
5. Yoqilg'ilar fizik holatiga qarab necha xilda bo'ladilar?
6. Yonishning tezligi nimalarga bog'liq va u qanday aniqlanadi?
7. Yoqilg'ining yonish jarayonini hisoblash qanday olib boriladi ?
8. Silikat materiallar texnologiyasida qanday yoqilg'i turlaridan foydalaniladi?

4-BOB. ENERGOTEXNOLOGIYA ASOSLARI

Energotexnologiya deb yoqilg'i – issiqlik resurslarini iqtisod qilish va material hamda issiqlik bo'yicha deyarli chiqindisiz ishlab chiqarishni yaratish maqsadida tuzilgan ishlab chiqarishdagi texnologik va energetik jarayonlarning bir-biri bilan bog'lanish qonuniyatlarini o'rgatadigan energetikaning bir bo'lagiga aytiladi.

Energotexnologik tizimlarini to'g'ri yaratish zahirida birlamchi energoresurslardan foydalanishni mumkin qadar qisqartirib, ba'zida esa tashqaridan beriladigan issiqlik va elektr energiyasidan butunlay voz kechish uchun qilinadigan tadbirlar yotadi. Bu yo'lda energokimyo – texnologiya tizimlarini (EKT) ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir, ularda esa energetik jihozlar kimyo-texnologik jihozlar bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'lanib yagona tizimni hosil qiladi. Bunday tizimlarda kimyoviy texnologiya parametrlarining o'zgarishi darhol energetik parametrlarning o'zgarishiga olib keladi va aksincha. Demak, EKTlarda ishlab chiqarishning texnologik va energetik bosqichlari orasida katta bog'lanish vujudga keladi. Birlamchi energiya resurslarini tejash maqsadida ikkilamchi energiya resurslaridan keng foydalaniladi.

10-§. Ikkilamchi energiya resurslari

Ixtiyoriy kimyoviy ishlab chiqarishda energiyaning talaygina qismi tizimdan ikkilamchi energiya resurslari (IER) sifatida chiqib ketadi. Agarda biz biror tizimda endotermik kimyoviy reaksiya ro'y berayapti deb tassavur qilsak, unda tizimga berilgan issiqlikning ma'lum bir qismi ya'ni Q_x kimyoviy reaksiyaning borishi uchun sarf bo'ladi, qolgani esa, ya'ni Q_2 issiq holdagi reaksiya mahsulotlari bilan IERlar sifatida chiqib ketadi. Unda ikkilamchi energiyaning miqdori:

$$Q_1 = Q_2 + Q_x$$

IERlarni qay darajada to'liq ishlatish mumkin? Termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra, ikkilamchi issiqlik sifati boshlab berilgan issiqlikning sifatidan past bo'ladi, ya'ni Q_2 ni Q_1 bilan bir xil baholash mumkin emas, chunki issiqlikning foyda olish ko'rsatkichi tushib ketadi. Shu sababdan, ikkilamchi issiqlikni xuddi boshlang'ich issiqlik kabi ishlatib bo'lmaydi, balki uni boshqa maqsadlarda, masalan pastroq temperaturada qaynaydigan suyuq

birikmalarni parlatish yoki xonalarni isitish uchun ishlatish mumkin.

Turli jarayonlarning borishi natijasida yuqori potentsialli issiqlik past potentsialli issiqlikka aylanib qoladi, uning temperaturasi pasayadi, ya'ni $T_2 < T_1$. Shu sababdan, past potentsialli issiqlikning miqdori keragidan ortiq darajada bo'ladi va undan foydalanish yo'llari izlanadi. Bunda, faqat energiyani tejash emas, balki uning yuqori potentsiallik xususiyatini, ya'ni sifatini saqlash vazifasi turadi, ya'ni entropiyaning ko'payishiga yo'l qo'ymaslikdir.

IER deganda texnologik agregatlarda, qurilma va jarayonlarda hosil bo'ladigan, lekin shu agregatda ishlatilishi mumkin bo'lmagan va boshqa agregatlarni energiya bilan ta'minlashda qisman yoki to'liq ishlatilishi mumkin bo'lgan chiqindi, o'tkinchi va qo'shimcha mahsulotlarning kimyoviy bog'langan issiqligi, fizik issiqligi va ortiqcha bosimning potentsial energiyasi tushuniladi. IERlarning manbalari bo'lib sanoat pechlari, reaktorlar, sovutgichlar, bug' ishlatuvchi qurilmalar xizmat qiladi. IERlardan qayta foydalanish deb IERlarni yoqilg'i, issiqlik, elektr va mexanik energiyaga bo'lgan ehtiyojni qondirish maqsadida boshqa agregat va jarayonlarda ishlatilishiga aytiladi.

IERlarni yoqilg'i va energiyaga ehtiyojni qondirish maqsadida ikki xil yo'nalishda ishlatish mumkin:

1. IERlar to'g'ridan – to'g'ri o'zgartirilmasdan ishlatiladi.

2. IERlar ulardan foydalanish qurilmalarida issiqlik, sovuqlik, elektr yoki mexanik energiyaga aylantirib olinadilar.

Ma'lum bir texnologik agregatda hosil bo'ladigan IERlarning miqdori IERlarning chiqishi deyiladi. IERlardan foydalanish deb iste'molchining IERlar hisobiga ishlatgan energiya miqdoriga aytiladi. IERlardan foydalanish hisobiga tejab qolingan yoqilg'ining miqdori IER hisobiga yoqilg'ining tejalish ko'rsatkichi deyiladi. IERlardan qayta foydalanish koefitsiyenti deb, IERlar hisobiga amalda tejalgan yoqilg'ini iqtisod jihatidan kerak bo'lgan nisbatiga aytiladi.

IERlarni ularning turiga qarab 3 guruhga ajratiladi:

1. **Yonuvchi** yoki yoqilg'i sifatidagi IERlar. Ular kimyoviy texnologik jarayonlarda va uglerodli hamda uglevodorodli xomashyoni termoximiyoviy qayta ishlash jarayonida hosil bo'ladigan yonuvchi chiqindilaridir. Ularga yana suyuqlantiruvchi pechlarda hosil bo'ladigan qo'shimcha yonuvchi gazlar, yog'och

tayyorlash va yog'ochni qayta ishlash sanoatida hosil bo'ladigan yog'ochli chiqindilar, selyuloza – qog'oz sanoatining yog'ochli chiqindilari va daraxt po'stloqlari va boshqalar kiradi. Kimyoviy texnologiyada yonuvchi gazsimon va suyuq IERlar o'zlari to'g'ridan-to'g'ri yoqilishlari yoki organik yoqilg'ilar bilan aralashib o'choqlarda yoqilishi mumkin. Ularning yoqilishi natijasida hosil bo'lgan gazsimon yonish mahsulotlari yuqori temperaturaga ega bo'lganliklari uchun yana bir bor texnologik agregatlarni isitish, qayta foydalanuvchi qozonlarda bug' olish va sovutkich qurilmalarida sovuqni olish uchun ishlatilishi mumkin.

2. **Issiqlik IERlari.**Ularga texnologik agregatlardagi chiqindi gazlarning fizik issiqligi, asosan ishlab chiqarishdagi chiqindilarning, qo'shimcha va o'tkinchi mahsulotning fizik issiqligi, texnologik agregatlarni majburiy sovutish natijasida vujudga kelgan ishchi jismlarning fizik issiqligi, texnologik qurilmalarda ishlab bo'lgan issiq suv va parning fizik issiqligi, hamda texnologik va energotexnologik agregatlarda qo'shimcha ravishda hosil bo'lgan par yoki issiq suvlar ham kiradi. Issiqlik beruvchi IERlar texnologik apparat va mashinalarni isitish, qayta foydalanish qozonlarida bug' hosil qilib berish, sovutkichqurilmalarida sovuq olish uchun ishlatiladilar.

3. **Ortiqcha bosimli IERlar.**Ularga texnologik agregatlarni tashlab chiqib ketayotgan ortiqcha bosimli gaz va suyuqliklarning potensial energiyasi kiradi.Ushbu moddalarni atmosferaga chiqarib yuborishdan avval ularning bosimini pasaytirish lozim. Ortiqcha bosimli IERlar kengaytirish mashinalarida ishlatilib, ular kompressorlarning uzatmalari hamda gazlarni sovutish yoki sovuq olish detenterlari uchun tarkibiy muhit bo'lib xizmat qiladilar.

IERlardan qayta foydalanishda 4 ta asosiy yo'nalish mavjuddir:

1. IERlarning yoqilg'i turi ya'ni yonuvchi IERlar to'g'ridan - to'g'ri yoqilg'i sifatida ishlatiladi.

2. Issiqlik beruvchi IERlarning issiqligidan qayta foydalanish qurilmalarida yoki ularning o'zidagi issiqligidan foydalanish yoki IERlar hisobiga absorbsiyali sovutgich qurilmalarida sovuq hosil qilish maqsadida foydalanish.

3. IERlardan qayta foydalanish qurilmalarida IERlar hisobiga elektr yoki mexanik energiyani hosil qilib kuch sifatida foydalanish.

4. Qayta foydalanuvchi TES larda IERlar hisobiga issiqlik, mexanik va elektr energiyasini kombinatsiyalab, energiya hosil qilish maqsadida foydalanish.

11-§. Energokimyo-texnologiya tizimlarining eksergetik tahlili

Energokimyo-texnologiya tizimlarining eksergetik tahlilida energiya oqimlari va yo'qotishlarining Grassman-Shargut diagrammasidan foydalanish katta yordam beradi. Ushbu diagrammada eksergiyaning har bir oqimi yo'l sifatida tasvirlanib, uning qalinligi eksergiya miqdoriga proporsional bo'ladi.

2-rasmda yoqilg'ining yonish jarayonida energiyani o'zgarishi eksergiya oqimlari diagrammasi shaklida ifoda etilgan. Bunda kirish vaqtidagi yig'indi eksergiya E_1 yoqilg'i eksergiyasi E_T va oksidlovchining eksergiyasi E_{ok} ning yig'indisiga teng. Agarda yoqilg'i va oksidlovchi modda yondirish oldidan qizdirgich 1da yonish mahsulotlari eksergiyasining E_5 bir qismi hisobiga isitilsalar, unda ularning eksergiyalari $E_1 > E_1$ ga oshadi. Qizdirgich 1da isitish jarayonida eksergiyaning D_1 yo'qolishi kuzatiladi. Shundan keyin isitilgan yoqilg'i va oksidlovchi $E_2^I = E_1^{II}$ eksergiya bilan yonish kamerasi II ga kiradilar, u yerda E_2^I eksergiyasi yuqori temperaturali yonish mahsulotlariga o'tadi. Yoqilg'ining yonish kamerasi II da yonish jarayonida eksergiyaning yo'qolishi D_2 sodir bo'ladi. Yonish mahsulotlari $E_3^I = E_2^{II}$ eksergiya bilan EKT ning III elementiga o'tadilar, u bug' generatori issiqlik generatori yoki gaz quvuri bo'lishi mumkin. III elementda eksergiyaning yo'qolishi D_3 kuzatilib, uning tabiati element III ning turiga bog'liq. Qoldiq E_4 eksergiyasi yoqilg'i va oksidlovchini isitish uchun qisman holda (E_5) yoki boshqa issiqlikdan foydalanish qurilmalarida ishlatilishi mumkin. Atmosferaga chiqarib yuborilayotgan E_6 D_4 yonish mahsulotlarining eksergiyasi termomexanik va nolli eksergiyalardan iboratdir. Eksergiyaning boshqa qismi E_7 element III dan so'ng kelgusi foydalanishlarga yuboriladi.

Eksergetik unumdorlik deb. barcha turdagi eksergiyalarning yig'indisiga $\sum E_{ef}$ ga aytiladi, u EKT ning beradigan effektini aniqlaydi.

2. EKTT elementlari parametrlarini optimallashtirish. Hozirgi zamonda termodinamik tahlilning 2 ta usuli qo'llaniladi:

a) eptropiyali;

b) eksergiyali.

Ikkala usul ham termodinamikaning ikkinchi qonuniga tayanib, qaytarma bo'lmagan jarayonlardagi ish qobiliyatining yo'qolishini aniqlashga qaratilgan.

Entropiya usuli. Bu usulda tashqi energetik oqim ya'ni issiqlik va ish bilan tizimning parametrlari orasidagi bog'lanish topiladi.

Qaytarma siklning f.i.k. termik f.i.k. deb ataladi.

$$\eta_t = q_u / q_1 = 1 - q_2 / q_1 = 1_s / q_1$$

1_s – siklning qaytarma ishi.

Real f.i.k. ni esa ichki f.i.k. deb ataladi.

$$\eta_i = 1^d_s / q_1$$

1^d_s – siklning qaytmas ishi.

Nisbiy ichki f.i.k. qaytarma bo'lmagan siklning qaytarma sikl oldida qanchalik mukammal emasligini bildiradi.

$$\eta_{oi} = \eta_i / \eta_t = 1^d_s / 1_s$$

Samarali f.i.k. deb tashqi iste'molchiga berilgan issiqlik va ish shaklidagi energiya miqdorining qurilmaga berilgan energiya miqdoriga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

$$1_{noi} = \eta_e \eta_i$$

η_e – tizimdagi ajratilgan issiqlikning qanday ulushi foydali ishga aylanishini bildiradi.

To'liq sistema ish qobiliyatining yo'qolish kattaligi uning alohida elementlari ish qobiliyatining yo'qotishlari yig'indisiga teng:

$$\Delta I^{ekft} = \sum \Delta I_i$$

Ushbu ibora yordamida qaysi elementlarda yo'qotish katta bo'lishini aniqlash mumkin.

Eksergiya usuli – Moddaning eksergiyasi bu uning atrof- muhit bilan qaytarma jarayon mobaynida qobiliyatli issiqlik manbai sifatida bajargan maksimal ishi bo'lib, bu jarayonning yakunida unda qatnashgan materialning barcha turlari atrof- muhit komponentlari bilan termodinamik muvozanat holatiga o'tadilar. Bu usul termodinamik tahlilning universal usuli bo'lib, unga ko'ra barcha real jarayonlar qaytmas bo'ladi va qaytmaslik jarayonining mukamalligini pasaytiradi. Bu energiyaning yo'qolishi asosida emas, balki uning sifatini

kamayishi orqali ro'y beradi. Qaytmas jarayonlarda energiya yo'qolmaydi, balki uning qimmati tushib ketadi, ya'ni har qanday qaytmas jarayon – energiyaning qaytmas holda yo'qolishi sababchisidir.

Eksergiya ikki turga bo'linadi:

1. Entropiya bilan ta'riflanmaydigan energiya turlarining eksergiyasi (mexanik, elektrik energiyasi va boshqalar) $l = \Theta$

2. Entropiya bilan ta'riflanadigan energiya turlarining eksergiyasi. Ularga ichki energiya, nurlanish energiyasi, termome-xanik energiya, nol energiyasi kiradi.

$$L \gg \Theta$$

Berk hajmdagi moddaning eksergiyasi l_0 termomexanik, nolli va nurlanish eksergiyalaridan iborat. Modda oqimining eksergiyasi termomexanik va nolli eksergiyadan iborat. Energiya oqimining eksergiyasi issiqlik oqimi eksergiyasi va nurlanish eksergiyasidan iborat.

Holatning eksergetik diagrammasi. Eksergetik diagramma energotexnologik tizimlarning termodinamik tahlilida ishlatiladi. Uning asosida l , l_q (issiqlik oqimi eksergiyasi), berilgan T va T_0 sharoitida τ_e larning qiymati topiladi. Eksergetik diagrammalar ichida h_s va TS diagrammalari keng tarqalgan.

12-§. Eksergetik balanslar va eksergetik foydali ish ko'effitsiyenti

EKTTlarni o'rganishda moddiy va issiqlik balansidan so'ng eksergetik balans tuziladi.

Eksergetik balans EKTT da qaytmaslik oqibatida yuz bergan yo'qotishlarni ko'zda tutib, tizimning eksergetik f.i.k. birga teng bo'lgan ideal tizimga qay darajada yaqin ekanligini aniqlaydi.

Og'irligi m kg bo'lgan modda uchun vaqt birligi ichida EKTT ning eksergetik balansi

$$\sum E_{1,i} = \sum E_{2,i} \sum L_i + \sum D_i \quad \text{yoki} \\ \sum D_{1,i} = \sum_{1,i} - (\sum F_{2,i} + \sum L_i)$$

bu yerda $\sum_{1,i}$ va $\sum E_{2,i}$ – EKTT ga kirgan va undan chiqqan barcha eksergiyalarning yig'indisi.

$\sum L_i$ – EKTT da bajarilgan ishlar yig'indisi

$\sum D_i$ – EKTT dagi eksergiya yo'qotishlarining yig'indisi ochiq tizimlarda $E_v = 0$

EKTT larning mukammaligini eksergetik f.i.k. belgilaydi.

$$\eta_{\text{nex}} = \sum E_{2,i} + \sum L_i / \sum E_{1,i} = \sum E_{1,i} - \sum D_i / \sum E_{1,i}$$

Agarda EKTT qaytmaslik orqasidan yo'qotishlar, ya'ni esker-
giyaning yo'qolishi kuzatilmasa, ya'ni $\sum D_i = 0$ bo'lsa, u holda

$\eta_{\text{nex}} = 1$ bo'ladi.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Energotexnologiya – bu issiqlik resurslarini tejash hamda material va issiqlik bo'yicha deyarli chiqindisi bo'lmagan ishlab chiqarishni yaratish maqsadida berilgan ishlab chiqarishdagi texnologik va energetik jarayonlarning o'zaro bog'lanish qonuniyatlarini o'rgatuvchi energetikaning bir qismidir.

Energokimyo-texnologik tizimlar (EKTT) – bu energetik jihozlarini kimyo – texnologiya jihozlari bilan uzviy bog'langan holda faoliyat ko'rsatadigan yagona tizimdir.

Ikkilamchi energiya resurslari – texnologik qurilmalarda vujudga keladigan va shu qurilmada ishlatilmaydigan mahsulotning, chiqindilarning, o'tkinchi va oraliq mahsulotning energetik potentsialidir.

Ekzotermik jarayonlar – issiqlikning chiqishi bilan boradigan jarayonlardir.

Eksergiya – qaytarma jarayon mobaynida moddaning atrof - muhit bilan qobiliyatli issiqlik manbai sifatida bajargan maksimal ishi.

Eksergetik unumdorlik – barcha turdagi eksergiyalarning yig'indisidir.

Eksergetik quvvat – eksergiyalar yig'indisining vaqtga nisbatidir.

Eksergetik balans – tizimni eksergetik f.i.k. birga teng bo'lgan ideal holatga qay darajada yaqinligini ifodalab beruvchi ko'rsatkich.

Eksergetik tahlil – tizimning ishlash jarayonida bo'layotgan energiya sarflarini qanday qilib qisqartirish imkoniyatlarini qidirish maqsadida olib boriladigan tahlildir.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Energokimyo – texnologik tizimlar nima maqsadda yaratiladi?
2. Ikkilamchi energetik resurslarning qanday turlari mavjud?
3. Ikkilamchi energiya resurslaridan qayta foydalanishning qanday yo'nalishlari bor?
4. Grassman – Shargut diagrammasi yordamida nimani aniqlash mumkin?
5. Termodinamik tahlilning nechta usuli mavjud?
6. Energetik tahlil yordamida nimani aniqlash mumkin?
7. Eksergetik balanslar nima maqsadda tuziladi?

V BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA PECHLARDA ISSIQLIK ALMASHUVI JARAYONI

13-§. Issiqlik o'tkazuvchanlik va uning turlari

Xuddi tabiatda bo'lganidek sanoatda ham turli obyektlarda energiya va massa almashinish jarayonlari kuzatiladi.

Issiqlik almashuvi modda temperaturasining, massa almashuvi esa konsentratsiyasining tenglashishi demakdir. Issiqlikning tashilishi deganda kuzatilayotgan tizim elementlari orasida issiqlik shaklidagi "ichki" energiyaning almashinish jarayoni tushuniladi. Issiqlik almashuvining 3 ta elementar ko'rinishi mavjud:

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik;
2. Konvektiv issiqlik almashuvi;
3. Nurli issiqlik almashuvi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik – bu temperatura gradienti mavjud bo'lganligi sababli yaxlit muhitda issiqlikning ko'chirilish jarayonidir. Issiqlik o'tkazuvchanlik yordamida issiqlikning ko'chirilish jarayonida muhitning ko'proq qizigan qismidagi struktura zarrachalari bilan kamroq qizigan qismidagi struktura zarrachalari harakati yordamida ketma-ket ravishda energiyaning almashuvi ro'y beradi. Issiqlik o'tkazuvchanlik sof holda faqat qattiq jismlar uchraydi. Dielektrlarda issiqlikning ko'chishi tebranayotgan atom va molekulalarning tarang holdagi to'lqinlari tarqalishi yordamida ro'y bersa, metallarda kristall panjara atomlari tebranishi va erkin elektronlarning ko'chishi orqali amalga oshadi.

Konvektiv issiqlik almashuvi – bu muhitning makroskopik elementlari yordamida issiqlikning issiqlik tashuvchining o'zi tomonidan ko'chirilish jarayonidir. Konvektiv issiqlik almashuvi harakatda bo'lgan muhitlarda, ya'ni suyuqlik va gazlarda sodir bo'ladi. Muhitning turli nuqtalarida temperatura farqining mavjudligi orqasidan konveksiya jarayonidagi makro zarrachalarning harakati har vaqt issiqlik o'tkazuvchanlik bilan birga kechadi.

Issiqlikning berilishi -harakatlanayotgan muhit bilan boshqa muhit hosil qilgan chegaralanish yuzasi orasidagi konvektiv issiqlik almashinuvidir. Issiqlikning berilishi konvektiv issiqlik

almashuvining keng tarqalgan holidir, unga quvurlarda suyuqlik oqayotgandagi issiqlikning berilishi, jismlarga tashqaridan gaz yo'naltirilgandagi issiqlikning berilishi kiradi. Issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya yordamida issiqlikning ko'chirilishi faqatgina moddiy muhit mavjud bo'lgan holdagina amalga oshadi.

Nurli issiqlik almashuvi – bu turdagi issiqlik almashuvi yordamida moddaning ichki energiyasi elektromagnit to'lqinlarning energiyasiga aylanadi va ular fazoda tarqalib, modda bu to'lqinlarning energiyasini yutadi. Bu turdagi issiqlik o'tkazuvchanlik oraliq muhitsiz ya'ni vakuumda ham kechishi mumkin. U faqat temperatura va jismning optik xususiyatlariga bog'liqdir.

Amalda issiqlik almashuvining 3 turi ham bir paytda kechadi va fazalarning bir-biriga o'tishi, kimyoviy reaksiyalar va massaning yo'qolish jarayonlari bilan birga ro'y beradi.

14-§. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni

Temperatura maydoni deb, ma'lum vaqtda uzatilayotgan jismning barcha nuqtalaridagi bir lahzalik temperaturalar qiymatlarining yig'indisiga aytiladi.

Agarda jismning ixtiyoriy nuqtasidagi temperaturasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, bunday temperatura maydoni qaror topgan yoki statsionar deyiladi.

Agar jismdagi temperatura vaqtga bog'liq ravishda o'zgarsa, unda temperatura maydoni qaror topmagan yoki statsionar bo'lmagan hisoblanadi.

$$T = f(x, y, z, \tau)$$

Maydonning bir xil temperaturaga ega bo'lgan barcha nuqtalarini birlashtirsa, izotermik yuzani hosil qilamiz. Bunda, jismda issiqlikning tarqalishi bir izotermik yuzadan ikkinchisiga qarab sodir bo'ladi. Temperatura o'zgarishini ΔT izotermalar orasidagi masofaga bo'lgan nisbati **temperatura gradienti** deb ataladi:

$$\text{grad } T = \lim (\Delta T / \Delta n)_{\Delta n \rightarrow 0} = dT/dn$$

Δn – normal bo'ylab izotermalararo masofa.

Yuza orqali o'tayotgan issiqlik miqdorini vaqtga nisbati issiqlik oqimi deyiladi:

$$\Phi = dQ / d\tau$$

Oqim o'zgarmas bo'lsa

$$\Phi = Q / \tau$$

Issiqlik oqimining yuza maydoni birligiga nisbatan olingan miqdori issiqlik oqimining zichligi deyiladi.

Fure qonuniga ko'ra issiqlik oqimining zichligi temperatura gradientiga proporsionaldir.

$$- \lambda \text{grad } T = - \lambda \partial T / \partial n$$

λ – tajriba orqali aniqlanadigan issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti bo'lib, u moddaning agregat holati, temperatura, bosim, struktura, hajmiy og'irlik, g'ovaklik va namlikka bog'liqdir. Minus ishorasi issiqlik oqimi vektori bilan temperatura gradienti vektorining yo'nalishlari qarama-qarshi ekanligini bildiradi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik yordamida berilgan issiqlikning miqdori

$$dQ = \lambda - (\partial T / \partial n) = - \lambda \partial T / dx$$

$$\lambda = - q / \text{grad } T$$

x – issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonini tezligini ta'riflab, miqdoriy jihatdan temperatura gradienta 1 ga teng bo'lgandagi issiqlik oqimi zichligiga tengdir.

Issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi:

$$\partial t / \partial \tau = \nabla^2 T + qV / C_m P$$

C_m – moddaning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi, $D_j / (\text{kg} \cdot \text{K})$

P – moddaning zichligi, kg/m^3

$a - \lambda C_m P$ – temperatura o'tkazuvchanlik deyiladi;

$$\nabla^2 T = dT/dx^2 + d^2T/dx^2 + d^2T/dx^2$$

Bu ifoda **Lapas operatori** deyiladi. Ichki energiya manbalari bo'lmagan holda, ya'ni $q_v = 0$

$$\partial t / \partial \tau = a \nabla^2 T$$

Ushbu tenglamaning fizik mohiyati quyidagicha: Fure tenglamasi vaqt davomida temperatura o'zgarishi bilan uning fazoda tarqalishi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Statsionar rejimi holatida bir qavatli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi. Statsionar holatida $\partial T / \partial \tau = 0$ bo'ladi.

Bu hol uchun Fure qonuni quyidagicha ifodalanadi:

$$q = \lambda / d (T_1 - T_2)$$

Devor yuzasi maydonidan o'tayotgan issiqlik oqimi

$$\Phi = F (T_1 - T_2) \lambda / d = F \Delta T \lambda / d$$

Demak, issiqlik oqimi λ ga proporsional, devor qalinligiga esa teskari proporsionaldir.

$T_1 - T_2 = \Delta T$ – temperatura bosimi deyiladi.

λ / d – devorning termik qarshiligi deb, uning teskari ifodasi, ya'ni X/d esa devorning o'tkazuvchanligi deb ataladi.

Statsionar rejim holatida ko'p qavatli devorning issiqlik o'tkazuvchanligi. Pech, qozon va boshqa issiqlik qurilmalarining devori bir nechta turdagi qatlamlardan tuziladi va ko'p qavatli deb ataladi.

n- qavatli devor uchun

$$q = (T_1 - T_{n+1}) / \sum S_i / \lambda_i = \Delta T / R$$

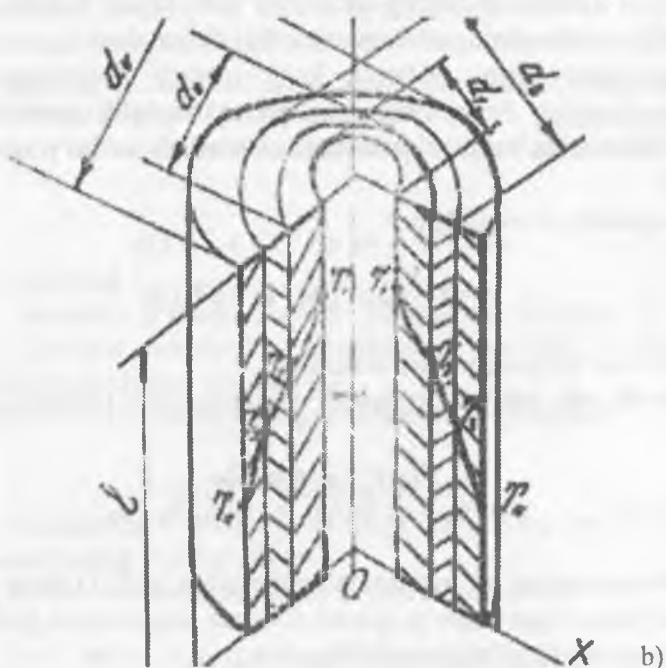
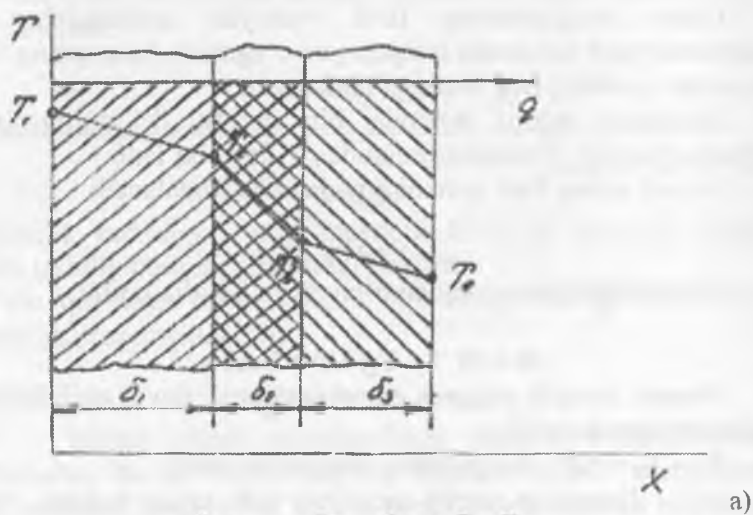
ΔT – to'liq temperatura bosimi

$R = R_1 + R_2 + R_3$ – ko'p qavatli devorning to'liq termik qarshiligi

$$T_2 = T_1 - q S_1 / \lambda_1$$

$$T_3 = T_2 - q S_2 / \lambda_2 = T_1 - q (S_1 / \lambda_1 + S_2 / \lambda_2)$$

Devorning har bir qatlamida temperatura to'g'ri chiziq bo'ylab o'zgarsa, ko'p qavatli devorda temperatura grafigi siniq chiziq tarzida ifodalanadi (3-rasm).



3 –Rasm. Ko'p qavatli yassi (a) va silindrik devor (b)

Statsionar rejim holatida bir qavatli silindr shaklidagi devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

$$\Phi / l = q_e = \pi (T_1 - T_2) / (1 / 2\lambda) \ln (d_2 / d_1)$$

l – silindrning uzunligi;

r – silindrik yuza maydonining radiusi;

d_2 va d_1 – silindrning tashqi va ichki diametri.

q_e – issiqlik oqimining chiziqli zichligi deyiladi.

$(1/2\lambda) \ln(d_2/d_1)$ – devorning chiziqli ichki termik qarshiligi.

Statsionar rejim holatida ko'p qavatli silindr shaklidagi devorning issiqlik o'tkazuvchanligi

$$\Phi = \pi l (T_1 - T_{n+1}) / \sum \frac{1}{2} \lambda_i \ln (d_{i+1} / d_i)$$

Bu yerda $\sum \frac{1}{2} \lambda_i \ln (d_{i+1} / d_i)$ – ko'p qavatli silindr shaklidagi devorning to'liq ichki termik qarshiligi.

$$T_2 = T_1 - \Phi / 2 \pi \lambda_1 l \ln (d_2 / d_1)$$

va shu kabi (3-rasm.)

Statsionar bo'lmagan rejimning issiqlik o'tkazuvchanligi.

Statsionar bo'lmagan rejimda temperatura maydoni vaqt davomida o'zgarib boradi. Bu hol uchun issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi

$$\partial t / \partial \tau = a (\partial^2 t / \partial x^2 + \partial^2 t / \partial y^2 + \partial^2 t / \partial z^2)$$

Ushbu tenglamani chegara va vaqt shartlari asosida yechilishi natijasida quyidagi tenglama hosil bo'ladi.

$$T = f(x, y, z, q, d, \lambda, a, T_0, T_i, I_1, I_2, I_3, I_n)$$

T_0 – jismning boshlang'ich vaqtidagi temperaturasi

$I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ – jismning harakterli o'lchamlari.

$T_{\text{ж}}$ – muhitning temperaturasi.

Bu yerdagi o'zgaruvchan hadlarni guruhlab, o'lchov birligi bo'lmagan komplekslarga aylantiramiz va ularni o'xshash sonlar deb ataymiz.

$d l / \lambda$ – Bl – Bio soni

$d \tau / l^2$ – Fo – Fure soni

x / l – L – geometrik o'xshashlik soni

$$v / v_1 = F(Bl, Fo, L)$$

Amalda bu tenglamani yechish grafik yoki jadval orqali amalga oshiriladi.

15-§. Konvektiv issiqlik almashinish

Konveksiya orqali issiqlik ko'chirilganda suyuqlik va gazlar harakatda bo'lib, ularning zarrachalari bir-biriga va qattiq jism yuzasiga nisbatan siljib harakatlanadi.

Konveksiya orqali ko'chirilgan issiqlik oqimi Nyuton–Rixman formulasi orqali topiladi.

$$\Phi = \alpha F (T_{\text{ж}} - T_c)$$

α – issiqlik berish koeffitsiyenti, $\text{Wt} / (\text{m}^2 \text{ K})$

F – issiqlik almashishdagi yuza maydoni, m^2

$T_{\text{ж}}$ – suyuqlik yoki gaz oqishining temperaturasi, K

T_c – devorning temperaturasi, K .

λ – dan farqli ravishda α o'zgarmas fizik kattalik emas va ko'pgina omillarga bog'liq:

1. Suyuqlik harakatining kelib chiqish tabiatiga; Bunda suyuqlik va gazni majburan holda yoki erkin holda harakatga keltirish mumkin. Birinchi holda sun'iy ta'sir ko'rsatilsa, ikkinchi holda jismning qizishi yoki uning zichligining o'zgarishi sabab bo'ladi.

2. Suyuqlikning fizik parametrlariga, bularga issiqlik o'tkazuvchanlik, zichlik, issiqlik sig'imi, temperatura o'tkazuvchanlik va qovushqoqlik kiradi.

3. Suyuqlikning oqish rejimi va chegaraviy qatlamga; Suyuqlikning pominal, o'tkinchi va turbulent oqish rejimlari mavjud. Laminal oqimda suyuqlik kanal devorlari orqali bir tartibda harakatlanib uning qiyofasini egallaydi. Turbulent oqimda esa suyuqlik zarrachalari tartibsiz xaotik tarzda murakkab trayektoriyada harakatlanadilar. Suyuqlikning oqish rejimi Reynolde soni bilan belgilanadi.

$$\text{Re} = \omega d / \nu$$

ω – suyuqlikning o'rtacha harakat tezligi

d – quvur diametri

ν – suyuqlikning kinematik qovushqoqligi.

Agar $\text{Re} < 2300$ bo'lsa, suyuqlik harakati laminar, $\text{Re} > 2300$ bo'lsa turbulent bo'ladi. Turbulent oqim issiqlik berishni jadallashtiradi.

4. Issiqlik berayotgan yuzaning shakl va o'lchamlariga. Ko'rib chiqilgan omillarni nazarga olib quyidagicha iborani yozish mumkin:

$$\alpha = f(\omega, T_x, T_e, \lambda, C_p, \rho, \mu, \Phi, I_1, I_2, I_3, \dots)$$

Issiqlik berish koeffitsiyenta α ko'pgina omillarga bog'liq bo'lganligi sababli uning qiymati bir xil sharoitda ham ko'pincha o'zgarib turadi.

16-§. Nurli issiqlik almashinish

Nurli issiqlik almashinish atomlar ichida murakkab tarzda kechadigan jarayondir. Issiqlik nurining tashuvchisi bo'lib energiya zarrachalarining oqimi bo'lmish fotonlar yoki energiya kvantlari hisoblanadi. Ular elektromagnit to'lqin xususiyatiga egadirlar. Ularning tabiati bir xil, lekin to'lqin uzunligi har xil bo'ladi.

$\lambda = 0,4$ mkm dan $0,8$ mkm gacha yorug'lik

$\lambda = 0,8$ dan 800 mkm gacha infrakizil nurlar.

Yorug'lik va infraqizil nurlarining tarqalishi issiqlikning nurlanishi yoki radiatsiya deb ataladi. Yutilish koeffitsiyenti

$$\alpha = \Phi_\alpha / \Phi_e$$

Qaytarilish koeffitsiyenti

$$\rho = \Phi_\rho / \Phi_e$$

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

Φ_e – jismga tushayotgan nurlanish oqimi;

Φ_α – jism tomonidan yutilayotgan nurlanish oqimi

Φ_ρ – jismdan qaytarilayotgan nurlanish oqimi.

Φ_τ – jismdan o'tkazib yuborilayotgan nurlanish oqimi.

Issiqlik nurlanish jarayonining asosiy qonunlari bo'lib Plank qonuni, Stefan – Bolsman, Kirxgorf va Lambert qonunlari hisoblanadi. Nurli issiqlik almashinishini hisoblash quyidagi ibora yordamida bajarilishi mumkin:

$$\Phi_{mc} = E_{pr} C_0 (T_1 / 100)^4 - T_2 / 100)^4]$$

$$E_{pr} = 1 / [1/E + F_1/F_2 (1/E_2 - 1)]$$

Φ – nurli oqimning natijaviy yuza zichligi

E_{pr} – jismlar tizimining keltirilgan qoralik koeffitsiyenti

C_0 – qora jismning nurlanish koeffitsiyenti

T_1 va T_2 – plastinkalarning temperaturasi

E – jismning qoralik koeffitsiyenti

F_1 va F_2 birinchi va ikkinchi jismning yuza maydoni .

Tayanch so'z va iboralar, ularning izohi

Issiqlik o'tkazuvchanlik – temperatura gradienti mavjud bo'lgan sharoitda yaxlit muhitda issiqlikning ko'chirilish jarayoni.

Konvektiv issiqlik almashinish – muhitning makroskopik elementlari yordamida issiqlikning issiqlik tashuvchining o'zi tomonidan ko'chirilish jarayonidir.

Nurli issiqlik almashinish – issiqlikni elektromagnit to'lqinlar energiyasi sifatida tarqalib ko'chirilish jarayonidir.

Statsionar rejim – temperatura maydoni vaqt davomida o'zgarmas bo'lgan holat.

Statsionar bo'lmagan rejim – temperatura maydoni vaqt davomida o'zgarib boradigan holat.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Issiqlik almashuvining nechta elementar ko'rinishi mavjud?
2. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni nima haqida?
3. Nyuton-Rixman formulasi orqali nimani aniqlash mumkin ?
4. Suyuqlikning qanday turdagi oqish rejimlari mavjud?
5. Nurli issiqlik almashuvining asosiy qonunlari qaysilar?

VI BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA ISSIQLIK USKUNALARIDA GAZLAR OQIMINING HARAKATI

17-§. Gazlar harakatining karakteri, turlari va undagi qarshiliklar

Barcha issiqlik qurilmalarida ishlov berilayotgan materialni qizdirish jarayonida, yonish uchun havo va gazni isitish jarayonida issiqlikni uzatish vazifasini yonish mahsulotlari bajaradi. Shu sababdan, issiqlik qurilmalarida ma'lum miqdordagi gazlarni berish, o'tkazish va chiqarib yuborish uchun ma'lum bo'lgan sharoitlar yaratilishi kerak. Qurituvchi agent, o'choq gazlar va bug' ishlov berilayotgan materialga nisbatan yuqoriroq darajada qizigan holda bo'ladilar va haraktlanish davrida o'z issiqlik energiyalarini materialga beradilar. Shunga ko'ra ularni issiqlik tashuvchi deb atab, issiqlik qurilmalari ichidagi mexanika qonunlari chuqur o'rganiladi.

Gaz harakati laminar va turbulent bo'lishi mumkin. Ular orasidagi farq shundan iboratki, laminar oqimda ba'zi bir molekulalargina xaotik tarzda pulsatsiyali harakat qilsa, turbulent oqimda bunday harakatni gazning yirik zarrachalari bajaradi.

Gaz harakatining karakterini Reynold mezonini aniqlab beradi:

$$Re = W d \gamma / g \mu$$

W – gazning tezligi, m/sek,

d – quvurning diametri, mm

γ – gazning solishtirma og'irligi, kg/m³

g – tortilish kuchining tezlanganli (9,81 m/sek²)

μ – qovushqoqlik koeffitsiyenti, kg sek/m²

Re < 2320 bo'lganda harakat laminal, Re > 2320 bo'lganda turbulent bo'ladi.

Pech amaliyotida laminal turdagi gazlar harakati kam uchraydi.

Gazlar harakati davomida kinetik energiyaning issiqlik energiyasiga o'tishi oqibatida bosim kuchining yo'qolishi kuzatiladi. Bu hodisa gaz zarrachalarining devorga ishqalanishi, oqimning ko'ndalang qarshiliklariga urilishi va bir-biriga urilishi natijasida

sodir bo'ladi. Gazlar yulining qismlarida gazlar harakatining tezligi va yo'nalishidagi o'zgarishlar sababli yuzaga kelgan qarshiliklar **mahalliy qarshiliklar** deyiladi. Gaz quvurining butun yo'li bo'ylab gazning devorga ishqalanishi natijasida vujudga kelgan qarshiliklar **ishqalanish qarshiliklari** deyiladi. As tizimining umumiy qarshiligi:

$$Ac = h_m + h_{tr} \pm h, \text{ kg/m}^2$$

h_{sh} – mahalliy qarshilik

h_{tr} – ishqalanish qarshiligi

h_r – geometrik bosim kuchini yengish

Ishqalanish qarshiligi. U ko'p miqdorda gazlar harakatiningi harakteriga bog'liqdir. Laminar harakatda devorning g'adir -- budurligi oqim qarshiligiga ta'sir etmaydi, turbulent harakatda esa devor g'adir-budurligi, chegaraviy qatlamning qarshiligi gazning harakatiga qarshilik ko'rsatadi.

Mahalliy qarshiliklar. Gaz oqimi tezligi va yo'nalishining o'zgarishi qaytmas holdagi yo'qotishlarni vujudga keltiradi. Harakat tezligi kamayganda tez harakatlanayotgan zarrachalar sekin harakatlanayotgan zarrachalarga uriladi. Gaz oqimi yo'nalishining to'satdan o'zgarishi qarshi moddaga nisbatan ro'paradan bo'ladigan o'zgarishga olib keladi. Bundan tashqari gazlar harakati tezligi va yo'nalishi o'zgarganda yuzaga keladigan o'lik fazolar ham yo'qotishlarning manbai hisoblanib, ularda quyunlar va oqimning torayish hollari kuzatiladi. Pechlarning gaz quvurlarida mahalliy qarshiliklar katta qiymatni tashkil etadi. Shu sababdan, ularni biriktirish va ajratish hamda pardoiz qismlarini tayyorlash va o'rnatish paytida katta e'tibor bilan yondoshish talab etiladi.

Gaz harakatinint turlari. Gaz harakati tabiiy va majburiy bo'lishi mumkin. Agar gazning harakati pech maydonining turli nuqtalaridagi gazlarning solishtirma og'irliklaridagi farq asosida kelib chiqsa, unda gazning harakati tabiiy yoki erkin deb ataladi. U tashqaridan berilgan hech qanday kuch ta'sirisiz paydo bo'ladi. Quvurda gazlar devorga to'qnashib qizishi va sovishi mumkin, bunda temperaturaning o'zgarishi geometrik bosim kuchini tug'diradi va natijada gazlar tabiiy holda harakatlana boshlaydi.

Majburiy harakat tashqaridan berilgan kuch ostida vujudga keladi. Bunday kuchlarga gorelkadan chiqayotgan oqimning kinetik energiyasi, pech hajmining boshi va oxiridagi bosimning farqi misol bo'la oladn. Odatda pechlarda gazlarning harakatiga birgalikda barcha kuchlarning ta'siri sabab bo'ladi. Gazlar harakatini majburiy ravishda boshqarish yoqilg'ining yonish jarayoni va pechdagi issiqlik almashinuvini to'g'ri olib borishning birdan bir usulidir.

18-§. Gaz oqimlari harakatini amalga oshirish uchun ishlatiladigan moslamalar

Pechga gazlarni tabiiy ravishda tug'ilgan bosim yoki sun'iy ravishda so'rib oluvchi moslamalar yordamida kiritiladi va chiqarib yuboriladi. Har qanday pechdagi chiqindi gazlarni chiqarib yuborish uchun tutun quvurlari o'rnatiladi. Tutun quvurining ishi gazlarning geometrik bosimi asosida amalga oshiriladi. Havo va qizigan pech gazlarining ustuni tutun quvuridagi gazlarning yengilroq ustunini siqib chiqaradi. Siqib chiqaruvchi kuch pechdagi qarshiliklarni yengishga va bundan tashqari ma'lum zaxira bosimga ega bo'lishi kerak.

Tutun quvurlarining hisobida ularning bo'yi va quyulish joyidagi diametri aniqlanadi.

Sun'iy tortilish. Sun'iy tortilish ya'ni so'rib olish yoki so'rib chiqarish bug'li ejektorlar yoki ventilyatorlar yordamida amalga oshiriladi. Bug'li ejeksiya havoni bosim ostida berish, chiqindi gazlarni chiqarib orish uchun qo'llaniladi. Bunda kerakli bo'lgan siyraklanish vujudga keltiriladi. Ventilyator orqali so'rib olish kamroq qo'llaniladi, odatda uning yordamida gazlar so'rib chiqarib yuboriladi. Katta bosim va temperatura sharoitida markazdan klchma ventilyatorlar qo'llanilib, ularning kirish tirqishlari borovoga, chiqish tirqishlari tutun quvuriga ulanadi.

Agarda gaz oqimi tor quvurdan keng quvurga oqib o'tsa, oqib chiqayotgan oqim ichida siyraklanish vujudga kelib, keng quvurda tirqishlar bo'lgan sharoitda tashqi muhitdan oqayotgan oqim yuziga gazlarning so'rilib kirish hodisasi kuzatiladi. Ana shunday moslama **ejektor** deb ataladi (4-rasm). Ejektor gazlarni gashish va aralashtirish uchun qo'llaniladi. Ulardan gaz gorelkalarida gaz va

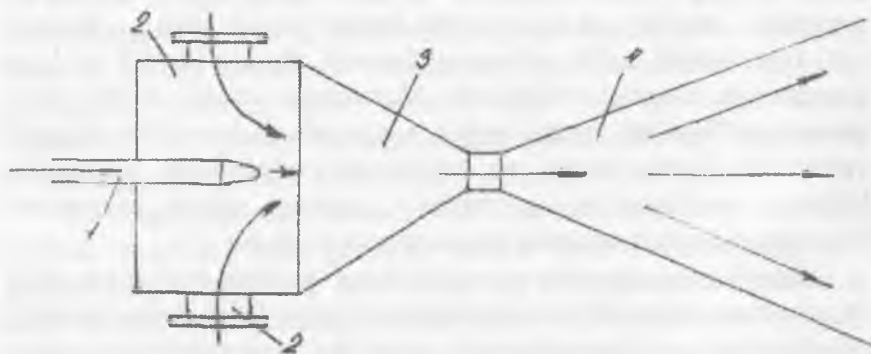
havoni soʻrish va aralashtirish uchun, chiqindi gazlarni chiqarib yuborish uchun foydalaniladi.

Parrakli ventilyatorlarda gazlar oʻq boʻylab harakatlanadilar, ularda katta hajmdagi gazlarni kichik qarshiliklar boʻlgan holda harakatlantirish uchun foydalaniladi. Parrakli ventilyatorlarning f.i.k. 0,2 – 0,4 ga teng. Markazdan qochma ventilyatorlarda gaz chetki qismga kurakchalar orqali chiqarib yuboriladi. Bunda kurakchalar radial tarzda oʻrnatilganligi sababli gaz kurakchalarining harakat tezligini egallaydi (5-rasm). Markazdan qochma ventilyatorlar yuqori (200–1000 mm. suv ustuni), oʻrta (80–2000 mm. suv ustuni) va past (80 dan kichik mm. suv ustuni) bosimli boʻladilar. Ventilyatorlar yaratayotgan yigʻindi bosim qiymati dinamik bosim kuchi va statik bosimning yigʻindisiga teng:

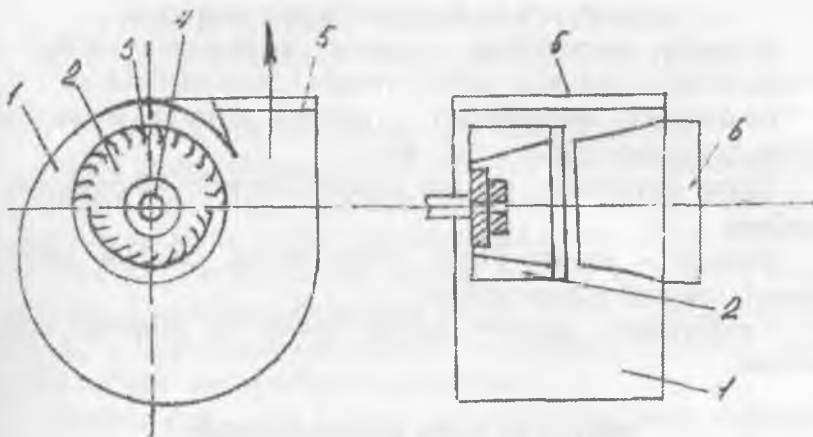
$$h_{\text{sum}} = h_{\text{stat}} + h_{\text{din}}$$

Ventilyator yaratayotgan yigʻindi bosim gʻildirak diametrining kvadratiga va aylanishlar sonining kvadratiga toʻgʻri proporsionaldir.

Yigʻindi bosim sharoitida ventilyatorning f.i.k. 0,5 – 0,75 ni tashkil etadi. Ventilyator tanlashda berilgan unumdorlik asosida va toʻliq bosim asosida aylanishlar soni gʻildirak diametri va energiya sarfi aniqlanadi.



4-rasm. Ejektorning ishlash sxemasi;
1 soplo, 2 -patrubok, 3 -kamera, 4-diffuzor.



5-rasm. Markazdan qochma ventilyatorning sxemasi;
1-kojux, 2 -g'ildirak, 3-kurakchalar, 4-val, 5 va 6 – patruboklar.

19-§. Aerodinamik qarshiliklarni hisoblash asoslari

Quritgich va pechlarda kanallar orqali gazlarning harakati juda murakkab tarzda kechadi. Eng murakkab qismlardagi qarshiliklarni eng oladigan ventilyator kamroq qarshilikka ega bo'lgan joylarda bemaolol ishlay oladi. Ventilyatorni tanlashda butun tizimni havo bilan ta'minlash ko'zda tutiladi. Xuddi shu tamoyil pechdagi tutun gazlarini bitta tutun tortgich bilan chiqarib tashlanayotgan holda qo'llaniladi.

Tutun yuradigan quvurlar tutun tortgich va tutun quvurlar ishlagan paytda siyraklanish holida bo'ladi, va shu siyraklanish ular tutun tortgich va tutun quvuriga qancha yaqin bo'lsalar, shuncha yuqori bo'ladi. Shu sababdan, taxdagi boshqaruvchi shiber, qum to'ldirgichdagi barcha mavjud tirqishlar tashqaridagi havoni harakatlanayotgan gazlarga so'rilishiga olib keladi. Bu esa qarshiliklarni ko'payishiga sabab bo'ladi. Bunday so'rilishlar ayniqsa tunnel pechlarida ko'p uchraydi.

Pechlarni loyihalashtirishda gaz va havoning harakatlanish tezligi, ular temperaturasining harakat davrida pasayish qiymatlari jadvallarda beriladi. Qarshiliklar bo'yicha hisoblar jadvallarga joylashtirilib, unga har bir qarshilik qiymatlari yozib qo'yiladi.

Tayanch soʻz va iboralar va ularning izohi

Mahalliy qarshiliklar – gazlar harakatining tezligi va yoʻnalishidagi oʻzgarishlar sababli yuzaga kelgan qarshiliklar.

Ishqalanish qarshiliklari – gazning devorga ishqalanishi natijasida vujudga kelgan qarshiliklar.

Tutun quvurlari – chiqindi gazlarni chiqarib yuborish uchun moslama.

Ejektor – havoni bosim ostida berish, chiqindi gazlarni chiqarib yuborish uchun qurilma.

Ventilyator – gazlarni soʻrib kiritish va chiqarish uchun qurilma.

Mavzu boʻyicha nazorat savollari

1. Gazlar harakatining qanday turlari mavjud?
2. Qanday turdagi qarshiliklarni bilasiz?
3. Tutun quvurlarining ishlash prinsini qanday?
4. Ejektorlarning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
5. Qanday turdagi ventilyatorlar mavjud?

VII BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDAGI ISSIQLIK JARAYONLARI

20-§. Quritish jarayonining nazariy asoslari

Silikat materiallariga issiqlik ishlovini berish jarayonlari eng mas'uliyatli va eng murakkab hisoblanib, buning natijasida xomashyo va yarim tayyor mahsulotlarda qaytmas fizik-kimyoviy jarayonlar ro'y berib, ularning agregat holatida va hajmida keskin ravishdagi o'zgarishlar bo'lmagan holda fazaviy tarkibi, struktura tuzilishi va fizik-texnik xususiyatlari yangilanib, foydalanish uchun kerakli bo'lgan xususiyatlarini egallaydilar.

Quritish deb, qattiq holdagi materialdan bug'latish yordamida namlikni chiqarib yuborish jarayoniga aytiladi. Quritish jarayoni material hajmining o'zgarishi bilan birga kechadi, bu **qisqarish** deb ataladi. Qisqarish jarayonida material deformatsiyaga uchrab buyumlarning sinishi va yorilishi mumkin. Quritilayotgan material ko'p komponentli tizim hisoblanib, u qattiq skeletdan, namlikdan, havo va suv bug'laridan tashkil topadi. Materialning atrof muhitga nisbatan 3 ta agregat holati mavjud: nam, muvozanat va gigroskopik. **Nam holat deb** material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof muhitdagi suv bug'larining porsial bosimidan katta bo'lgan holatga aytiladi. Ana shu sharoitda materialdan namlik yo'qoladi. Muvozanat holatda ikkala porsial bosimning qiymatlari tenglashadi va bu sharoitda material qurimaydi. **Gigroskopik holatda** material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof-muhitdagi suv bug'larining porsial bosimidan kichik bo'ladi. Bu hol faqat sun'iy ravishda hosil qilinishi mumkin.

Quritilayotgan material unga ta'sir etayotgan qurituvchi agent ta'sirida ochiq yuzasi orqali namlikni chiqara boshlaydi.

Materialning nam saqlovchisini vaqt davomida o'zgarishi grafik usulda aniqlanadi va qizdirish chizig'i deb ataladi. 6-rasmda kapillyar g'ovakli kolloid material uchun quritish chizig'i va materialning temperatura o'zgarishi keltirilgan. Punktir chiziq bilan quritgich agentining quruq **ts** va ho'l **tm** termometrlar bilan o'lchangai va doimiy qiymatda ushlab turiladigan temperaturasi ifodalangan. **Up** quritgich agentiga nisbatan materialning muvozanat

namligining chizig'i. O'rtacha nam saqllovchisi U_0 va t_0 temperaturaga ega bo'lgan material qurilmaga solinib, u orqali $t_s > t_0$ va suv bug'larining porsial bosimi P^1 sa bo'lgan qurituvchi agent yuboriladi. P^1 ga material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi P^1 ma bo'lgani uchun namlikni chiziq 1 orqali bera boshlaydi. Quritgich agenti namlikni assimilyasiya qilib to'yinadi va qurilmadan chiqib ketadi. Uning o'rniga quritgich agentining yangi porsiyalari kela boshlaydi. Materialda vaqt birligi ichida yo'qolayotgan namlikning miqdori osha borib, a nuqtada maksimumga erishadi. Bir vaqtda materialning temperaturasi t_0 dan t_m gacha oshib, a^1 nuqtada material yuzasi **shudring nuqtasiga** yetadi. Unda quritgich agentining temperaturasi ho'l termometr temperaturasi ga yetadi. Materialdan namlikni chiqish jarayonining o'sib borish bosqichi quritishning birinchi bosqichi deyiladi, bunda material yuzasi a^1 gacha qiziydi. U qisqa bo'lib, τ_1 bilan belgilangan. a nuqtadan δ nuqtagacha nam saqllovchi bir xil tezlikda yo'qola boshlaydi, material yuzasining temperaturasi o'zgarmaydi. Bunda material yuzasidan namlik bug'lanib, issiqlik bug' hosil bo'lishiga sarflanadi. Bu bosqichda material markazidagi temperatura asta-sekin oshib yuza temperaturasi gacha yetadi. Bu bosqich a nuqtadan 8 gacha ifodalanib, doimiy tezlikdagi quritish bosqichi deyiladi. Bunda δ nuqtasi materialning kritik nam saqllovchisiga ega holatiga to'g'ri keladi. Bu holatda qisqarish tugab, materialda struktura hosil bo'lish jarayoni yakunlanadi. Bosqichning chuzilishi $\tau_2 - \tau_1$ bilan belgilanadi. δ nuqtadan o'rtacha yakuniy nam saqllovchi U_k gacha, ya'ni materialni qurilmadan chiqarib olish holatigacha, namlikni yo'qolishi sekinlashadi va chiziq bir asimptotik holda muvozanat holati U_p gacha yaqinlashadi. Bu tushib ketayotgan tezlikdagi quritish bosqichi deyiladi. Bu bosqich eng uzun bo'lib, uning boshlanishi chiziq 2 da δ nuqtada ifodalanadi. Bu nuqtada materialning t_n temperaturasi keskin oshib, uchinchi bosqichda asimptotik ravishda quritgich agentining quruq termometri bo'yicha temperaturasi ga yetib oladi. Bosqichning uzunligi $[\tau_3 - (\tau_2 + \tau_1)]$ bilan ifodalanadi.

21-§. Quritish jarayonidagi qisqarishlar va deformatsiyalanish

Quritilayotgan materialdan namlikni chiqib ketish jarayonida u qisqaradi. Tuproqqa nisbatan materialning chiziqli o'lchamlari va namligi orasida quyidagi bog'lanish mavjudligi aniqlangan:

$$l = l_1 [1 + \alpha_w (w - w_1)]$$

l – jismining boshlang'ich uzunlik o'lchami, sm

l_1 – W_1 namlikdagi uzunlik o'lchovi, sm

α_w – chiziqli qisqarish koeffitsiyenti

w – jismining boshlang'ich namligi

w – jismining oxirgi namligi

Absolyut chiziqli qisqarish

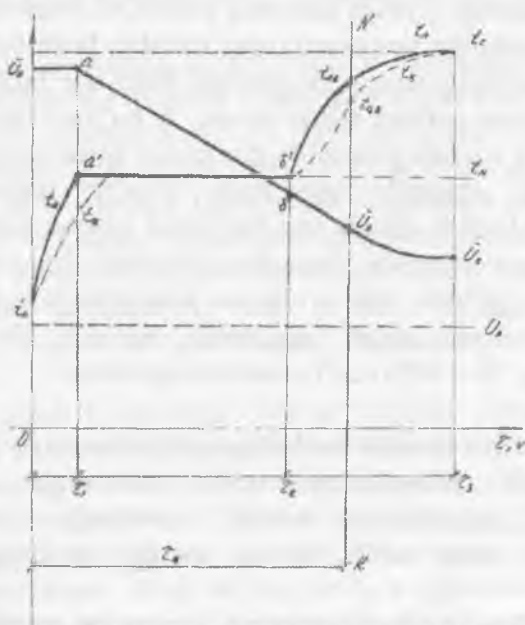
$$\Delta l = l - l_1 \text{ sm}$$

nisbiy chiziqli qisqarish

$$\delta = l - l_1 / l_1 = \Delta l / l_1$$

yoki

$$\delta = \Delta l / l_1 \cdot 100\%$$



6-rasm. Doimiy temperatura sharoitida quritish chizig'i

yoki

$$\delta = \frac{l - l_1}{l_1} = \alpha_w (w - w_1)$$

yoki

$$\delta = \alpha_w \frac{100}{p} (C - C_1) = \alpha_c (C - C_1)$$

α_s – namlik bo'yicha 1g/sm^3 konsentratsiya farqiga nisbatan chiziqli qisqarish koeffitsiyenti.

Buyum jismi bo'ylab namlikning barobar taqsimlanmasligi va quritishning barobar bo'lmasligi buyumning qalinligi va uning gabarit o'lchamlariga nisbatan kuzatilishi mumkin. Buyumni quritishda vujudga kelgan kuchlanishlar qisqarishning kattaligiga proporsionaldir. Kuchlanishlar oqibatida buyumlar yuzasida cho'zilish kuchlari vujudga kelib, ular buyumlarda yoriqlarni hosil qiladi. Quritish jarayonida yoriqlarni vujudga keltiruvchi kuchlanganlikning qiymati jismning yuzasi va markazidagi namlik konsentratsiyasining farqi va α_s ning kattaligi bilan bog'liq, lekin u buyumning qalinligi va namlik gradienti bilan bog'liq emas.

Buyumlarni quritish tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin. Tabiiy quritish ochiq havoda o'tqazilib, qurituvchi agent hisoblangan havo ventilyatorsiz chiqarib yuboriladi. Sun'iy quritish ma'lum qurilmalarda kechib, ularda suv bug'larini yutgan qurituvchi agent ventilyatorlar yordamida chiqarib yuboriladi. Materialga issiqlik kolorifyerda isitilgan yoki o'choqda yoqilg'ini yoqish yordamida olingan qurituvchi agent yordamida beriladi. Hozirgi vaqtda buyumlarning 70 – 80% sun'iy ravishda quritiladi.

22-§.Kuydirishda sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar

Kuydirish jarayonidagi sodir bo'ladigan o'zgarishlar olinayotgan materialning turiga, xossalariga va kuydirish jarayonining usuli, tartibi hamda issiqlik qurilmasining turiga bog'liq.

Keramik materiallarni kuydirish jarayonida materialni ma'lum miqdorda pishirish ko'zda tutiladi. Bunda hosil bo'lgan suyuq faza

materialning mayda zarrachalari atrofini o'rab olib, ularni bir-biriga bog'laydi va uning mexanik xossalari keskin sur'atda oshirib yuboradi. Kuydirish jarayonida bir vaqtda yana bir qator o'zgarishlar ro'y beradi, ularning qatoriga degidratlanish, yangi kimyoviy birikmalar va qorishmalarning hosil bo'lishi, massa komponentlarining polimorf o'tishlari, rekristallizatsiya va boshqalar kiradi. Kuydirishda hosil bo'lgan suyuq faza material g'ovaklarini qisman va to'la ravishda qoplab, buyumlarning qisqarishini vujudga keltiradi.

Materialni kuydirishdagi yakuniy temperatura ko'pincha aniq bir qiymat bo'lmay, u kuydirish tartibi bilan aniqlanadi.

Kuydirishdagi jarayonlarning to'la-to'kis borishligi uchun pechning ichida ma'lum bir gaz muhiti yaratiladi. Bundan tashqari, pechning ichida temperaturani kuydirilayotgan materialda mumkin qadar ichki kuchlanishlarni tug'dirmaslik maqsadida ma'lum bir tezlikda ko'tariladi. Kuydirishning davomiyligi pechning tuzilishiga bog'liq. Bog'lovchi materiallarni kuydirish jarayonida asosan degidratatsiya, dekarbonizatsiya va klinkerning hosil bo'lishi kuzatiladi.

Gipsli bog'lovchilarni kuydirishda ikki molekulyar gipsni yarim molekulyar yoki suvsiz angidrid holatigacha degidratlantiriladi.

Gipsni kuydirish temperaturasi 120 -180°C ni tashkil etadi.

Angidridli sement olishda gips 600 -700°C da, estrix gips olishda 800-1000°C da kuydiriladi. Ohak ishlab chiqarishda esa asosiy jarayon bo'lib, ohaktoshni dissotsiatsiyalash hisoblanadi.

Sement klinkerini kuydirishda degidratatsiya, karbonatlarning dissotsiatsiyasi, silikatlarining hosil bo'lishi, alyuminat va kalsiy ferritlarining paydo bo'lishi hamda omixtaning qisman erishi kuzatiladi.

Shisha ishlab chiqarishda pechlar shishani pishirish va unga termik ishlov berish uchun qo'llaniladi. Pechdagi omixtaga temperatura va gazlarning ta'siri tufayli shisha massasi hosil bo'ladi. Shisha pishirishning quyidagi bosqichlari mavjud: shishaning hosil bo'lishi, gazlardan xalos bo'lish va sovitish. Shishaning hosil bo'lish jarayonida murakkab fizik va kimyoviy o'zgarishlar ro'y berib, ularga namlikning yo'qolishi, suyuqlanish, ba'zi komponentlarning uchishi, gidratlarning parchalanishi, karbonat, sulfat va nitratlarning

ajralishi, komponentlarning bir-biri bilan ta'sirlashuvi, silikatlarning hosil bo'lishi, hosil bo'lgan suyultmada moddalarning erishi kiradi.

Gazlardan xalos bo'lishdan asosiy maqsad hosil bo'lgan suyultmadan gazlarni yo'qotish va ularni shaxta komponentlari bilan ta'sirlashuviga yo'l qo'ymaslik, hamda suyultma tarkibini tenglashtirib, uning yacheykali strukturaga ega bo'lib qolishini oldini olishdir. Gazlardan xalos bo'lgan shisha massani uning qovushqoqligini oshirish maqsadida sovitiladi.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Nam holat – material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof muhitdagi suv bug'larining porsial bosimidan katta bo'lgan holat.

Muvozanat holat – material yuzasidagi va atrof muhitdagi suv bug'larini porsial bosimi tenglashgan holat.

Gigroskopik holat – material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof muhitdagi suv bug'larining porsial bosimidan kichik bo'lgan holat.

Degidratlanish – material tarkibidagi kimyoviy bog'langan suvning yo'qolishi.

Rekristallizatsiya – materiallarda yuqori temperatura ta'siri ostida yirik donalar o'lchamlarining keskin sur'atda o'sib ketishi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Quritish deb nimaga aytiladi?
2. Materialning atrof-muhitga nisbatan nechta agregat holati mavjud?
3. Quritish jarayonining qanday bosqichlari bor?
4. Quritish jarayonidagi qisqarishlar qanday ifodalanadi?
5. Kuydirish jarayonida qanday o'zgarishlar ro'y beradi?
6. Bog'lovchi materiallarni kuydirishda qanday jarayonlar sodir bo'ladi?
7. Keramik materiallarni kuydirishda qanday jarayonlar kechadi?
8. Shishani pishirishda qanday jarayonlar sodir bo'ladi?

VIII BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDAGI ISSIQLIK QURILMALARI

23-§. Silikat materiallar ishlab – chiqarish korxonalarida ishlatiladigan issiqlik qurilmalarining turkumlanishi

Silikat materiallar ishlab chiqarish korxonalarida turli xildagi pech va quritgichlar ishlatilib, ular asosan **tavsiya etilishi, konstruksiyasi, o'choq qurilmasining ishlash tartibi, gazlarning sirkulyatsiyasi va boshqa belgilari** asosida turkumlanadilar.

Issiqlik uskunalari umumiy holda quyidagi belgilarga ko'ra guruhlariga bo'linadilar:

1. **Issiqlik ishlovining harakteriga ko'ra** issiqlik qurilmalari past temperaturada ishlovchi va fizik namlikni yo'qotishga mo'ljallangan **quritgichlarga** va 500°C dan yuqori temperaturada ishlovchi va murakkab fizik-kimyoviy jarayonlarni olib borishga mo'ljallangan **pechlarga** bo'linadi.

2. **Ishlash prinsipiga ko'ra** issiqlik qurilmalari **uzluksiz va davriy** tartibda ishlaydigan guruhlariga bo'linadi.

3. Texnologik belgisiga ko'ra issiqlik qurilmalari quyidagi katta guruhlariga bo'linishlari mumkin:

a) bo'lak-bo'lakli va kukunsimon materiallarni kuydirishga mo'ljallangan pechlar. Bularga sement, ohak va boshqa bog'lovchi materiallarni, shamot, magnezit, dolomit, glinozem va boshqa o'tga chidamli materiallar olish uchun xom-ashyolarni kuydirish uchun ishlatiladigan pechlar kiradi.

b) shisha va emallar ishlab chiqarishda shaxtani suyuqlantirish va shisha massasini olish uchun ishlatiladigan pechlar kiradi.

v) keramik buyumlarni kuydirishga mo'ljallangan pechlar. Ularga xo'jalik chinnisi, o'tga chidamli materiallar, qurilish keramikasi, elektrotexnika chinnisi, texnik keramikasi buyumlarini pishirishda ishlatiladigan pechlar kiradi.

g) bo'lak-bo'lakli va kukunsimon materiallarni hamda yarim tayyor mahsulotni quritishda ishlatiladigan quritgichlar.

24-§. Quritgichlarning turkumlanishi

Asosiy ishlash prinsipiga ko'ra quritgichlar ikkita sinfga bo'linadi: **atmosferali quritgichlar** va **vakuumli quritgichlar**.

Atmosferali quritgichlarda material havo atmosferasida yoki barometrik bosim sharoitida tutun gazlari bilan quritiladi. Vakuumli quritgichlarda bug'-havo aralashmasining bosimi barometrik bosimdan ancha kichik bo'lgan va juda kam miqdorda havo saqlagan muhitda quritiladi. Ikkala sinfdagi quritgichlarda berilayotgan issiqlik materiallarga turli usullar yordamida uzatiladi. Ularda material **tinch holda** yoki **quritgich bo'ylab** turli usulda harakatlanadi.

Aytib o'tilgan quritgichlar ba'zi-bir belgilariga qarab guruhlariga bo'linishlari mumkin. Bu belgilar quyidagilardir:

– materialning harakatlanish usuli va quritgichning ishlash sikli;

– quritilayotgan materialga issiqlikning berilish usuli;

– qurituvchi agentning harakatini tashkil etish;

– issiqlik tashuvchining turi;

– texnologik nuqtai-nazaridan tavsiya etilishi;

– konstruktiv belgilari;

Materialning harakatlanish usuli va ishlash sikliga qarab quritgichlar **uzluksiz** va **uzlukli** bo'ladi.

Materialga issiqlikni uzatish usuliga ko'ra quyidagi quritgichlar mavjud: **konvektiv, kontaktli, radiatsion va yuqori chastotali**.

Quritgich agentining harakatini tashkil etilishiga qarab quritgichlar **retsirkulyatsiyali** va **retsirkulyatsiyasiz**, issiqlik tashuvchining turiga ko'ra **issiqlik havo bilan quritish, tutun gazlari bilan quritish, bug' bilan quritish** va **elektr yordamida quritish** turlari mavjud.

Texnologik belgilarga ko'ra quritgichlar **qum**, bo'lak – bo'lakli **tuproq**, ko'mir, o'tga chidamli buyumlar, **nafis keramika** va **qurilish keramikasi**, **shisha** va **shishakristall** materiallar, **bog'lovchi** materiallar uchun tavsiya etilishlari mumkin.

Konstruktiv belgilariga ko'ra quritgichlar turkumlanganda ular **ishchi maydonining shakli** va unda materialning **harakatlanish usuli** asos qilib olinadi.

Quritgichlarning quyidagi asosiy turlari mavjud: **to'g'ri oqimli** va **qarama – qarshi oqimli, konveyerli, barabanli, shaxtali, pnevmatik, kamerali, tagli** va boshqalar.

25-§. Pechlarning turkumlanishi

Sanoat pechi – bu buyum va materiallarni qizdirish uchun mo'ljallangan qurilmalarning majmuasidan iboratdir. Sanoat pechlarida issiqlikni olish manbai bo'lib, yoqilg'ining kimyoviy energiyasi, qizdirilayotgan materialning kimyoviy energiyasi yoki elektr energiyasi xizmat qiladi.

Pechlarda uchta agregat holatidagi yoqilg'ini ishlatish mumkin: suyuq, qattiq va gazsimon.

Yoqilg'ini yoqish pechning o'choq qurilmalarida olib boriladi. Sanoat pechi murakkab agregatdan iborat bo'lib, u avvalom bor pechning ishchi kamerasidan yoki texnologik jarayon zonasidan hamda yordamchi qurilmalardan tashkil topgan. Yordamchi qurilmalarga o'choq va yondirgich qurilmalari, chiqindi gazlarning issiqligidan foydalanish qurilmalari, havoni puflovchi, nasos va tutun tortish qurilmalari kiradi. Ishchi kamerasida asosiy texnologik jarayon kechadi. O'choq va yondirish qurilmalarida issiqlik manbai tayyorlanadi, ularga **o'choq** va suyuq yoqilg'ini purkab beruvchi moslama yoki yoqilg'i bilan havoni aralashtirib beruvchi qurilmalar kiradi. Pechning chiqindi gazlardan qayta foydalanish qismlarida havo va gaz qizdiriladi. Chiqindi gazlar materiallarni quritish va isitish uchun, suvni isitish uchun, suv bug'ini olish uchun ishlatiladi. Puflash qurilmalari va nasoslar yoqilg'i hamda havoni yuqori bosim ostida pechga uzatish uchun, tortib olish qurilmalari tutun gazlarini tortish uchun qo'llanadilar. Bulardan tashqari, sanoat pechlari pechning gidravlik rejimini boshqaruvchi asboblarni va armaturani, materialni yuklash va tushirib olish moslamalarini, pechni nazorat qiluvchi va rostlab turuvchi asboblarni o'z ichiga oladi. Qariyb barcha suyuqlantiruvchi pechlar radiatsion rejimda ishlaydilar, boshqa issiqlik almashuvchi yoqilg'i pechlari esa issiqlik almashgichlar hisoblanadilar.

Qavatli rejimda ishlovchi pechlarda sochiluvchan materiallarni qizdirish va suyuqlantirish jarayonlari olib boriladi. Bu pechlar

vertikal bo'lib, ularda material butun hajm bo'ylab joylashadi, qizib yotgan gazlar esa uning bo'laklari orasidan harakat qiladi. Ularda issiqlikning uzatilishi bir yo'la nurlanish va konveksiya asosida sodir bo'ladi. Issiqlik almashuvchi pechlarda temperatura ham vaqt bo'yicha, ham pechning uzunligi bo'yicha o'zgarib turishi mumkin. Issiqlik almashuvchi pechlarda temperatura vaqt bo'yicha o'zgarsa, bunday pechlar davriy yoki uzlukli pechlar yoki kamerali pechlar deyiladi. Ularning ishchi muhitida butun hajm bo'ylab temperatura bir xil bo'ladi. Issiqlik almashuvchi pechlarda temperatura vaqt bo'yicha o'zgarmas bo'lsa pechlar uzluksiz deyiladi. Agar uzluksiz ishlaydigan pechlarda temperatura ularning uzunligi bo'ylab o'zgarib tursa, pechlar uslubiy deb ataladi. Ular pechning tagi bo'ylab texnologik jarayon asosida turli temperatura bilan harakat qilayotgan buyumlarga ishlov berish uchun mo'ljallangan bo'ladi.

Texnologik jihatdan tavsiyalanishiga ko'ra pechlar **bo'lak – bo'lakli va sochiluvchan** materiallarni kuydiruvchi, **shakllangan materiallarni kuydiruvchi**, sochiluvchan materiallarni **pishiruvchi**, silikat suyultmalarini **hosil qiluvchi** turlarga bo'linadi.

Ishlash prinsipiga ko'ra sanoat pechlari **davriy** yoki **siklik** va **uzluksiz** turlarga bo'linadi.

Konstruktiv tuzilishiga ko'ra **shaxtali**, **aylanma**, **kamerali**, **halqasimon**, **tunnelli** va **hovuzli** bo'ladi.

Issiqlik almashish turiga qarab pechlar **ochiq olovli** (ya'ni qizdirilayotgan material bilan alangali gaz to'qnash bo'ladigan holda) va **mufelli** (ya'ni alangali gazlar issiqligi materialga oraliq devor orqali berilish holida) turlarga bo'linadi. Mufelli pechlarda alangali gazlar oraliq devorni qizdirib yuboradi va qizigan devor o'z issiqligini materialga issiqlik nurlanishi ya'ni radiatsiya yordamida uzatadi.

Issiqlik ajralib chiqish manbaiga ko'ra pechlar alangali va elektrli turlarga bo'linadi. Silikat sanoatida asosan alangali pechlardan foydalaniladi. Elektr pechlari elektr energiyasining issiqlik energiyasiga aylanish usuliga qarab turkumlanishi mumkin. Ular **elektron nurli**, **puflovchi**, **induksionli** va **elektr qarshilikli** turlarga bo'linadi. Sanoat pechlari ishini baholash **yoqilg'i sarfi**, **issiqlik unumdorligi** yoki **quvvati**, 1 kg mahsulotni kuydirish

uchun ketgan yoqilg'ining solishtirma sarfi, f.i.k. kabi ko'rsatkichlar asosida olib boriladi.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Atmosferali quritgichlar – materialni havo atmosferasi yoki barometrik bosim sharoitida tutun gazlari bilan quritadigan qurilma.

Vakuumli quritgichlar – materialni barometrik bosimdan ancha kichik bo'lgan bosim va juda kam miqdorda havo saqlagan muhitda qurituvchi qurilma.

Mufelli pechlar – materialni kuydirish alangali gazlar hisobiga oraliq devor yordamida amalga oshiriladigan qurilma.

O'choq – issiqlik manbai tayyorlanadigan yordamchi qurilma.

Puflash qurilmasi – yoqilg'i va havoni yuqori bosim ostida pechga uzatish uchun ishlatiladigan qurilma.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari.

1. Issiqlik qurilmalari qanday belgilariga ko'ra tavsiflanadilar?
2. Quritgichlarning qanday guruhlari mavjud?
3. Pech qurilmasi deganda nimani tushuniladi?
4. Pechlar qanday belgilariga qarab turkumlanadilar?
5. Pechning qanday yordamchi qurilmalari mavjud?

IX BOB. ISSIQLIK AGREGATLARINING KONSTRUKTIV ELEMENTLARI

Issiqlik uskunalarining asosiy elementi bo'lib o'choq qurilmasi, ishchi hududi yoki ishchi kamerasi, chiqindi gazlarning issiqligidan foydalanish qurilmalari, puflash va bosimni ta'minlash qurilmalari hisoblanadi. O'choq qurilmasida yoqilg'i yondiriladi. Ishchi kamera materialga berilgan texnologik rejim asosida issiqlik ishlovi berishi uchun xizmat qiladi. Chiqindi gazlarining issiqligidan foydalanish qurilmalarida gazsimon yoqilg'i va havo isitiladi, yoqilg'i quritiladi, hamda bug' va issiq suv olinadi. Bosimni ta'minlovchi qurilmalar atmosferaga tutun gazlarini chiqarib yuborish uchun puflovchi qurilmalar va nasoslar esa pechga yoqilg'i va havoni keltirib berish uchun xizmat qiladi

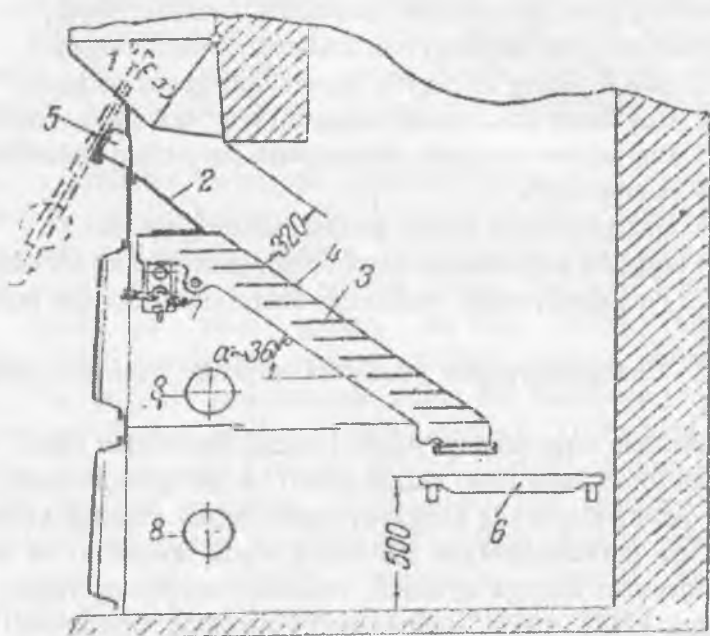
26-§. O'choqlar

Ma'lumki, pech qurilmalarini ishlashi uchun qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'ilar yondiriladi. Yoqilg'i mustaqil ravishdagi o'choqlarda yoki pechning ishchi muhitida yoqilishi mumkin.

Qattiq yoqilg'ini yoqish uchun oddiy va yarimgazli o'choqlar ishlatiladi. Yarim mexanik va mexanik o'choqlar ko'p tarqalgan turlarga kiradi. Ularda boshqoli panjara teshiklarining diametri 6 mm bo'lgan va havo berish uchun mo'ljallangan plitalardan iborat. Harakatdagi planka boshqoli panjara bo'ylab ilgarilanma –qaytarma harakat qiladi (7-rasm).

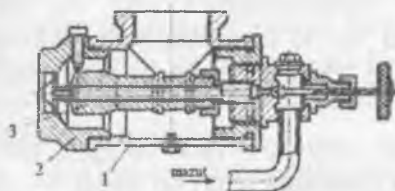
Boshqoli panjarasi harakatsiz turda bo'lgan o'choqlarda yog'ochlar, torf, ko'mir, yoqiladi. Mexanizatsiyalashgan o'choqlarda esa torf, ko'ngir va tosh ko'mir yoqiladi. Yarim gazli o'choqlarda o'choq gazlarining yonishi pechning ishchi maydonida sodir bo'ladi. Ularda uchuvchi komponentlari ko'p bo'lgan yoqilg'i yoqiladi. M: torf va ko'p alangali ko'mir. Yonish uchun beriladigan havo ikki bosqichda uzatiladi: birinchisida havo boshqoli panjaraning tagiga berilib, yarim gaz hosil qilinadi. Ikkinchisi, o'choq qurilmasining tepa qismiga yoki pechning ishchi maydoniga beriladi. Yarim gazli o'choqlarda temperatura 700–1000⁰C bo'lsa,

yarim gazning solishtirma yonish issiqligi katta ernas, ya'ni 2500–4000 klj/m³ga teng bo'ladi.



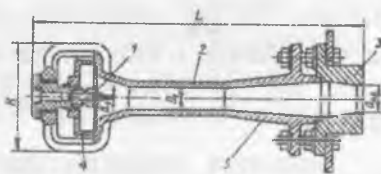
7-rasm. O'choq qurilmasi

1-bunker, 2-qo'zg'almas yoqish pilitasi, 3-cho'yanli yassi zinalar, 4-og'ma balka, 5-eshik, 6-gorizontall reshotka.



8-Rasm. Past bosimli forsunka.

1-korpus, 2- havoli soplo nasadkasi, 3-yoqilg'i quvuri.



9-rasm. Injeksion yondirgich

1-soplo, 2-aralashtirish kamerasi; 3-nasadka; 4-havoni berishni roslovchi halqa; 5-diffuzor

Suyuq yoqilg'ini yoqish uchun uni forsunka yordamida purkaladi. Suyuq yoqilg'i yondirilishidan avval uning qovushqoqligini kamaytirish maqsadida isitiladi. Suyuq yoqilg'ini yondirish jarayoni quyidagi bosqichlardan tashkil topgan:

1. Suyuq yoqilg'ini mayda dispers holatgacha purkash.
2. Bug'latish yoki suyuq yoqilg'ini bug' fazasiga aylantirish.
3. Bug'simon yonuvchi elementlarni havo bilan aralashtirish.
4. Alangalatish.
5. Gazlashtirilgan yonish aralashmasining yonishi.

Yoqilg'ini purkalishiga qarab forsunkalar ikki xil bo'ladi:

1. Purkalanayotgan muhitning energiyasi hisobiga purkalandigan.
2. Changlanayotgan yoqilg'ini siqilishi hisobiga purkalandigan.

Birinci turga past va yuqori bosimli forsunkalar kiradi. Yuqori bosimli forsunkada ichki mazut quvuri va uni qurshab turgan tashqi havo quvuri birgalikda kengayayotgan soploni vujudga keltiradilar, unda esa purkalanayotgan muhitning statik bosimi to'liq ravishda tezlantiruvchi kuchga aylanadi. Natijada, oqishning yuqori tezligi vujudga kelib, mazut oqimi kuchli ravishda maydalanib ketadi (8-rasm).

Gazsimon yoqilg'ilarni mash'al usulida yoqiladi, ya'ni gaz oqimi uni qurshab turgan havo oqimida yonadi. Gazni mash'al usulida yondiradigan qurilmaga yondirgich deyiladi. Gaz va havoni to'liq va to'liq bo'lmagan holda aralashtiruvchi yondirgichlar mavjud. To'liq aralashtiruvchi yondirgichlarda gaz va havo yondirgichning o'zida mukammal va to'liq aralashadi. Ikkinchi holda gaz va havo yondirgichdan chiqish joyida aralashadilar. (9-rasm).

Gazsimon yoqilg'ini diametri 100–150 mm bo'lgan quvur shaklidagi yondirgichda yoqiladi. Quvurning ichki bo'shligi bo'ylab changsimon havo aralashmasi 50–70m/s tezlikda keladi.

27-§. Gaz va havo tashuvchilar

Gazlar pechga tabiiy tortilish yoki uni sun'iy ravishda haydovchi va so'rib oluvchi moslamalar yordamida kiradi. Pechdan

chiqib ketayotgan gazlar ham sun'iy tortilishi (tutun gazlari) yoki majburiy tortilishi ya'ni ventilyatorlar yoki ejektorlar yordamida harakatlanishi mumkin. Pechlarda ko'pincha tabiiy tortilish hosil qilinadi yoki gazlar majburiy ravishda keltirib yoki chiqaralib yuboriladi. Gazlar yo'lidagi qarshiliklarni hisoblash orqali moslamalar yordamida hosil qilinadigan bosimning miqdori aniqlanadi.

Sun'iy tortilishni bosim yoki siyraklanishni hosil qilib boruvchi ventilyatorlar vujudga keltiradi. Bunda ular hosil qilgan bosim kuchi 3000 nm^2 dan ham oshishi mumkin. Ventilyatorlar past $/1000-3000 \text{ nm}^2/$ va yuqori bosimi $/3000 \text{ nm}^2$ dan yuqori $/bo'ladi$. Yonuvchi gazlar, havo va tutun gazlari ma'lum yo'llar bo'ylab harakatlanadilar. Tozalangan gazlar metallan yasalgan, qalinligi 6 mm li yo'llar bo'ylab, tozalanmagan gazlar esa metallan yasalgan yoki gishtdan qilingan yo'llar bo'ylab haydaladi. Yo'llarning ichki qoplamasi o'tga chidamli g'ishtdan yasaladi. Havoni haydash uchun metallan yasalgan yo'llardan foydalaniladi, ular qalinligi 3mm yoki undan ham yupqa temirdan payvandlash usulida yasaladi. Tutun gazlari esa gishtdan yasaladigan kanallar bo'ylab harakatlanib, metallan ishlangan tutun quvurlariga ulanadi.

28-§. Klapanlar

Gaz quvurlari ularni yoqish, rostlash va portlashini oldini olish uchun ogohlantirish vazifasini o'tovchi klapanlar bilan ta'minlanadilar. Klapanlar yoquvchi yoki o'chirib qo'yuvchi bo'lishi mumkin, yana gazlarning miqdorini rostlovchi hamda qo'riqlovchi va ko'chiruvchi ham bo'ladi. Qo'riqlovchi klapanlar 2-turga bo'linadi: a) bosim oshib ketgan sharoitda gaz quvurini buzilib ketishini qo'riqlovchi; b) gazning bir uchastkadan 2-chisiga o'tib ketishini oldini oluvchi.

Shakliga qarab klapanlar yassi ya'ni shiberlar, kiyik ya'ni surib qo'yuvchi va tarelkasimon bo'lishi mumkin. Klapanlar quruq va gidravlik usulda zichlantiriladilar. Quruq zichlantirishda yuzalar bir-biriga nisbatan siqilib joylashtiriladilar, gidravlik zichlantirishda yuzalar suvga botirilib turiladi. Gidravlik tarzda yopib kuyishda gaz

uchun tirqish gaz quvuri o'chirib quyilgan paytdagina suv bilan to'ldirib qo'yiladi.

29-§. Pechlarning taxi va poydevorlar

Pechning taxi uning ishchi maydonini va gaz oqimini chegaralash uchun kerak. Pech taxining materiali pechning temperatura rejimiga, qizdirilayotgan material bilan ta'sirlashuviga bog'liqdir. Taxlar o'tga chidamli, o'tga chidamli emas va issiqlik himoyalovchi bo'ladi. Past temperaturali pechlarning taxi qizil yoki silikat g'ishtdan, ba'zida beton yoki yog'ochdan qilinadi. Temperatura 400–500°C dan oshsa tax o'tga chidamli g'ishtdan yasaladi.

Yuqori temperaturali pechlarning taxi, masalan; vannali pechlarning taxi faqat o'tga chidamli g'ishtlardan yasaladi, chunki ularda yemirilish kuchli bo'ladi. G'ishtlarni ulashdagi chiqitlarni kamaytirish uchun g'ishtlar o'rniga bruslardan foydalaniladi. Pech taxi zich bo'lishi shart, shundagina pech gazlari tashqariga chiqib ketmaydilar va havo tashqaridan pech ichiga kira olmaydi. G'ishtlar orasidagi tirqishlar qorishmalar yordamida berkitiladi.

Pech bevosita poydevorga tayanadi, shu sababdan ularni mustahkamlangan tuproqqa o'rnatiladi. Poydevorlar mayda toshlar yoki beton yordamida o'rnatiladi, ba'zida temir beton ham qo'llaniladi. Poydevor asosining o'lchamlari tushayotgan yuk va tuproqqa bo'lgan bosim asosida topiladi. Odatda beton poydevori pech devorlari tagida 500mm dan kam bo'lmaydi. Poydevorlar tag qismiga qarab ma'lum burchak bo'ylab keng qilinadi. Poydevor pech ishlaganda qizib ketishi kerak emas.

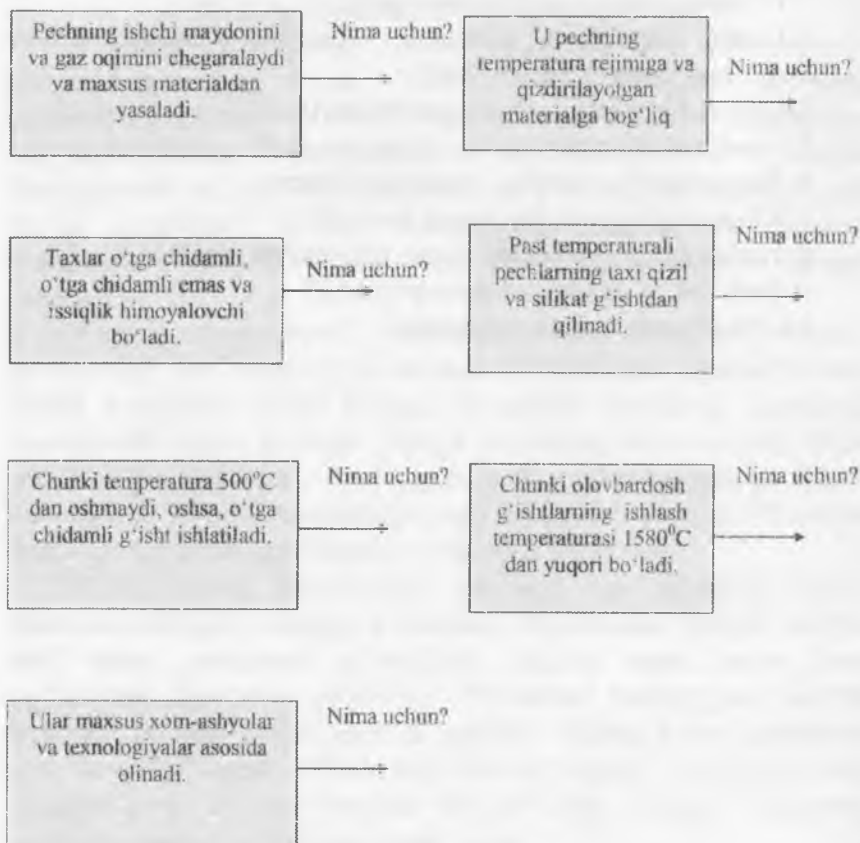
Tayanch so'z va iboralar

Pechning konstruktiv elementlari, o'choq, forsunka, yondirgich, gaz tashuvchi, havo tashuvchi, puflovchi qurilma, tutun mo'risi, tabiiy tortilish, sun'iy tortishish, klapan, pech taxi, poydevorlar, temir beton.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari.

1. Pechning asosiy konstruktiv elementlariga nimalar kiradi?
2. O'choqlar nima vazifani bajaradi?
3. Qattiq, suyuq va gazsimon yoqilg'ini yondirish uchun qanday o'choqlardan foydalaniladi?
4. Gaz va havo tashuvchilar qanday quriladi?
5. Ventilyatorlarning qanday turlari mavjud?
6. Klapanlarning vazifasi nimalardan iborat?
7. Klapanlarning qanday turlari mavjud?
8. Pechlarning taxi qanday materiallardan yasaladi?
9. Pech taxiga qanday talablar qo'yiladi?
10. Poydevorlar qanday o'rnatiladi?

Issiqlik agregatlarining konstruktiv elementlari mavzusini o'rganishda "Nima uchun?" metodini qo'llash



X BOB. SILIKAT MATERIALLARINI ISHLAB CHIQRISHDAGI QURITGICHLAR

30-§. Silikat materiallarini quritish xususiyatlari

Silikat materiallar ishlab chiqarish texnologiyasida boshlang'ich xomashyo materiallari va yarim tayyor mahsulotlar quritishga yuboriladi. Xomashyo materiallarini masalan: qum, tuproq, dala shpati, dolomit va x.k. larni quritishdan maqsad, ularni texnologik jarayonning keyingi bosqichiga tayyorlashdan iboratdir. Yarim tayyor mahsulotlar esa ularga ma'lum darajadagi mexanik mustahkamlikni berish maqsadida quritiladilar. Qumni ixtiyoriy temperaturada va tezlikda quritish mumkin. Bo'lak-bo'lak holdagi tuproqni ixtiyoriy tezlikda quritilsa bo'ladi, lekin material sirtining temperaturasi oshib ketmasligi kerak, chunki 400°C dan yuqori temperaturada tuproq o'z qovushqoqligini yo'qotadi. Quritish jarayonida tuproqning qisqarishi natijasida darz ketib yorilishi uning sifatini pasaytirmaydi, aksincha namlikni yo'qolish jarayonini osonlashtiradi.

Yarim tayyor mahsulotlarni quritish esa, ma'lum quritish tartibini talab yetadi, chunki bunda quritish jarayonida vujudga kelgan kuchlanganliklar buyumlarning deformatsiyalanishiga va ularda darzlarning hosil bo'lishiga olib keladi. Vujudga keladigan kuchlanganliklarning va qisqarishning kattaligi buyum jismidagi namlik konsentratsiyasining farqi bilan o'lchanadi va quritish tezligi va quritishga bo'lgan ta'sirchanlik qancha katia bo'lsa shuncha ko'p bo'ladi.

Turli qalinlikka ega bo'lgan buyumlarda bir xil quritish tezligi sharoitida har-xil kuchlanganliklar vujudga keladi. Buyum shakli qancha murakkab bo'lsa, kuchlanganlikning qiymati shuncha yuqori bo'ladi. Shu sababdan, maksimal xavfsiz quritish tezligi buyumning qalinligi, materialning quritishga bo'lgan ta'sirchanligi va buyumning shakl tuzilishiga qarab tanlanadi.

Quritgichlarga qo'yiladigan talablar

Quritgichlarga quyidagi talablar quyiladi:

- maksimal quritish tezligi;
- qurib chiqqan materialning yuqori sifat ko'rsatkichlari;
- mahsulot birligi uchun issiqlik sarfining minimal miqdori;

—quritgichning butun hajmi bo'yicha quritish jarayonining bir tekisligi;

—quritish jarayonini oson tarzda boshqarish.

Quritgichlarning turkumlanishi. Quritgichlar ishlash sikliga, materialning harakatlanish usuliga, materialga issiqlikning uzatilish usuliga, quritish agentining harakatlanish turiga, texnologik jihatdan tavsiflanishiga va konstruktiv belgilariga ko'ra turkumlanadilar. Ishlash sikliga ko'ra quritgichlar **uzluksiz va davriy** bo'ladi. Materialga issiqlikni uzatish turiga qarab **konvektiv, kontaktli, radiatsion va yuqori chastotali** bo'ladi. Quritish usulini tashkil etilishiga ko'ra qurituvchi agentini **retsirkulyatsiya qiluvchi va retsirkulyatsiyasiz** turlarga bo'linadi.

Quritishga yuboriladigan silikat buyumlarning o'lchamlari va shakllari turli-tuman bo'lganligi va ularning shakllashda turli usullarning qo'llanishi ularni quritish jarayoniga katta talablar qo'yadi. Ushbu talablarga o'rtacha o'lchamga ega buyumlarni quritishda ishlatiladigan har bir zonada havoning namligini va temperaturasini rostlab turuvchi qurilmalarga ega bo'lgan **ko'p zonali quritgichlar** javob beradi. Izolyatorlarni va ichi bo'sh buyumlarni quritish uchun osma vagonetkalardan foydalaniladi. Zonali quritgichlarda 4–6 ta yo'llar bitta blokka jamlanib, ularning har birida alohida zanjirli itargichlar mavjud. Alohida zonalarda gazlarning retsirkulyatsiyasi ventilyatorlar yordamida, temperaturaniki esa kaloriferlar yordamida amalga oshiriladi. Issiqlik tashuvchining turiga qarab quritgichlar **qizigan havo bilan, tutun gazlari, bug'** bilan va **elektr toki** bilan qurituvchi turlarga bo'linadi.

Texnologik tavsiflanishi bo'yicha quritgichlar **qumni, tuproqni, buyumlarni qurituvchi** turlarga bo'linadi. Konstruktiv belgilariga ko'ra **tunneli, konveyerli, barabanli, shaxtali, pnevmatik, kamerali, tagli** quritgichlar bo'ladi.

Bo'lak-bo'lak holdagi va sochiluvchan xomashyo materiallarini turli tuzilishga ega bo'lgan quritgichlarda quritiladi. Nyuton formulasiga ko'ra materialdan chiqib ketayotgan bug' holdagi namlikning miqdori q_m bug'lanish yuzasi F ga proporsionaldir:

$$q_m = f(F)$$

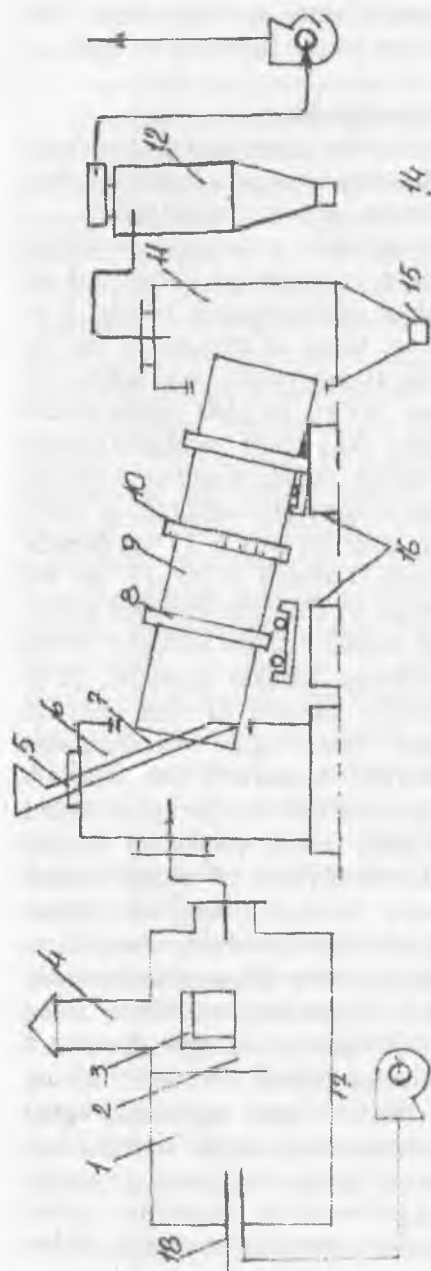
Demak, bo'lak-bo'lak holdagi va sochiluvchan materiallarni quritishda shunday usulni tanlash kerakki, zero qurutuvchi agent har

bir zarracha va bo'lakni barcha tomonlarini qurshab olsun. Shu holdagina quritish jarayonining samarasi yuqori darajada bo'ladi.

31-§. Barabanli quritgichlar

Silikat sanoatida xomashyo materiallarini quritishda barabanli quritgichlar keng qo'llaniladi. Ularni ishlatish qulay, quritish uchun ulardan foydalanilganda ma'lum darajada iqtisodga erishiladi.

Barabanli quritgich (10-rasm) aylanib turadigan po'latdan yasalgan baraban 9 dan iborat bo'lib, u gorizontalga nisbatan 4-6° burchak qiyaligida joylashadi. Baraban ikkita tayanch bandaj 8 va uni aylantirib turuvchi shesternya 10 bilan ta'minlangan bo'lib, baraban aylananda bandajlar qo'zg'almas rolikli tayanchlar 16 bo'ylab g'ildiraydilar va barabanni bo'yi bo'ylab harakatlanib ketishini oldini oladilar. Barabanning ikki cheti zichlantiriluvchi halqa 7 yordamida 6 va 11- kameralarga mahkamlangan. Material tushurgich 5 orqali quritgichni ta'minlab turuvchi kamera 6 ga kelib tushadi. Kamera 11 orqali quritilgan material zatvor 15 yordamida tayyor mahsulot tasmaiga yuklanadi. Kamera 6 va 11 lar bir vaqtning o'zida quritgich agentini berish va chiqarib yuborish uchun ham xizmat qiladilar. Baraban turli oqimli usulda ishlagan holda qurituvchi agent va material bir tomonga harakat qiladilar, ya'ni qurituvchi agent kamera 6 dan berilib, kamera 11 dan chiqarib yuboriladi. Qarama-qarshi oqimda ishlaydigan barabanlarda qurituvchi agent kamera 11 dan berilib, kamera 6 dan chiqarib olinadi, materialning harakati esa ilgaricha qoladi. Quritgich agenti ya'ni issiqlik tashuvchi tashqi O'choq 1 da yoqilg'ini yoqish yordamida tayyorlab olinadi. Bunda ventilyator 17 orqali yonish uchun gorelka 18 ga gaz va havo beriladi. Yoqilg'ini yonish jarayonida hosil bo'lgan yonish mahsulotlari aralashtiruvchi kamera 2 ga berilib, ular deraza 3 orqali sovuq havo bilan aralashtiriladi. O'choq 1 avariya quvuri 4 bilan ta'minlangan. Havo bilan aralashtirilgan yonish mahsulotlari ya'ni qurituvchi agent kamera 6 ga berilib, undan qurituvchi barabanga kiradi va materialning namligini assimilyasiya qiladi. Ishlatib bo'lingan qurituvchi agent kamera 11 orqali chiqarilib, tozalanish uchun batareyali siklon 12 ga tushadi. Tozalanib bo'lingan qurituvchi agent ventilyator 13 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Atrof-muhitni muhofaza qilish maqsadida ikkinchi marta tozalash uchun yana bir batareyali siklon yoki qo'l filtri o'rnatiladi.



10-rasm. Barabanli quritgichning tuzilish sxemasi; 1-o'choq, 2- aralashtiruvchi kamera, 3-sovuq havo berish uchun deraza, 4-avariya quvuri, 5-materialni yuklash, 6,11-quritgichning cheki kameralari, 7- zichlantiruvchi halqalar, 8 -tayanch bandajlari, 9-metall baraban, 10-shesternya, 12-siklon, 13 -chiqarib yuboruvchi ventilyator, 14-konveyer, 15-zatvor, 16-rolikli podshipniklar,17- yonish uchun havoni haydovchi ventilyator, 18- yoqilg'ini berish.

Qurituvchi barabanlar 1–3,5 m diametrli qilib chiqariladi. 1–2,8 m diametrga ega bo'lgan barabanlarning uzunligi har xil bo'ladi, ya'ni $L/D = 4-8$. Katta diametrli barabanlar standart uzunlikda chiqariladi, ya'ni $D=2,8$ m, $L=14$ m va $D=3,5$ m, $L=20$ m va 27 m. Barabanli quritgichlar mayda bo'lakli, sochiluvchan materiallarni va kukunlarni quritishga mo'ljallanadi. Bunda quritilayotgan materiallarning o'lchamlari 50 mm gacha boradi. Quritgich barabanining uzunligi 4–30 m, diametri 0,1–3,2 m bo'lib, u gorizontalgacha nisbatan $4-6^{\circ}$ burchak ostida joylashadi va 0,5–8 ayl/min tezlikda aylanadi (11-rasm).

Barabanning metallik korpusi quritish jarayonining samarasini oshirish maqsadida ichki nasadkalar bilan ta'minlanadi. Bunda yacheyka tuzilishidagi nasadkalar chang hosil qilishi mumkin bo'lgan material uchun, ko'tarma kurakchali nasadkalar bo'lak-bo'lakli materiallar uchun, oraliq nasadkalar esa tuproqdan yirikroq bo'lgan qum sifat materiallar uchun tavsiyalanadilar (12-rasm).

Barabanli quritgichlarda issiqlik quritgich agentidan materialga sochilish paytida konveksiya orqali o'tadi. Shu sababdan barabanning yuklanish darajasi oshganda, materialning sochilishi kamayadi, hamda qurituvchi agent bilan o'rab olinayotgan material yuzasi kamayib, quritish jarayonining jadalligi pasayadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, barabanning eng optimal darajada yuklanish hajmi bo'yicha 15–20 % ni tashkil etadi.

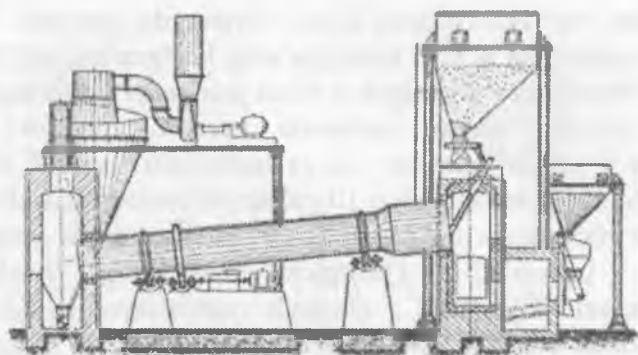
Konveksiyadan tashqari material issiqlikni barabanning qizib yotgan qurilmalaridan issiqlik o'tkazuvchanlik orqali oladi. Barabanning konstruksiyasi hisobiga materialning yuzasi issiqlikni nurlanish yo'li orqali ham oladi.

Barabanlarni tanlashda ularning ishlash tartibi ahamiyatga olinadi. Tuproq va gips kabi materiallarni to'g'ri oqim usulida quritilsa, qum, shag'al va ularga o'xshash boshqa materiallar qarama-qarshi oqimli quritgichlardan foydalanishni taqazo yetadi. Qurituvchi barabanlar namlik bo'yicha solishtirma hajmiy kuchlanganikning hisobi asosida tanlanadi.

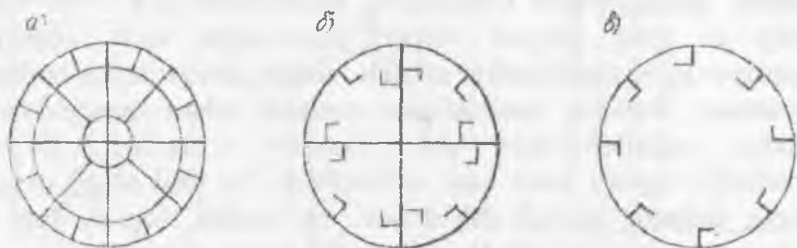
Baraban ichida material bilan tutun gazlarining barakati to'g'ri oqimda yoki qarama qarshi oqimda bo'lishi mumkin. Qarama qarshi usulida quritish tartibi materialni chuqur tarzda quritish lozim

bo'lgan hollarda yoki material yuqori temperatura ta'sirini quritishning birinchi bosqichida ko'tara olmagan hollarda qo'llaniladi. Qarama qarshi usulda qum, ohaktosh va boshqalar quritiladi. Lekin ko'p vaqtlarda to'g'ri oqimli quritish usuli tanlanadi. Bu usulda changlanishi va zarrachalarning gazlar bilan olib chiqib ketilishi kamroq bo'ladi, nam va plastik materiallar boshlang'ich namligini oson berib, kerak bo'lgan sochiluvchanlikka tezda erishadilar. Tuproqlarning bari qizib ketganda plastikligini yo'qotib yuborishi sababli to'g'ri oqimda quritiladilar.

Bunda gazlarning boshlang'ich temperaturasi barabanga kirishda 900°C ga yetadi, lekin material quritish paytida haddan tashqari ortiq qizib ketmaydi. Barabandagi chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi $110-120^{\circ}\text{C}$ ga teng bo'lib, quritilgan material esa quritgichdan $70-80^{\circ}\text{C}$ temperaturada chiqadi. Baraban ichida gazlarning harakatlanish tezligi $2,5-3$ m/sek ni tashkil etadi. Barabanning ichiga issiqlik almashuv va quritish jarayonini yaxshilash maqsadida turli nasadkalar o'rnatiladi yoki u yacheykalarga bo'lib yuboriladi. Yirik bo'lakli yopishqoq materiallarni quritishda, baraban devorlariga uzunasiga joylashgan kurakchalar o'rnatiladi. Mayda bo'lakli materiallarni quritishda esa barabanning to'liq kesimi bo'ylab tokchalar o'rnatiladi, ular materialning yaxshilab aralashishiga yordam beradi. Juda mayda bo'lakli materiallarni quritishda ular changlanib ketmasligi uchun ichki qurilmalarning yopiq holdagi yacheykali tizimi barpo etiladi, unda material katta bo'lmagan balandlikdan pastga qarab yumalab quriydi. Bunda yacheykalar bir-biri bilan tutashmaydilar. Materialni quritish jarayonini bir tekis olib borish va barabanning unumdorligini oshirish maqsadida uning bo'yi bo'ylab ichki zanjirlar osiladi. Baraban aylanganda zanjirlar tuproqning yirik bo'laklarini urib maydalaydi, lekin bunda gaz oqimi bilan changning olib ketilishi oshadi. Barabanni material bilan to'ldirilish darajasi $0,05$ dan $0,20$ gacha boradi.



11-rasm. Barabanli quritgich

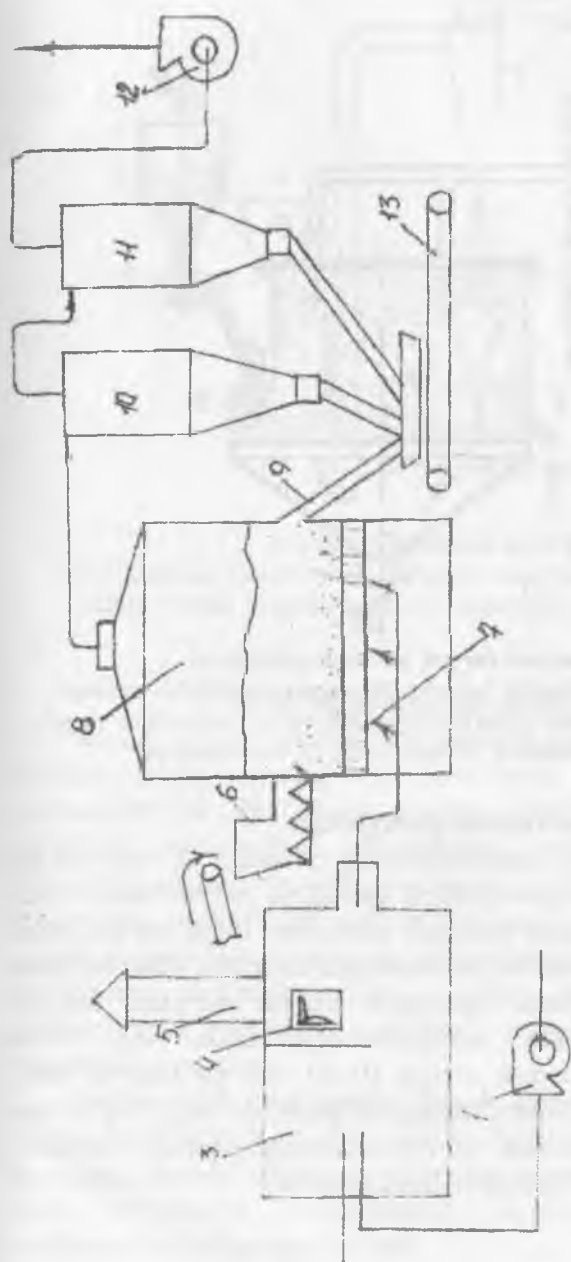


12-rasm. Qurituvchi barabanlar uchun nasadkalar. a) – yacheykali b)-oralik turdagi v)-ko'tariluvchi kurakchali

32-§. Qaynab turgan qatlamda qurituvchi qurilmalar

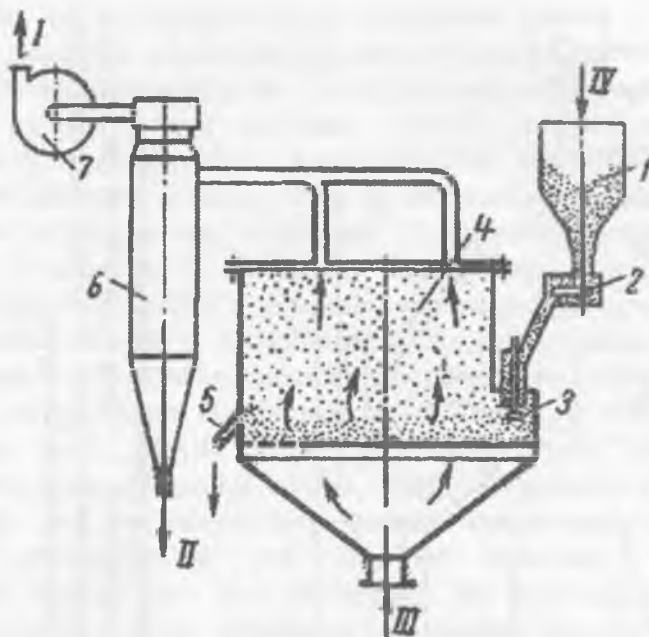
Qaynovchi qatlamda quritish bo'lak-bo'lakli va sochiluvchan materiallar uchun eng istiqbolli quritish usuli hisoblanadi, lekin u silikat sanoatida keng tarqalmagan, chunki bu usul asosida ishlovchi qurilmalar qo'pol bo'lib, unumdorligi kamdir. Qaynab turgan qatlamli quritgichlar qurigan materiallarni fraksiyalar bo'yicha turkumlab berish imkoniyatini beradi. Lekin ularning kamchiliklari bo'lib elektr energiyani yuqori darajadagi sarfi va ancha ko'p miqdorli issiqlikning solishtirma sarfi hisoblanadi. 13-rasmda qaynab turgan qatlamda qurituvchi qurilmaning sxemasi ko'rsatilgan. Qurituvchi agent o'choq 3 da yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan yonish mahsulotlarini sovuq havo bilan aralashtirilib hosil qilinadi. Keyin qurituvchi agent ventilyator 12

tomonidan tug'dirilayotgan kuch yordamida panjara 7 orqali material qatlamiga uchish tezligiga teng bo'lgan ω tezlikda kelib tushadi. Material ta'minlagich 6 bilan panjaraga uzluksiz ravishda berilib, qaynab turgan qatlamda quriydi, qurigan material teshikcha 9 orqali konveyer 13 ga tushiriladi. Ishlatib bo'lingan qurituvchi agent avval siklon 10 ga, keyin batareyali siklon 11 ga, tozalanib bo'lingach esa, ventilyator 12 yordamida atmosferaga chiqarib yuboriladi. Quritgich agentining boshlang'ich temperaturasi 250–400°C, chiqarib yuborilayotgan gazlarning temperaturasi 80–120°C ni tashkil etadi. Namlik bo'yicha hajmiy kuchlanganlik 150–200 kg/ (m³.sek). Namlikning yo'qolishi uchun bunday quritgichlarda issiqlikning solishtirma sarfi 5000–6500 kJ/kg ga teng. Mayda dispers materiallar katta adgeziya xususiyatiga ega bo'lganligi sababli, ularda agregatlanish hodisasi kuzatiladi. Bunday materiallarni quritish uchun quritgichlarda maxsus aralashtirgichlar yoki shneklar o'rnatiladi. Ba'zida qavatlarni titratish usuli ham qo'llaniladi. Bu usul titrab qaynab turgan qatlamli quritish deb ataladi. Bu usulda shag'al, qum va boshqa materiallar quritiladi.



13-rasm. Sochiluvchan materiallarni qaynab turgan qatlamda quritish uchun qurilma.

1- yonish uchun havoni haydovchi ventilyator, 2 - yoqilg'ini berish, 3- o'choq, 4 - havo berish uchun deraza, 5- avarliya trubasi, 6-bunker, 7 -panjara, 8 -qurituvchi kamera, 9-materialni tushirish, 10- siklon, 11-batareyali siklon, 12-so'rib oluvchi ventilyator, 13-tayyor mahsulot konveyeri.

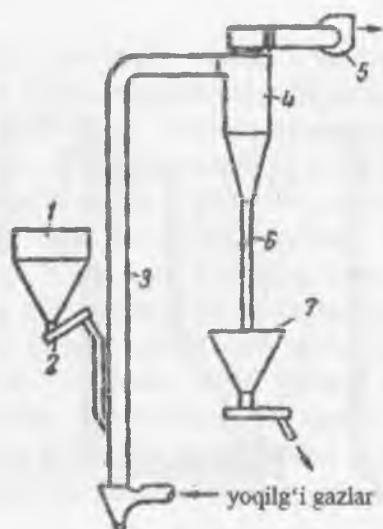


14-rasm. Qaynab turgan qatlamli quritgich.

1-bunker, 2-diskli ta'minlagich, 3-yuklovchi klapan, 4-quritgich kamerasi, 5-patrubok, 6-siklon. 7-markazdan ko'chma vintilyator, I-ishlatib bo'lingan havo, II-quruq material, III-issiq havo, IV-nam material

Pnevmatik quritgichlar

Bunday quritgichlar zarrachalarning o'lchami 20 mm gacha bo'lgan mayda bo'lakli materiallarni quritishga mo'ljallanadi. Ular diametri 1 m gacha bo'lgan quritgich trubasidan iborat bo'lib, truba ichiga quritilayotgan material yuklanadigan tegirmon bilan bir blok qilib bog'lanadi. Material quritgich trubasi bo'ylab issiqlik tashuvchining yordamida harakatlanadi, bunda eng yirik zarrachalarning harakatlanish tezligi 10–40 m/s ga teng bo'ladi. Issiqlik tashuvchi bilan materialning to'qnashish vaqti 1–5 s dan oshmaganligi sababli ushbu quritgich termik jihatdan barqaror bo'lmagan materiallarni quritish uchun qulaydir.



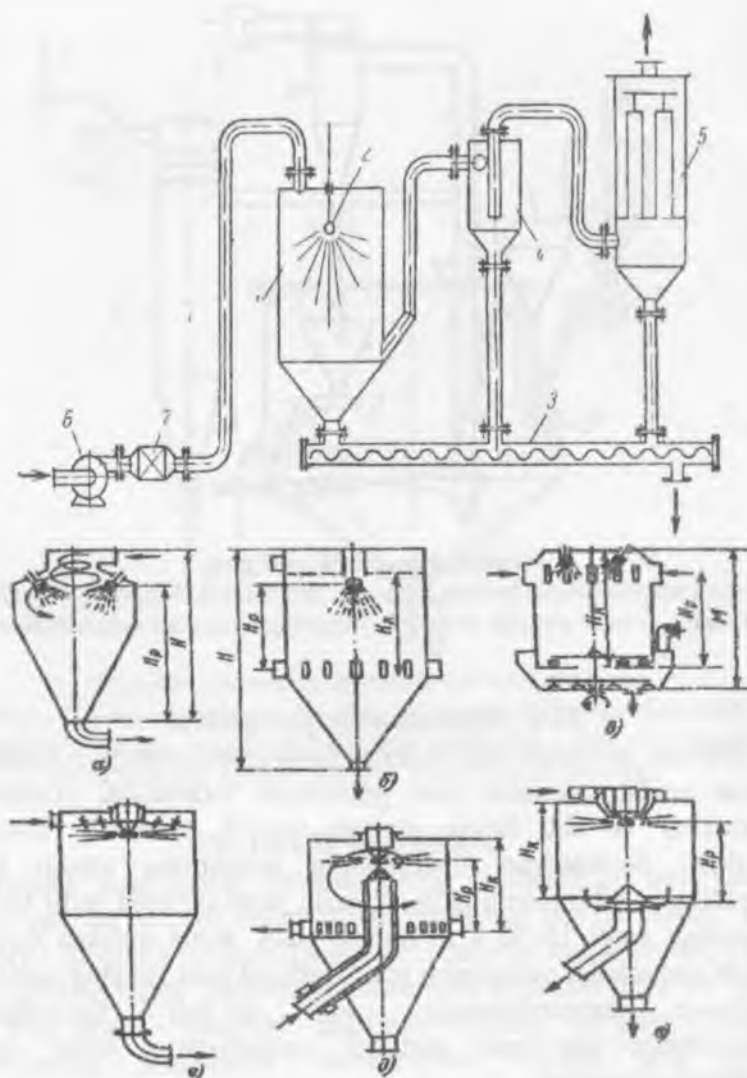
15-rasm. Pnevmatik quritgich.

1 -ho'l material uchun bunker, 2-shnekli taminlagich, 3-quvur-quritgich, 4-siklon, 5-tutun yutgich, 6-zatvor, 7-quritilgan material uchun bunker.

33-§. Sachratkichli quritgichlar

Bunday quritgichlarda material suvli suspenziya yoki emulsiya sifatida berilib, mexanik yoki pnevmatik forsunkalar yordamida sachratiladi va shu holda qizigan issiqlik tashuvchi hisobiga quritiladi. Sachratilgan materialning solishtirma yuzasi katta bo'lganligi sababli namning bug'lanishi jadal sur'atda sodir bo'ladi va quritish vaqti 15–30 s ni tashkil etadi. Katta tezlikda quritish vaqtida zarrachalar yuzasining temperaturasi toza suvning adiabatik bug'lanish temperaturasiga yaqin bo'ladi. Sachratgichli quritgichlarga quritilgan material zarrachalarini tutib qolish moslamasi o'rnatiladi.

Sachratqichli quritgichlar mayda dispers bir jinsli kukunlarni olish uchun keramik koshinlar ishlab chiqarish texnologiyasida keng tarqalgan. Buning uchun maydalangan xomashyo suv bilan shliker hosil bo'lguncha aralashtiriladi, keyin elakdan o'tkazilib, sachratuvchi quritgichga beriladi.



16-rasm. Sachratkichli quritgich va uning turlari.

1-quritgich kamerasi, 2-forsunka, 3-quritilgan materialni tushirib olish uchun shnek , 4-siklon, 5-qo'l filtri, 6-ventilyator , 7-kaorifer. a,b,v-forsunkali; g,d,e-diskli sachratkichli.

Sachratqichli quritgich shaxta tuzilishiga ega bo'lgan minoradan iborat bo'lib, minora balandligining diametriga bo'lgan nisbatini 1,1–1,2 ga teng. Shliker minoraning yuqori qismidan markazdan qochma usulda sachratib beriladi. Bu usul 5000–20000 ayl/min tezlikda aylanuvchi disklar yordamida amalga oshiriladi. Qurituvchi agent ham yuqoridan beriladi. Sachratib purkalgan shliker o'lchamlari 0,5–1,0 mm bo'lgan tomchilarga ajralib ketadi va tomchilarning sirt yuzasi juda katta bo'lganligi sababli qurish jarayoni 2–5 sek. davom etadi. Qurigan kukun minoraning pastki qismidan skrebkalar va shnek orqali tushirib olinadi. Gazlar bilan olib chiqib ketilgan materialning bir qismi filtrlash qurilmalari yordamida ushlab qolinadi. Sachratqichli quritgichlarda quritish kamerasi turli usullarda ishlashi mumkin (16-rasm).

34-§. Kamerali quritgichlar

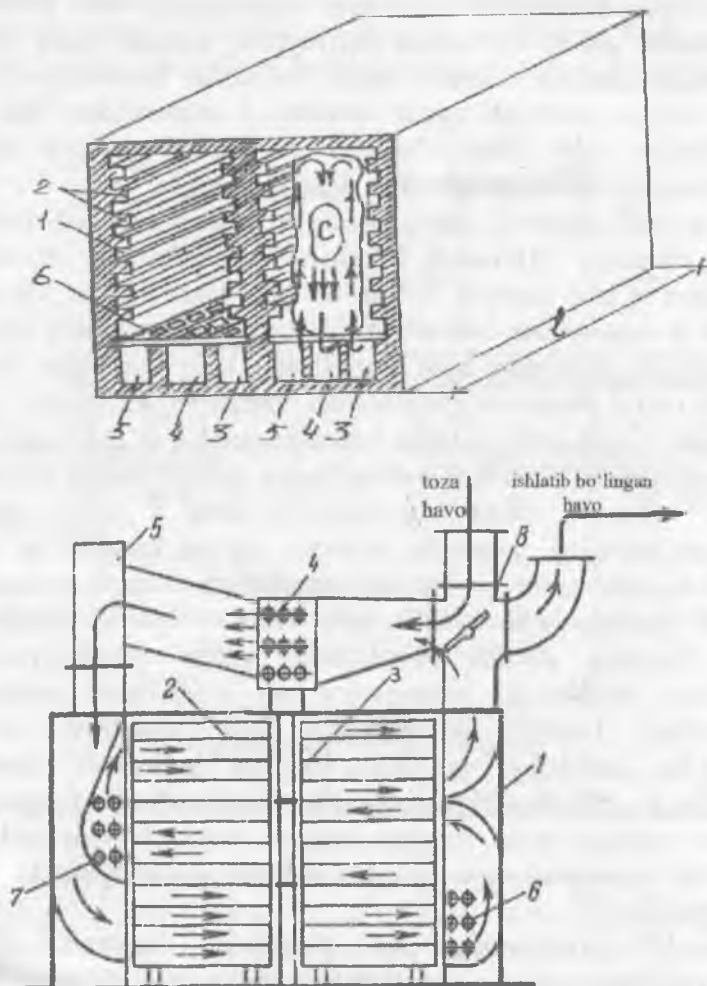
Kamerali quritgichlar uzlukli tarzda ishlovchi quritgichlar bo'lib, kamera ga yuklangan buyumlar qo'zg'almas holda bo'ladi. quritish jarayonining har bir bosqichi uchun kerakli bo'lgan sharoitlar issiqlik tashuvchining parametrlarini o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Ularda asosan kichik partiyadagi buyumlar kuydiriladi. Eng sodda kamerali uzlukli quritgich (17-rasm) balandligi 3,5 m bo'lgan kamera 1 dan iborat bo'lib, unga 10 ga yaqin g'isht tokchalari sig'adi. Ushbu tokchalar yuklanish vagonetkalari orqali kameraning ichidagi turtib chiqqan joylarga joylashtiriladi. Kameraning uzunligi 10–13 m. Pol sathidan quyi maydonda kamera uchta kanalga ega, ulardan ikkita yon tomonda joylashganlari 3 va 5 quritgich agentini berish uchun, o'rtadagisi 4 esa uni chiqarib tashlash uchun mo'ljallangan. Kanallar tirqishlari bo'lgan yopgich 6 bilan berkitilgan. Kameralar 20 – 30 donali bloklarda biriktirilgan bo'lib, ular quritgich agenti bilan umumiy tarzda kanal orqali ta'minlanadilar va umumiy holda majburiy usulda chiqarib yuboriladi. Quritgich agenti kanallar 3 va 5 orqali kamera ga kirib, havodan yengil bo'lganligi sababli tepaga qarab harakatlana boshlaydi va uning massasi sovish jarayonida kamera ichidagi havo massasiga tenglashganidan so'ng u o'z harakatini to'xtatadi. Harakat yo'lida isitilgan quritgich agenti o'z issiqligini

sovuq materialga beradi va pastga qarab harakatlana boshlaydi, u sekin-asta pastlab borgach, o'rta kanal 4 ga kelib tushadi va atmosferaga chiqarib yuboriladi. Tepaga chiqayotgan va pastga tushayotgan quritgich agenti oqimlarining aralashishi ko'p martalik sirkulyatsiyani vujudga keltirib, buyumlarning bir tekis qurishini ta'minlaydi. Quritgichning o'rtasida quritgich agenti pastga tushayotgan joyda kuchsiz quritish zonasi mavjud bo'lib, u C harfi bilan belgilangan. Ana shunday quritgichlarda g'isht 2 – 3 sutka davomida quritiladi. Quritgich agentining sarfi bug'langan namlik bo'yicha 4200 – 6300 kJ/kg ni tashkil etadi. Oxirgi paytda kamerali quritgichlarni tunnelli quritgichlar siqib chiqarmoqda.

Kamerali quritgichlar asosan qurilish keramikasi buyumlarini quritish uchun ishlatiladi. Ularda asosan quritish jarayoni nisbatan bir tekis boradi, ya'ni buyumlar namligi bo'yicha quritish kamerasining turli joylariga nisbatan bir-biridan katta farq qilmaydi. Bunday quritgichlarda bloklar bir necha kameralardan tashkil topadi. Quritgich kamerasining o'lchamlari quyidagicha bo'ladi: uzunligi 8–13 m, eni 1,2–1,5 m, balandligi 2,3–3,0 m. Kameraning tagida quritgichga beriladigan va undan chiqarib yuboriladigan gazlar harakat qiluvchi kanallar joylashgan. Davriy ravishda ishlaydigan kamerali quritgichlar issiqlik tashuvchini bir marta va ko'p marta to'yintirish usulida ishlaydilar. Ularning birinchisida ishlatib bo'lingan havo to'liq holda atmosferaga chiqarib yuboriladi, lekin u o'zi bilan ko'p miqdordagi issiqlikni olib ketadi. Shu sababdan samaraliroq quritgichlarda issiqlik tashuvchini ko'p marta to'yintirish usuli qo'llanilib, bunda ishlatib bo'lingan issiqlik tashuvchining bir qismi atmosferaga chiqarib yuboriladi, qolgani esa quruq issiq havo bilan aralashtirilganidan so'ng yana quritgichga qaytariladi. Uning temperaturasi va namligi berilgan tartikga ko'ra rostlanib turadi. Bunda issiqlik tashuvchi sifatida tunnel pechlarining sovitish zonasida hosil bo'lgan issiq havo ishlatilsa maqsadga muvofiq bo'ladi.

G'isht ishlab chiqaruvchi korxonalarda qo'llaniladigan kamerali quritgichlarning devorlarida maxsus turtib chiqqan joylar mavjud bo'lib, ularga g'ishtlar joylashtirilgan ramkalar taxlanadi (17-rasm). Kameralar issiq havo yoki tutun gazlarini uzatish uchun

va ishlatib bo'lingan gazlarni olib chiqib ketish uchun ishlaydigan ventilyasiya tizimi umumiy bo'lgan bloklarga jamlangan bo'ladi. Bitta kameraga 3000–3600 ta g'isht sig'adi. Quritish vaqti 35–50 soatni tashkil etadi.



17-rasm. Kamerali quritgichning sxemasi.

1-korpus, 2-3-vagonetkalar, 4-6-7-havo isitgich, 5-ventilyator, 8-shiber.

A. Tokchali quritgich B. Ichiga aravacha joylashtirilgan quritgich

35-§. Tunnelli quritgichlar

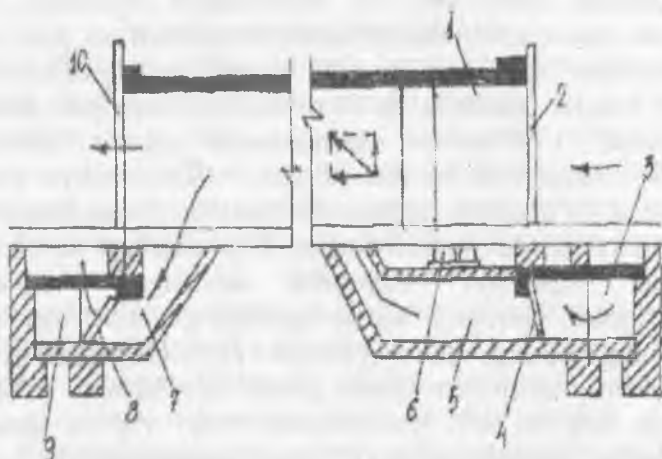
Tunnelli quritgichlar kamerali quritgichlardan farqli ravishda uzluksiz tarzda ishlaydilar. Ularning asosida ichida material harakatlanadigan tunnel yotib, tunnel bo'ylab ichiga turli xildagi yarim tayyor mahsulotlar taxlangan vagonetkalar, osib qo'yilgan belanchaklar, rolikli va boshqa konveyerlar harakat qiladi. Ichida belgilangan tartibda uzluksiz tarzda buyumlar harakatlanayotgan tunnel ichiga quritgich agenti berilib, u materialdan namlikni assimilatsiya qilib oladi. Ishlatib bo'lingan quritgich agenti atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Eng sodda tunnelli quritgichning tuzilishi va ishlash tartibini ko'rib chiqamiz (18-rasm). Tokchali vagonetkalarga taxlangan pishmagan g'isht uzunligi 30 m bo'lgan tunnel 1 ga kiritiladi. Itargich 6 vagonetkani ichkariga olib kirib u bilan tunnel ichidagi vagonetkalar poyezdini bitta pozitsiyaga teng masofaga itaradi, shunda oxirgi vagonetka tunneldan chiqadi. Qurituvchi agent berkitgich 1 ning ochiq holatida tunnelga pastdan to'g'ri oqim bilan kirib materialdan namlikni assimilyasiya qiladi. Ishlab bo'lingan issiqlik tashuvchi chiqarib yuboruvchi kanal 7 orqali ishlatib bo'lingan quritgich agentining umumiy yig'ma kanali 9 ga kelib tushadi va ventilyator yordamida atmosferaga chiqarib yuboriladi. Tunnelli quritgichlarda issiqlik sarfi 4200 – 5000 kJ /kg tashkil etadi. Ularning alohida zonalaridagi gazlar retsirkulyatsiyasi ventilyator yordamida, temperatura esa kaloriferlar yordamida boshqariladi. Tunnelli quritgichlarda ham buyumlarni quritish tunnelling balandligi bo'yicha bir xil bo'lmaydi. Quritish jarayonini bir tekisda olib borish uchun qurituvchi agent oqimining tezligini oshirish zarur. Bundan tashqari, buyumlarning taxlanish zichligini tunnelning tepa qismida oshirib, pastki qismida biroz kamaytiriladi.

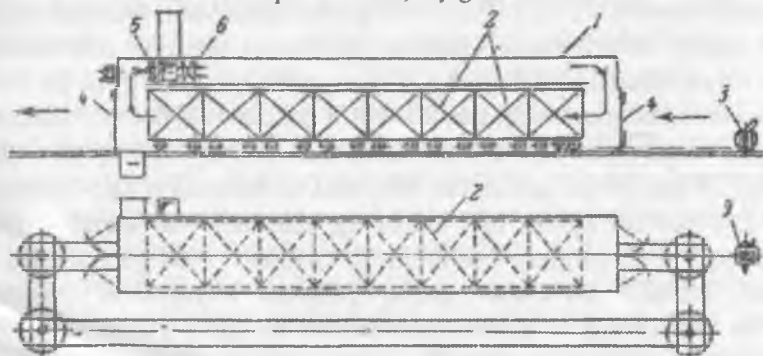
Bunda quritgichning past tomonidan harakatlanayotgan qurituvchi agent miqdori ortadi va buyumlar bir tekisda kuyadi. Kamerali quritgichlarda esa quritish jarayoni eng sust boradigan joy ularning o'rta qismidir. Ushbu zonaga qurituvchi agent past temperaturada va yuqori nisbiy namlikda keladi. Shu sababdan ushbu nuqtada quritish jarayoni juda sekin boradi va tunneldan

chiqqan yarim tayyor mahsulotlarning qoldiq namligi turlicha bo'ladi hamda eng qurimagan buyumlar shu nuqtada joylashadi.

Quritgichlarning yuqorida aytib o'tilgan kamchiliklarini yo'qotish maqsadida olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari yangi konstruksiyadagi quritgichlarni yaratish vazifasini o'rta qo'yadi. Bunda quyidagi vazifalarni yechish orqali qo'yilgan maqsad amalga oshiriladi:



A. 1-tunnel, 2,10-ko'tariluvchi eshiklar, 3-qurituvchi agentni uzatish kanali 4,8-ko'tariluvchi zaslonkalar, 5-tunnelga olib boruvchi kanal, 6-itargich, 7-olib chiquvchi kanal, 9-yigma kanal.



B. 1-kamera, 2-aravacha. 3-lebedka, 4-eshik, 5-ventilyator, 6-havo isitgich

18-rasm. Tunnelli quritgichning sxemasi.

a-tuzilishi va ishlash sxemasi. b-umumiy ko'rinishi

1. Kamerali quritgichlarda qurituvchi agentini turli yo'nalishda bir tekis sirkulyatsiya qilishini majburlash.

2. Tunnelli quritgichlarda tunnel balandligini pasaytirib, qurituvchi agentining harakat tezligini oshirish kerak. Sanoatda birinchi vazifa ko'proq manfaat beradi deb topildi. Buning natijasida yarim uzluksiz tarzda ishlaydigan murakkab sirkulyatsiyali tizimga ega bo'lgan quritgichlar yaratildi.

Qurilish keramikasi va olovbardosh buyumlar, kislotaga chidamli materiallar, sanitar-texnik keramikasi va yirik o'Ichamli izolyatorlarni quritishda asosan tunnelli quritgichlar ishlatiladi. Ularda issiqlik tashuvchi bo'lib qizdirilgan havo yoki tutun gazlari hisoblanadi. Ular asosan qarama-qarshi oqimda ishlaydigan va issiqlik almashuvini har bir zonada retsirkulyatsiya qiluvchi va rostlovchi ko'p zonali turlarga bo'linadilar. Tunnelli quritgich bir nechta tunnellardan tashkil topgan blok shaklida bo'lib, tunnellar ichidagi relslardan buyumlar taxlangan vagonetkalarda harakatlanadi. Quritgich asosan qurilish g'ishtidan qurilib, tashqi devorining qalinligi 1,5 ta g'ishtga to'g'ri keladi. Ichki devorlari koridorlarni bir-biridan ajratib turadi va ularning qalinligi 1 ta g'ishtga teng bo'ladi. Quritgichning shipi yig'ma temir betonli plitkalardan yasaladi (qalinligi 70 mm) va qalinligi 150 mm bo'lgan shlak qatlami bilan yopiladi. Qurilish g'ishtini quritishda kirib kelayotgan gazlarning temperaturasi 150–200°C bo'ladi. Quritish jarayonida namlik 22–25%dan 5–8%gacha kamayadi. Quritish vaqti 24–48 soatni tashkil etadi. Quritish jarayonini samarali olib borish uchun tunnelning balandligi 1,6–1,8 m, qalinligi 1,2–1,3 m bo'lishi kerak. Tunnelning uzunligi esa 30–40 m bo'ladi. 18-rasmda tunnelli quritgich keltirilgan. U 24 ta tunneldan iborat bo'lib, ularning uzunligi 24 dan 36 m gacha, eni 950 mm va balandligi 1650 mm ga teng. Qurituvchi agent bir marta qo'llaniladi va kanal orqali tunnelning $\frac{1}{4}$ qismidan buyumlarni tushirib oladigan chetidan beriladi. Ishlatib bo'lingan gazlar pastdan buyumlarni yuklash chetidan tunnelning $\frac{1}{4}$ qismi masofasidan chiqarib yuboriladi. Har bir tunneldan chiqqan qurituvchi agenti yig'ma quvurga to'planib, undan tutun tortgich orqali atmosfera chiqarib yuboriladi.

Tunnelli quritgichlarning afzalliklari:

– qurilmaning soddaligi

- ishlatishning kafilligi
- boshqarishning osonligi

Kamchilliklari:

- quritish jarayonining bir tekis emasligi
- tunnel uzunligi bo'yicha quritish parametrlarini boshqarishning mavjud emasligi

36-§. Konveyerli quritgichlar

Konveyerli quritgichlar tunnelli quritgichlardan buyumlarni kanal ichida tasmali, rolikli va tokchali konveyerlar yordamida harakatlanishlari bilan farq qiladilar. Konveyerli quritgichlarda tezkorlik rejimida gabariti kichik bo'lgan buyumlar quritiladi. Eng ko'p tarqalgan quritgichlar safiga tunnel pechlarining sovitish zonasidan olingan issiq havodan foydalanib ishlaydigan konvektiv quritgichlar kiradi. Xuddi shu kabi radiatsion- konvektiv quritgichlar tezkorlik rejimi asosida koshinlar ishlabchiqaruvchi avtomatlashtirilgan liniyalarda ishlatiladi.

Konvektiv quritgichlarda esa tokchali konveyerga yuklangan buyumlar murakkab halqasimon yo'l bo'ylab harakat qiladilar (19-rasm) Bunday quritgichlar asosan xo'jalik chinnisi va fayans buyumlarini quritishda ishlatiladi. Konveyer 3 ning erkin holda osib qo'yilgan tokchalari 5 qoliplovchi yarim avtomatlar 4 ga kelib, gipsli qolipchalarda shakllangan buyumlar bilan to'ldiriladi. Quritgichning tushirgich derazasi 2 oldida buyumlar shakldonlardan olinib konveyer 1 ga beriladi. Ushbu konveyerda quritib bo'lingan buyumlarga bir yula ishlov berish tashkil etiladi. Tokchalarda qolgan gipsli qolipchalar konveyerning tashqi butog'i 5 orqali yarim avtomat 4 larga uzatiladi. Konveyerli quritgichlar tokchali konveyerning tashqi butog'lari yordamida qo'l mehnatisiz mexanizatsiyalashgan va avtomatlashtirilgan liniyalarga ulanadilar. Tokchalar sharmirli osilmalarining (19-rasm) konstruksiyalari quritgichlarni loyihalashda sexning balandligidan maksimal foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bunda buyumlar istalgan yo'l bo'ylab gorizantal, vertikal va II-simon yo'nalishda harakat qilishlari mumkin. P-simon harakatlanish davrida konveyer butog'lari II – simon to'siq 1–7- lar orqali P-simon kameralarga ajraladi. Ushbu kameralarga kalorifyerdan yoki tunnel pechlarining sovitish zonasidan issiqlik

tashuvchi uzatiladi, uning berilish miqdori va alohida kameralardagi issiqlik almashuvining sur'ati shiberlar yordamida boshqarib turiladi. Issiq havo buyum bilan qarama-qarshi oqim bo'ylab sirkulyatsiya qiladi. Tokchali konveyerli quritgichlar havoning bir marotabalik to'yinishi bilan va yuqori tezlikdagi sirkulyatsiya bilan ishlaydilar, bu esa o'lchamlari katta bo'lmagan buyumlarni quritishda qo'l keladi. Plastik va shlikerli quyish usulida olingan buyumlar ikki bosqichda quritilib, ular avval gips qoliplarda keyin esa buyumlarga boshqa bo'laklari yopishtirilgandan so'ng erkin holda quritiladi. Boshlangich holda namlik shakldonning kapillyarlariga jadal sur'atda so'riladi, keyin esa qisqarish jarayonidan so'ng va buyumlar shakldon yuzasidan ajralgach, bu jarayon yakunlanib, buyum va havo orasidagi issiqlik almashuv jarayoniga shakldonlar xalaqit bera boshlaydilar. Ushbu sharoitda quritish jarayonining samarasi pasayib ketadi, bunga sabab issiqlik tashuvchining sekinlashgan sirkulyatsiya bilan harakat qilishidir.

Oqimning quritish usuli xo'jalik chinnisi olishda tezkorlik rejimini qo'llash imkonini beradi. Bunda temperaturasi 150–250 °C bo'lgan issiqlik tashuvchining oqimi katta tezlikda buyumlarning ochiq yuzasiga urilib, uni tagi va devorlari bo'ylab yuvadi, keyin atmosferaga chiqarib yuboriladi. Ichida qoliplangan buyumlar joylashgan gips qolipchalari temperaturasi 70 °S dan yuqori bo'lgan issiqlik tashuvchi bilan ta'sirlashmaydilar, shu sababdan konvektiv issiqlik almashuvini (yuqori temperatura va tezlikni shakldonlarga ziyon yetkazmasdan turib amalga oshirish mumkin).

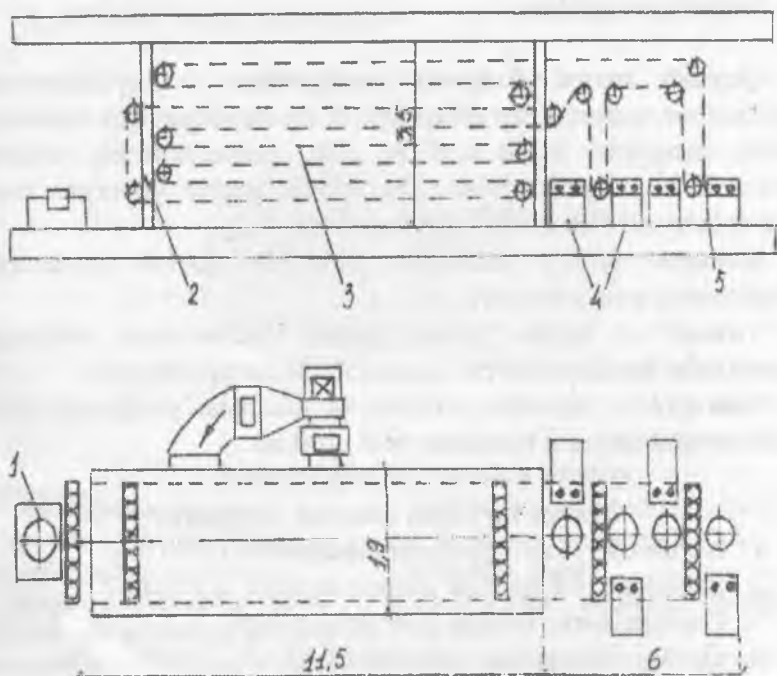
Konveyerli quritgichlar asosan nafis keramika buyumlarini quritishda ishlatiladi. Ulardan foydalanish korxona ichidagi texnologik operatsiyalarni buyumlarni shakllash jarayonidan to kuydirish jarayonigacha to'liq mexanizatsiyalashga imkon beradi.

Konveyerli quritgichlarning afzalliklari:

- buyumlarning uzluksiz harakatda bo'lishi;
- texnologik jarayonni yagona oqimli ishlab chiqarishga o'tkazish imkon;
- buyumlarni tashish uchun sarflanadigan mehnatni qisqartirish imkon;

Kamchiliklari:

- quritish vaqtining uzoq davom etishi
- issqlik sarfining yuqori ekanligi
- 1 m² yuzadan olinayotgan buyumlarning kamligi
- gips qoliplarining yuqori darajada sarflanishi



19-rasm. Gorizontaal shoxli konveyerli quritgichning sxemasi.

- 1-quritgichga buyumlarni uzatuvchi konveyr, 2-tushirib oluvchi deraza, 3-buyumlarni ko'chirish uchun konveyer, 4-yarim avtomat, tashqariga chiqarilgan shoh.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Quritgich, sochiluvchan materiallarni quritish, shakllangan buyumlarni quritish, quritish tezligi, issiqlik sarfi, quritish jarayonini boshqarish, retsirkulyatsiyali quritgichlar, retsirkulyatsiyasiz quritgichlar, konvektiv. kontaktli, radiatsion, yuqori chastotali, kamerali, tunnelli, konveyerli, barabanli, sachratkichli quritgichlar

To'g'ri oqimli barabanli quritgich – qurituvchi agent va

material bir tomonga qarab harakat qilgan holatda qurituvchi qurilma.

Qarama – qarshi oqimli barabanli quritgich – material bilan qurituvchi agent qarama – qarshi tomonga yo‘nalgan holda quritish olib boriladigan qurilma.

Qaynab turgai qatlamli quritgichlar – kuydirilayotgan sochiluvchan material zarrachalariga ta’sir etayotgan gaz oqimining kinetik energiyasi kritik tezlikni olib, zarrachalarning sokinlik holatini buzib, ularni bir –biridan ajratib, sochib yuborgan holda quritish jarayoni olib boriladigan qurilmalar.

Kamera- ichiga yuklangan buyumlar joylab quyiladigan quritgichning asosiy ish joyi.

Tunnel – ichida yarim tayyor mahsulotlar yuklangan vagonetkalar harakatlanuvchi quritgichning asosiy ish joyi.

Konveyer – tasmalar, roliklar va tokchalar yordamida kanal ichida harakatlanuvchi moslama yoki qurilma.

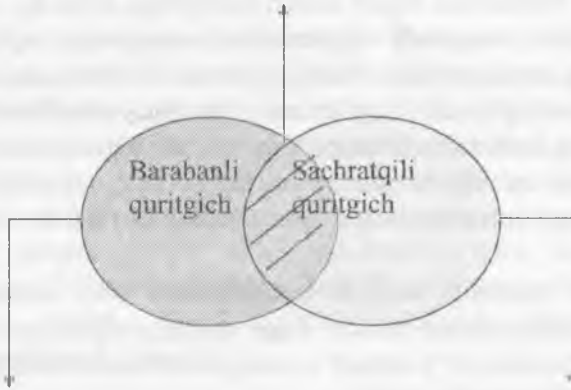
Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Xomashyo materiallari nima maqsadda quritiladi?
2. Shakllangan buyumlar nima maqsadda quritiladi?
3. Quritgichlarga qanday talablar quyiladi?
4. Quritgichlar qanday turkumlanadi?
11. Barabanli quritgichlar qaysi hollarda tavsiya etiladi?
12. Barabanli quritgichlarda materiallarni quritish xususiyatlari.
13. Sachratqichli quritgichlarnig tuzilishi va ishlash tarzi qanday?
14. Sachratqichli quritgichlarda qanday quritish usullari qo‘llaniladi?
15. Kamerali quritgichlarning tuzilishi va ishlash tarzi qanday?
16. Kamerali quritgichlarning afzalliklari va kamchiliklari?
17. Tunnelli quritgichlarnig tuzilishi va ishlash tarzi qanday?
18. Quritgichlarda qanday buyumlar quritiladi?
19. Konveyerli quritgichlar qanday hollarda qo‘llaniladi?
20. Chinni buyumlarini ishlab chiqarishda oqimli quritish usulining xususiyatlari nimadan iborat?

VENN DIAGRAMMASI

Umumiy jihatlar

1. Sochiluvchan materiallar quritiladi.
2. Bir oqimli va qarama-qarshi oqimli bo'lishi mumkin.
3. Quritish tezligi juda yuqori.



Alohida jihatlar Alohida jihatlar

1. Burchak ostida joylashgan aylanuvchi barabandan iborat
2. Quritilayotgan materialning o'lchamlari 50 mm gacha boradi.
3. Qurituvchi gazlarning boshlang'ich temperaturasi 900 °C gacha boradi.
4. Chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi 110–120°C ga teng
5. Baraban ichiga nasadkalar o'rnatiladi
6. Ichiga zanjirlar osilgan.

1. Shlikerni kukun holigacha quritadi
2. Shaxta tuzilishiga ega bo'lgan minaradan iborat
3. Markazdan qochma kuch usulida ishlaydi
4. Quritish kamerasi turli usullarda ishlaydi
5. Quritish jarayoni 2–5 sek.
6. Quritan kukun pastki qismidan skrebkalar va shnek orqali tushirib olinadi.
7. Gazlar bilan olib chiqib ketilayotgan materialning bir qismi filtrlash qurilmalari yordamida ushlab qolinadi.

11-BOB. SILIKAT VA QIYIN ERIYDIGAN NOMETALL MATERIALLARNI QURITISH XUSUSIYATLARI

37-§. Quritish jarayoni haqida ma'lumot

Quritish jarayoni deb, qattiq materiallar tarkibidan namlikning bug'lanish yordamida chiqib ketish jarayoniga aytiladi.

Quritish jarayonida materialdan adsorbsiya qilingan yoki osmotik va kapillyar namlik chiqib ketadi. Ushbu jarayon faqatgina jisn yuzasidagi suv bug'larining bosimi atrof-muhitdagi suv bug'larining bosimidan katta bo'lgan sharoitdagina sodir bo'ladi.

Quritish tabiiy va sun'iy bo'ladi. Tabiiy quritish atmosfera sharoitida qo'shimcha issiqlik energiyasini sarflanmay turib amalga oshiriladi.

Sun'iy quritish issiqlik uskunalarida olib boriladi. Bunda issiqlik energiyasining manbai bilan quritilayotgan material orasida issiqlik almashuvi ro'y beradi va issiqlik o'tkazuvchanlik, radiatsiya va konveksiya orqali o'tadi.

Qattiq materiallardan namlikning yo'qolish jarayonida 3 ta bosqich bir vaqtning o'zida kechadi: a) material yuzasida bug'larning hosil bo'lish jarayoni; b) bug'ning material yuzasidan atrof-muhitga o'tishi (tashqi diffuziya); v) namlikning material ichida suyuqlik yoki bug' holidagi harakatlanishi (ichki diffuziya). Material ichida namlikning harakatlanishi namlik gradientining va temperatura gradientining mavjudligi sababli ro'y beradi.

Quritish jarayonida materialning o'lchamlari kichiklashadi, bu qisqarish deb ataladi. Qisqarish natijasida materialning ichida kuchla-nishlar vujudga kelib, ular materialning sinishiga va yorilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababdan quritilayotgan materialning fizik-kimyoviy xususiyatlariga qarab turib, quritish tartibi va quritish uskunasi tanlanadi. Keramik buyumlarini quritish jarayoni asosan quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

Qizdirish bosqichi. Bu bosqichning yakunida yuzada o'zgarmas temperatura hosil bo'lib, buyum qabul qilayotgan issiqlik miqdori bilan namlikni bug'latish uchun sarflanayotgan issiqlik miqdori orasida muvozanat vujudga keladi.

O'zgarmas tezlikda quritish bosqichi. Bunda quritish tezligi o'zgarmas bo'lib qoladi va u ochiq yuzada namlikning bug'lanish tezligiga tenglashadi. Natijada, material yuzasidan erkin holdagi namlikning bug'lanishi ro'y berib, buyumning ichki qatlamlaridan namlikning chiqishi sababli yuza shu vaqt oralig'ida nam bo'lib turadi. Bu bosqich eng mas'uliyatli bo'lib, bunda qisqarish jarayoni sodir bo'ladi.

Quritish tezligining jarayoni bosqichi. Materiallarning namligi kamaya borgan sari quritish tezligi pasayadi. Materialning **namlikni o'tkazish koeffitsienti- K** deb yuza birligidan vaqt birligi ichida namlik konsentratsiyasining 1g/sm^3 ga uzunlik birligi bo'yicha kamayib ketishiga to'g'ri kelgan namlikning miqdoriga aytiladi.

Material ichida temperatura gradientining mavjud bo'lishi namlikning yuqori temperatura maydonidan past temperatura maydoniga harakatlanishiga olib keladi. Namlikning issiqlik oqimi yo'nalishiga qarab harakatlanish hodisasi **termoamlik o'tkazuvchanlik** deb ataladi.

38-§. Quritish agentining parametrlarini tanlash

Barcha silikat materiallarini quritish issiq havo va tutun gazlari yordamida olib boriladi. Eng ko'p tarqalgan usul bo'lib issiq havo yordamida quritish hisoblanadi. **Quritgich agenti** deb quritilayotgan material bilan to'qnashganda issiqlik almashuvi natijasida undan namlikni o'ziga qabul qilib oluvchi gazsimon muhitga aytiladi.

Havoning suv bug'lari bilan to'yinish darajasining nisbiy namligi belgilab beradi. **Havoning nisbiy namligi** deb nam havodagi suv bug'lari tarangligini uni to'liq holda to'yingan sharoitdagi suv bug'larining tarangligiga bo'lgan nisbatiga aytiladi:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_T} \text{ yoki } \varphi = \frac{P_n}{P_T} \cdot 100\%$$

Ushbu ko'rsatgich quritish jarayonida nam havoning muhim karakteristikasi hisoblanadi.

Havoning **namsaqlovchisi deb** 1kg quruq havoga to'g'ri kelgan nam havodagi suv bug'larining og'irligiga aytiladi va uni d (g/kg) bilan belgilanadi.

$$d = 622 \cdot \frac{P_N}{P_X - P_N} \text{ g/kg}$$

bu yerda: P_X -havoning porsial bosimi

Har bir keramika va olovbardosh buyumlarni quritish uchun optimal quritish tartibi mavjud bo'lib, bunda quritgichning berilgan unumdorligida issiqlik tashuvchining va issiqlikning mumkin qadar kam sarflanishi sharoitida quritish chiqitlari mumkin qadar kam bo'lgan quritish jarayoni amalga oshiriladi. Quritish tartibi har gal quritgichning konstruksiyasi va quritilayotgan materialning turiga qarab tanlanadi. 1-jadvalda buyumlarni tunnelli quritgichlarda quritish issiqlik tashuvchining boshlang'ich va oxirgi temperaturasi va nisbiy namligi keltirilgan. Shu hol uchun buyumlarning boshlang'ich va oxirgi namligi 2-jadvalga tushirilgan. Plastik usulda shakllanuvchi buyumlar uchun quritgichdan chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi yuqori darajadagi nisbiy namligida (75% dan yuqori) pastroq qilib ushlab turish zarur. Yarim quruq usulida shakllanadigan olovbardosh materiallar uchun esa chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi ahamiyatga ega emas. Hamma vaqt $\varphi_{kon} > 95\%$ dan oshmasligi kerak, chunki bunda quritish vaqti ortib ketadi. Yarim quruq usulida quritiluvchi buyumlar uchun issiqlik tashuvchining quritgichga kirish vaqtidagi temperaturasi ancha yuqori bo'lishiga ham ruxsat etiladi. Magnezial olovbardoshlar uchun esa ushbu temperatura 1400°C dan oshmasligi kerak.

Buyumlarni quritishdagi issiqlik tashuvchining temperaturasi va namligi

1-jadval

Buyumlarning nomi	Harorat, grad $^{\circ}\text{C}$		Oxirgi nisbiy namlik, %
	Boshlan g'ich	Oxirgi	
Plastik usulda shakllangan buyumlar:			
Normal	110–140	35–40	75–90
Fasonli	100–120	30–35	80–95
Yarim quruq usulda shakllangan shamotli buyumlar:			
Normal	150–200	35–40	90 dan katta emas
Fasonli	120–160	35–40	90 dan katta emas
Pnevmatik usulda shakllangan shamotli fasonli buyumlar	120–150	35–40	90 dan katta emas
Ko'p shamotli fasonli buyumlar	150–200	35–40	90 dan katta emas
Dinasli normal buyumlar	150–200	35–40	90 dan katta emas
Magnezialli buyumlar (magnezit, xrommagnezit, dolomit):			
Normal	80–120	40–50	90 dan katta emas
Fasonli	80–120	40–50	90 dan katta emas
Qizil qurilish normal g'ishti	60–120	25–30	85–90
Pol uchun koshinlar	100–120	40–50	60
Sanitar-qurilish fayansi	-	30–50	20–80
Kanalizatsiya quvurlari	120–140	35–55	40–75
Keramik bloklar	70–120	21–32	88–95
Gipsli bloklar	120	40–50	85–90

Issiqlik tashuvchining yuqori darajadagi boshlang'ich namligi ham quritgichlarning yomon ishlashiga olib keladi.

Quritish jarayonida buyumlarining boshlang'ich (W_H) va oxirgi (W_K) namligi

2-jadval

Buyumlarning nomi	$W_H, \%$	$W_K, \%$
Qizil qurilish g'ishti	18–20	5–6
Kanalizatsiya quvuri	15–17	1–3
Plastik usulda shakllangan shamotli buyumlar	17–18	5–6
Chinni buyumlar	23–24	2–3
Elektrotexnika chinni buyumlari	17–18	1–1,5
Tashqi sirt koshinlari	8–9	0,5–0,9
Pol uchun koshinlar	10–11	1,5–2
Yarim quruq usulda shakllangan shamotli buyumlar	9–10	2–3
Sanitar-texnik keramika buyumlari	16	1
Dinasli buyumlar	6,5–7	1,5–2,0
Keramik bloklar	18–19	5–6
Magnezial buyumlar	2,7–3	0,15
Gipsli bloklar	35	6
Fayansli buyumlar	7–12	0,8–1

To'kiluvchan va bo'lak-bo'lak materiallarni barabanli quritgichlarda quritishda issiqlik tashuvchining boshlang'ich temperaturasi 450 dan 900°C gacha boradi. Quritgichdan chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi esa 70–120°C ni tashkil etadi. Pnevmatik quritgichlar uchun boshlang'ich temperatura 300–800°C ga, oxirgi temperatura 70–110°Cga tengdir

Quritishning davomiyligi

Quritishning davomiyligini to'g'ri tanlash avvalombor korxonaning unumdorligiga ta'sir ko'rsatadi. U ko'pincha tajribalar va laboratoriyalarda olib boriladigan tadqiqotlar asosida tanlanadi.

Quritish jarayonining davomiyligiga quyidagi omillar ta'sir ko'rsatadi:

1. Quritilayotgan materialning tabiati, strukturasi, qisqarish darajasi, qurishga bo'lgan ta'sirchanligi.
2. Buyumlarning o'lchamlari va shakli.

3. Materialning boshlang'ich, oxirgi va kritik namligi.
4. Issiqlikning uzatilishi va almashinish sharoitlari.
5. Atrof-muhit temperaturasi, namligi va quritgich agentining harakatlanish tezligi.

6. Quritish tezligining xavf tug'dirmaydigan qiymati.

Murakkab shaklga ega bo'lgan fasonli buyumlarni quritish vaqti eng uzoq bo'ladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, keramik buyumlarni quritish 4–6 soatgacha, sirt koshinlarini quritish vaqtini 15 minutgacha qisqartirish mumkin. Yupqa devorli buyumlar yuqori jadallikka ega bo'lgan quritish tartibini ko'tara oladi.

3-jadvalda buyumlarni tunnelli quritgichda quritish davomiyligi berilgan.

Tunnel quritgichda quritish davomiyligi

3-jadval

Nomlanishi	Boshlang'ich namlik, %	Quritish vaqti, soat
Shamotli plastik usulda shakllangan:		
normal g'isht	17–18	18–20
Oddiy fayans	18–19	24–36
Murakkab fayans	18–19	42–110
Dinasli:		
normal g'isht	6	6
Oddiy fayans	8	8
Murakkab fayans	8	16–36
Magnezitli:		
normal g'isht	2,5–3	12–20
kuydirilmagan	3	35
Kanalizatsiya quvurlari	17	18–19
Pol uchun keramik koshinlar	8	12–14
Sanitar-texnik keramikasi:		
unitazlar	16	36
umivalniklar	16	24
Keramik bloklar:		
tezkorlik rejimida	18–19	18
oddiy rejimda	18–19	36

Konveyerli quritgichlarda koshinlarni quritish 11–12 soat, radiatsion quritgichlarda 15–17 minut davom etadi. Kanalizatsiya quvurlari konveyerli quritgichlarda 24–36 soat davomida quritiladi.

Sochiluvchan materiallarni quritish minutlar va sekundlar davomida amalga oshiriladi. Agarda tuproq qurituvchi barabanlarda 20–30 minut davomida quritilsa, pnevmatik quritgichlarda bu jarayon 1,5–2,5 sekundni, qaynab turgan qatlamli quritgichlarda 10–20 sekundni talab yetadi.

Quritish tezligi

Quritish tezligi deb jismning yuza birligidan vaqt birligi ichida yo‘qalayotgan namlikning miqdoriga aytiladi. Maksimal holdagi xavfsiz quritish tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{\max} = 0,04K \frac{\rho_0 \Delta W_{\max}}{S} \text{ kg/m}^2\text{s}$$

K – massaning potensial o‘tkazish koeffitsiyenti, m^2/soat

S – namunaning qalinligi, m

$W_{\max}$ – namunaning o‘rta va yuza qismidagi namlikning maksimal farqi, %

ρ_0 – quruq materialning zichligi, kg/m^3

Bir xil sharoitda buyumning hajmi bo‘yicha aktiv bug‘lanish yuzasi qancha katta bo‘lsa quritish tezligi ham shuncha yuqori bo‘ladi.

Bu esa buyumlarda namlikning diffuziyaning koeffitsiyentining ortishi va buyum qalinligining kamayishi bilan birga kechadi. Quritish tezligi yana tuproqning quritishga bo‘lgan ta’sirchanligiga ham bog‘liqdir.

Tajribalarning ko‘rsatishicha, buyumlarni quritishda darzlar namlik gradientining turli qiymatida, lekin bir xil miqdordagi ΔW da vujudga keladi. Bundan ko‘rinib turibdiki, keramik buyumlarni quritishda doimiy tezlikdagi quritish bosqichi eng mas’uliyatli bosqich hisoblanar ekan. Bu bosqich davomida buyumlar ma’lum bir xavfsiz maksimal quritish tezligi asosida quritilishi mumkin.

Agarda $\Delta W_{\max}$ va D ning qiymatlarini aniqlash imkoniyati bo'lmasa, u holda xavfsiz quritish tezligining qiymati tajriba asosida topiladi. Buning uchun bir qancha namunalar olinib, ular turli rejimda darzlar hosil bo'lguncha quritiladi va bu hol uchun vaqt birligi ichida namlikning yo'qolish tezligi topiladi. Buyumlarda darzlarning hosil bo'lishiga olib kelgan quritish tezligi $V_{\max}$ ga teng qilib olinadi. Ushbu tezlikni aniqlashda buyumlarning chetida hosil bo'ladigan darz va yoriqlarning minimal miqdorda hosil bo'lish sharoiti yaratilishi lozim, chunki ushbu darz va yoriqlar buyumlar qalinligi bo'ylab hosil bo'ladigan darzlardan ancha avval vujudga keladi.

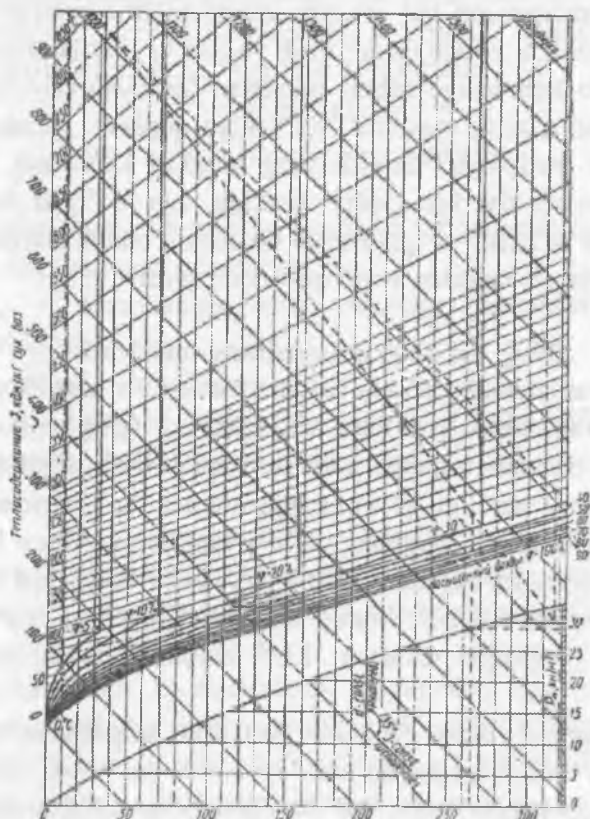
Ushbu muammoni hal qilishda quyidagilarni bajarish tavsiya etiladi: buyumlarni yupqa qirrali qilib yasash va ulardan namlikning darhol chiqib ketmasligi uchun namlikni himoyalovchi moddalar bilan, masalan mazut, mashina yog'i bilan qoplash. Bunda darzlar asosida hosil bo'ladigan chiqitlarning miqdori kamayadi. Bundan tashqari quritish davrida oddiy shaklga ega bo'lgan buyumlar (g'isht) devor tarzida 3–4 qator qilib taxlanadi, bunda buyumlarning cheti himoyalaniib, vaqtdan avval qurib qolmaydi.

39-§. I-d diagrammasining mohiyati

I-d diagrammasining asosiy parametrlari bo'lib, issiqlik saqllovchi I (kj/kg quruq havo) va nam saqllovchi d (g/kg quruq havo) hisoblanadi. Bundan tashqari unda havoning boshqa parametrlari, jumladan nisbiy namligi $\varphi(\%)$, temperaturasi, ho'l termometrning temperaturasi (punktir chiziqlar) va suv bug'larining nam havodagi porsial bosimi qayd etilgan. Doimiy namsaqllovchiga ega chiziqlar ($d=\text{Const}$) vertikal bo'ylab, doimiy issiqlik saqllovchiga ega chiziqlar (adiabatlar) vertikalga nisbatan 135° burchak ostida joylashadi (20-rasm).

Havoning to'yingan holatini $\varphi=100\%$ belgilovchi chiziqlar diagrammani ikki qismga bo'ladi. $\varphi=100\%$ ga moyil chiziqning yuqorisida joylashgan qism suv bug'lari bilan to'yinmagan nam havoning harakteristikasini beradi. Ushbu yuqori qism yordamida quritgich agentining kerakli parametrlari va ularning quritish

jarayonidagi o'zgarishini aniqlash mumkin. Pastki qism $\varphi=100\%$ ga moyil chiziqdan boshlab nam kondensat huzurida bo'lgan nam havoning to'yingan holatini tasvirlaydi, $\varphi=100\%$ ga moyil chiziqda yotgan barcha nuqtalarning temperaturasi shudring nuqtasiga to'g'ri keladi. Suv bug'ining porsial bosim chiziqlari $P_n(H/m^2)$ diagrammaning pastki qismida og'ma holda beriladi, ularning qiymatlari o'ng tarafda vertikal o'q bo'ylab keltirilgan. Diagramma barometrik bosim $B=99,4 \text{ kn/m}^2$ (745 mm sim.ust.) uchun berilgan bo'lib, unga suvning qaynash temperaturasi $99,4^\circ\text{C}$ ga to'g'ri keladi. Bu temperaturada suv bug'larining to'yingan holdagi porsial bosimi atmosfera bosimiga teng bo'ladi.



20-rasm. Barometrik bosim 99.4 kn/m^2 bo'lgan sharoit uchun (800°C gacha) nam havoning I – d diagrammasi

I-d diagramma yordamida quritgich agentni parametrining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan jarayonlarni tahlil qilish mumkin. Bularga quyidagi o'zgarishlar bilan kechadigan jarayonlar kiradi :

- quritgich agentini qizdirish
- tutun gazlarini havo bilan aralashtirish
- ishlatib bo'lingan gazlarning retsirkulyatsiyasi asosida quritgich agentining parametrlarini o'zgartirish
- materialdan namlikni yo'qotish
- tashqi muhitga issiqlikning yo'qolishini hisobga olgan holda quritish
- havoning turli aralashmalari uchun shudring nuqtasini aniqlash
- quritishga sarf bo'lgan quruq havo sarfini aniqlash
- issiqlik sarfini aniqlash va x. k.

40-§. Quritishdagi qisqartiruvchi kuchlanganliklar va deformatsiyalanish

Buyumlar va materialdan namlikning yo'qola borish jarayonida buyumlarda qisqarish ro'y beradi. Bunda jismning chiziqli o'lchamlari bilan uning namligi orasida quyidagi bog'lanish qayd etilgan:

$$L=L_1(1+\alpha_w(w-w_1))$$

Bu yerda L -buyumning w namligiga to'g'ri kelgan boshlang'ich chiziqli o'lchamlari, sm

L_1 -buyumning w_1 namligiga to'g'ri kelgan chiziqli o'lchamlari, sm

w -buyumning boshlang'ich absolyut namligi

w_1 -buyumning qisqarishi tugagan paytga to'g'ri kelgan oxirgi absolyut namligi

α_w -chiziqli qisqarish koeffitsiyenti, u materialdan 1% namlik yo'qolganda chiziqli o'lchamlarning nisbiy kamayishini bildiradi.

Buyumning ma'lum yo'nalish bo'yicha absolyut chiziqli qisqarishi:

$$\Delta L=L-L_1 \text{ cm}$$

Nisbiy chiziqli qisqarish:

$$\delta = \frac{L - L_1}{L_1} = \frac{\Delta L}{L_1}; \delta = \frac{\Delta L}{L_1} \cdot 100\%$$

Nisbiy qisqarishning qiymati nam saqlovchi orasidagi farqning ortishi va chiziqli qisqarish koeffitsiyentining ko'payishi bilan kattalashadi. Buyum jismi bo'ylab namlikning barobar taqsimlanmasligi turli kattalikdagi qisqarishni vujudga keltirib, qisqarish kuchlanganliklarini tug'diradi. Buyumlarning yupqa qirralari tezroq qurishi natijasida buyum qirralari va ularga qo'shni bo'lgan qismlarning qisqarishi turlicha bo'ladi, natijada qisqartiruvchi kuchlanganliklar vujudga kelib, yoriqlar paydo bo'ladi. Bunday holat ayniqsa murakkab shaklga ega bo'lgan va bir xil qalinlikda bo'lmagan buyumlarda kuzatiladi.

Buyumlarda darzlarni vujudga keltiruvchi kuchlanganliklarning qiymati buyum markazi va sirtidagi nam saqlovchilar orasidagi farqga va nisbiy chiziqli qisqarish koeffitsiyenti α_s ga bog'liq bo'lib, buyum qalinligi va namlik gradientiga bog'liq emas.

Tayanch so'z va iboralar

Sun'iy quritish, tabiiy quritish, qizdirish bosqichi, o'zgarimas tezlikda quritish bosqichi, quritish tezligining pasayish bosqichi, quritish agenti, nisbiy namlik, havoning nam saqlovchisi, quritish tartibi, quritish davomiyligi, namlik gradienti, I-d diagrammasi, chiziqli qisqarish, absolyut qisqarish.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Quritish deb nimaga aytiladi?
2. Quritish necha xil usulda amalga oshiriladi?
3. Namlikning yo'qolish jarayonida nechta bosqich mavjud?
4. Namlikning o'tkazish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
5. Quritish agenti deb nimaga aytiladi?
6. Havoning nisbiy namligi deb nimaga aytiladi?
7. Havoning nam saqlovchisi deb nimaga aytiladi?
8. Quritishning davomiyligi qanday tanlanadi?
9. Quritishning davomiyligiga qanday omillar ta'sir ko'rsatadi?
10. Quritish tezligi deb nimaga aytiladi?

11. Xavfsiz quritish tezligi nimani bildiradi?

12. I-d diagrammasi qanday tuzilgan?

13. I-d diagrammasi orqali quritish jarayoni qanday tahlil etiladi?

14. Buyumlarni quritish vaqtida qanday qisqarish va deformatsiyanish ro'y beradi?

B.B.B. jadvali

Bilaman.	Bilishni xohlayman.	Bilib oldim.
Quritish jarayoni namlikning chiqib ketishi bilan bog'liq ekanligini, u barcha buyumlarni ishlab chiqarish texnologiyasida borligini bilaman.	Quritish jarayonining fizik-kimyoviy mohiyatini, uning parametrlarini, buyunlar sifatiga ko'rsatadigan ta'sirini bilishni xohlayman.	Quritish jarayonining mohiyatini, uning bosqichlarini, quritish agentining parametrlarini va ularni tanlash asoslarini. buyumlarni ishlab chiqarish texnologiyasida quritish davomiy-ligini, quritish tezligini, i-d diagrammasining mohiya-tini bilib oldim.

XII BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA KUYDIRISH JARAYONI

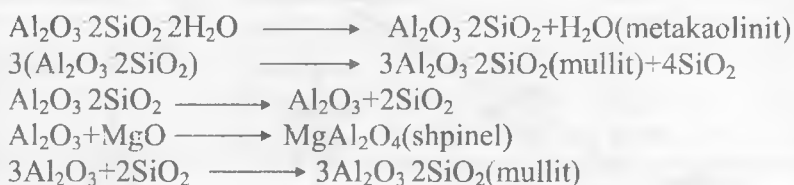
Materialga avvaldan belgilangan ma'lum bir xususiyatlarni berish maqsadida ko'rsatilayotgan issiqlik ta'siri bosqichlarining yig'indisiga issiqlik ishlovi deyiladi. Kimyoviy sanoatda kuydirish deganda, oksidlanish, qaytarilish va moddalarning birikish hamda yoqilg'ining pirogenetik parchalanish jarayonlari bilan birga kechadigan qizdirish jarayoni tushuniladi. Kuydirish jarayoni pechlarda olib boriladi. Pech-bu ichida yuqori temperatura va gaz muhiti ta'sirida murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar kechadigan texnologik qurilmalardir. Silikat sanoatining pechlarida quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi: qizish, qurish, suyuqlanish, parchalanish, pishish, qotishmalarning hosil bo'lishi va hokazo. Kuydirish jarayonida materialda qaytmas fizik-kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lib buning natijasida materialning fazalar bo'yicha tarkibi, strukturasi va fizik-texnik xossalari o'zgaradi, lekin agregat holati va hajmida katta o'zgarishlar ro'y bermaydi.

41-§.Kuydirish jarayonida tuproq minerallarida sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy o'zgarishlar

Keramika buyumlari deb, tuproq jinslari yoki ular asosida hosil qilingan aralashmalardan ishlab chiqariladigan materiallarga aytiladi.

Keramika buyumlarini kuydirish temperaturasi katta temperatura intervalini, ya'ni 900–1350°C ni o'z ichiga oladi. Tuproq jinslari turli tog' jinslarining mexanik aralashmasidan iborat bo'lib, ulardagi tuproq minerallari suv bilan aralashish jarayonida qovushqoqlik xususiyatini namoyon qiladilar. Tuproq jinslarini qizdirish davomida murakkab kimyoviy va fizik-kimyoviy jarayonlar ro'y berib, ular asosan tuproq minerallariga, ulardagi yot aralashmalarga, parchalanish mahsulotlarining o'zaro ta'sirlashuviga tegishlidir. Ushbu jarayonlar o'ta murakkab bo'lib, ular tuproq mineralining turiga, yoki aralashmalarga va ularni kuydirish sharoitlariga bog'liqdir.

Kuydirish jarayonida 450–600⁰C intervalida kaolinitning degidratlanishi va buning natijasida suvsiz metakaolitning hosil bo'lishi kuzatiladi. Metakaolinit esa 700–800⁰C atrofida amorf kremnezyomni ajratgan holda parchalanib ketadi. Amorf holdagi glinozyom magniy oksidi bilan ta'sirlashib, suyuqlanish temperaturasi 2135⁰C ga teng bo'lgan yuqori darajadagi olovbardoshlik xususiyatiga ega bo'lgan birikmani ya'ni shpinelni hosil qiladi. Bu birikma keramik sopalakning komponentiga aylanadi. 900⁰C dan boshlab glinozyom yana kremnezyom bilan boshqa nisbatda ta'sirlashib, mullit mineralini hosil qiladi. Buning natijasida sistema yanada amorf holdagi kremnezyom bilan boyiydi.



Amorf holdagi kremnezyom katta reaksiya qobiliyatiga ega bo'lib, 750–800⁰Cda tuproq jinslarida mavjud bo'lgan flyus aralashmalari bilan reaksiyaga kirishib, silikatli shishasimon suyultmalarni, ya'ni suyuq fazani hosil qiladi, bu suyuqlik esa butun sistemani sementlashga xizmat qiladi. Suyultmaning hosil bo'lishi temperatura ko'tarilgach jadallashadi. Aynan shu temperaturalar atrofida temir oksidi organik aralashmalar bilan reaksiyaga kirishib, temir 2-oksidge o'tadi. Temir 2-oksidi ham kuchli reaksiyaga kirishish qobiliyatiga ega bo'lganligi sababli, amorf holdagi kremnezyom bilan ta'sirlashib, temirli shishalarni hosil qiladi, ular ham sementlash jarayonini kuchaytirishga xizmat qiladilar. Ushbu jarayon qaytaruvchi muhit sharoitida kuchayadi. Ko'pincha temir oksidi gematit minerali sifatida kristallanadi, bu mineral ham keramik jismni tashkil etgan kristal fazalardan biri hisoblanadi.

Amorf kremnezyomning qoldiqlari esa kristobalit sifatida kristallanadilar. Sistemada vujudga kelgan suyuq faza kristal holdagi kremnezyom donachalarining qirra va burchaklarini eritib

Kremnezyom qizdirish jarayonida modifikatsiya o'zgarishlariga uchraydi, bu o'tishlar hajmi o'zgarishlari bilan birga kechadi. Kristal holdagi kremnezyomning uchta modifikatsiyasi va yettita shakli mavjuddir. Kremnezemning modifikatsiyalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Kremnezyomning modifikatsiyalari

Modifikatsiya	Shakl	Zichlik g/sm ³
Kvars	β -kvars	2,65
	α -kvars	2,52
Kristobalit	β -kristobalit	2,34
	α -kristobalit	2,22
Tridimit	γ -tridimit	2,31
	β -tridimit	2,29
	α -tridimit	2,23

Kremnezyom modifikatsiya o'zgarishlarining amaliy tasviri 21-rasmda ko'rsatilgan. Rasmda strelkalar bilan o'zgarishlar ketma-ketligi, ularning temperaturasi va bunda yuz beradigan hajm o'zgarishlari ko'rsatilgan. Tabiatda ko'p uchraydigan β -kvars 573°Cda α -kvarsga o'tib, o'z hajmini 0,82% ga oshiradi. Bu jarayon qaytarma bo'lib, bir zumda ro'y beradi. α -kvars 1050°C gacha turg'un holda mavjud bo'la oladi. Shu sababdan, agarda buyumlar 1000°C dan past temperaturada kuydirilsa, ular sovitilganda α -kvars 573°C da β -kvarsga o'z hajmini pasaytirish bilan o'tadi. 1050°C dan yuqori temperaturada α -kvars α -kristobalitga hajmini katta miqdorda o'zgartirish bilan o'tadi. Ushbu jarayon qaytarma emas, u anga sekin va qiyin kechib. 1200–1300°C da ancha jadallashadi. α -kristobalit 1400°C gacha barqaror ravishda mavjud bo'la oladi. Shu sababdan, 1000–1400°C gacha kuydirilgan buyumlarda ham α -kvars, ham α -kristobalit mavjud bo'ladi, ular sovitilganda β -kristobalit va β -kvarsga o'tadi. Agarda 1000°C dan yuqori temperaturada kuydirilgan keramik buyumlarni ikkinchi marta qizdirilsa (keramik kapsellar, chinni va falns buyumlar, unda 220–

274°C oraligida α – kristobalit α -kristobalitga o'tadi. Buyumlar sovutilganda α -kristobalit 253°C da β -kristobalitga o'tadi. 1400–1450 C oralig'ida α -kristobalit α -tridimitga 0,6% ga teng bo'lgan hajm o'zgarishlari bilan o'tadi. Ushbu jarayon ham qaytarma bo'lmay, sekin va kiyin kechadi. α -tridimit 163°C da β -tridimitga o'tadi, β -tridimit o'z holiga 117°C da α -tridimitga aylanadi. Shu ikkala jarayon qaytarma bo'lib, ularda 0,2% ga teng hajm o'zgarishlari sodir bo'ladi. α -kvars juda sekin va uzoq vaqt qizdirilsa 870°C da nazariy jihatdan α -tridimitga kristobalit shaklini tashlab 16% li hajm o'zgarishi bilan o'tadi. Keramik buyumlarni kuydi-rish paytida ushbu tarzdagi o'tish deyarli amaiga oshmaydi, shu sababdan tasvirda strelka punktir chiziq bilan berilgan. 1400–1450°Cda hosil bo'lgan tridimit keyingi qizdirish natijasida 1450°Cda barqaror hisoblangan α -kristobalitga o'tadi, u esa 1723°C da suyultmaga aylanadi. Kremnezyomning bir xil nom bilan ataluvchi modifikatsiyalarining bir-birga o'tishi oson va deyarli bir zumda boradi. Kremnezyom tarkibida aralashmalarning bo'lishi va suyultmalarning bo'lishi modifikatsion o'zgarishlarni tezlashtiradi va ularning to'liq borishiga yordam beradi. Tuproq minerallarining tarkibida aralashma sifatida mavjud bo'lgan kvarsda yoki qo'shimcha sifatida massaga kiritilayotgan kvarsda ham temperatura osha borgach, modifikatsiya o'zgarishlari kuzatiladi. Buning natijasida 1000–1400°C da kuydiriladigan buyumlarda β -kristobalit va β -kvarslar mavjud bo'ladi. Ko'pgina tuproqlarda aralashma holida kalsiy va magniy karbonatlari uchraydi. Kal'siy karbonati 900–950°C da karbonat angidridni chiqarib dissotsiyanadi aytib o'tilgan jarayonlar bir-biriga bog'liq holda yuz berib, bir-birini qoplab ketishi mumkin.

Modifikatsion o'zgarishlar katta miqdordagi hajm o'zgarishlari bilan birga borishi sababli, ular kuydirilayotgan keramik buyumlarning mustahkamligiga va butunligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ulardan eng muximi kvarsning bir shakldan ikkinchisiga o'tishi va kvarsning kristobalitga aylanishidir.

43-§. Komponentlar tarkibidagi aralashmalarda kuzatiladigan fizik-kimyoviy o'zgarishlar

Ko'pgina tuproqlarning tarkibida aralashma holida kalsiy karbonati va magniy karbonati bo'ladi. Ba'zida ularni qo'shimcha sifatida massaga kiritiladi. Kalsiy karbonati $900-950^{\circ}\text{C}$ da jadal sur'atda dissotsiyanib, karbonat angidridni chiqaradi. Agar ana shu bosqichda keramik jism g'ovakli va gazni yaxshi o'tkazuvchan bo'lsa, karbonatlarning dissotsiyanishi uning g'ovakligini oshiradi, xolos. Agarda keramik jism dissotsiatsiya jarayonidan avval angagina zichlanib qolgan bo'lsa, unda ajralib chiqayotgan karbonat angidrid buyumlarda pufakchalarni hosil qilib, ularni ko'pchishiga sabab bo'ladi. Agarda tuproq tarkibida toshsimon karbonatli aralashmalar bo'lsa, ular kuydirish jarayonida ohakning bo'lakchalarga aylanadi va havodan suv bug'larini yutib, so'nadi va kalsiy oksidining bo'lakchasiga o'z hajmini 4 marta oshirgan holda aylanadi. Buning natijasida buyumlarning yuzasida yirik pufakchalar hosil bo'lib, ba'zan buyumlar batanom parchalanib ketadi.

Oson suyuqlanuvchan tuproqlarning tarkibida katta miqdorda temir aralashmalari mavjud bo'ladi. Buyumlarni oksidlovchi muhit sharoitida kuydirilganda, temirning oksid birikmalari ularning sifatiga ta'sir etmaydi, faqat rangini krem rangidan qizil ranggacha o'zgartirib yuboradi. Lekin kuydirish qaytaruvchi muhitda olib borilsa, oksidli birikmalar 1000°C dan past teperaturada temir oksidiga o'tadi. Temir oksidi yuqori darajadagi reaksiyaga kirishish faoliyatiga ega bo'lgani sababli oson suyuqlanuvchan temirli shishalarni hosil qiladi va ular keramik jismning zichlanishiga yordam beradi. Temirning oltingugurtli birikmalari kuydirilgan buyumlarda «oqib tushishlar» kabi nuqsonlarni hosil qiladilar. Tuproq komponentlari tarkibida aralashma holida organik moddalar ham uchrashi mumkin. Keramzit, g'isht, agloporit va x.k. larni olishda ular yoqilg'i ko'shimchasi sifatida massaga kiritiladi. Organik birikmalarning yonishida bir necha bosqich, mavjuddir. $350-400^{\circ}\text{C}$ da uchuvchan birikmalar ajralib chiqib yonadilar. Koks qoldigi asta-sekinlik bilan yuqoriroq temperaturada yonadi ($700-800^{\circ}\text{C}$). Koks qoldig'ining yonishi keramik jism butun qalinligi bo'ylab g'ovakli bo'lib qolguncha yakunlanishi lozim.

Massaning pishish jarayoni

Yuqorida ko'rib o'tilgan barcha fizik-kimyoviy o'zgarishlarning yakunida buyumlarning pishish jarayoni yotadi. Pishish deb massaning zichlanib, qattiq toshsimon keramik jism hosil qilish jarayoniga aytiladi. Massaning pishishi qattiq zarrachalarning tortilib, kuydirish jarayonida vujudga kelgan silikat suyultmasi yordamida bir-biriga yopishish, minerallarning rekristallizatsiyasi va qattiq faza reaksiyalari natijasida sodir bo'ladi. Pishish jarayonining natijasida kuydirilayotgan material zichlanadi va uning ochiq g'ovakligi kamayadi. Pishish jarayoni yuqori temperaturaning ta'siri qancha uzoq vaqt davom etsa, shunga to'liq kechadi. Qaytaruvchi gaz muhiti pishish jarayonini keskin sur'atda jadallashtiradi va ularning boshlanishini $100-150^{\circ}\text{C}$ ga pasaytiradi. Xuddi shu tarzda, suv bugi muhiti ham ta'sir ko'rsatadi. Qurilish keramikasi buyumlarini kuydirishda qaytaruvchi muhit tuproq minerallari va karbonatlarning parchalanishiga ko'mak beradi, hosil bo'lgach oksidlarning faolligini oshiradi va qattiq faza reaksiyalarining borishi uchun yaxshi sharoitlar yaratadi. Qaytaruvchi muhit sharoitida keramik jismda hosil bo'lgan temir oksidi past temperaturada ($600-700^{\circ}\text{C}$) Al_2O_3 va SiO_2 bilan birikib, metastabil birikmalarni hosil qiladi. Ular esa keyinchalik kuydirish jarayonida oksidlovchi muhit ta'sirida parchalanib, Al_2O_3 va SiO_2 larni yuqori faol holatda ozod etib, anortit va mullit fazalarining yuzaga kelishiga sababchi bo'ladilar. Past temperatura sharoitida qaytaruvchi muhitda kombinatsiyalashgan tartibda kuydirish, yuqori temperaturada esa oksidlovchi muhitda kuydirish buyumlarning mexanik mustahkamligini va sovuqqa chidamliligini oshiradi.

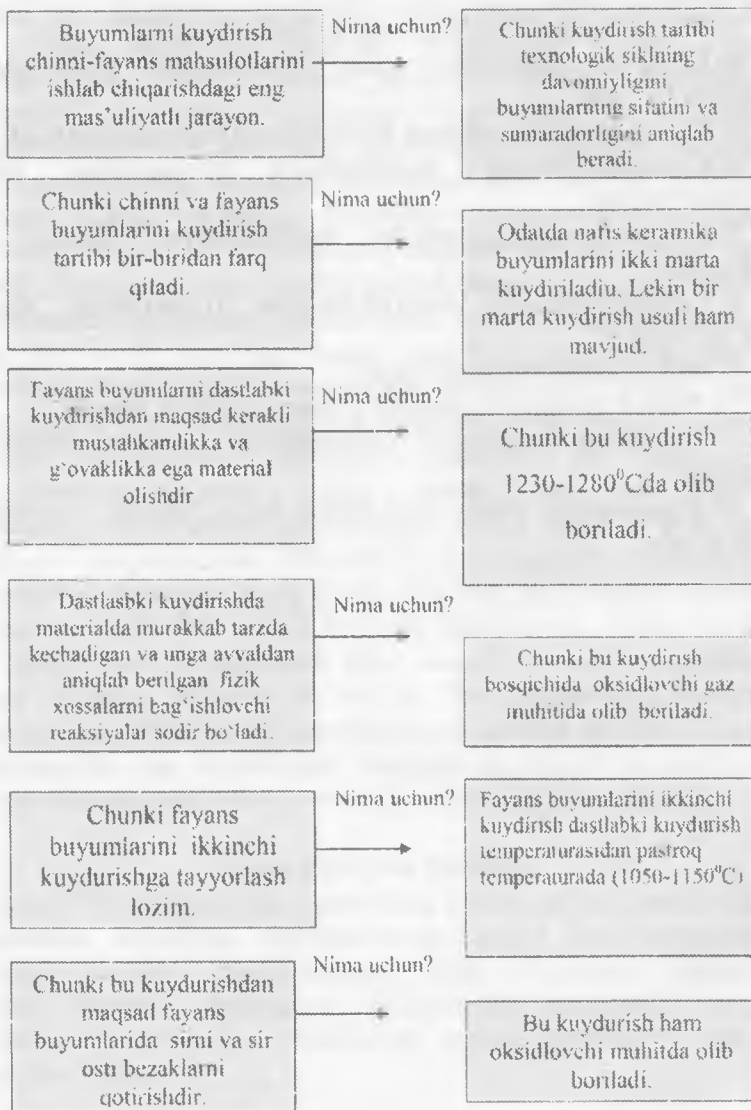
Tayanch so'z va iboralar

Kuydirish, oksidlanish, qaytarilish, qizish, qurish, parchalanish, suyuqlanish, suyultma, degidratlanish, qattiq faza reaksiyalari, reaksiya qobiliyat, modifikatsiya, hajm o'zgarishi, qaytarma, qaytmas, barqaror, dissotsiya, parchalanish, zichlanish, pishish, rekristallanish, birikish, oksidlovchi muhit, qaytaruvchi muhit, yuqori faol holat.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Kuydirish deb nimaga aytiladi?
2. Tuproq materiallarida kuydirish jarayonida qanday o'zgarishlar bo'ladi?
3. Mullitning hosil bo'lish reaksiyalarini yozing.
4. Kuydirish jarayonida amorf kremnezyom bilan qanday o'zgarish bo'ladi?
5. Kristal kremnezyomning nechta modifikatsiyasi mavjud?
6. Kremnezyomning modifikatsiya o'zgarishlari hakida ma'lumot bering.
7. Kremnezyomning qanday modifikatsiya o'tishlari xafli hisoblanadi?
8. Kremnezyomning modifikatsiyalar o'zgarishiga nimalar ta'sir ko'rsatadi?
9. Pishish deb nimaga aytiladi?
10. Pishish jarayonida qanday o'zgarishlar ro'y beradi?
11. Kuydirish jarayonida karbonatlarda qanday o'zgarishlar kuzatiladi.
12. Kuydirishda temir birikmalari bilan qanday reaksiyalar bo'lib o'tadi.

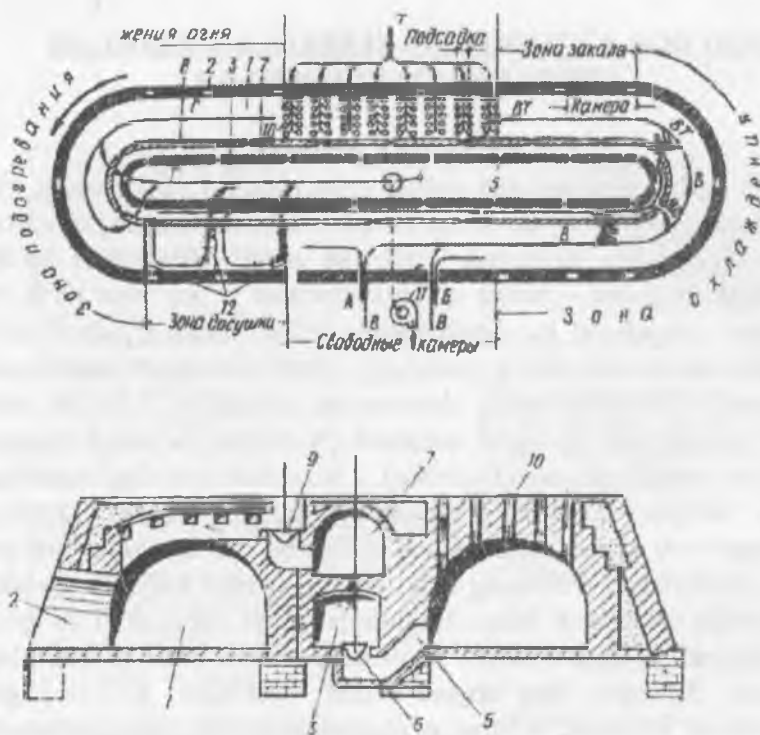
Chinni-fayans buyumlarini kuydirish jarayonini yoritish uchun "Nima uchun?" metodi



XIII BOB. KERAMIK MATERIALLARNI ISHLAB CHIQUARISHDAGI PECHLAR

44-§. Halqali pechlar

Bu pechlarning vujudga kelishi uzoq vaqtni o'z ichiga olib, ular asosan qurilish g'ishti, devorbop keramik toshlar va drenaj quvurlari ishlab chiqarishda ishlatiladi. Pechning asosiy elementlari bo'lib, oval shaklidagi bir – biriga qo'shilmaydigan u yog'idan kirib, bu yog'idan chiqadigan kuydirish kanali bo'lib, uning ichida doimiy to'siqlar bo'lmaydi va u pechning ishchi kamerasi hisoblanadi (22-rasm). Pechning tashqi devorlarida tuynuklar 2 bo'lib, ular orqali pechga xom mahsulot taxlanadi (A strelka) va pishib chiqqan mahsulot tushirib olinadi (B strelka). 2 ta tuynuk orasidagi masofaga to'g'ri kelgan kuydirish kanalining bo'lagi shartli ravishda «kamera» deb ataladi, lekin kanal teshik bo'lib, kameralar bir-biri bilan ajratilmagan. Pechning ichki devorida tutun kanali 3 joylashgan bo'lib, teshik 4 bilan birgalikda tutun tortgich I 1 bilan bog'langan. Kuydirish kanali tutun kanali bilan ichki devorlardagi teshiklar 5 orqali bog'langan. Tutun teshiklari ko'tariladigan konussimon klapanlar 6 bilan ta'minlangan bo'lib, ular yordamida tutun kanali kuydirish kanaliga ulanadi yoki undan uziladi. Tutun kanalining yuqorisida harorat kanali 7 joylashgan bo'lib, u kuyib chiqqan mahsulotni sovitish uchun ishlatiladigan havodan foydalanishga imkon yaratadi. Kanalini kuydirish kanali bilan harorat tuynuklari 8 hamda konussimon ko'tariluvchi klapanlar 9 orqali ulash mumkin.



22- Halqali pechning tuzilishi va ishlash sxemasi

Pechning uzluksiz ishlatilish jarayonida kuydirish kanali deyarli to'liq holda kuydirilayotgan mahsulot bilan to'lgan bo'ladi. Bunda pechning uchdan ikki qismi, ya'ni material yuklanib, tushirib olinadigan qismlarigina bo'sh qoladi. Ularda tuynuklar ochiq bo'ladi. Qolgan kameralarda esa ular vaqtinchalik g'isht devorlari yoki maxsus to'siqlar bilan yopiladi. Pechga yoqilg'i kuydirish kanalining shipida joylashgan yoqilg'i quvurlari 10 yordamida beriladi.

Yoqilg'i avvaldan qizdirib qo'yilgan mahsulotlarning taxiga kelib, undan dastlabki qizdirilish impulsini oladi va tezlik bilan yona boshlaydi va taxni qizdirishni davom ettiradi. Pechning yoqilg'i yuboriladigan kanali kuydirish zonasi deb ataladi. Bu zonada tutun

konuslari ham, harorat konuslari ham yopiq bo'ladi. Kuydirish zonasida hosil bo'lgan tutun gazlari oldinga qarab harakat qila boshlaydi (I' strelkasi), taxni sizib o'tib, yoqilg'ining alangalanish temperaturasidan balandroq temperaturagacha qizdiradi. Xom mahsulotni tutun gazlari yordamida kuydirish zonasi tutun zonasi eki qizdirish zonasi deb ataladi. Sovigan tutun gazlari qizdirish zonasidan tutun tuynuklar va ochiq holdagi tutun konuslari orqali tutun kanaliga o'tadilar. Lekin bu zonada hamma tutun konuslari ochiq bo'lmaydi, kuydirish zonasiga yaqinlari berk bo'ladi, aks holda issiq tutun gazlaridan foydalanish mumkin bo'lmay qoladi. Tutun kanalidan yig'ma teshik 4 orqali gazlar tutun tortgich 11 ga yuborilib, u yerdan atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Kuydirish kanaliga havo pechning bo'sh kameralaridan ochiq tuynuklar orqali kiradi (V strelkasi). Bo'sh kanallardan havo kuygan mahsulotning taxi orqali o'tib, uni sovitadi. Vir pochta kanallardan o'tgan havo oqimi ikkiga ajraladi, uning bir qismi oldinga harakatlanib (VT strelkasi) taxni sizib o'tib, isiydi va qizdirish zonasiga keladi va yoqilg'ining yonishida ishtirok yetadi. Havoning ikkinchi qismi qizigan holda harorat zonasiga surilib (VD strelka), undan yangi taxlangan mahsulot joylashgan kameraga keladi va quritadi. Harorat kanaliga havo so'rilmaydigan sovitish zonasining bir bo'lagi toblanish zonasi deb ataladi. U kuydirish zonasiga yopishgan bo'ladi. Bo'sh kameralar bilan kuydirish zonasi orasida sovitish zonasi joylashgan, unda havoning bir qismi harorat zonasiga suriladi. Xom mahsulotni quritish zonasida ishlatiladigan issiq havo mahsulotni sovitish jarayonida sodir bo'ladi.

Pechni yuqoridagi tartibda ishlatish uchun bo'sh kameralarga kelib qolgan sovuq havo sovitish zonasiga qarab yo'naltirilgan harakatda bo'lishi kerak. Buning uchun uning yo'lini qarama – qarshi yo'nalishda, ya'ni quritish zonasi tomon cheklab qo'yish kerak. Shu sababdan quritish zonasiga tegishli kameralar bo'sh kameralardan, qizdirish zonasidan va bir -biridan qog'ozli shirmalar 12 bilan to'sib qo'yiladi.

Demak, halqali pechlarda kuydirish zonasidan chiqayotgan tutun gazlarining issiqligi xom mahsulotni qizdirishga, sovitilayotgan mahsulotning issiqligi xom mahsulotni qizdirishga, sovitilayotgan mahsulotning issiqligi xom mahsulotni quritishga va yoqilg'ini yondirishga ketayotgan havoni isitishga sarf bo'ladi. Buning natijasida yuqori darajadagi issiqlik samarasi vujudga keladi.

Halqali pechning barcha zonolari qo'zg'almas bo'lib, ular uzluksiz ravishda suriladilar, ya'ni kuydirilayotgan material butun sikl davomida qo'zg'almas bo'ladi, issiqlik zonolari esa unga nisbatan uzluksiz tarzda suriladi, natijada, mahsulot avval quriydi, qiziydi, kuyadi, toblanadi va soviydi.

Afzalliklari:

1. Yuqori issiqlik samarasi.
2. Yuqori unumdorlik.
3. Turli xildagi yoqilg'ilarni yonish imkoniyati.
4. Turli yoqilg'iga o'tish imkoniyati.

Kamchiliklari:

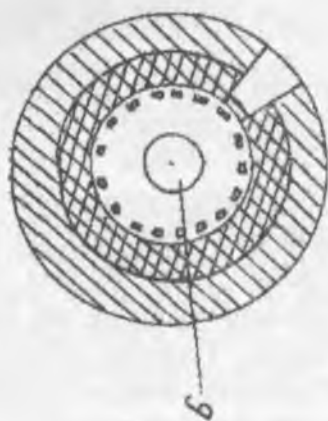
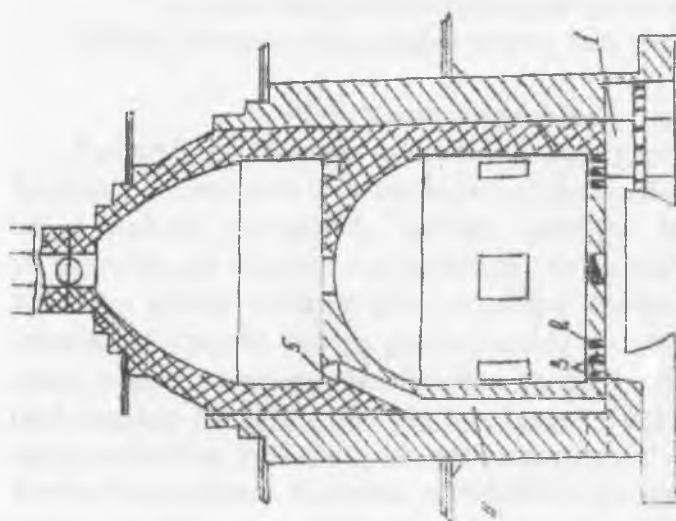
1. Undan foydalanish mehnatining og'irligi.
 2. To'liq mexanizatsiyalashtirishning mumkin emasligi.
- Hozirgi zamonda yangi halqali pechlar kam qurilyapti.

45-§. Kamerali pechlar

Kamerali pechlarning konstruktiv elementlari yoqilg'i turi, kuydirish temperaturasi va tartibiga bog'liqdir. Bu pechlarda gaz oqimi turlicha yo'nalishda bo'lishi mumkin. Balandga qarab yo'naluvchi gaz oqimiga ega pechlarda yonish mahsulotlari ishchi kameraga pastdan kirib, shipda joylashgan teshiklar orqali chiqib ketadilar. Ko'pincha pechga gazlar pastdan berilib, ishchi kamera-sining tagida joylashgan teshiklardan chiqarib yuboriladi. Bunda pech tagidagi kanalda gazlar yig'ilib, tutun quvuri yordamida olib chiqib ketiladilar. Ana shu holda pech kamerasi bo'ylab temperatura barobar taqsimlanadi. Kamerali pechlarda chiqib ketayotgan gazlar-ni issiqligidan samarali foydalanish uchun ular ikki va uch qavatli

qilib quriladi. Kamerali pechlar asosan nafis keramika buyumlarini kuydirish uchun ishlatiladilar. Ular dumaloq va to'g'ri burchakli bo'lishi mumkin.

Eng ko'p tarqalgan kamerali ikki qavatli pechlar qattiq yoqilg'idan foydalanib, sirlangan chinnini $1320-1350^{\circ}\text{C}$ da kuydirishga mo'ljallangan (23-rasm). O'choq 1 dan gazlar ship tagidagi joyga haydalib, u yerdan pastga yo'naluvchi oqim bilan kapsellar ustuni orasidagi kanallardan pech tagidagi teshiklar 2 orqali yig'ma kanallar 3 ga keladi. Ishlab bo'lgan issiq gazlar vertikal kanallar 4 orqali va ikkinchi qavatning tag kameralari 5 yordamida tom kameraga o'tadilar. Pechning ikkinchi qavatida chinni mahsulotlarini «biskvit kuydirish» amalga oshiriladi. Kamerali pechlarning f.i.k. juda kichikdir, lekin ularni ishlatish qulaydir.

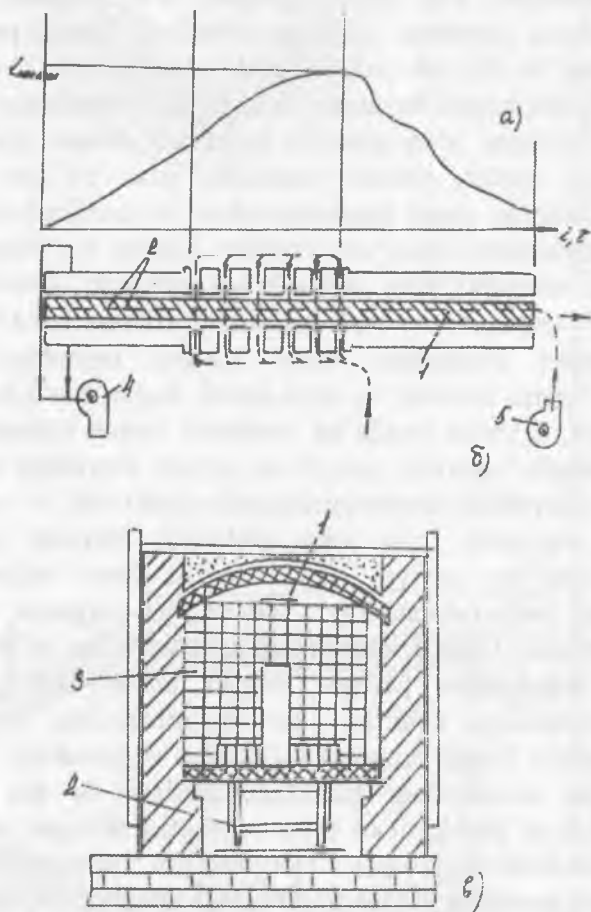


23-rasm. Tufun gazlarini markaziy ravishda chiqarib yuboruvchi yarim gazli o'choqlari bo'lgan ikki qavatli gorn; 1- o'choq, 2 – taglik tirqishi, 3 -yig'ma kanal, 4 – vertikal kanal, 5 -ikkinchi qavatning taglik kanali.

46-§. Tunnelli pechlar

Tunnel pechi uzun kanaldan iborat bo'lib, undan vagonetkalar ga yuklangan buyumlar belgilangan ritm bo'yicha pech gazlariga qarshi harakat qiladilar. Ishchi kanalining shakliga qarab tunnelli pechlar turli kanalli, halqasimon kanalli va P- simon kanalli turlarga bo'linadilar. Eng ko'p tarqalgani to'g'ri kanalli tunnel pechlaridir, ularda buyumlar bevosita qizdiriladi. Tunnel pechining ishchi kamerasi bo'lib, ichi bo'sh kanal 1 hisoblanib (24-rasm) u butunlay kuydirilayotgan buyumlar yuklangan vagonetkalar 2 bilan to'ldiriladi. Pechning o'rta qismida kuydirish zonasi joylashadi. Unga yoqilg'i berilib, yonish natijasida hosil bo'lgan yonish mahsulotlari oldinga qarab harakatlanadilar va qizdirish zonasida joylashgan buyumlarni chulg'ab o'tadilar. Ishlatib bo'lingan tutun gazlari tutun tortgich bilan atmosferaga chiqarib yuboriladilar. Ventilyator 5 yordamida sovitish zonasining oxiriga havo beriladi. Ushbu zonadan o'tayotgan havo kuygan buyumlar orqali harakatlanib, ularni sovitadi va o'zi isiydi. Isigan havo kuydirish zonasiga kelib, u yerda yoqilg'ini yondirish uchun xizmat qiladi, qizdirish zonasida buyumlar quriydi va qiziydi. Kuydirish zonasida esa buyumlar kuydirish temperaturasi gacha qizdiriladi va maksimal temperatura sharoitida biroz vaqt ushlanadi. Sovitish zonasida buyumlar avval tez soviydi, keyin sovish biroz sekinlashadi. Buyumlarning temperaturasi 50 – 60 °C ga yetganda sovitish jarayoni tugatiladi. Odatda tunnel vagonetkalar bilan to'lib turadi, navbatdagi vagonetkani pechga kiritish uchun uni pechning yuklanish chekkasiga keltirilib, itargich mexanizmi yordamida pechga haydaladi. Bunda tunnelda joylashgan vagonetkalar poyezdi bir vagonetka uzunligidagi masofaga suriladi va shu sababli pechning ikkinchi chekkasidan bitta vagonetka sovigan buyumlar bilan pechdan itarib chiqariladi. Kuydiriladigan material bilan tutun gazlarining va havoning o'zaro ta'sirlashuvi qarama – qarshi oqim asosida sodir bo'ladi, natijada qizdirish uchun yuqori temperatura sharoiti vujudga keladi. Ko'pchilik tunnel pechlari gaz yoki mazutda ishlaydi. Bunda gaz – mazutli forsunkalar ishlatilsa, gaz yo'qligida mazutni yoqish imkonini beradi. Qattiq yoqilg'idan foydalanilgan hollarda, uni yuqorida joylashgan yoqilg'i quvurlari orqali

yuklaydilar, lekin bunda pechning ichida qattiq yoqilg'idan hosil bo'lgan kulni yo'qotish muammosi tug'iladi. Shu sababdan tunnel pechlarini gaz va mazutga o'tkazish maqsadga muvofiqdir. Tunnel pechlari ishchi kanalining uzunligi 140–160 m ni, eng qulayi 100–120 m ni, maksimal eni 3,0 m ni, balandiligi enining 0,8 qismini tashkil etadi.



24-rasm. Tunelli pechning prinsipial sxemasi a-kuydirish temperaturasi grafigi. b-bo'ylama qirgimi. b-ko'ndalang kesimi. 1- kanal 2- vagonetka 3- vagonetkaga yuklangan g'isht, 4-5-ventilyator

Tunnel shakliga qarab pechlar to'g'ri chiziqli, halqasimon, tirqishli va ko'p kanalli bo'ladi. Materialni tunnel bo'ylab qilgan harakatiga ko'ra vagonetkali, lentali, rolikli, sirg'aluvchi taglikka ega, qadam tashlovchi va aylanma harakatlanuvchi taglikka ega turlarga bo'linadilar. Issiqlikni almashinish usuliga ko'ra ochiq olovli va mufelli turlarga bo'linadilar. Issiqlikni ta'minlash manbaining turiga ko'ra alangali va elektrli bo'ladilar. Pechlar aerodinamik sxemaga ko'ra ham turlicha bo'ladi. Ularning eng soddasi bitta tutun tortgichli pechlardir. Bundan tashqari havoni sovitish zonasidan ventilyator orqali majburan haydaydigan va qizigan havoni quritgichga, gorelkaga va qizdirish zonasiga yuboradigan tartibda ishlaydigan sxemalar ham mavjud.

Tunnel pechlarining afzalliklari:

Bu pechlar yoqilg'i sarfi va ishchi kuchiga bo'lgan talakga ko'ra iqtisodiy jihatdan afzaldirlar. Ularda kuydirish jarayonini to'liq avtomatlashtirish mumkin. Tunnel pechlari ko'p yillar davomida uzluksiz ravishda ta'mirlamasdan ham ishlay oladilar.

Kamchiliklari:

Ularning kamchiligi bo'lib quyidagilar hisoblanadi. Kanalning tepa va pastki qismlarida temperatura bo'yicha farq bo'ladi, bu ayniqsa qizdirish zonasida yaqqol seziladi. Yana pechning ba'zi joylaridagi tirqishchalardan sovuq havoning surilishi mumkin. Bundan tashqari buyumlarning taxlanishi mustahkam, zich va shu bilan birga gazlarning sizib kirishi uchun uzunligi va kengligi bo'yicha ochiq bo'lishi talab qilinadi.

Elektr yordamida qizdiriladigan tunnelli pechlar korxonalarda ko'p tonnajli buyumlarni kuydirish uchun qo'llanilmaydilar, chunki elektr energiyasining narxi balanddir.

Tunnel pechlarining ishlash tarzi quyidagicha: Pechning uzun tor tunnelli bo'ylab qarama-qarshi tomondan kelayotgan gaz va havo oqimiga qarab bir-biriga zich yopishgan va ko'ydiriladigan buyumlar yuklangan vagonetkalar karakterlanadi. Texnologik jarayonning karakteriga qarab tunel uzunligi bo'yicha shartli ravishda uchta zonaga bo'linadi: qizdirish, kuydirish va sovitish. Avval buyumlar taxlangan vagonetkalar kuydirish zonasidan kelayotgan yonish mahsulotlari hisobiga qiziydilar, keyin kuydirish

zonasi orqali o'tib, qizigan gazlar ta'siriga uchraydilar va nixoyat o'z issiqliklarini sovitish uchun kirgizilgan havoga berib, soviydilar. Tunnelli pechlarda gaz va havo vagonetkalarga qarshi harakat qiladi. Issiqlikning berilishi issiqlik tashuvchi bilan kuydirilayotgan buyumlarning bevosita to'qnashuvi yoki mufel orqali ta'sirlashuvi asosida ro'y beradi. So'nggi hollarda gazlar ishchi kanalining ichiga kira olmaydilar, u yerdagi havo esa kanalning kesimi bo'ylab temperatura farqi mavjudligi sababli tabiiy sirkulyatsiya asosida harakatlanadi. Gaz oqimlarining majburiy harakati mufelning tashqi tomonidan amalga oshiriladi. Bu holda mufelni sovitish uchun jo'natilayotgan havo kuydirish zonasiga bevosita bira olmaydi.

Buyumlarni sovitish uchun har vaqt yoqilg'ini yondirish uchun ketadigan havodan ko'p havo sarflanadi. Shu sababdan mufelni sovitish uchun yuborilgan havoning bir qismi tashqarida quritgichlarga beriladi yoki xonalarni isitish maqsadida ishlatiladi, qolgan qismi esa yoqilg'ini yondirish uchun ishlatiladi.

Tunnel pechlarining kamchiligi:

—pechlarning yuqori qismida har vaqt ancha qizigan oqimlar, pastki qismida esa nisbatan sovuq oqim mavjud bo'lishi sababli gaz oqimining qavatlanib qolishi yuzaga keladi. Ushbu temperatura farqi ayniqsa qizdirish zonasida yaqqol namoyon bo'ldi.

Tunnel pechlarining uzunligi va ko'ndalang kesimi orasida ma'lum bir bog'lanish mavjuddir, u quyidagicha ifodalanadi:

Pechning kesimi $F_1 \text{ m}^2$ nisbat $\frac{L}{F} M^{-1}$

$$3 - 4 > 30$$

$$1,5 - 2 > 40$$

$$0,5 - 1,0 > 60$$

$$< 0,1 > 80$$

Pechning uzunligi qancha katta bo'lsa, uning turli qismlarda kerakli bo'lgan temperatura va gaz rejimini yaratish shunga oson bo'ladi, lekin bunda gaz oqimiga bo'lgan qarshiliklar ortadi. Pechning Kesimi qancha katta bo'lsa, kuydirish rejimining kesim bo'ylab bir tekis bo'lmashligi ortadi va shu sabab kuydirish davomiyligini ko'paytirish vazifasi tug'iladi.

47-§. Qurilish g'ishtini kuydirish uchun tunnelli pechlar

Tunnelli pechlar uzluksiz tarzda ishlovchi pechlar va halqali pechlar oldida ko'pgina afzalliklarga egadirlar. Ularga quyidagilar kiradi:

a) tunel pechlarining vagonetkalariga xom g'ishtlarni yuklash va pishgan g'ishtlarni tushirib olish pechning tashqarisida amalga oshirilgani tufayli, ishchilarning mehnati normal temperatura sharoitida kechadi va unchalik og'ir bo'lmaydi. Bundan tashqari, ushbu jarayonlarni mexanizatsiyalash imkoniyati ham mavjuddir.

b) tunel pechlarida kuydirish tartibini to'liq ravishda avtomatik tarzda boshqarish mumkin.

v) tunel pechlarida kuydirish zonasining turli maydonlarida temperaturaning farqlanish uncha katta bo'lmaydi.

Qurilish g'ishti uchun ishlatiladigan tunnelli pechlar uzun kuydirish kanalidan iborat bo'lib, unda rels yo'llari bo'ylab davriy ravishda g'ishtlar yuklangan vagonetkalar harakterlanadi. Kuydirish kanalining tagi vagonetkalarining olovdan himoyalovchi qoplama-sidan tashkil topib, ushbu qoplama keramik toshlardan yoki issiqqa chidamli betondan qilinadi. Vagonetkalar zichlantiruvchi qurilmalar bilan ta'minlanadi, ularga yon tomonga o'rnatilgan qumli yopgichlar va pechning chetidagi qulfovchi qurilmalar kiradi. Pechda qizdirish, kuydirish va sovitish zonalari mavjuddir. Vagonetkalar soniga qarab, uni pozitsiyalarga bo'linadi. Pechdagi temperatura chizigi doimiy bo'lib, g'isht birin-ketin barcha isitish zonalaridan o'tadi.

Ushbu pechlarda gazsimon, suyuq va qattiq yoqilg'i ishlatilishi mumkin. Tabiiy gazdan foydalanilgan holda mehnat sharoiti eng qulay bo'ligina qolmay, g'ishtning sifati ham yuqori bo'ladi. Gazni yoqish uchun gorelkalar kuydirish zonasining ikki tomonida vagonetkaning tagidan yuqoriroq sathida o'rnatiladi. Kuydirish zonasining boshida issiqlik oqimining keskin ravishda ta'sirini pasaytirish maqsadida gaz pech devorlarida joylashgan maxsus o'choqlarda yoqiladi. Shu sababdan, kuydirish kanaliga gazsimon yoqilg'i emas, balki yonish mahsulotlari hisoblangan tutun gazlari kirib keladi. G'ishtni kuydirish uchun qattiq yoqilg'i ishlatilganda uning 90% miqdori xom g'isht tarkibiga presslash yordamida

kiritiladi. arziyas qismi esa kuydirish zonasiga pechning shipidan o'tadigan yoqilg'i quvurchalari orqali kiritiladi. Bu hosil bo'ladigan kulning miqdorini kamaytirishga yordam beradi. Suyuq yoqilg'i deyarli ishlatilmaydi. Tunnelli pechlar qarama-qarshi oqimda ishlatiladilar, ya'ni pechga kirayotgan sovuq havo sovishga kelayotgan g'ishtga qarab yo'naladi, qizigan tutun gazlari bo'lsa isishga kelayotgan buyumlarga qarab harakatlanadilar. Tunnelli pechga sovuq havo sovitish zonasining oxirida joylashgan ventilyator yordamida so'rib kiritiladi. Qizdirish zonasining boshida o'rnatilgan tutun tortgich havoni sovitish zonasi orqali sizib o'tib, qizigan holda kuydirish zonasiga kelishini ta'minlaydi. Ba'zi tunnel pechlarida kuydirish zonasiga kiritishdan avval qizigan havoning bir qismi olinib, u quritgichlarga yoki qizdirish zonasiga yuboriladi. Kuydirish zonasidan tutun gazlari qizdirish zonasiga keladi va g'ishtlarni sovitib, pech devorlarida joylashgan kanallar orqali tutun so'rgichlar yordamida pechdan chiqarib yuboriladi. Ba'zan pechlarda tutun gazlarining bir qismi retsirkulyatsiyaga yuboriladi. Pechdan chiqib ketayotgan tutun gazlarning temperaturasi $1200^{0-150^{0}}C$ ni tashkil etadi.

Qurilish g'ishtini kuydirish uchun ishlatiladigan tunnelli pechlarning uzunligi 46 dan 184 m gacha yetadi. Kuydirish kanalining eni 1,7–4,2 m, balandligi 1,6–1,7 m, kuydirish vaqti 24–30 m. Pechlarning unumdorligi 8 dan 50 mln. dona g'isht / yiliga.

Keyingi paytlarda yassi osma shipga ega bo'lgan pechlardan foydalanilyapti, ularda tax tizimini soddalashtirish va pechning aerodinamik rejimini turg'unlashtirish imkoniyati yaratildi. Ular uzunligi 184 m, unumdorligi mln. g'isht / yiliga.

Tunnelli pechlardagi g'ishtning taxiga katta talablar qo'yiladi:

–g'isht taxi mustahkam va barqaror bo'lishi va ichiga qarab o'zgina og'ib turishi kerak. Bu uni kuydirish jarayonida deformatsiyaga uchragan hollarda buzilib, ag'anab tushishdan saqlaydi.

–g'isht taxi nisbatan katta bo'lmagan aerodinamik qarashilikka ega bo'lishi va barcha yo'nalishlar bo'yicha gazlarning sizib kirishiga qarshilik qilmasligi kerak.

–qattiq yoqilg‘idan foydalanish hollarida, g‘isht taxi yoqilg‘ini pechning ko‘ndalang kesimi bo‘ylab barobar taqsimlanishini ta‘minlab berishi kerak.

Ko‘pgina korxonalarda pechdan g‘ishtni tushirib olish mexanizatsiyalashgan bo‘lib, unda sanchiq-lari bo‘lgan avtoyuklagichlardan foydalaniladi. Qurilish g‘ishtini kuydirish uchun tunel pechlarining kamchiliklari:

a) halqali pechlarga qaraganda yoqilg‘ining solishtirma sarfi 20 5 ga ko‘p

b) tunel pechlarni qurish halqali pechlarni qurishdan qimmatroq.

Tunnelli pechlarda g‘ishtni kuydirish tobora kengayib bormoqda. Yarim quruq usulda qoliplangan g‘ishtlarni uzunligi 66 dan 129 m gacha bo‘lgan tunnelli pechlarda kuydiriladi. Yoqilg‘i sifatida gaz va neft ishlatiladi. Masalan: uzunligi 105 m bo‘lgan pechlarda kuydirish temperaturasi 1150°C va kuydirish vaqti 83 soat bo‘ladi. Vagonetkalar har 48 minut davomida itariladi.

48-§. Chinni buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pechlar

Nafis keramika buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pechlar avval Fransiyada, keyin Germaniyada qurilgan. Rossiyada birinchi bor 1911-yili tunnelli pechida chinni kuydirilgan.

Chinnini kuydirish uchun tunnelli pechlarning konveyerli pechlar oldidagi afzalliklari:

a) buyumlarni tashish uchun ishlatiladigan vagonetkalar yuqori temperatura sharoiti uchun nisbatan ishonchliroqdirlar;

b) Vagonetkalarni ta‘mirlash ishlari pechdan tashqarida olib boriladi;

v) pechlar ta‘mirlanmasdan 10 yildan ko‘p vaqt ishlay oladi;

g) pech kanalining sig‘imi katta va pechning unumdorligi yuqori;

d) tunnel pechlaridan foydalanish mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatizatsiyalashtirilgan oqimdagi qo‘llash imkoniyatini yaratadi;

e) korxonaning boshqa sexlarida 1 va 2 smenali ish tartibini qo‘llab kuydirish sexining 3 smenadi ishlash imkoniyatini beradi;

Chinni buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pechlarning kamchiligi:

—qizdirish va sovitish zonalarida pech gazlari oqimining qavatlanishi natijasida vagonetkaning tepa va pastki qismida joylashgan buyumlar uchun temperatura har xil bo'ladi;

Chinni va fayans buyumlarni kuydirish uchun ishlatiladigan tunnelli pechlarning uzunligi 3 dan 100 m gacha borib, kanalning kesimi 0,25 dan 9 m² gacha yetadi. Ularda mayda buyumlar ya'ni radiokeramika, xo'jalik chinnisi kapsellarga va etajerkalarga yuklanadi, yirik gabaritli buyumlar, ya'ni balandligi 2,5 m bo'lgan elektr chinni buyumlari esa shundoq joylanadi.

Sovitish zonasida buyumlarni sovitib, o'zi qizigan havo kuydirish zonasiga boradi va u yerda qisman yoqilg'ini yoqish uchun ishlatiladi, keyin esa yoqilg'i gazlari bilan aralashtirilib, qizdirish zonasiga beriladi. Vagonetkalardan sizib o'tgan yoqilg'i gazlari buyumlarni sekin-asta qizdirib, tunnelga kirish qismida joylashgan kanallar orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. 800–1200°C temperaturada oksidlovchi muhitda buyumlarni kuydirish jarayonida sovitish zonasidan kelayotgan issiq havoning issiqligidan qizdirish va kuydirish zonalarida foydalanish maqsadga muvofiqdir, (agar bu issiqlik quritish uchun ishlatilmayotgan bo'lsa) 1200°C temperaturadan yuqori sharoitda qaytaruvchi muhitda ishlovchi pechlarda sovitishga ishlatilgan havodan yoqilg'ini yoqish uchun to'liq foydalanib bo'lmaydi.

Bunda sovitish zonasidan olinayotgan issiq havo quritgichlarga yuboriladi va kuydirish zonasini chetlab qizdirish zonasiga yuboriladi.

Pechning shipi va devorlarida mavjud bo'lgan tirqishlar orqali gazlarni so'rib olish yordamida gaz pardalarini yaratish pech kanalining tepa va pastki qismida temperaturani barobarlashtirishga olib keladi.

Bundan tashqari gaz pardalari turli temperatura, bosim va gaz muhiti bilan ishlaydigan alohida uchastkalarni aniq tarzda chegaralash imkonini beradi. Issiq havo va bug'dan iborat pardalar izolyatorlarni kuydirish jarayonida oksidlovchi va qaytaruvchi muhitni zonalarini chegaralash uchun qo'llaniladi.

Xo'jalik fayansi, sanitar buyumlar, past temperaturali chinni, sirli koshinlarni kuydirish nisbatan yuqori bo'lmagan temperaturada ($1000-1250^{\circ}\text{C}$), da oksidlovchi muhitda olib boriladi. Chunki oksidlovchi muhit sir va keramik bo'yoqlarning rangini o'zgartirib, ularni xira tusga kiritadi. Oksidlovchi muhit yoqilg'ini to'la yonishi uchun ishlatiladigan yoqilg'i qurilmasi yordamida amalga oshiriladi. Chinni, fayans va yarim chinni buyumlarni quyidagi tunnelli pechlarda pishiriladi.

Tunnel pechi $94 \times 1, 3 \times 1, 72$ m-xo'jalik fayansini birinchi / 1280°C / va ikkinchi / 1150°C / kuydirish uchun. Unga 50 ta vagonetka sig'adi, ulardan 15 tasi qizdirish zonasida, 9 tasi yoqilg'i zonasida, 26 tasi sovitish zonasida joylashadi. $6 \times 1, 25$ m fans plitkalarini birinchi / 1250°C / Tunnel pechi 104×1 , kuydirish uchun unga 49 ta vagonetka sig'ib, ulardan 18 tasi qizdirish zonasida, kuydirish zonasida 9 ta, sovitish zonasida 22 tasi joylashadi.

Tunnel pechi $98 \times 1, 5 \times 1, 7$ m bo'lib, xo'jalik chinnisini kuydirishga mo'ljallangan. 50 ta vagonetka bo'lib, kuydirish zonasida gazlarning temperaturasi 1450°C gacha yetadi.

Tunnel pechi $94 \times 1, 3 \times 1, 72$ m -xo'jalik chinni buyumlari va elektr chinnisini kuydirish uchun qo'llaniladi. Kanal enining 1,5 dan 1,8 m gacha kamaytirish orqali temperaturaning ko'ndalang kesim bo'ylab barobar taqsimlanishi yaxshilanadi, 56 ta vagonetka sig'adi.

Tunnel pechi $141 \times 2, 5 \times 3,28$ m. Yirik gabaritli chinni izolyatorlarini kuydirish uchun ishlatiladi. Qizdirish zonasi oksidlovchi muhitda 1000°C da, kuydirish zonasi qaytaruvchi muhitda $1300-1320^{\circ}\text{C}$ da olib boriladi. 54 ta vagonetka sig'adi.

49-§. Olovbardosh buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pechlar

Olovbardosh buyumlarning ko'p qismi tunnelli pechlarda kuydiriladi. Ulardan foydalanish buyumlarni yuklash va tushirib olish mehnatini yengillashtiradi, kuydirish vaqtini qisqartirib, kuydirish jarayonini to'laligicha avtomatlashtirish imkonini beradi. Bunda buyumlarni tunnel pechiga yuklash, kuydirish va tushirib olishga sarflangan ishchi kuchi 2 kishi-soatni tashkil etadi. Olovbardosh buyumlarni asosan kombinalashtirilgan tunnel

pechlarida kuydiriladi, ularda tunnelli quritgichlar pechga qo'shib yuborilgan. Shu sababdan, pechga presslash jarayonidan chiqqan yarim tayyor mahsulot vagonetkalariga taxlanib kiritiladi.

Shamol buyumlarni kuydirishga mo'ljallangan zamonaviy tunnelli pechning uzunligi 120 m, eni 3 m va vagonetkaning tagidan shipning tepasigacha bo'lgan balandligi 2,+ ga teng. Unga 40 ta uzunligi 3 m bo'lgan vagonetkalar sig'adi. Har bir vagonetkaga 12–14 t buyum yuklanishi mumkin. Kuydirish davomiyligi va pechning unumdorligi bir sutka davomida pechdan chiqayotgan vagonetkalar soni bilan o'lchanadi. Ushbu pech generator gazi bilan ishlagan sharoitda va kuydirish vaqti 40 soatga teng bo'lgan holda bir sutkada 24 ta vagonetkani kuydirishdan chiqaradi. Har bir vagonetkadagi buyumlar miqdori 14 t ga teng. Yoqilg'i sifatida mazut va tabiiy gaz ishlatilganda kuydirish vaqtini 32 soatgacha qisqartirib, bir sutkada pechdan chiqadigan vagonetkalarining sonini 30 gacha yetkazish mumkin, lekin vagonetkadagi taxning 30 gacha yetkazish mumkin. Lekin vagonetkadagi taxning zichligini 11,5 tonnagacha kamaytirish yoqilg'ini normal yonishini ta'minlab beradi. Bunda normal g'isht bo'yiga pechning bir sutkalik unumdorligi 350 t ga tengdir, yillik unumdorlik esa 120–130 ming tonnagacha yetadi.

Normal g'isht bo'yiga tax zichligi $850\text{--}1000\text{ kg/m}^3$, fasonli buyumlar uchun $800\text{--}900\text{ kg/m}^3$ gacha yetadi. G'isht to'liq fason uchun, masalan po'latni quyishda ishlatiladigan pripaslarda tax zichligi $650\text{--}750\text{ kg/m}^3$ gacha kamaytiriladi. Shu sababli, pechning unumdorligi fasonli buyumlarni kuydirishda 200–250 t/sutkaga kamayib, kuydirish vaqti 70 soatga uzaytiriladi. Olovbardosh buyumlarni kuydirish temperaturasi yuqori bo'lganligi sababli kuydirilgan buyumlarni sovitishda katta hajmda issiq havo hosil bo'ladi va uni quritgichlarda issiqlik tashuvchi sifatida ishlatish muammosi oson yechiladi.

50- §.Konveyerli pechlar

Konveyer pechlar boshqa pechlardan ishchi kanalining kesimi katta bo'lmasligi va konveyerga tushayotgan yukning yuqori emasligi bilan ajralib turadilar. Ular asosan o'lchami kichik bo'lgan

yupqa devorli buyumlarni tezkor rejimda kuydirish uchun ishlatiladi. Tezkor usulda kuydirish qo'llanilganda pech kanali sig'iminining yuqori emasligi kuydirish jarayonining qisqa bo'lishi evaziga bilinmay qoladi. Bunda kuydirish 700–1100°C intervalida olib borilganda issiqqa bardosh qotishmalardan yasalgan rolikli, tokchali va tasmali konveyerlarga ega bo'lgan pechlar ishlatiladi. Masalan, 800°C gacha temperaturada ishlaydigan setkali konveyerlarni X23413-markali issiqqa bardosh po'lat simlardan yasaladi. Kuydirish temperaturasi 1100°C gacha borgan sharoitda esa, yuqori darajadagi nikel va xromga ega bo'lgan va markasi X25T, AX2318H, XH787 bo'lgan qotishmalar ishlatiladi.

Agar temperatura bundan ham yuqori bo'lsa, yuqori olovbardosh materiallardan, ya'ni mullit, korundmullitdan yasalgan trubkali roliklar ishlatiladi.

Keramik buyumlarni kuydirish uchun qo'llaniladigan konveyer pechlari pech kanallariniing juda kichik kesimi va konveyerga tushayotgan yukning katta bo'lmasligi bilan ajralib turadi. Ularda asosan gabariti katta bo'lmagan, yupqa devorli buyumlarni tezkor tartibda kuydiriladi. Kuydirish temperaturasi 700–1100°C bo'lgan hollarda rolikli, tokchali, tasmali (setkali) konveyerlar issiqlikka bardoshli qotishmalardan yasaladi. Masalan, 800 °C gacha X23 H 13-markali, 1100°C gacha X23 T, AX23 18H, XH 78T markali, tarkibida yuqori miqdorda nikel va xrom bo'lgan qotishmalar ishlatiladi. Yuqori o'tga chidamli materiallarda, masalan, mullitli, korund – mullitli materiallardan qilingan quvurli roliklar ancha yuqori temperaturada ham ishlatilishlari mumkin.

Konveyer pechlarida roliklarni aylantirish zanjirli uzatma orqali amalga oshiriladi. Bunda uzatma orqali konveyerni harakat tezligi, buyumlarni kuydirish vaqti va pechning unumdorligi boshqariladi. Kuydirish va qizdirish zonalaridagi isitish tartibi mayda ijeksion gorelkalarda yondirilayotgan gazning miqdorini rostlash orqali bajariladi. Gorelkalar konveyer tagida va ustida shaxmat tartibida joylashtiriladi. Bu esa buyumlarni ikki tomondan qizdirish imkoniyatini beradi. Konveyer pechlarida ishchi kuchining sarfi kam, lekin ularni uzluksiz ishlovchi liniyalarga ulanganda ishni uch smenada tashkil etish majburiy bo'lib qoladi.

Nafis keramika buyumlari ishlab chiqarishda alangali va elektrli konveyer pechlaridan foydalaniladi. Mufelli konveyer pechlari asosan rangli sirlangan sir koshinlarini, badiiy chinnini va fayansni kuydirishda qo'llaniladi. Ularda suyuq va gazsimon yoqilg'i yoqilib, ba'zi hollarda elektr yordamida isitish usulidan foydalaniladi. Lekin gaz va suyuq yoqilg'i yordamida kuydirish ancha arzon va samaraliroq bo'lgani sababli, elektr pechlariga qaraganda alangali pechlarning istiqboli yuqoriroqdir. Konveyer pechlarida buyumlarni yuklash va tushirib olish uchun sarflangan ishchi kuchi tunnel pechlariga qaraganda ancha past, chunki mexanizatsiyalashtirilgan bir oqimli liniyalarda buyumlar avtomatik tarzda konveyerga berilib, keyin undan boshqa jarayonlarga uzatiladi. Konveyerga buyumlar bir yarus qilib taxlanganda kuydirish temperaturasi buyumlar bo'ylab bir tekis taqsimlanadi va shu sababdan temperaturani tenglashtirish uchun beriladigan vaqt kuydirish vaqtidan olib tashlanadi. Buning natijasida mayda va yupqa devorli buyumlarni kuydirish davomiyligi ancha kamayadi. Masalan, ushbu pechlarida yupqa devorli chashkalarni kapselsiz kuydirish va sirt koshinlarini kuydirish vaqti tunneli pechlarda kuydirish vaqtidan bir necha marta kamdir.

Lekin, shu bilan birga konveyer pechlarining bir qancha kamchilliklari ham mavjud: Ulardan biri bo'lib pechlardan foydalanish hollarida texnologik jarayonini uch smenada olib borish zaruriyati tug'iladi. Konveyer pechlarini avtomatlashtirilgan liniyalarga kiritilsa, avtomatlashtirilgan konveyer ta'minlagichlarni konstruksiyalash vazifasi tug'iladi. Kuydirishning tezkorlik va yuqori temperaturali rejimda konveyerlarda ishlaydigan konstruksion materiallar ekspluatatsiya jarayonida to'xtamay ishlash uchun chidamli bo'lishi kerak. Konveyer pechlari asosan 700⁰-1100⁰C sharoitida kichik o'lchamli buyumlarni tezkorlik rejimida kuydirish uchun tavsiyalanadilar.

51-§.Sirt koshinlari kuydirish uchun rolikli konveyer pechlari

Bir kanalli gaz yoqilg'isi bilan bevosita qizdiriladigan konveyer pechlari avtomatik liniyalarda sirt koshinlarini 1080⁰C gacha

birinchi kuydirish uchun va sirlangan koshinlarini 1020°C gacha ikkinchi kuydirish uchun qo'llaniladi. Birinchi kuydirish pechi kanalining bo'yi 19,6 m, eni 1,3 m va balandligi 0,22 m ga teng bo'lib, u shamotli olovbardosh g'ishtlardan yasaliib, issiqlikni himoyalash maqsadida shamotli va diatomitli yengil vaznli g'ishtlar bilan o'ralgan.

Sirt koshinlari uzunligi 8,4 m bo'lgan qizdirish va kuydirish zonalarini va uzunligi 11,2 m bo'lgan sovitish zonalarini rolikli konveyer yuzasiga taxlangan holda bosib o'tadilar. Konveyer roliklarining diametri 32 mm va uzunligi 2330 mm bo'lib, ularning o'qlari orasidagi qadami 70 mm ga tengdir. Buning natijasida o'lchami 150x150 mm bo'lgan koshinlar konveyerda olovga bardosh poddonlarsiz kuydirilishi mumkin. Poddonlarsiz kuydirish pechlarning konstruksiyasini va ulardan foydalanishni osonlashtiradi va yoqilg'i sarfini kamaytiradi. Kuydirish zonasi uchun roliklar issiqqa bardosh qotishmalardan yasaladi. Roliklarni qiyshaymasdan ishlay olish davri va temperaturasi pechning ishlatilish samarasini aniqlab beradi, chunki roliklarni almashtirish jarayoni avtomatik liniyalarning uzluksiz ishlashini buzib, ularning unumdorligini pasaytirib yuboradi. 1120°C gacha temperatura uchun XN45-10-markali temirxromnikelli qotishma ishlatilsa, qizdirish va sovitish zonalarida po'latdan yasalgan roliklardan foydalaniladi.

Roliklarning aylanishi yuritgichdan zanjirli uzatma asosida amalga oshiriladi, bunda konveyerning harakat tezligini va kuydirish davomiyligini o'zgartirish imkoniyati mavjuddir. Yoqilg'ini yondirishga mo'ljallangan gorelkalar konveyerning yuqorisida va pastki qismida shaxmat tartibida joylashtiriladi. Pechning yuqori darajadagi unumdorligi sirlanmagan koshinlarni juda yuqori tezlikda kuydirish hisobiga amalga oshiriladi. Bunda birinchi kuydirishdagi pishish va kuydirishga ketgan vaqt 17-20 min, sirlangan buyumlarni ikkinchi kuydirishga ketgan vaqt 28-31 minutni tashkil etadi.

52-§. Lentali konveyerga ega bo'lgan konveyerli mufelli pechlar

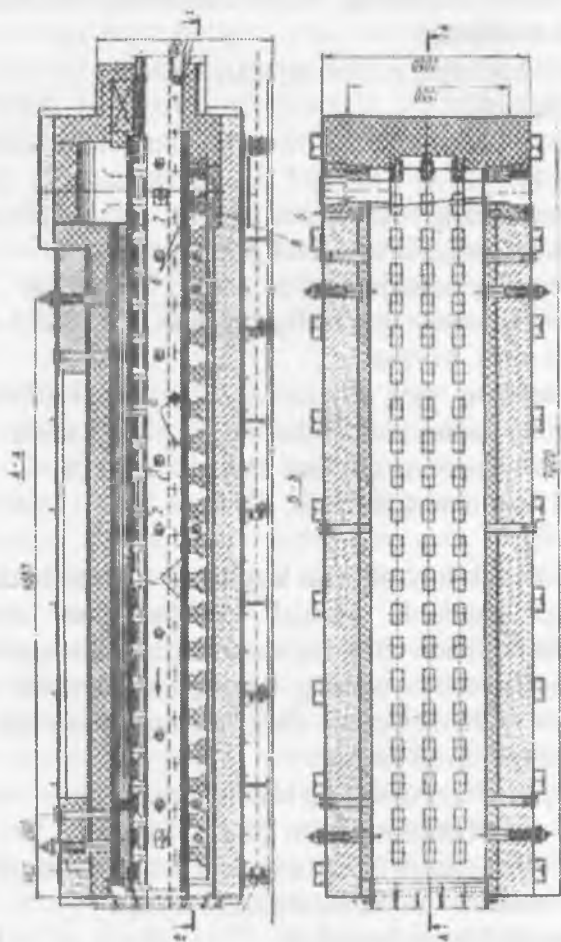
Bunday pechlar chinni buyumlarini va bezatilgan keramika buyumlarini 800–900⁰C gacha temperaturada dastlabki kuydirish uchun qo'llaniladi. Bunday pechlarda buyumlar alanganing bevosita ta'siridan himoyalanganligi sababli, pech kanalida bo'yoqlarning yarqirashi uchun oksidlovchi muhitni yaratish katta muammo bo'lmaydi.

Pech kanalining uzunligi 19,55 m, eni 1,09 m va balandligi 0,22 m bo'lib, unda buyumlar issiqqa bardosh qotishmalardan (X23H13-markali po'lat) yasalgan setkali tasmadan iborat konveyerlarda harakatlanadilar. Qizdirish zonasining uzunligi 5,54 m, u asosan 12 ta cho'yan bloklar 1 dan pech kanali 2 va tutun kanali 3 bilan bog'lanib yasalgan (24-rasm). Buyumlar roliklari 7 bo'lgan lentali konveyer 4 yordamida qizdirish, kuydirish va sovitish zonalariga kiradi. Kanallar 3 yordamida kelayotgan buyumlarga qarama-qarshi ravishda kuydirish zonasidan tutun gazlari beriladi. Qizdirish zonasida esa ular devorlar orasidan harakatlanib, buyumlarni sekin-asta qizdiradilar va keyin atmosferaga chiqarib yuboradilar. Bloklar korobka 5 da diatomit to'kilmasi orqali himoyalangan bo'lib, kirish qismida shiberga ega korobka 6 bilan yakuniga yetadilar. Shiberning ko'tarilish balandligi buyumlarning asosida taxlanadi. Qizdirish zonasining boshida keramik buyumlardagi organik birikmalarining ajralishi tufayli vujudga keladigan gaz va bug'larning yo'qolishi uchun quvur o'rnatilgan. Qizdirish zonasi o'tkinchi cho'yan blok yordamida kuydirish zonasiga ulangan.

Kuydirish zonasining uzunligi 7.02 m. uning devori, shipi va tagi shamot g'ishtidan yasalgan. Devor va tag qismi shamotli yengil buyumlar bilan, shipi esa diatomit to'kilmasi bilan himoyalangan. Mufel kanalining tagi shamotli yoki karborund plitalaridan yasalgan bo'lib, uning yuqorisida roliklar 4 bo'ylab konveyer 3 da shamotli tagliklarga taxlangan buyumlar harakatlanadi.

Kuydirish zonasining oxirida tabiiy gazni yondirish uchun GIP-3 gorelkasiga ega bo'lgan gazli o'choq 5 joylashgan. Ikkita pastki o'choqdan alanga pastki kanal 6 ga berilib, u mufelning tagini

qizdiradi. Yuqorigi o'choqdan esa alanga kanal 7 ga kelib, mufelning shipi 2 ni qizdiradi. o'choq va taglik 8 lar shamotli A sinfiga mansub olovbardoshlardan yasaladi.



25-rasm. Lentali tashgichga ega bo'lgan konveyerli mufel pechining kuydirish zonasi.

Sovitish zonasi qizdirish zonasi singari cho'yan bloklar asosida yasalgandir. Buyunlarni sovitishga ishlatilgan havo cho'yan bloklar kanalidan o'tib, ventilyator orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi

yoki quritishga beriladi. Lentali konveyerning yuritgichi elektrdvgateldan, qiyiq tasmali o'zatkichdan, reduktordan, tishli uzatmadan va boshlovchi barabandan iboratdir. Setkali lentani tortib quyish kuydirish zonasidagi yuqori temperatura ta'siridagi tortuvchi blok orqali rostanadi.

Mufelli konveyer pechining texnik ta'rifi

Uzunligi, m.....23,75

Eni, m.....2,26

Bo'yi, m.....2,54

Pech kanalining kesimi, mm.....1090x220

Konveyer tasmasining uzunligi, m.....60

Konveyer tasmasining eni, m.....1,1

Konveyer tasmasining tezligi, m/min.....0,021-0,4

Issqlik sarfi, Mj/soat.....1466,5

Havo sarfi, m³/soat.....10 000

Havoning yonish oldidan bosimi, Pa.....2500

Elektrdvgatelining quvvati, kVt.....0,5

Sexga issiqlikning berilishi, Mj/soat...377

53-§. Keramik buyunlarni kuydirish uchun elektr pechlari

Keyingi paytlarda alangali pechlar bilan elektr pechlari raqobatlasha boshladi. Ularning asosiy ustunliklari quyidagilar:

1. Kuydirish jarayonining temperatura tartibini va avtomatik rostlashni avvaldan belgilab olingan temperatura chizig'i asosida aniq nazorat qilish imkoniyati.

2. Kuydirish jarayonining absolyut tozaligi.

3. Kuydirish davomiyligini qisqartirish.

4. Ishlab chiqarish chiqitlari miqdorining kamayishi.

5. Qo'shimcha moslamalar sarfini tejash

6. Boshqarishning osonligi.

7. Gigiyena nuqtai nazaridan mehnat sharoitini yaxshilash.

Hozirgi kunda ishlab chiqarishda davriy ravishda ishlovchi kamerali va uzluksiz ravishda ishlovchi tunnelli elektr pechlari ko'p ishlatiladi.

Kamerali elektr pechlari ishchi maydoni hajmi 2m³ ni tashkil etib, ularda qizdiruvchi elementlar sifatida globalovli yoki silitli

sterjenlar ishlatiladi. Kuydirish temperaturasi 1400°C gacha boradi. Pechlar transformatorlar bilan ta'minlangan bo'lib, ular yordamida tarmoqdagi kuchlanishni ixtiyoriy chegarada o'zgartirish va shu orqali pechdagi temperaturani rostlash mumkin. Elektr pechlarida gaz muhiti ta'siriga inert bo'lgan yoki oksidlovchi muhitni talab yetadigan ixtiyoriy keramik materiallarini kuydirish mumkin. Agarda kuydirish jarayonida qaytaruvchi muhimt lozim bo'lsa, pechning ishchi maydoniga qaytaruvchi gazlar kiritiladi va ularning tarkibi hamda miqdori avtomatik tarzda boshqariladi. Uzlusiz tarzda ishlovchi elektr pechlarining o'lchamlari uncha katta bo'lmaganlarida quyidagicha bo'ladi: Ishchi kanallarning kesimi $0,01-0,03\text{ m}^2$, quvvati $20-30\text{ kv}$ t, katta pechlarning uzunligi 110 m gacha, ishchi kanalining kesimi $0,75-0,8\text{ m}^2$, quvvati $500-600\text{ kv}$ t gacha boradi.

Elektr pechlarida issiqlik asosan cho'g'ga aylangan qarshilik elementlarining nurlanishi hisobiga uzatiladi, lekin pechda sirkulyatsiya qilayotgan gazlardan konveksiya orqali ham bir qism issiqlik materialga o'tishi mumkin. Shu sababdan, pech ko'ndalang kesim yuzasining ortishi bilan kesim bo'ylab temperaturaning barobar bo'lmasligi ortadi. Ana shu hol pech o'lchamlarini kattalashtirish imkonini bermaydi.

Issiqlikdan samarali foydalanish maqsadida elektrli tunnelli pechlarni qarama-qarshi harakatlanuvchi vagonetkalariga ega bo'lgan ikki kanalli qilib yasaladi. Pechga kirayotgan vagonetkalar kuydirish zonasidan kelayotgan vagonetkalarni sovitish natijasida vujudga kelgan issiqlik hisobiga qizdiriladilar.

Ikki kanalli pechlarda elektr energiyaning sarfi bir kanalli pechlarnikidek bo'lsa ham, ularning unumdorligi ikki marta katta bo'ladi. Ikki kanalli pechlar ayniqsa xo'jalik chinnisini kuydirish uchun qulay bo'lib, ularda 1400°C da biskvit kuydirish va 900°C da sir uchun kuydirish olib boriladi. Bunda ikkinchi kuydirish davrida qo'shimcha ravishda issiqlik va elektr energiyasi sarflanmaydi. Elektr yordamida qizdirish yana buyumlarni kapselsiz kuydirish uchun qulaydir.

Elektr pechlarini ishlatishda qizdiruvchi elementlarning narxi va chidamliligi katta ahamiyat kashf yetadi. Ularning ishlash davri

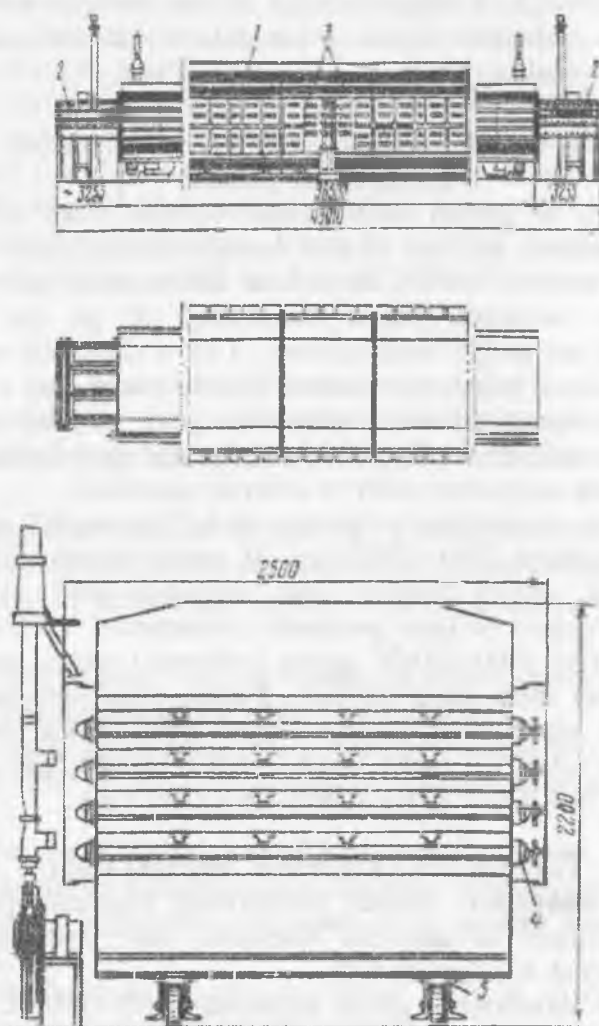
2000 soat bo'lib, bir yilda ularni 4 marta almashtirishga to'g'ri keladi.

54-§. Xo'jalik chinni buyumlarini kuydirish uchun konveyerli «ЧИТН» pechi

Xo'jalik chinni buyumlarini pishirish uchun ko'p kanalli konveyer elektr pechlari ham ishlatiladi. O'n ikki kanalli konveyerli «ЧИТН» pechi fayans, chinni va sirlangan koshinlarni kuydirish uchun ishlatiladi.

Pech 12 kuydirish kanallariga ega bo'lib, ularning uzunligi 36,5 m ga, eni 370 mm ga va bo'yi 115 mm ga tengdir. Kanallar 4 ta yarusda joylashgan bo'lib, ularning har biriga 3 tadan kanal to'g'ri keladi. Kanallarda buyumlar rolikli konveyerlar yordamida yengil poddonlarda harakatlanadi. Bunda birinchi va uchinchi yaruslar bir tomonga, ikkinchi va to'rtinchilari ikkinchi tomonga qarab harakatlanadilar. Pech yig'ma konstruksiya ko'rinishida bo'lib, u ettita kuydiruvchi seksiya va ikkita chegaraviy seksiyadan iboratdir, chegaraviy seksiyalar buyumlarni yuklash va tushirib olishga mo'ljallangan (rasm 13). Seksiyalar po'lat sinchga montaj qilingan bo'lib, sinchda pechni qizdirish davrida issiqlikdan kengayishi natijasida harakatlanuvchi g'ildiraklar mavjud. Pech kanallari ichi bo'sh olovbardosh toshlardan yasalgan bo'lib, ularning chuqurliklariga konveyer roliklari va qizdiruvchi sterjenlar taxlanadi. Har bir yarusning rolikli konveyeri 216 ta rolikdan iborat bo'lib, u 3 ta kanalga xizmat qiladi. Qizdirish va sovitish zonalarida uzunligi 2000 mm va diametri 50 mm bo'lgan metall roliklari ishlatilsa, kuydirish zonasida diametri 50 mm bo'lgan yuqori glinozyomli roliklardan foydalaniladi. Roliklar o'qi orasidagi masofa 170 mm bo'lib, shu o'lchamdagi poddonlarga buyumlar yuklanadi. Uzunligi 520 mm bo'lgan poddon konveyerning 3 ta roligiga tayanadi. Poddonlar kordieritli termobardosh keramika asosida qalinligi 5 mm, eni 356 mm va qirralarining balandligi 12 mm qilib yasaladi. Bu pechlarda «Kantal» tipidagi xromoferroaluminiumdan yasalgan qizdirgichlar ishlatiladi. Buyumlarning qizdirilishi ularni sovitishda hosil bo'lgan issiqlik

hisobiga amalga oshiriladi. Bunday pechlarda sirlangan tarelkalarni kuydirish temperaturasi 1180°C , kuydirish vaqti 3 soat ga teng.



26-rasm. Xo'jalik chinnisini pishirish uchun 12 kanalli konveyerli «SITI» pechi. 1-kuydirish setsiyasi, 2-buyumlarni yuklash va tushirib olish seksiyasi, 3-qizdiruvchi elementlar, 4-konveyer rolislari, kuydirish seksiyasining kataklari.

Sirt koshinlarini kuydirishga mo'ljallangan «SITI» konveyerli elektr pechida 36 dan 48 tagacha kanallar mavjud bo'lib, koshinlar to'p-to'p qilib 12–20 tadan qalinligi 25 mm bo'lgan karborundli poddonlarga taxlanadi. Kuydirish zonasida mufel kanallari mullitli plitkalardan yasalanadi.

55-§. Texnik keramika buyumlarini kuydirish uchun elektr pechlar

Ko'mirli va grafitli qizdirgichlari bo'lgan elektr pechlari – Tamman pechlari deyiladi va past kuchlanishdagi tokda ishlaydi. Ishchi temperaturasi 2500°C dan oshadi. Kislorodning uglerod bilan ta'sirlashuvi natijasida yuqori darajasidagi 00 ga ega bo'lgan qaytaruvchi gaz muhiti hosil qilinadi. Yuqori chastotali induksion pechlar Tamman pechlariga o'xshab ketadi, ularda ham 2500°C li temperatura barpo qilinadi. Vakuumda yoki vodorod muhitida qizdirgichlar sifatida W, Ta va Mo metallaridan foydalaniladi, havo atmosferasida esa platina, rodiiy va iridiylar ishlatiladi.

Volfram va molibdenli o'ramga ega bo'lgan mufelli pechlarda ishchi temperatura $1700\text{--}1750^{\circ}\text{C}$ bo'lib, muhit qaytaruvchi bo'ladi. Erkin holda osilgan volfram yoki molibden simli va issiqlik qaytargich ekrani bo'lgan pechlarda temperatura 1900°C gacha (molibdenli) va $2500\text{--}2700^{\circ}\text{C}$ gacha (volframli) yetadi, gaz muhiti vakuum yoki inert gazlar bo'ladi. Yuqori o'tga chidamli elektr o'tkazuvchi oksidlardan yasalgan qizdirgichli elektr pechlarida temperatura 2000°C gacha borib, muhit oksidlangan bo'ladi. Masalan: $85\%\text{-ZrO}_2 + 15\%\text{V}_2\text{O}_3$, $90\%\text{ThO}_2 + 10\%\text{Y}_2\text{O}_3$.

Tayanch so'z va iboralar, ularning izohi

Tutun konuslari– halqali pechlarining kuydirish kanalidagi konus shaklidagi ko'tariluvchi klapanlar, ular yordamida tutun kanali kuydirish kanaliga ulanadi.

Biskvit kuydirish – chinni buyumlarini $800\text{--}1000^{\circ}\text{C}$ atrofida dastlabki kuydirish.

Kapsellar – kuydirilayotgan mahsulotni gaz yoqilg'isining uchuvchan kullari ta'siridan hamda qizdirish va sovitish jarayonidagi temperaturaning keskin o'zgarishidan himoya qilish maqsadida qo'llaniladigan idishlar.

Tunnel, ishchi kamera, yuklash, tushirib olish, vagonetka, goretka, itargich, ko'ndalang kesim, qizdirish zonasi, kuydirish zonasi, sovitish zonasi, tutun gazlari, qumli yopgichlar, qulflovchi qurilma, pozitsiya, g'isht taxi, havo pardalari, oksidlovchi muhit, qaytaruvchi muhit, shamotli g'isht, konveyer, setka, tasma, rolik, sim, kanal, mufel, olovbardosh qotishma, shamotli olovbardosh, diatomitli to'kilma, taglik, cho'yan bloklar, shiber, karborund plitalar.

Elektr pechi, avtomatik rostlash, qizdiruvchi element, globalovli sterjen, silitli sterjen, qarshilik elementlari, ikki kanalli pech, biskvit quydirish, yarus, konveyer roliklari, Tamman pechlari, ko'mirli qizdirgich, grafitli qizdirgich, volframli o'ram, molibdenli o'ram.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Halqali pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
2. Halqali pechlarning ijobiy va salbiy tomonlari nimalardan iborat?
3. Kamerali pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
4. Tunnelli pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
5. Tunnelli pechlarning ijobiy va salbiy tomonlari nimalardan iborat?
6. Konveyerli pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
7. Tunnel pechlarining ishlash tarzi qanday?
8. Tunnel pechlarida qanday yoqilg'i yondiriladi?
9. Tunnel pechlarining o'lchamlari orasida qanday bog'lanish mavjud?
10. Tunnel pechlarining afzalliklari nimadan iborat?
11. Tunnel pechlarining kamchiliklariga nimalar kiradi?
12. Chinni buyumlarni kuydirish uchun qanday tunnel pechlar ishlatiladi?
13. Olovbardosh buyumlarni tunnel pechida kuydirishda taxzichligi va kuydirish vaqti qanday bo'ladi?
14. Konveyer pechlarda qanday buyumlar quritiladi?
15. Konveyer pechlarda setkalar qanday materiallardan yasaladi?
16. Konveyer pechlarining afzalliklari qanday?
17. Konveyer pechlarining kamchiliklari nimadan iborat?

18. Konveyerli mufelli pechlar qanday buyumlarni kuydirish uchun tavsiyalanadi?

19. Konveyerli mufelli pechlarning tuzilishi va ishlash tarzi qanday?

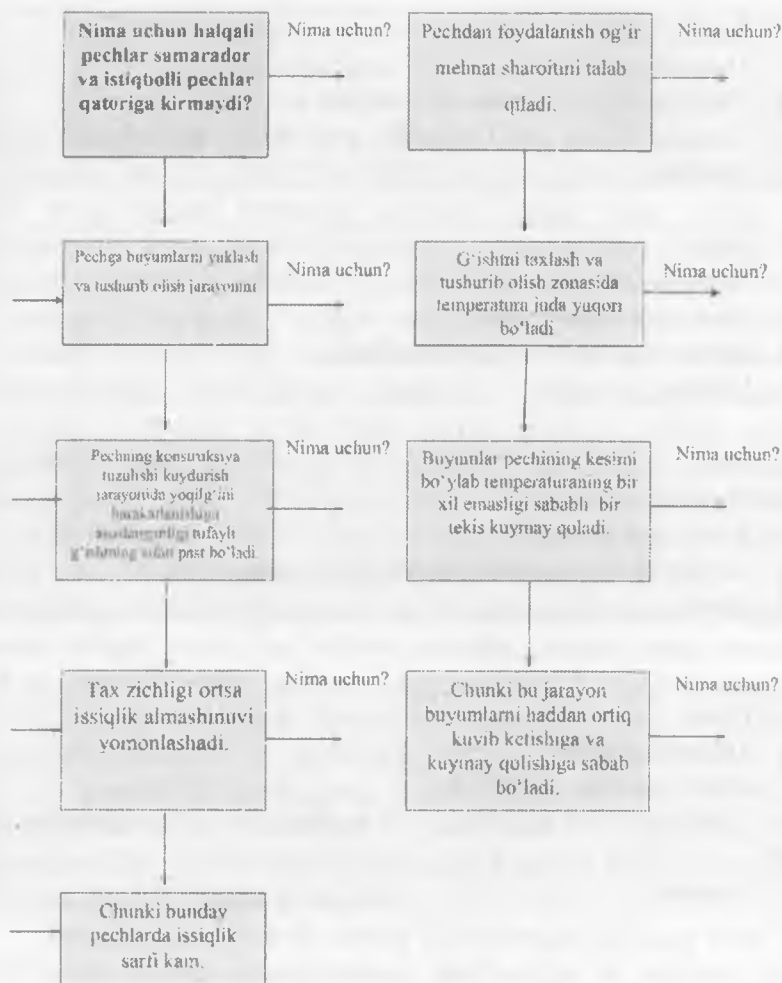
20. Elektr pechlarining alangali pechlar oldida qanday ustunliklari bor?

21. «СИТИ» elektr pechi qanday tarzda ishlaydi?

22. «СИТИ» elektr pechida qanday elektr qizdirgichlar ishlatiladi?

23. Texnik keramikasi qanday elektr pechlarida kuydiriladi?

“Qurilish g’ishtini kuydirish uchun halqali pechlar” mavzusi uchun “Nima uchun?” metodini qo’llash



**“Olovbardosh buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pechlar”
mavzusiga oid “Sinkveyn” namunalari**

1. Pech
2. Tunnelli, uzluksiz
3. Olovbardoshlar olishda qo'llaniladi
4. Uzunligi 120 m ,eni 3 m bo'lib, unga 40 ta vagonetka sig'adi
5. Qurilma

1. Pech
2. Tunnelli, turli-tuman
3. Uzun yo'lakdan iborat
4. Ichida vagonetkalar harakat qiladi
5. Uskuna

1. Pech
2. Tunnelli, alangali
3. Tabiiy gaz yoqiladi
4. Kuydirish vaqti belgilangan tartibda qabul qilinadi
5. Jihoz

1. Pech
2. Tunnelli, kanalli
3. Chinni olishda ishlatiladi
4. Uzunligi 93–94 m, eni 1,3–1,5 m, unga 50–56 ta vagonetka sig'adi
5. Apparat

14-BOB. ISSIQLIK HIMOYALOVCHI MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA QO'LLANILADIGAN PECHLAR

56-§. Donador materiallarni ko'pchitishda ishlatiladigan aylanma pechlar

Keramzit shagalini olish uchun foydalaniladigan aylanma pechlarning soni juda ko'p. Asosan uch xil o'lchamli pechlar ishlatiladi: 40x2,5; 22x2,3 va 12x1,6 m. Eng katta pechning uzunligi 60 m ga boradi. Pechning uzunligi oshishi bilan yoqilg'i sarfi kamayadi, lekin kuyib chiqayotgan keramzitning zichligi oshib ketadi. Keramzit olishda ishlatiladigan pechlarning 62%- bu uzunligi 40 m gacha bo'lgan pechlardir. Ularda gaz yoki mazut yoqiladi. Bunda? qisqa alanga hosil qiluvchi yoqish qurilmalaridan foydalaniladi. Keramzitni kuydirish mobaynida xomashyoda quyidagi jarayonlar bo'lib o'tadi: qurish, qizish, ko'pchish va qotish. Qurish zonasi 11 m ni o'z ichiga olib, unda materialning temperaturasi 100 °C atrofida bo'ladi va erkin holdagi namlik chiqib ketadi. Qizdirish zonasi 15 m ga teng bo'lib, u yerda temperatura 100 dan 75 °C gacha yetadi. Bu zonada gigroskopik va gidrat suvlarini qoldiqlari yo'qoladi va uchuvchan birikmalarning biroz qismini chiqib ketadi. Ko'pchish zonasida nisbatan qisqa maydonda (8 m, granularning zichligi keskin darajada kamayib, temperatura 1125 °C gacha oshadi. Keyin, bu zonaning oxirgi 4 m ga teng maydoni material va gazlarning temperaturasi o'zgarmas holda bo'lib, granular zichligining kamayishi davom etadi, chunki ular piropplastik holda bo'ladilar. Qotish zonasi juda qisqa bo'lib faqatgina 2m ni o'z ichiga oladi, unda material temperaturasi 1125 °C dan 1025 °C gacha kamayadi.

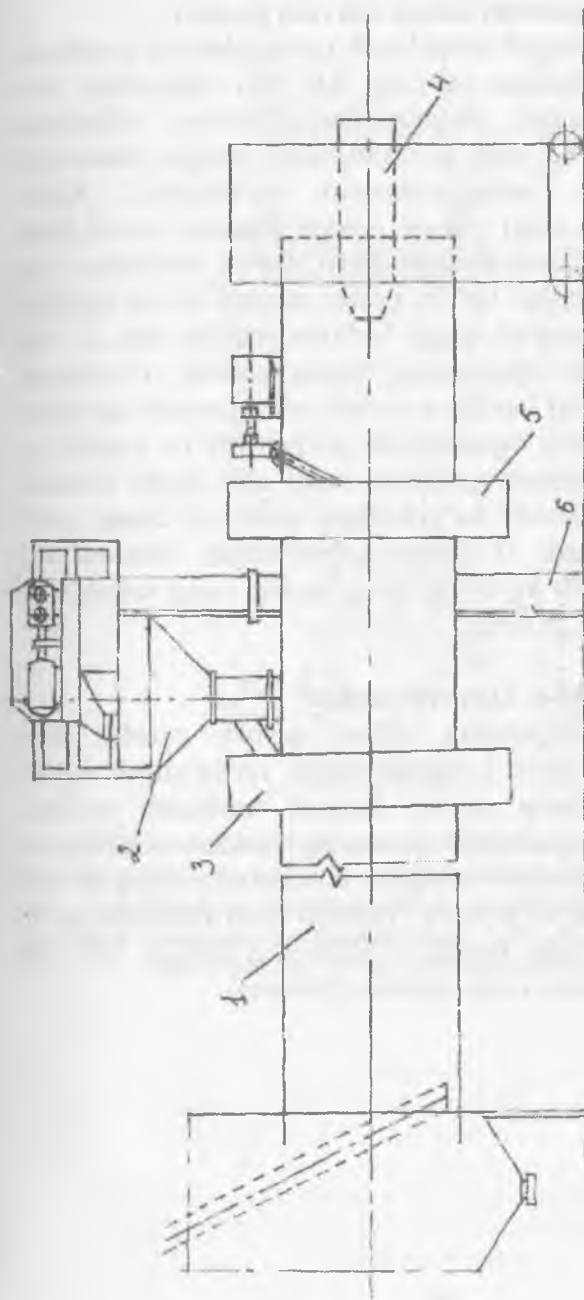
Issiqlik ishlov berish tartibi keramzitning sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Bunda granularning portlashiga va natijada organik birikmalarning muddatidan avval chiqib ketishi bilan ko'pchishning yo'qolishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Ko'pchish bundan tashqari pechning ichidagi gaz muhitiga ham bog'liq, eng qulay bo'lib, kuchli qaytaruvchi muhit hisoblanadi, unda pech gazlarining tarkibida kislorodning miqdori 9% dan oshmaydi.

Aylanma pechlarning ko'pchitish zonasini modernizatsiyalash natijasida ularning unumdorligi 25% oshsa, keramzitning markasi 2 taga kamayadi, issiqlik sarfi esa 25% ga qisqaradi. Bunda ortiqcha havoni uzluksiz tarzda uzatish uchun halqali havo yuborish va granulalarni upalash uchun halqali ta'minlagich o'rnatiladi (27-rasm).

Ba'zi bir tuproqlarni ko'pchitishda qizdirish zonasi 400-600°C gacha chiqarib, uning gaz hosil qilish qobiliyatini ko'pchitish zonasi uchun saqlashga to'g'ri keladi. Bunday holda ikki barabanli pechlar katta imkoniyatlar yaratadilar. Ularda kichik diametrli uzun baraban quritish uchun mo'ljallanib, unda granulalarni 200-600°C gacha qizdiriladi. Katta diametrli kalta baraban ko'pchitish uchun quritilgan. Ikki barabanli pechlarda keramzitning zichligi 30-50% ga kamayadi, yoqilg'i sarfi 20-30%, keramzitning tannarxi 15-20% ga qisqaradi. Bu pechlar ayniqsa yomon ko'pchiydigan tuproqlar uchun qo'l keladi.

57-§. Qaynab turgan qatlamli pechlar

Qaynab turgan qatlamli pechlar keramzit olish uchun birinchi bor qo'llanilganda, ular alohida ishchi kameralari ya'ni tuproq uvoqlariga termo ishlov berish uchun qo'llaniladigan reaktorlar qurilganlar. Hozirgi paytlarda u vazifa ko'p zonali pechlarda bajariladi (28-rasm). Unda ishchi kamera ikkita panjara bilan uchta zonaga bo'linadi, zonalar bir-biri bilan peretoklar orqali bog'lanib turadilar. Sovitgich asosiy kameradan konstruktiv jihatdan ajratilgan, lekin u bilan bir vertikal o'qda joylashadi. Yoqilg'i materialning qatlamida yoqiladi. Sovitgichda qizigan havo ko'pchitish zonasiga, unda yoqilg'ini yonishini ta'minlaydi. Ilmiy - tadqiqotlar $\omega_{rab} / \omega_{krit}$ nisbatni issiqlik ishlovi zonasi uchun 1,5 - 2,5; ko'pchitish zonasi uchun 2,5 - 3,5 ga teng qilib olishni tavsiya etadilar.



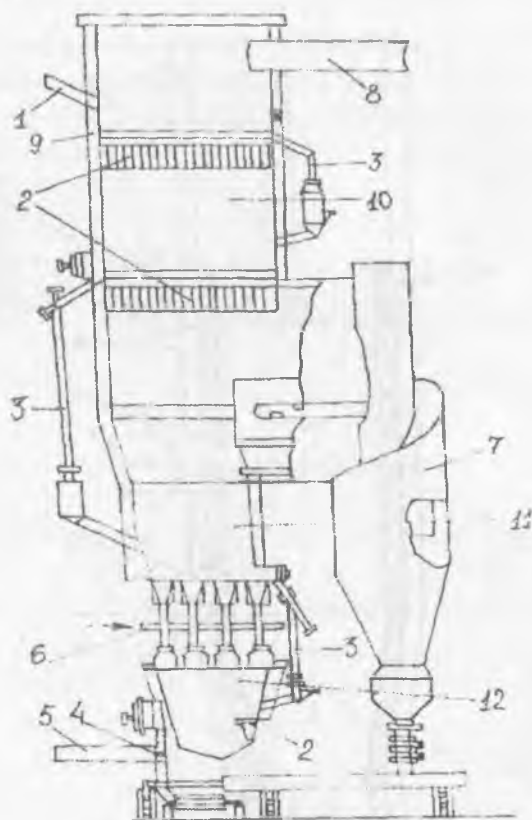
27-rasm. Aylanma pechda ko'pchitish zonasi ning modernizatsiya qilish; 1 – aylanma pech, 2 – upalovchi moddani xazira bunkeri, 3-upalovchi moddani kiritish moslamasi, 4 – gorelka, 5 – ikkilamchi havoni kiritish moslamasi, 6 -elevator.

58-§. Ko'pchitish uchun shaxtali pechlar

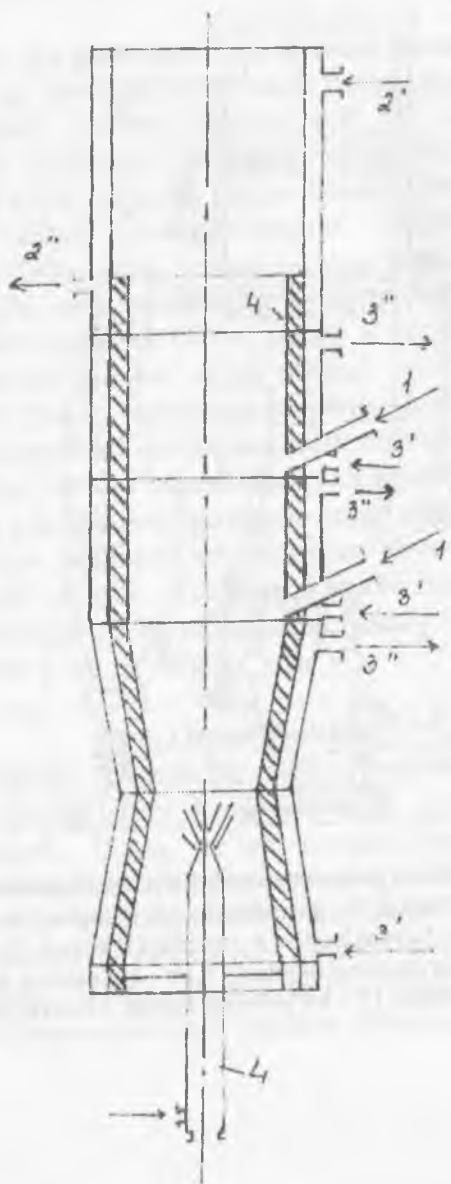
Ko'pgina tog' jinslarini ko'pchitish uchun shaxtali pechlarda keng foydalaniladi. Asosan ularning ikki turi ishlatiladi, ular konstruksiyalari jihatidan farqlanadilar. Ularning ikkalasida material to'g'ri oqim bo'yicha harakatlanadi. Qizigan materialni harakatlanishi uchun pnevmotransport qo'llaniladi. Kiyev pechlarida shaxtaning ichki yuzasi issiqqa bardosh beton bilan qoplangan bo'lib, mujassamlangan havo -suvli sovitishga ega (29-rasm). Shaxta seksiyali bo'lib, pastki seksiya ikkita kesilgan konuslarning kichik asoslari orqali birikish profilga ega. U suv bilan sovitiladi. Ushbu seksiyaning tubida gorelka o'rnatilgan. Tuynuk 1 orqali material berilib, u yonish mahsulotlarining oqimi bilan ilib ketiladi va shu oqimda isib, ko'pchiydi va shaxtaning tepa qismidagi gaz tozalash qurilmasi orqali olib chiqib ketiladi. Unda qattiq faza bo'lmish ko'pchitilgan material chang gazli oqimdan ajratib olinadi. Pechdan ko'pchitilgan materialning to'kiluvchan zichligi 70 kg/m^3 ga teng, yoqilg'ining solishtirma sarfi $5500 - 6000 \text{ J/kg}$ ga teng.

59-§. Quvurli pechlar

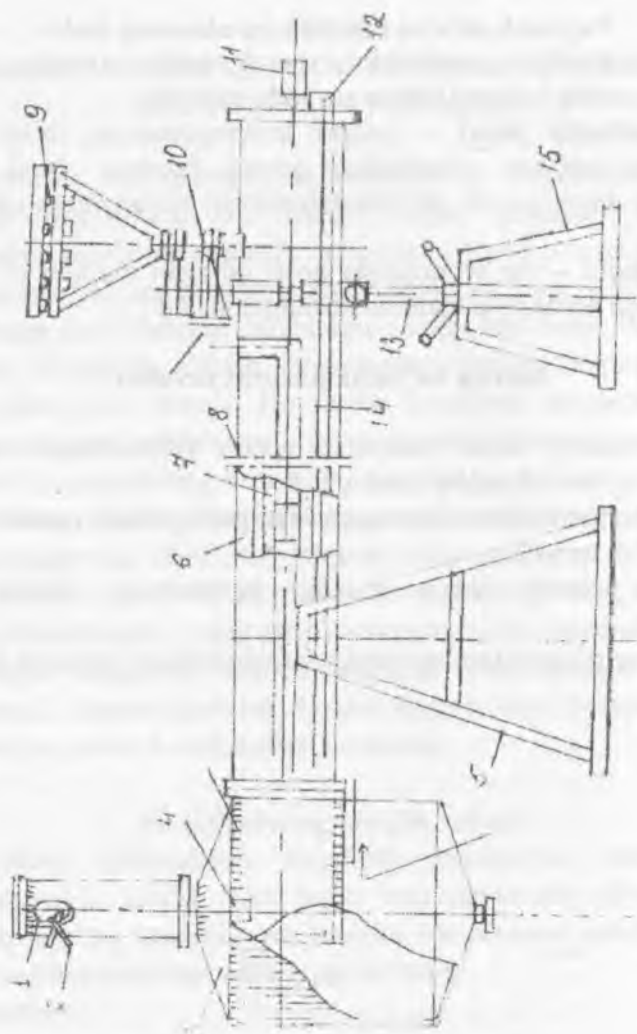
Tog' jinslarini ko'pchitish uchun quvurli pechlar ham ishlatiladi. Pechning ishchi kamerasi bo'lib qo'zg'almas og'ma quvur hisoblanadi. Uning og'ish darajasi boshqarib turiladi. Yoqilg'ini yondirish qurilmasi quvurning yuklash chekkasida joylashgan. Yonish mahsulotlarining oqimi materialni chulg'ab olib ketadilar, shu oqimda u ko'pchiydi. Tushirib olish kamerasi bo'lib siklon hisoblanadi. Bunday pechda to'kiluvchan zichligi $100-150 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan vermikulitni olish mumkin (30-rasm).



28-rasm . Qaynab turgan qatlamli ko'p zonali pechning sxemasi;
 1 – yuklash qurilmasi, 2 – panjara, 3 – ish trubalari, 4 – tushirish
 qurilmasi, 5 – havoni berish, 6 – yoqilg'ini berish, 7 – siklon,
 8 – chiqib ketayotgan gazlarni haydash, 9,10 – birinchi va ikkinchi termik
 ishlov berish, 11 – ko'pchitish zonasi, 12-sovitgich.



29-rasm. Shaxtali pechning sxemasi, 1 yuklash garmoni 2¹, 2¹¹-havo berish va chiqarish trubkalari, 3¹, 3¹¹ – suvni berish va chiqarish shtutserlari, 4 -gorelka



30-rasm. Quvurli pech. 1-tortuvchi quvur, 2-shiber, 3-siklon, 4-shtuser, 5,15-sharuirli talnglar, 6-issiqlik himoyalovchi qatlam, 7-ichki qoplama, 8-ochiladigan qopqoq, 9-yuklash bunker, 10-ta'minlagich, 11-forsunka, 12,14-quvurlar, 13-vintli ko'targich.

Tayanch soʻz va iboralar va ularning izohi:

Koʻpchitish — materialni yuqori tezlik oʻchida qizdirish natijasida uning hajmini keskin surʼatda oshirish.

Piroplastik holat — yuqori temperaturaning taʼsiri ostida materialda maʼlum miqdordagi suyuq fazaning hosil boʻlish natijasida uning plastik deformatsiyalanish xususiyatiga ega boʻlib qolishi.

Granula — sunʼiy ravishda hosil qilingan maʼlum oʻlchamga ega boʻlgan xomashyo materiallarining donalari.

Mavzu boʻyicha nazorat savollari

1. Keramzit ishlab chiqarish uchun kullanilddigan aylanma pechlarning xususiyatlari qanday?

2. Keramzit olish uchun qaynab turgan qatlamli pechlar nimasi bilan ajralib turadi?

3. Koʻpchitish uchun shaxtali pechlarning ishlash tartibi qanday?

4. Quvvurli pechlarning asosiy xarakteristikasi nimadan iborat?

15-BOB.

KERAMIK MATERIALLARNI KUYDIRISH TARTIBINI BELGILOVCHI OMILLAR

Keramika va olovbardosh buyumlarni kuydirish jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: qizdirish, maksimal temperatura sharoitida ushlash va sovitish. Kuydirishning yakuniy temperaturasi va unda buyumlarni ushlanish vaqti avvalom bor buyumlarga qo'yiladigan talablarga qarab tanlanadi. Ma'lumki, kuydirish davridagi pishish jarayonining tezligi temperaturaning ortishi bilan o'sib boradi. Ko'pincha kuydirish temperaturasi va buyumlarning ushlanish vaqti kimyoviy reaksiyalarning tugallanishi va faza o'zgarishlarining borishi bilan belgilanadi. Texnik-iqtisodiy mulohazalarga ko'ra kuydirish yuqoriroq temperatura sharoitida nisbatan qisqa vaqt ichida ro'y bergani qulayroqdir.

Qizdirish bosqichi kuydirish jarayonining eng murakkab bosqichi hisoblanadi. Uning asosiy maqsadi bo'lib, buyumlarni talab qilinayotgan maksimal temperaturagacha urintirmasdan qizdirish hisoblanadi. Bunda qizdirish davrida hajmiy ro'y berishi sababli buyumlarning sinib ketish hollari uchraydi.

60-§.Pechning issiqlik rejimi

Uzluksiz ishlaydigan kuydirish pechlarida materiallarni kuydirish sekin astalik bilan uzoq vaqt davomida olib boriladi. Pechning har bir kesimida ma'lum bir temperatura ushlanib pech shartli ravishda quyidagi zonalarga bo'linadi:

Quritish;

Degidratatsiya;

Dekorbanizatsiya;

Pishish;

Sovitish.

Kuydirish jarayoniga qo'yiladigan asosiy talabi – bu materialni yakuniy kuydirish temperaturasigacha temperaturani maksimal tezlik bilan ko'tarish asosida amalga oshirishdir. Shaxta

materiallarini suyuqlantiruvchi pechlarda materialni qizdirish va suyuqlantirish jarayoni maksimal tezlikda olib borilishi lozim. Keramika va olovbardosh buyumlarni kuydirishda esa maqsad faqatgina ularni yuqori temperaturagacha qizdirish bo'lib qolmay, balki shakli o'zgarmagan va darzlari yo'q yuqori sifatli mahsulotni olish hisoblanadi. Bu hollarda kuydirish tartibi yo'lga qo'yilishi mumkin bo'lgan qizdirish tezligiga bog'liq holda tanladi.

Davriy ravishda ishlaydigan pechlarda buyumlarni qizdirish pechning ishchi hududida kuydirish chizig'i asosida temperaturani o'zgartirish bilan olib boriladi. Bunda pech ichida issiqlik yuklamasining vaqt bo'yicha o'zgarishi kuzatiladi. Uzlaksiz ishlovchi pechlarda esa issiqlik yuklamasi vaqt bo'yicha o'zgarmaydi, lekin pechning alohida zonalari va hududlarida temperatura turlicha bo'ladi.

Ikkala holda ham buyumlarni kuydirish turli issiqlik rejimida berilgan temperatura grafigi asosida amalga oshiriladi.

Pechning issiqlik rejimi quyidagi ko'rsatkichlar bilan harakterlanadi:

- pechning issiqlik yuklamasi bilan, ya'ni vaqt birligi ichida berilayotgan issiqlik miqdori bilan;

- ishchi hududidagi yoki alohida zonalardagi temperatura bilan;

- qizdirish va kuydirish jarayonlarining turli bosqichlarida talab etilgan oksidlovchi va qaytariluvchi muhit asosida tanlangan gaz atmosferasi bilan.

Kuydirish rejimi ko'p miqdorda pechdagi gazlarni chiqarib yuboruvchi qurilmalarning to'g'ri tanlanganligiga va to'g'ri o'rnatilganiga bog'liqdir. Berilgan kuydirish rejimini to'g'ri bajarish uchun pechning ichidagi buyumlarning taxiga ham katta e'tibor berish zarur. Xom buyumlarning taxi mumkin qadar zich, mustahkam va bir vaqtning o'zida gazlarning sizib kirishi uchun qulay bo'lishi kerak.

Kuydirish rejimi deb, temperatura bilan qizish vaqti orasidagi bog'lanish (temperatura rejimi) hamda ichidagi gaz muhitining

kimyoviy harakteri bilan kuydirish vaqti orasidagi bog'lanishga (gaz rejimi) aytiladi.

Gaz muhiti kislorod miqdori 1% gacha bo'lganda, qaytaruvchi, 1,5–2,0% bo'lganda neytral va 2–5% bo'lganda oksidlovchi va 10% gacha bo'lganda kuchli oksidlovchi bo'ladi. Kuydirish jarayoni o'ta murakkab va ba'zi hollarda yetarli darajada aniq bo'lmagan jarayon hisoblanganligi uchun eng qisqa va buyumlar uchun eng xavfsiz bo'lgan temperatura rejimini aniqlash ham qiyin vazifadir.

61-§.Kuydirish temperaturasi

Kuydirish temperaturasi jarayonining temperatura grafigi temperaturani ko'tarilish tezligi bilan uni berish vaqtini o'z ichiga oladi. Pech konstruksiyasi, undagi gazlarning harakati, yoqilg'ini yondirish xususiyatlari, issiqlik almashuv jarayonining xususiyatlari, kuydirish jarayonining texnologik sharoitlari asosida tanlanadi.

Ba'zi keramik va olovbardosh buyumlarni kuydirish temperaturasi haqidagi ma'lumotlar 5-jadvalda berilgan.

Kuydirish vaqti issiqlik ta'siri ostida keramik massada turli fizik-kimyoviy jarayonlar yuz berib, natijada materialning turli darajadagi pishishi kuzatiladi. Kuydirish paytida struktura o'zgarishlari, termik kengayish va qisqarish kabi hodisalarning ro'y berishi va g'ovaklarning suyuq faza bilan to'lishi natijasida materialning hajmi o'zgarib, unda ichki kuchlanishlar vujudga keladi. Shu sababdan, darzlar bo'lmagan va deformatsiyaga uchramagan yuqori sifatli buyumlarni olish uchun kuydirish jarayoniga alohida talablar qo'yilib, ular buyumni butun massasi bo'ylab imkoni to'lgan tezlikda bir tekis qizdirish va sovitish nazarda tutadi.

Buyum va materiallarning kuydirish temperaturasi

Buyum va materiallarning turi	Kuydirish temperaturasi, °C
Qurilish g'isht:	
A) plastik usulda	900-1050
B) yarim quruq usulda	950-1100
Cherepitsa	950-1050
Drenaj quvurlari	950-1000
Fayans koshinlari:	
1-kuydirish	1250-1320
2-kuydirish	1100-1260
Pol uchun koshinlar	1160-1300
Kanalizatsiya quvurlari	1150-1280
Fayans:	
1-kuydirish	1060-1280
2-kuydirish	1060-1300
Qattiq fayans:	
1-kuydirish	1250-1280
2-kuydirish	1100-1200
Qattiq chinni	1320-1450
Yumshoq chinni	1250-1300
Shamotli buyumlar	1250-1380
Yuqori glinozemli buyumlar	1550-1650
Yarim quruq usulda olingan shamotli buyumlar	1300-1400
Dinasli buyumlar	1420-1480
Shamot	1300-1350
Donali shamot	1650-1700

Shakldan chiqqan keramik buyumlari ishlab chiqarish usuliga qarab turli namlikka ega bo'ladilar. Kuydirishdan avval ular quritgichlarda quritiladi. Kuydirish jarayonida buyumlarni 110°C gacha qizdirish paytida qoldiq namlikning yo'qolishi kuzatiladi. 400 dan 500°C gacha konstitutsion namlikning asosiy massasi yo'qolib, 573°C da β -kvars α -kvars ga hajmning oshishi bilagn o'tadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, konstitutsion suvning yo'qolishi va

kvarsning o'tish bosqichlarida keramik buyumlarni qizdirish tezligini chegaralamasa ham bo'ladi. Lekin 650–800°C oralig'ida tuproqning tarkibiga bog'liq holda suyuq fazaning hosil bo'lishi boshlanadi, u asosiy material zarrachalarini cho'zib, g'ovaklarni to'ldirish natijasida o't ta'siridagi qisqarishni vujudga keltiradi. 700–1000°C oralig'idagi temperaturani ko'tarish tezligini 80°C/soatgacha cheklanadi. Kuydiriladigan buyumlar qalinligi bo'ylab temperaturani tenglashtirish va borayotgan reaksiyalarning oxirigacha tugallash uchun buyumlar kuydirishning yakuniy temperaturasida ma'lum vaqt ushlanadi. Kuydirish jarayonining eng mas'uliyatli bosqichi bo'lib, keramik buyumlarni sovitishni boshlash bosqichi hisoblanadi. Bunda temperaturani pastlash 30–35°C/soat tezligida cheklanadi.

Buyumlarni 100–150°C ga sekin-asta sovutilgandan so'ng, keyingi sovitishni 120–125°C/soat gacha jadallashtirish mumkin. Dinasli buyumlarni sovitish kvarsning bir modifikatsiyadan ikkinchisiga o'tishi temperaturasida sekinlashtirish lozim.

Chinni sopolagining shakllanishida kerakli gaz muhitini ushlatish talab etiladi. Bunda 1040–1250°C intervalida qaytaruvchi muhit barpo etilib, u temir (III) oksidini temir (II) oksidiga o'tishini ta'minlaydi.

62-§. Kuydirish jarayonining davomiyligi

Kuydirish jarayonining davomiyligi quyidagi omillarga bog'liq holda belgilanadi:

- kuydirilayotgan material turiga va uning fizik xossalariga;
- kuydirish temperaturasiga;
- kuydirish jarayonidagi temperaturaning o'zgarish tezligiga;
- pechning ishchi hududida buyumlarning taxlanish zichligiga;
- kuydirilayotgan buyumning shakliga;
- buyumlarga issiqlikning berilish sharoitlari va ishchi hududida gazlarning harakatining turiga.

Kuydirish jarayonining davomiyligi ko'p jihatdan kuydirilayotgan materialning issiqlik o'tkazuvchanligiga, temperatura o'tkazuvchanligiga, mexanik mustahkamligiga, zichligiga bog'liqdir. Kuydirish temperaturasi yuqori bo'lsa, qizdirish bosqichi ham uzoq vaqtni talab yetadi. Dinas buyumlarni kuydirishda 1350–1430°C

oralig'ida temperaturani juda past tezlikda ko'tarish talab etiladi, shamot buyumlari uchun esa tezlik ancha yuqori bo'lib, to'liq kuydirish sikli uchun 24 soat yetarli bo'ladi. Katta o'lchamdagi va devorining qalinligi turlicha bo'lgan fasonli buyumlar ham temperaturani ko'tarish jarayonida alohida rejimni talab qiladilar, shu sababdan, ularni kuydirish jarayonining davomiyligi normal g'ishtlarnikidan har vaqt uzoqroq bo'ladi. Kuydirish jarayonida pech gazlarining temperaturasi yuqori bo'lsa va ular jadal ravishda buyumlar orasida sirkulyatsiya qila olsalar, issiqlik almashuvi uchun eng qulay sharoitlar yaratiladi. Pechning ishchi hududi buyumlar bilan to'liq holda to'latilganda issiqlik almashuvi asosan konveksiya bilan o'lchanadi.

Yuqori temperaturali kuydirish jarayonida issiqlik almashuvi uchun yoqilg'ining yondirilish usuli ham katta ahamiyat kashf yetadi.

Yoqilg'ini yondirish bevosita ishchi hududida kuydirilayotgan buyumlar muhitida amalga oshirilsa va yoqilg'i havo bilan barobar aralashtirilsa qizdirish tezligini ko'tarish uchun imkoniyat yaratiladi. Kuydirish jarayonining davomiyligi ko'p jihatdan pechning o'lchamlariga va konstruksiyasiga, uning ishchi holatiga, germetik darajasiga temperaturaning kesim bo'ylab taqsimlanishiga bog'liqdir. 6-jadvalda keramik va olovbardosh buyumlarni ishlab chiqarishga mo'ljallangan kuydirish vaqti keltiriladi.

6-jadval

Tunnel pechlarida buyumlarni kuydirish vaqti

Nomi	Kuydirish vaqti, soat
Sirt koshinlari:	
1-kuydirish kapsellarda	40–42
1-kuydirish etajerkalarda	48
2-kuydirish kapsellarda	22–24
Pol koshinlari uchun	48
Kanalizatsiya quvurlari d=150–400 mm d=400 mm	49 68
Sanitar-texnik keramikasi:	
– kichik pechlarda	24
– o'rta pechlarda	28

Qurilish keramikasi	19–48
Elektr chinnisi	40–60
Maxsus keramika	24–100
Shamotli buyumlar	30–58
Dinasli buyumlar	120–140
Yuqori glinozemli buyumlar	50–80

Pechni konstruktiv jihatdan mukammallashtirish, ya'ni ko'ndalang sirkulyatsiya, havo pardalari kuydirish davomiyligini kamaytirishga olib keladi. Bunda pech gazlarining buyumlar taxi bo'ylab aralashib ketishi jadallashadi, natijada pechning uzunligini kamaytirish imkoni yaratildi. Kuydirish jarayonining davomiyligini aniqlashda ilg'or korxonalarining tajribasi asosida kuydirish jarayonini jadallashtirish masalalari e'tiborga olinadi. Lekin bunda kuydirishning tezkor usulini ishlab chiqarish sharoitlarini har tomonlama chuqur o'rganishdan so'ng tanlanadi. Keramika buyumlarini qizdirish va sovitish tezligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$V_{\text{don}} = \frac{\Delta t_{\text{dop}} \cdot a}{RS^2} \text{ grad} / C$$

bu yerda, Δt_{dop} – buyumlarni qizdirish va sovitish javrayonida ularning jismidagi maksimal tempertura farqi;

a- materialning temperatura o'tkazuvchanligi;

R-jismning shakliga va taxning zichligiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent $R=0,5$;

S-buyumlarni qizish qalinligi, mm.

Yakuniy temperaturada ushlanish vaqti quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\tau_{\text{vid}} = 700 S^2 \text{ soat}$$

bu yerda, S – buyumlarning o'lchami, mm.

Buyumlarni ma'lum temperatura intervalida (t_1 dan t_2 gacha) qizdirish va sovitish vaqti:

$$\tau = \frac{t_2 - t_1}{V_{\text{don}}} \text{ soat}$$

Kuydirish jarayonining davomiyligi deyarli barcha keramika va olovbardosh materiallar uchun nuqsonsiz mahsulotni ishlab

chiqarish uchun talab etiladigan minimal vaqtdan biroz ko'proq qilib tanlab olinadi. Hozirgi vaqtda kuydirish jarayonini qisqartirish vazifasi keramika sanoatining dolzarb muammolari qatoriga kiradi. Kuydirish jarayonini jadallashtirish uchun quyidagi masalalar yechilishi kerak:

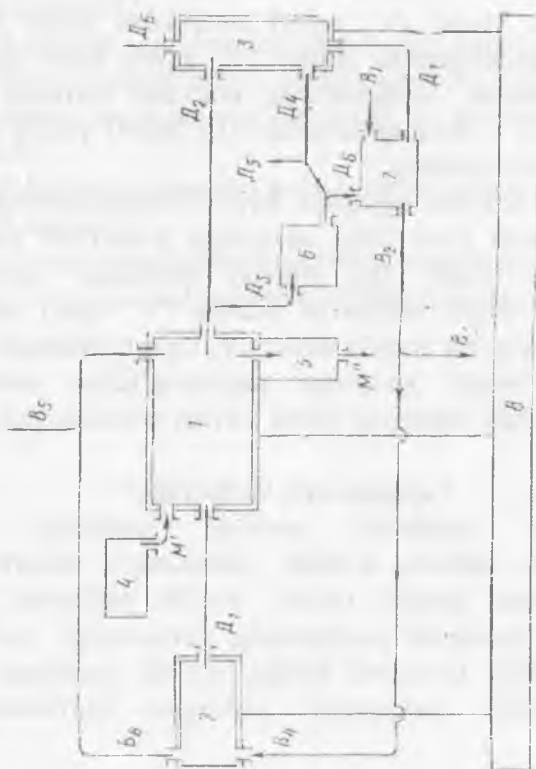
—har bir kuydirilayotgan buyum boshqasiga bog'liq bo'lmagan holda va o'ta qulay sharoitda qizdirila oladigan pechlarni yaratish lozim. Masalan, konveyer pechlarida buyumlar tepadan va pastdan bir tekisda qizdirilib, kuydirish vaqti 15–20 minutdan 40 minutgacha qisqartiriladi, shu sababdan konveyer pechlarining istiqboli katta.

—yuzasi katta bo'lmagan elektr pechlaridan keng ravishda foydalanish lozim (ayniqsa, texnik keramik buyumlarni ishlab chiqarishda). Pechni elektr yordamida qizdirishda gidravlik omillarning ta'siri yo'qoladi. pechning bo'yi bo'ylab temperatura barobarlashadi. Elektr pechlarida jarayonni avtomatlashtirish uchun qulay imkoniyatlar yaratiladi.

63-§. Alangali sanoat pechining umumiy chizma tasviri

Zamonaviy alangali sanoat pechining umumiy blok-sxemasi 31-rasmda ko'rsatilgan. Pechning asosiy elementi bo'lib, ishchi kamera-1, o'choq qurilmasi-2 va tortuvchi qurilma-3 hisoblanadi. O'choq qurilmasida yoqilg'ining yonishi natijasida issiqlik yig'iladi. Yoqilg'i yonishidan hosil bo'lgan issiqlikni o'zida saqlagan tutun gazlari pechning ishchi kamerasiga kelib (D_1 oqim) material bilan ta'sirlanadi va uni konveksiya va nurlanish orqali qizdiradi. O'choq qurilmasi ishchi kameradan tashqarida va u bilan birga bo'lishi mumkin. Ba'zi pechlarda o'choq qurilmasi umuman mavjud bo'lmay, yoqilg'i pechning ishchi kamerasida yonadi. Aynan shu usulda halqali pechlar va shaxtali pechlarning ayrim turlari ishlaydi. Havo va gazlarni tortuvchi qurilmalar bo'lib tutun quvurlari va tutun so'rg'ichlar hisoblanadi. Ular yordamida gaz-havo oqimlari aerodinamik qarshiliklarini engib harakatlanishi ta'minlanadi. Eng sodda hisoblangan yer pechlarida va oddiy shaxtali pechlarda alohida joylashgan tortuvchi qurilmalar bo'lmaydi. Ularda ishchi kamera bir vaqtning o'zida tortuvchi qurilma vazifasini o'taydi. Hozirgi paytda bunday pechlar loyihalashtirilmayapti. Pechning

yuqorida aytib o'tilgan elementlaridan tashqari ko'p sonli yordamchi qurilmalari mavjud. Zamonaviy pechlarda material ishchi kameraga ta'minlagichlar, itargichlardan iborat mexanizmlar tizimi yordamida kiritiladi. Kuyib chiqqan materiallarni pechdan tushurib olish ham tushirgich mexanizm-5 yordamida amalga oshiriladi. Pechdan chiqib ketayotgan tutun gazlarining oqimi D_2 bevosita tortuvchi qurilmaga harakatlanib, u yerdan yoki atmoferaga chiqarilib yuboriladi (D_6 oqim), yoki changsimon zarrachalardan tozalanish uchun yuboriladi (D_3 oqimi). Gazni tozalovchi qurilmalar sifatida gazni cho'ktiruvchi kamera, dumaloq siklonlar, batareyali siklonlar, matoli filtrlar, elektrofiltrlar va skrubberlar ishlatiladi.



31- rasm. Zamonaviy alangali sanoat pechining umumiy blok sxemasi

Atorf-muhitni muhofaza qilish maqsadida kerak hollarda tutun gazlari ikki va uch bosqichda tozalanishi ham mumkin. Tozаланган tutun gazlarini tutun tortgich orqali atmosferaga chiqarib yuborilishi (D_4 oqimi) yoki pech qurilmasidan tashqarida issiqlik tashuvchi sifatida quritgichlarda, teplitsalarda ishlatilishi (D_5 oqimi) hamda maxsus issiqlikdan qayta foydalanish qurilmalariga (D_6 oqim) jo'natilishi mumkin. Bular qatoriga rekuperatorlar yoki regeneratordlar va qayta foydalanish qozonlari kiradi. Rekuperatorlar, uzluksiz tarzda ishlovchi issiqlik almashgichlar hisoblansa, regeneratordlar esa davriy ravishda ishlaydi. Issiqlikdan qayta foydalanish qurilmalaridan (D_7 oqimi) sovitilgan tutun gazlarini tortuvchi qurilma 3 yordamida atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Atmosfera havosi (V_1 oqim) issiqlikdan qayta foydalanish qurilmasida qizdirilganligi uchun (V_2 oqim) pech qurilmasidan tashqarida, masalan, quritgichlarda, binolarni isitishda ishlatilishi (V_3 oqim) yoki o'choq qurilmasiga (V_4 oqim) yoqilg'ini yonishi uchun jo'natilishi mumkin.

Kuydirish jarayoni tugagach, kuyib chiqqan material pechning ishchi kamerasida havo bilan sovitishga yuboriladi yoki alohida sovitgichda sovitiladi. Bu jarayon natijasida qizigan havo quritgichlarda issiqlik tashuvchi sifatida (V_5 oqim) yoki o'choq qurilmasida yoqilg'ini yonishi uchun (V_6 oqim) ishlatiladi.

Pech qurilmasi jarayonni nazorat-o'lchov asboblari va avtomatik ravishda rostlovchi tizimi 8 bilan ta'minlangan.

Tayanch so'z va iboralar

Kuydirish, qizdirish, sovitish, maksimal kuydirish temperaturasida ushlash, quritish, gidratatsiya, dekarbonizatsiya, pishish, pechning issiqlik rejimi, issiqlik yuklamasi, kuydirish temperaturasi, kuydirish jarayonining davomiyligi, buyumlarning taxlanish zichligi, kuydirish tezligi, o'choq qurilmasi, tortuvchi qurilma, yuklash mexanizmi, tushirgich qurilmalari, gazni tozalagichlar

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Silikat materiallarni kuydirish jarayoni qanday bosqichlarni o'z ichiga oladi?
2. Pech shartli ravishda qanday zonalarga bo'linadi?
3. Kuydirish jarayoniga qanday talablar qo'yiladi?
4. Pechning issiqlik rejimi qanday ko'rsatkichlar bilan harakterlanadi?
5. Kuydirish rejimi nimalarga bog'liq?
6. Kuydirish temperaturasi nimalarga bog'liq holda tanlanadi?
7. Silikat materiallarining buyumlarni kuydirish temperaturasi qanday?
8. Kuydirishning yakuniy temperaturasida ushlash vaqti qanday aniqlanadi?
9. Kuydirish jarayonining davomiyligi nimalarga bog'liq?
10. Silikat materiallarni kuydirish jarayoni qanday?
11. Silikat materiallarni kuydirish va sovitish tezligi qanday aniqlanadi?
12. Kuydirish jarayonini jadalashtirish uchun qanday masalalar yechilishi kerak?
13. Alangali sanoat pechi qanday elementlardan tuzilgan?
14. Alangali sanoat pechning ishlash tarzi qanday?

16-BOB. SHISHA VA SITAL MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA QO'LLANILADIGAN PECHLAR

64-§. Hovuzli pechlar

Hovuzli pechlarning ishchi kamerasi bo'lib, ichiga material solinadigan hovuz va gazlar bilan to'ladigan muhit hisoblanadi. Hovuzli pechlar asosan uchta belgisiga qarab turkumlanadi: ishlash tartibi, alangani harakat yo'nalishi va havoni isitish usuli. Birinchi belgiga qarab bu pechlar davriy va uzluksiz ishlaydigan turlarga bo'linadilar. Davriy hovuzli pechlarda shisha pishirish jarayonining barcha bosqichlari bitta hajmda ketma – ket sodir bo'ladi. Uzluksiz hovuzli pechlarda esa shisha pishirish jarayonining ayrim holdagi bosqichlari pechning turli qismlarida ro'y beradi, shu sababdan ularda temperatura bir xil bo'lmaydi. Uzluksiz pechlar iqtisodiy jihatdan ustun turadilar, chunki ularning unumdorligi yuqori bo'lib, ularni ishlatish qulay va ular mexanizatsiyalashga moyilroqdirlar. Pechga solingan shaxtani pishirish uchun unga uzoq vaqt davomida yuqori temperatura ($1500-1800^{\circ}\text{C}$) ta'sir etishi shart, shu sababli ishchi kameraga katta miqdorda issiqlik kiritish kerak. Buning uchun yoqilg'i yoki 1600°C dan yuqori harorat kerak bo'lgan sharoitda elektr energiyasidan foydalaniladi. Hovuzli pechlarda qattiq holdagi yoqilg'i ishlatilmaydi, chunki ishchi kamerasida temperatura juda yuqori bo'lishi shart, undan tashqari shishaning ifloslanishi mumkin. Eng qulay yoqilg'i bo'lib bug' havoli generator gazi hisoblanadi. Hovuzli pechlarda generator yoki rekuperator o'rnatilgan bo'ladi. Eng tarqalgan hovuzli pechlar alangali pechlardir. Ularda uzluksiz harakat qilib, o'z issiqligini beruvchi issiqlik uzatuvchilar hisoblanadilar. Gazlarning ishchi kamerasiga qarab harakatlanishi pechning ichida hosil bo'luvchi geometrik bosim ta'siri ostida ro'y beradi. Ba'zida ushbu bosim tortish qurilmalari yordamida ham chaqiriladi. Ishchi kameradan gazlarni tutun mo'risiga tortib olinadi yoki tutunso'rgichlar yordamida chiqarib yuboriladi. Hovuzli pechlarda alangani asosan shisha massaga tomon qaratiladi, bunga sabab massa yuzasidan sovib qolgan va issiqlik almashinuviga to'sqinlik qilayotgan gazlar qatlamini yo'qotishdir. Bu pechlarda issiqlik tashuvchi bo'lib yonish

mahsulotlari hisoblanadi, alanga fazasida ular o'z issiqliklarini materialga va pechning qurilish qatlamiga beradi. Bunda issiqlikning uzatilishi asosan nurlanish asosida boradi, ya'ni issiqlik nurlanib pech qurilmasidan qaytariladi va pechning ichiga yo'naltiriladi. Ma'lum bir miqdordagi issiqlik konveksiya orqali ham uzatiladi. Hovuzli pechlarda shisha pishirish ikki bosqichda olib boriladi:

1. Shaxtaning ustki ingichka qatlami qizib, 900°C dan yuqori temperaturada shisha hosil bo'lish reaksiyalarining borishi jadallashadi va u suyultmaga aylanadi.

2. Hosil bo'lgan suyultma $1350\text{--}1400^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilib, shisha qatlamining ustki qatlamidan shisha massasi oqa boshlaydi. Shisha massasining harakatlanishiga sabab gorizontal va vertikal shisha qatlamlari solishtirma og'irligining bir xil bo'lmaganligidir.

Davriy hovuzli pechlarda shisha massasi maydonini ajratib qo'yadigan moslamalarning yo'qligidir, ular bamisoli katta tuvakka o'xshaydi. Uzlüksiz pechlarda esa shishani pishirish va mahsulotni tayyorlab chiqarish zonalarini ajratish maqsadida o'tga chidamli materiallardan turli moslamalar yasaladi. Masalan: lodkalar, ya'ni shisha massasiga tiqib qo'yilgan to'siqlar, kransilar, ya'ni silindrlar va botilar, ya'ni tagi ochiq bo'lgan va qarash derazalari bilan tutashgan idishlar, hamda suv bilan sovutiladigan quvurlardir. Lekin pech basseynini shunday qilib yasash mumkinki, unda zonalar vaqtinchalik to'siqlarsiz ham ajratib qo'yiladi. Buning uchun pishiruvchi va mahsulotni tayyorlovchi qismlar mustaqil ravishdagi basseynlar sifatida yasaladi va ular kanal orqali tutashtiriladilar. Hovuzli pechning basseyni devor va tagdan iborat bo'lib, gaz fazasi devorlar va ship bilan chegaralanadi (32-rasm).

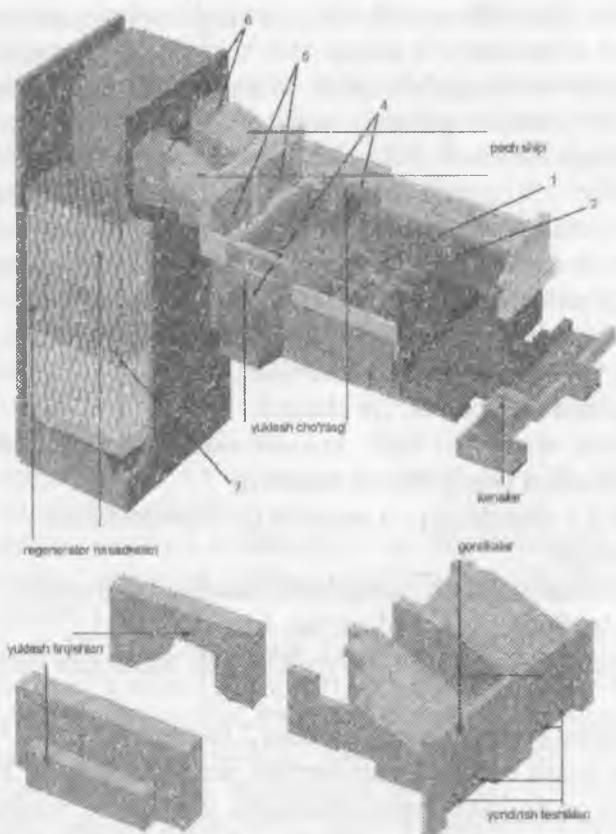
Pishirish basseynida asosan to'g'ri burchakli shaklga ega bo'lgan shaxtani yuklash uchun takimi cho'ntaklar yasaladi. Pechning bir qismidan ikkinchisiga o'tish joyida basseyn asta-sekin torayib boradi. Davriy hovuzli pechlarda basseyn to'g'ri burchaklidan tashqari oval shaklida ham bo'ladi. Bunda alanganing shakli, deraza oynalarining joylashishi katta ahamiyatga ega. Basseyn ko'pincha shamotli to'rt qirrali xodalardan yasaladi. Basseynning yemirilishini nazarga olib, uning devori glinozemli

materiallardan ya'ni elektr yordamida suyuqlantirilgan baddeleit – korundli o'tga chidamli material, ya'ni **bakordan** yasaladi. Qoplamalarning choklarida shishaning ifloslanishi ro'y bermasligi uchun brusylar zich qilinib quruq holda taxlanadi. Hovuzning tubini shamotli brusyalardan yasab, uning ustiga bakordan qoplama yasaladi.

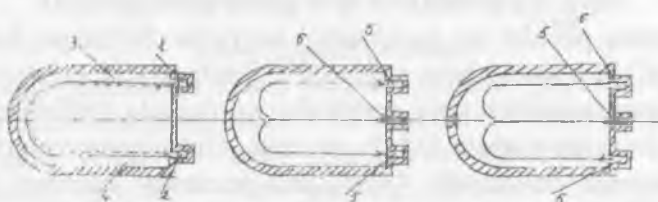
Hovuzning shipi juda yuqori temperatura ta'siri ostida bo'lganligi sababli, uni katga o'lchamdagi dinasli g'ishtdan yasaladi. Pechga materialni yuklash davriy pechlarda cho'mich yoki tarnov yordamida gorelkalar oldidagi tirqish orqali amalga oshiriladi. Uzluksiz pechlarda esa pishirish bo'limining boshida devor chekkasidan beriladi.

Pechlarda alohida kanallarga ega bo'lgan gorelkalar ishlatiladi. Davriy pechlarda alanganing yo'nalishiga qarab hovuzli pechlar: a) ko'ndalang yo'naluvchi alangali va b) taqasimon yo'naluvchi alangali turlarga bo'linadi (33-rasm).

Bunday pechlar yorug'lik texnika shishasini, klinker va maxsus shishalarni pishirishda ishlatiladi. Pishirish temperaturasi 1480 – 1600°C, mahsulotni tayyorlash temperaturasi 1230–1380°C. Hovuzning chuqurligi 400 – 700 mm, pishirish va tayyorlash vaqti 24 – 48 soat, unumdorligi 1 sikl uchun 5 tonna.



32-rasm. Shisha pishirish uchun hovuzli pech



33-rasm. Gazlari taqasimon harakatda bo'lgan hovuzli pechlarda yoqilg'i a'angasining yo'nalishi: a) regeneratorli pech; 1,2 -o'ng va chap regeneratorlar, 3 - o'ng regeneratorda havoni qizdirish davomida gaz oqimining yo'nalishi, 4 -chap regenerator uchun xuddi shu holat. b) gorelkali o'q bo'ylab joylashgan rekuperatorli pech; d) rekuperatori o'q bo'ylab joylashgan pech; 5 - rekuperatorlar, 6 - gorelkalar.

Uzluksiz hovuzli pechlarda pishirish qismi pishirish va tiniqlantirish zonalarini o'z ichiga olib, u shishani tayyorlash qismi ya'ni sovitish va tayyorlab olish zonolari bilan ajralgan holda quriladi. Ular ham ko'ndalang, bo'ylab va taqasimon yo'nalishli alangali turlarga bo'linadi. Pishirish basseynining uzunligi 30 m, eni 8 m, chuqurligi 1,5 m gacha boradi. Tayyorlash basseynining yuzasi 400 m^2 ga yetadi, pishirish basseyniniki 260 m^2 gacha bo'ladi. Yuqori unumdorlikka ega hovuzli pechlarni qurish samaraliroqdir.

Hovuzli pechlarning afzalliklari:

1. Suyuqlantirish jarayonini boshqarish darajasi yuqori, chunki issiqlikning 95% nurlanish orqali beriladi.

2. Suyultma bir jinsli bo'lib chiqadi.

3. Pechda mayda bo'lakli, kukunsimon, mo'rt xomashyolarni donador qilmasdan ham pishirish mumkin.

4. Yoqilg'i sifatida gaz va mazutni qo'llash mumkin.

Kamchiligi:

1. Bu pechlarni qurish uchun katta maydon talab etiladi.

2. Pechlarning kapital sig'imi yuqori.

3. Xomashyo omixtasini tayyorlab olish murakkab va energiya talab qiladi.

4. Pechning yoqilg'i sarfi taxminan 2 barobar ko'p.

Havoni isitish usuliga qarab hovuzli pechlar ikkiga bo'linadi: a) regeneratori, unda havo regeneratorlarda isitiladi b) rekuperatori, unda havo rekuperatorlarda issiqlik almashgichlardagi kabi isitiladi.

65-§. To'g'ridan-to'g'ri qizdiruvchi pechlar

Bunday pechlar tor va uzunligi bo'yicha cho'zilgan hovuzdan iborat bo'lib, u sovuq havo yoki 400°C gacha isitilgan havo asosida ishlaydigan aralashtiruvchi gorelkalar yordamida qizdiriladi. Pech enining bo'yiga nisbati 1:4 5 ga teng. Unda regeneratrlar yoki rekuperatrlar bo'lmaydi. Gorelkalar pechning uzunligi bo'ylab joylashtiriladi, bu esa shisha massasi yuzasini gazlar bilan qoplanish koeffitsiyentini oshiradi. Tutun gazlari shaxtaga nisbatan qarama – qarshi oqimda harakatlanadilar, bu esa shaxta changining pechning taxiga bo'lgan ta'sirini kamaytirib shishaning pishirish temperaturasiini oshirish imkoniyatini beradi.

To'g'ridan – to'g'ri qizdiruvchi pechlarning afzalliklariga quyidagilar kiradi:

- yoqilg'ining minimal miqdoridagi havoning ortiqlik koeffitsiyenti bilan yoqilishi mumkinligi ($\alpha=1,05$);

- havoni qizdirmay turib yoki 250 – 400°C gacha qizdirib yuqori temperaturani olishning mumkinligi;

- issiqlik yo'qotishlarining kamligi, pech chuqurligining katta bo'lmaganligi;

- pechni qurish uchun katta maydonning talab etilmasligi va qurilish materiallari sarfining kamligi;

- shisha tarkibini pechni to'xtatmay turib o'zgartirish mumkinligi.

Ularning kamchiligi:

- pechga yuqori kaloriyaga ega yoqilg'i ya'ni gaz va suyuq yoqilg'ining talab etilishi.

- pishiruv basseyni o'lchamlarining chegaralanganligi

- chiqib ketayotgan gazlar temperaturasining yuqori bo'lishi (1000–1200°C).

Odatda chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan foydalanish maqsadida to'g'ridan – to'g'ri qizdiruvchi pechlardan keyin radiatsiyali rekuperatorlar o'rnatiladi, ular chiqayotgan gazlarning temperaturasini 650 – 750 °C gacha kamaytiradi. Shu maqsadda pechlardan keyin qayta foydalanish qozonlari o'rnatilsa, chiqindi gazlarning temperaturasi 200°C gacha kamayadi va pechning f.i.k. 50–55% gacha boradi. Bu pechlar maxsus turdagi, rangli shishalarni, billur va emallarni pishirishda ishlatiladi.

66-§. Elektr pechlari

Shisha pishirishda elektr pechlari alangali pechlar oldida bir qancha ustunliklarga egadirlar. Ular tuzilishi bo'yicha sodda, ularda issiqlikning yo'qolishi kam, ularni avtomatlashtirish oson, bu pechlarning f.i.k. 60 – 70% ga teng. Shishani elektr pechlarda pishirilganda shaxtaning yo'qolishi kam bo'ladi va chiqayotgan shishaning sifati yuqori bo'ladi. Elektr pechlari yoyli, yuqori chastotali va qarshilik pechlariga bo'linadilar.

Yoyli pechlarda qizdirish shisha massasi va elektrod orasidagi yoyli razryad yordamida amalga oshiriladi. Ularda grafit va ko'mir

elektrodlari ishlatilgani sababli, shisha massasining ifloslanishi yoki unga rang yuqishi mumkin, shu sababdan yoyli pechlardan foydalanish cheklangan.

Yuqori chastotali pechlar uzlukli ravishda ishlovchi bitta tuvakli bo'ladi. Ular ikkita turga bo'linadi: a) to'g'ridan-to'g'ri qizdiruvchi pechlar, ularda shaxta va shisha dielektrik yo'qotishlar hisobiga qizdiriladi. b) bilvosita qizdiruvchi pechlar, ularda shaxta va shisha quyun toklari yordamida qizdiriladi. Birinchi holda sovuq shaxta o'zgaruvchan elektr maydoniga joylashtirilsa, bilvosita pechlarda avvaldan qizdirilgan shaxta magnit maydoniga joylashtiriladi.

Yuqori chastotali pechlarda optik, zo'rg'a suyuqlanuvchan va texnik shishalar pishiriladi. Ularning quvvati 100 – 200 kv ni tashkil etadi.

Qarshilik pechlari bevosita va bilvosita turlariga bo'linadi. Bilvosita ishlovchi pechlar shisha tolasi, kvars shishasi, shisha sementini olishda ishlatiladi. Ularda qizdirgich bo'lib platina qotishmasi, volfram va grafit ishlatiladi. Bevosita ishlovchi pechlarda issiqlik shisha massasining o'zida ajralib chiqadi. Sanoatda ishlatiladigan pechlar bevosita pechlardir.

Elektr pechlarida shisha pishirish jarayonida issiqlik shisha massasining ichida ajralib chiqadi va pech chuqurligi bo'yicha taqsimlanadi. Bunda maksimal temperatura elektrodlar sathida bo'lib, silikat va shisha hosil qilish jarayonlari vertikal yo'nalishda yuz beradi.

Alangali elektr pechlari.

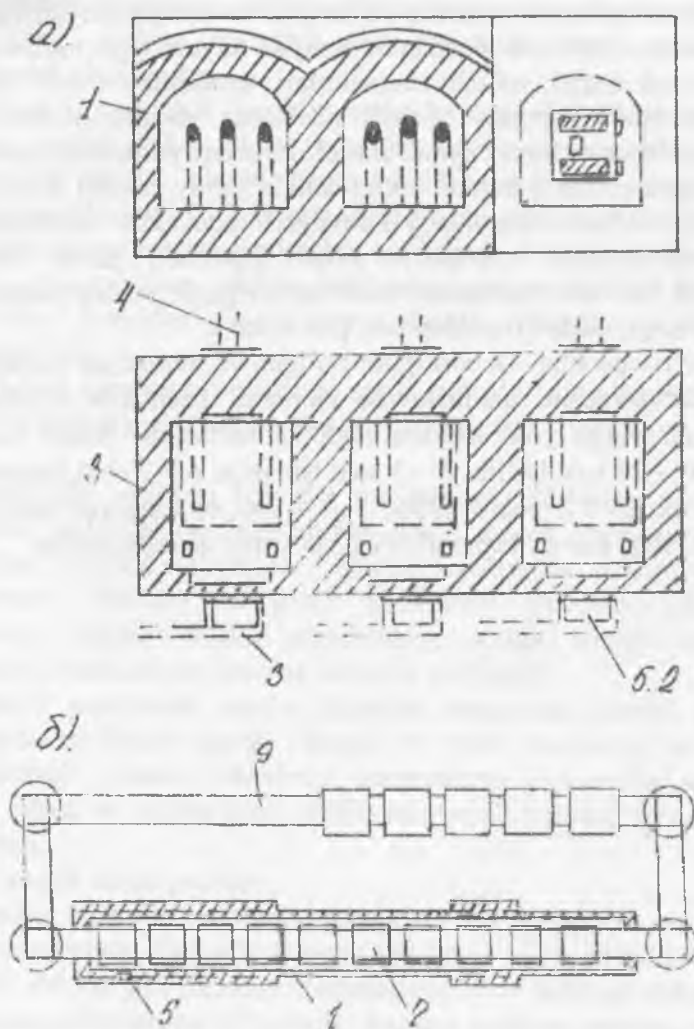
Shisha pishirish jarayonini jadallashtirish maqsadida pechlarni elektr yordamida qizdirish alangali qizdirish bilan birgalikda olib boriladi. Bunda pechlarning unumdorligi 10 – 60% ga oshadi va shishaning sifati ancha ko'tariladi. Bunday pechlar, ayniqsa, shisha idishlarini olishda keng qo'llaniladi. Odatda elektrodni pishirish zonasiga o'rnatiladi, elektrodlar sifatida molibden va grafitdan foydalaniladi.

67-§. Shisha ishlab chiqarishdagi yordamchi pechlar

Shishani otjig qilish va chiniqtirish uchun ishlatiladigan pechlar yordamchi pechlar deb ataladi. Bunday pechlar isitish usuliga ko'ra

bilvosita qizdiruvchi, mufelli va konvektiv sirkulyatsiyali turlarga bo'linadilar. Bilvosita pechlarda issiqlik buyumlarga nurlanish va konveksiya orqali yonish mahsulotlari tomonidan o'tadi. Gazlar harakati tabiiy bo'ladi. Mufelli pechlarda issiqlik nurlanish va issiqlik o'tkazuvchanlik orqali mufel devorlari yordamida uzatiladi. Bunda gazlarning harakati mufel ichida tabiiy, mufel kanallarida majburiy bo'ladi. Zamonaviy konveyerli konvektiv sirkulyatsiyali pechlarda issiqlik konveksiya orqali uzatiladi, gazlar harakati majburiy bo'ladi. Pechlarni isitish uchun gazli, suyuq yoqilg'i va elektr energiyasidan foydalaniladi (34-rasm).

Davriy pechlar. Devori qalin bo'lgan va murakkab tuzilishdagi buyumlar bilvosita qizdiriluvchi kamerali pechlarda kuydiriladi. Buyumlar yerga yoki maxsus taglikka taxlanadi. Butun siklning davri 16 – 24 soat bo'lib, 2 – 3 soat isitishga, 6 – 7 soat buyumlarni yuklashga, 6 – 12 soat otjikka, 3 – 4 soat buyumlarni tushirishga ketadi. Oxirgi paytda kamerali elektr pechlari ishlatilyaptilar.



34-Rasm. Shisha buymlarini otjig qilish uchun pecblar.

a-kamerali, b-vagonetkali. 1-ishchi kamera, 2- buyumlarni tushirib olish,
3- issiq gaz va tutun gazlarini berish, 4-tutun gazlarini chiqarib yuborish,
5-buyunilarni yuklash, 7-vagonetka, 9-reis.

Uzluksiz pechlar. Bunday pechlarda buyumlar vagonetkalariga, setkali konveyerlarga, rolikli itargichlarga taxlanadilar. Ular gorizontal va vertikal harakatlanuvchi bo'ladilar.

Vagonetkali pechlarda o'choq tunnel tagining old qismida joylashib, vagonetkalar kanal – tunnel bo'ylab harakatlanadilar. Tunnel bo'yi 20 – 30 m, balandligi 0,6–1 m, eni 1 – 1,5 m bo'ladi. Issiqlik sarfi 4000- 12000 kj/ kg.

Mufelli tunnel pechlari setkali konveyer, mufel va o'choqdan iborat bo'lib, mufelni karborundli va shamotli materialdan yasaladi. Pechning uzunligi 18- 100 m, eni 1–4,5 m. Issiqlik sarfi 200 – 5800 kj/ kg. Ularda shisha idishlari kuydiriladi.

Rolikli pechlar- prokat shishasini otjig qilish uchun mo'ljallangan bo'lib, u uzun tunneldan iborat bo'lib, uning ichida valiklari bo'ylab shishaning uzluksiz tasmasi harakatlanadi. Uning yuzasi 100 – 500 m² ni tashkil etib, issiqlik 600 – 2100 kj/ kg ga teng. Bu pechlarning asosiy kamchiligi kamera va tunnel bo'ylab temperatura farqining 3–50°C ga etishidir.

68-§. Shishakristallik materiallarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan issiqlik uskunalarining xususiyatlari

Ma'lumki, shishakristall materiallarini olish texnologiyasi shisha ishlab chiqarish texnologiyasiga o'xshash bo'lib, unda texnologik jarayonning oxirgi bosqichlarida olingan shisha kristallanish jarayoni yordamida sitallga aylantiriladi. Sitallar olish texnologiyasining asosiy bosqichlari bo'lib quyidagilar hisoblanadi: shaxtani olish, shisha pishirish, buyumlarni shakllash, buyumlarni qayta kuydirish ya'ni otjig qilish va kristallash. Ba'zida kristallanish jarayoni buyumlarni shakllashdan keyin otjigsiz ham amalga oshirilishi mumkin.

Sitallarni ishlab chiqarishda shishani pishirish turli shisha pishirish pechlarida olib boriladi, ulardagi temperatura va siklning davomiyligi shisha tarkibiga bog'liq bo'ladi. Sitallar olish uchun 1300°C da pishiriladigan, oson suyuqlanuvchan shishalar qatorida, pishirish temperaturasi 1700°C atrofida bo'lgan zo'rg'a suyuqlanadigan tarkiblar ham qo'llaniladi.

Shishaning yuqori darajadagi gomogenligini saqlash maqsadida shisha massasini aralashtirishning turli usullari qo'llaniladi. Shisha

olishda uchuvchan katalizatorlardan foydalanilgan holda, masalan, fluoridlar, sulfidlar va boshqa oksidlar, ularni pishirish jarayonida yo'qolish darajasini

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi

Cho'ntak – hovuzli pechga shaxtani yuklash uchun qurilma.

Bakor – hovuzli pechning ichki qatlami yasaladigan elektr yordamida suyuqlantirilgan baddeleid – korundli o'tga chidamli material.

Cho'mich – davriy pechlarga materialni yuklash uchun moslama.

Regenerator – chiqindi gazlarning issiqligidan foydalanib gazsimon yoqilg'ini va havoni 100–1200°C gacha isitish uchun qo'llaniladigan qurilma.

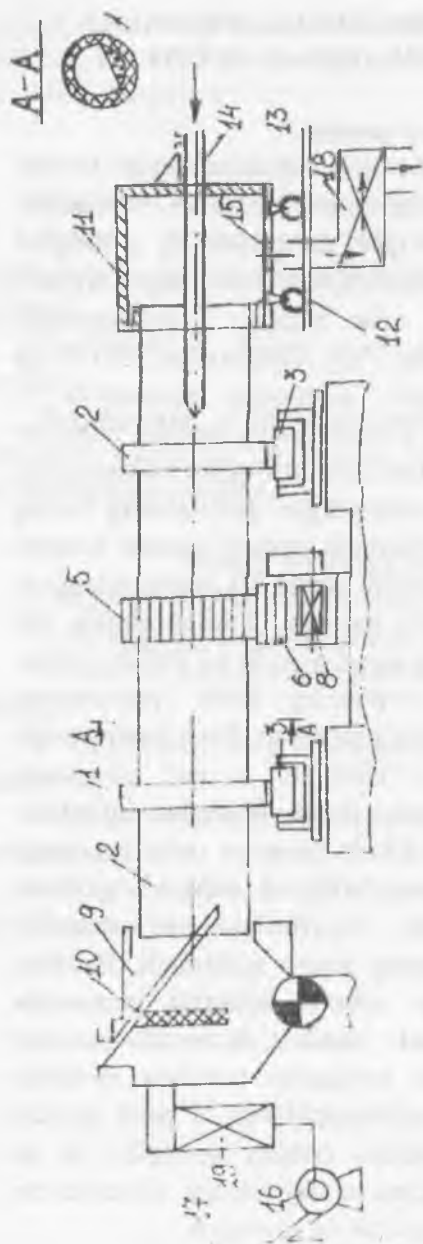
Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Hovuzli pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
2. Hovuzli pechlarning qanday turlari mavjud?
3. Hovuzli pechlarning afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?
4. To'g'ridan -to'g'ri qizdiruvchi pechlarning xususiyatlari qanday?
5. Elektr pechlarning qanday turlari mavjud va ularning tuzilishi qanday?
6. Shisha ishlab chiqarishda qanaqa yordamchi pechlardan foydalaniladi?

XVII BOB. BOG'LOVCHI MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA QO'LLANILADIGAN PECHLAR

69-§. Aylanma pechlar

Aylanma pech po'latdan ichi bo'sh barabandan iborat bo'lib, uning ichki sirti o'tga chidamli g'isht bilan qoplanadi. 35-rasmda aylanma pechga ega bo'lgan issiqlik qurilmasining prinsipial sxemasi keltirilgan. Po'latdan yasalgan silindr shaklidagi korpus 1 unga mahkamlangan bandajlar 2 bilan roliklar 3 ga tayanadi. Roliklar fundament 4 ga o'rnatilgan. Pech korpusining ichi o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan. Korpusga shesternya 5 o'rnatilgan bo'lib, u tag shesternya 6 bilan juftlik tarzida, reduktor 7 va elektrodvigatel 8 bilan birgalikda korpusni aylanma harakatga keltiradi. Qarama-qarshi oqimda ishlaydigan pechlarning sovuq cheti zich ulantiruvchi qurilma yordamida yuklab oluvchi kamera 9 bilan qo'shilgan, unga ta'minlovchi quvur 10 mahkamlangan. Pechning issiq cheti tushirib oluvchi kamera 11 bilan ulanib, uni irg'ituvchi boshcha deyiladi. Uning asosi qiyalik 12 bo'lib, relslar 13 bo'ylab pech boshchasini korpusning ichki qoplamasini ta'minlash maqsadida irg'itib yuborish mumkin. Pech boshchasida yoqilg'ini yondirish qurilmasi o'rnatilgan, u gaz yonganda gorelka, mazut, yonganda forsunkadan iborat. Boshchaning tubida chiqarib olish teshigi 15 bordir. Yuklash kamerasi quvurlar orqali tutunso'rg'ich 16 bilan bog'langan bo'lib, u chiqindi gazlarni tutunso'rg'ich 17 ga yuboradi. Kuydirilayotgan material ta'minlovchi quvur orqali barabanning ichiga tushiriladi. Baraban biroz qiyalik bilan o'rnatilganligi sababli aylanish jarayonida material oldinga qarab harakatlanadi. Harakat davomida material baraban ichida segment shaklida joylashib, uzluksiz ravishda sochilib boradi va uning yuzasi yalangochlanib, u pech gazlari orqali qiziydi. Kuygan material pechni tashlab, sovitgich 18 ga keladi. Demak, pech qurilmasida uchta asosiy issiqlik almashuvchi elementlar bo'ladi: isitgich, pechning o'zi va sovitgich.



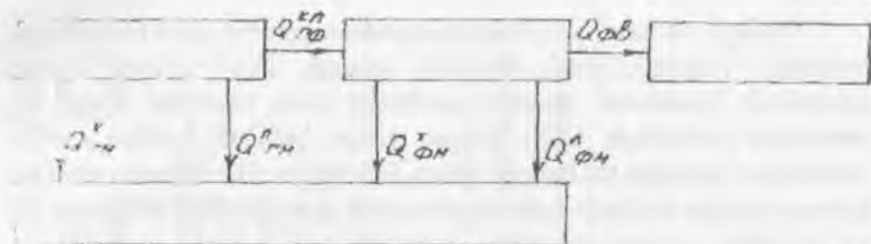
35-rasm. Aylanma pechli issiqlik qurilmasining sxemasi: 1 – korpus, 2 – bandajlar. 3 – rolliklar, 4 – poydevor, 5 – shesternya, 6 – tagvenetsli shesternya, 7 – reduktor, 8 – elektr yuritma, 9 – yuklash kamerasi, 10 – ta'minlovchi quvur, 11 – tushirish kamerasi, 12 – og'ish, 14 – relslar, 14 – gorelka. 15 – tushirish tirqishi, 16 – tutun tortgich, 17 – tutun quvuri, 18 – sovutgich, 19 – gaz tozalash sistemasi.

Yoqilg'i va havo yondirish maqsadida gorelka yoki forsunkaga beriladi. Yoqilg'i yona boshlab, alanga hosil qiladi, uning pirometrik maksimal nuqtasi pechning issiq chetidan biror bir masofada joylashadi. Issiq qizigan gazlar baraban ichidan surilib materialni isitadilar va bunda o'zlari soviydilar. Barabandan chiqish jarayonida ular yuklash kamerasidan o'tib, gaz tozalash sistemasi 19 ga keladilar, undan esa tutun so'rg'ich orqali tutun quvuriga va keyin atmosferaga chiqarib yuboriladilar.

Sanoatda ishlatiladigan aylanma pechlarning o'lchamlari turlicha bo'lib, diametri 1,2–12 m gacha va uzunligi 7–230 m gacha yetadi.

Aylanma pechlarda issiqlikning almashinuvi murakkab reko'perativ sxema asosida ro'y berib, unda uch turdagi issiqlik uzatish, ya'ni issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish jarayonlari ishtirok yetadi (36-rasm).

Ichida hech qanday qurilmalari bo'lmagan va qo'shimcha ravishda moslamalarga ega bo'lmagan aylanma pechlarda issiqlikning uzatilishi uncha samarali bo'lmaydi. Bunday pechlar faqatgina sementni quruq usulda ishlab chiqarishda qo'llanishlari mumkin. Sementni ho'l usulda ishlab chiqarishda pechlarga turli xildagi ichki qurilmalar o'rnatilib, ular issiqlik uzatish yuzasini oshirib, kuydirish jarayonini jadallashtirishga yordam beradilar. Tajribalarni ko'rsatishicha, eng yaxshi qurilmalar sifatida zanjirlar o'zlarini oqlaganlar. Zanjirlar osilgan pechning uzunligi ichi bo'sh pechnikidan 30% ga kam bo'ladi. Pech aylanganda zanjirlar shlam va gaz oqimi bilan yuviladi. Gaz oqimi muhitida bo'lgan zanjirlar issiqlikni yig'ib to'playdilar, keyin esa uni shlamga uzatadilar. Zanjirlar yana gaz oqimi bilan shlamning to'qnashish holatini kuchaytirib, shlamdan namlikni chiqib ketishini jadallashtiradilar.



36-rasm. Aylanma pechda issiqlik almashinuvining sxemasi.

Sement korxonalarida zanjirli osilmalarning ikki turi qo'llaniladi: erkin osilib turadigan va ikki cheti bilan osilgan.

Aylanma pechlarda ko'pgina turdagi changsimon holatda bo'lgan mahalliy yoqilg'ilarni yoqish mumkin. M: qo'ng'ir ko'mir, slanetslar, torf. Chiqib ketayotgan gazlarni xomashyoni quritish maqsadida quritgichlarda ishlatish sinovlari yaxshi natijalar bermadi. Agarda pechdan chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi ancha yuqori bo'lsa, uni qayta foydalanish qozonlarida bug' olish maqsadida ishlatiladi.

Yoqilg'i sifatida gaz ishlatilganda yonishni tezlatish va kerak bo'lgan temperaturani olish uchun gaz minimal miqdordagi α bilan yoqiladi ($\alpha=1$).

Pechning ichki qatlamini yuqori temperatura ta'siridan himoyalash zarur. Ho'l usulda ishlaydigan aylanma pechlarning zanjirlar osilgan zonasida temperatura 400–600°C bo'lib, namlikning miqdori yuqori bo'ladi, shu sababdan, u maydon klinkerli beton bilan qoplanadi. Temperaturasi yuqoriroq bo'lgan zanjirlar zonasida Ca(OH)_2 ning degidratlanishi sababli, beton sekin-asta o'z mustahkamligini yo'qotadi va zanjirlar ostida emiriladi. Bu maydon pishish zonasiga qadar hamma pechlarda shamot bilan qoplanadi. Pishish zonasi esa xrom magnezitli, magnezitli, yuqori glinozemli g'isht bilan qoplanadi. Sovitish zonasi yuqori asosli shamotli g'isht bilan himoyalanaadi, chunki ularning temperaturaga bardoshligi yuqoridir.

Aylanma pechlarning shaxtali pechlar oldidagi afzalliklari shundan iboratki, ularda chiqayotgan mahsulotning sifati har doim yuqori bo'ladi, yana ular yuqori unumdorlikka ega, hamda ularda ishchi kuchidan foydalanish kam.

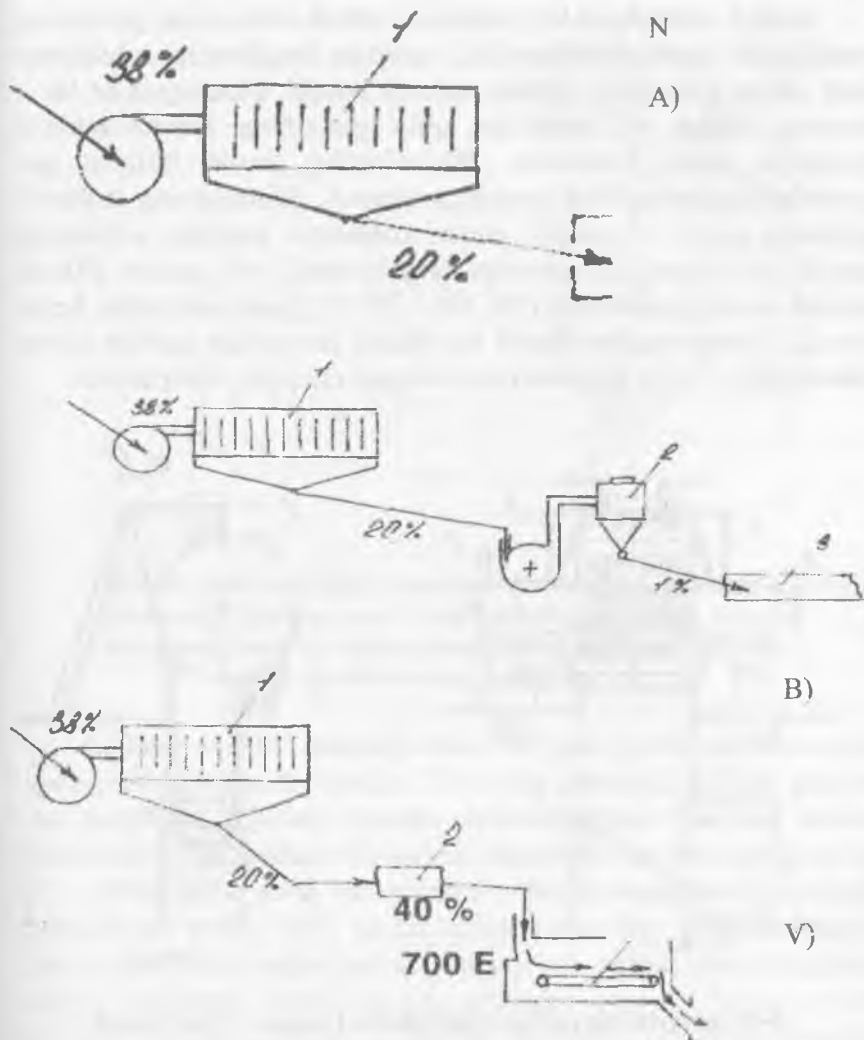
Sanoatda aylanma pechlarga quyidagi turdagi sovitgichlar o'rnatiladi: barabanli, rekuperatorli, boshqoli. Yuqori unumdorlikka ega bo'lgan pechlarga boshqoli, past unumdorliklariga barabanli sovitgichlar tanlanadi.

70-§. Chiqindi gazlarning issiqushgidan foydalanish uchun qurilmalari bo'lgan aylanma pechlar

Sementni quruq usulda ishlab chiqaruvchi kalta aylanma pechlarda chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan foydalanish uchun qayta foydalanish qozonlari o'rnatiladi, chunki ularning temperaturasi ancha yuqori bo'ladi, lekin sementni ho'l usulda olishga mo'ljallagan kalta aylanma pechlaridan keyin qayta foydalanish qozonlarini faqatgina shlamni avvaldan filtratsiya qilish sharti bilan o'rnatishgina mumkin, shundagina pechning ish tartibi quruq usulga yaqinlashgandek bo'ladi. Filtrlashdan maqsad shlam tarkibidagi suvning bir qismini aylanma pechga uzatishdan avval mexanik tarzda yo'qotishdir. Bunda kuydirish uchun sarf bo'ladigan issiqlik miqdori 10–20% ga kamayadi va pechning unumdorligi 15–30% ga oshadi. Filtrlash jarayonining samaradorligi xomashyo materiallarining xossalari bog'liq. Kristal holdagi xomashyodan kolloid holdagi xomashyoga qaraganda suvni yo'qotish ancha oson kechadi (37-rasm). Qayta foydalanuvchi qozonlar va shlam uchun filtrlarni aylanma pechlarga o'rnatish ishlab chiqarishni juda murakkablashtirib yuboradi. Shu sababdan, bug'latuvchisi bo'lgan aylanma pechlarni ishlatish ancha samaraliroqdir. Pechning bug'latgichi gorizontaal silindr shaklidagi barabandan iborat bo'lib, uning ikki cheti po'latli tublik bilan berkitilgan. Bug'latuvchining barabani minutiga 1–2 aylanish / minut bilan aylanadi, u metaldan yasalgan o'tkinchi kamera orqali pech bilan ulangan. Bug'latuvchining pastki yarmi va o'tkinchi kamera o'tga chidamli g'isht bilan qoplangan (38-rasm). Shlam cho'michli ta'minlagich yordamida oltita soplosi bo'lgan tog'aradan iborat taqsimlagichga beriladi. Boshqoli plitalardagi teshiklar orqali shlam bug'latuvchini to'ldirib turgan metallik

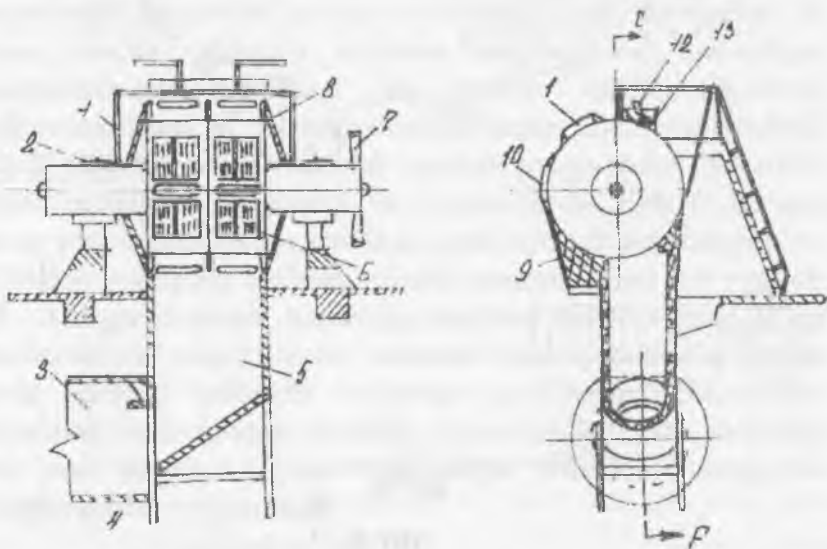
halqalarga tushadi, qarama-qarshi yo'nalishda esa eksgauster yordamida pechdan chiqayotgan issiq gazlar kira boshlaydi. Qisman suvsizlangan yarim tayyor material guvala va ushoq holida burlatgichning pastki qismida boshhoqli plitkalarining teshiklaridan chiqib, o'tkinchi kameraning nishabli tubi bo'ylab pechga tushadi. Pechga tushayotgan materialning namligi 10–12%, temperaturasi 100°C, buning natijasida aylanma pechlarning solishtirma unumdorligi 25–30% ga oshadi. Bug'latgichning kamchiligi bu xomashyoning 14% gacha miqdorining olib chiqib ketilishidir.

Aylanma pechlarga o'rnatiladigan va kuydirish jarayoniga tayyorlanish bosqichini amalga oshiradigan yana bir qurilma bu quruq usulda ishlovchi aylanma pechlarda qo'llaniladigan kalsinatorlardir. Kalsinator bu cheksiz holdagi boshhoqli panjaradan iborat bo'lib, unga donadorlangan xomashyo uzatiladi. Bunda material qatlami bo'ylab tepadan pastga qarab eksgauster orqali pechdan chiqayotgan va temperaturasi 1000°C bo'lgan gazlar sizib o'tadi. Konveyerli kalsinatori bo'lgan aylanma pechlar 50% kam yoqilg'ini sarflaydi, ularda xomashyoning olib ketilishi 1,5 – 3 % gacha boradi. Kamchiligi qurilma murakkab tuzilganligi sababli ta'mir ishlari yuqori malakani talab yetadi. Zamonavin quruq usulda ishlovchi aylanma pechlardan chiqayotgan gazlarning temperaturasi nisbatan yuqori bo'ladi, shu sababdan ular faqat pechdan keyin o'rnatiladigan issiqlik almashgichlar bilan birgalikda ishlaydilar.

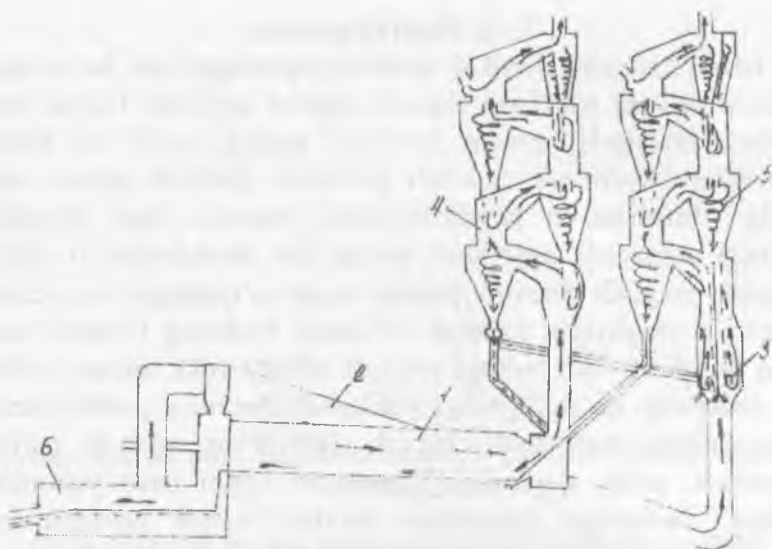


37-rasm. Shlamning dastlabki filtratsiya qilish usulida ishlovchi aylanma pechlarning sxemasi; a -yarim ho'l usulda ishlovchi pech. 1 – pressfiltr, 2 – kalta zanjirli osilmasi bo'lgan aylanma pech, B –quruq usulda ishlovchi pech. 1- filtrpress, 2- quritgich maydalagich, 3- aylanma pech. V- qizdiruvchili quruq usulda ishlovchi pech 1 – filtrpress, 2-granulyator, 3 -boshqoli qizdiruvchi panjara, 4 -kalta aylanma pech.

Issiqlik almashgichlar yordamida chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan qayta foydalaniladi, natijada issiqlikning solishtirma sarfi ancha kamayadi. Odatda siklonli issiqlik almashgichlar bir – birining ustiga va ketma-ket qilib gazlarning harakatlanuvchi quvurlari orqali birikadilar. Siklonlarning pastki bosqich gaz quvurlari pechning bosh tomoniga ulanadi. Siklonlarning tushirish konusiga tarnov oʻrnatilib, undan xomashyo omixtasi siklonning quyida joylashgan gaz quvuriga kelib tushadi. Pech gazlari siklonli issiqlik almashgichlardan oʻtib $300 - 350^{\circ}\text{C}$ gacha soviydilar, keyin esa ular xomashyo omixtasini maydalash jarayonida quritish uchun ishlatiladilar, keyin tozalanib atmosferaga chiqarib yuboriladilar.



38-rasm. Aylanma pechga hugʻlatgich; 1-kojux, 2 -podshipnik, 3 – pech, 4 – zichlantiruvchi qurilma, 5 – birlashtiruvchi kamera, 6 – boshqoli baraban, 7 – shesternya, 8 – sapfali taglik, 9 – ichki qoplama. 10- tushirgich, 11 – tutun soʻrgichga patrubok, 12 – taʼminlagich, 13 – shlamni taqsimlagich.



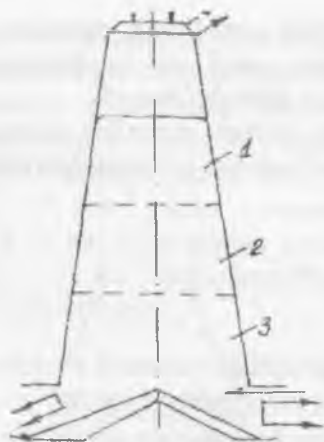
39-rasm. Siklonli issiqlik almashgichli va dekarbanizatorli aylanma pechlar. 1- aylanma pech, 2-issiqlik havo uchun quvur, 3-tashqi dekarbonizator, 4,5 -siklonli issiqlik almashgichlarning shoxi, 6 -klinkerning sovitgichi.

Siklonli issiqlik almashgichlari bo'lgan pechlarda omixtaning dekarbonizatsiyalanish darajasi 35% dan oshmaydi, qolgan jarayon esa pechlarda kechadi. Agarda dekarbonizatsiya jarayoni alohida jihozda muallaq holatda olib borilsa, dekarbonizatsiyalanish darajasini 80 – 90% gacha yetkazish mumkin. Bunda siklonlarning uchinchi bosqichidan o'tib 750°C gacha qizigan xomashyo omixtasi reaktor ya'ni dekarbonizatorga tushadi, undan gaz oqimi bilan birgalikda chiqib 4-siklonga kiradi va gaz oqimidan ajraladi. Keyin omixta aylanma pechga kiritiladi. Omixtani avvaldan dekarbonizatsiyalab olish pechning unumdorligini oshirib, pishirish zonasidagi issiqlik yuklamasini pasaytiradi (18-rasm). Klinkerni batamom sovitish uchun sovitgichlar o'rnatiladi. Klinkerni sovitish tartibi unint fazaniy va mineralik tarkibiga ta'sir yetadi., shu sababdan sovitish ham texnologik jarayonga kiradi. Odatda sovitgichlar issiqlikdan qayta foydalanish vazifasini o'taydi. Eng ko'p tarqalgan sovitgichlar bo'lib rekuperatorlilari hisoblanadi.

71-§. Shaxtali pechlar

Ishchi kamerasi vertikal ravishda joylashgan ichi bo'sh ustun shaklida bo'lgan pechlarni shaxtali pechlar deyiladi. Ularda temir rudalari, ohaktosh, sement klinkeri, tuproq, perlit va boshqa materiallar kuydiriladi. Shaxtali pechlarni qizdirish uchun qattiq yoqilg'i ishlatilsa, u kuydirilayotgan material bilan birgalikda shaxtaga yuklanadi, agar gazli yoqilg'idan foydalanilsa u alohida o'choqda yoqiladi. Shaxtali pechlar qayta to'qiladigan va o'chog'i tashqariga chiqarilgan turlarga bo'linadi. Pechning birinchi turida qattiq bo'lak-bo'lakli holdagi yoqilg'i sifatida koks, antratsit olinib, ular materialga qo'shib pechga yuklanadi. Pechning pastki qismida kuyib chiqqan mahsulotni chiqarib olish uchun mexanik qurilma o'rnatiladi, ushbu qurilmaning panjarasi orqali havo yuboriladi. O'chog'i tashqariga chiqarilgan shaxtali pechlar nisbatan oson suyuqlanuvchi materiallarni o'choqdan kelib pechning o'rta qismiga harakatlanayotgan yonish mahsulotlari yordamida kuydirish uchun ishlatiladilar.

Pechning pastki qismi ikkala holda ham kuygan materialni sovitish uchun xizmat qiladi, chunki u orqali ma'lum bir miqdordagi havo o'tkaziladi. 40-rasmda kuydirilayotgan material bilan birga pechga yuklanadigan qattiq yoqilg'ida ishlaydigan shaxtali pech ko'rsatilgan. Bo'lak-bo'lak holdagi material yoqilg'i bilan shaxtaga yuklash qurilmasi yordamida tushiriladi, keyin qizdirish zonasi 1 dan kuydirish zonasi 2, sovitish zonasi 3 dan o'tib chiqarib yuborish moslamasi yordamida pechdan yo'qotiladi. Sovitish zonasidan issiq havo kuydirish zonasiga qattiq holdagi yoqilg'ini yondirish uchun keladi. O'chog'i mavjud bo'lgan pechlarda sovitish zonasidan issiq havo kuydirish zonasiga va qizdirish zonasiga bo'lak-bo'lak holdagi material oralaridan o'tib boradi va yoqilg'ining to'liq yonmay qolgan yonish mahsulotlarini yondirishga va kuydirilayotgan materialni qizdirishga xizmat qiladi.



41-rasm. Shaxtali pech. 1-qizdirish zonasi, 2- kuydirish zonasi, 3-sovitish zonasi.

72-§. Qaynab turgan qatlamda kuydiriladigan pechlar

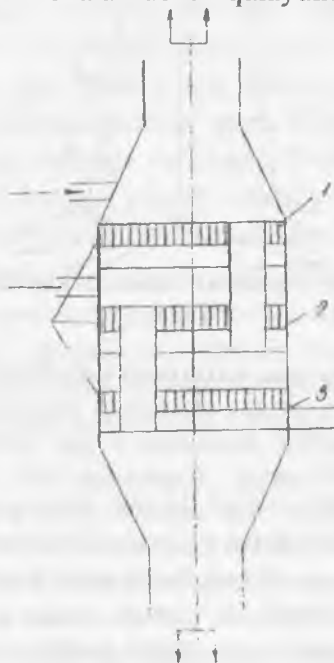
Bunday pechlar o'tga chidamli panjaralar bilan qizdirish kamerasi 1 ga, kuydirish kamerasi 2 ga, sovitish kamerasi 3 ga ajratilgan bo'ladi (42-rasm). Kameralar bir -biri bilan quvurlar yordamida biriktirilganlar, ular asosida ayrim kameralardagi material qavatining qalinligi, kuydirish va sovitish tartibi boshqarilib turiladi. Suyuq yoqilg'i yoki gaz o'choq kamerasida forsunka yoki gorelkalar yordamida yoqiladi. Yoqilg'ini yonishi uchun issiq havo ventilyator yordamida o'choq kamerasi va pastki panjara orqali beriladi. Ushbu pechlarning shaxtali pechlar oldidagi afzalligi material bo'laklarining qaynab turgan qatlamda harakatlanishi sababli bir tekis kuyib chiqishidir. Bunda qaynab turuvchi qatlamning balandligi pechga kirayotgan havoning bosimi 10–12 KPa bo'lgan holda 1 m gacha yetadi.

Shaxtali pechlarning kamchiligi shundaki, ularni bir tekisda yuklash va kuygan materialni chiqarib olish qiyindir, yana material bir xil holda kuymay qoladi va kuyish jarayonini pechda kuzatish mumkin emas. Bundan tashqari shaxtali pechlarda kuyib chiqqan materialning sifati biroz past bo'lib, alohida olingan uskunaning quvvati katta bo'lmaydi, bu esa ishchi kuchi sarfini oshiradi.

Shaxtali pechlarning afzalliklariga ularni qurish uchun kerak bo'lgan kapital mablag'larining katta emasligi, metall sarfining

yuqori emasligi, pechni qurishning osonligi kiradi. Ularda yana issiqlikning solishtirma sarfi va kuydirishga kerak bo'ladigan energiya miqdori uncha katta bo'lmaydi.

Shaxtali pechlar asosan mahalliy xomashyo va yoqilg'ida ishlaydigan sement korxonalari uchun qulaydirlar.



41-rasm. Qaynab turgan qatlamli pech; 1 – qizdirish kamerasi, 2 – kuydirish kamerasi, 3 -sovitish kamerasi.

Sement klinkerini shaxtali pechlarda kuydirish to'liq holda mexanizatsiyalashgandir. Bu pechlar asosan "qora briket" usulida ishlaydilar, bunda qisqa alangali yoqilg'i maydalanib, xomashyo materiallari bilan birlga briketlanadi. Bu usul yoqilg'ining va kulning barobar taqsimlanishiga olib keladi. Bu usul sochilib ketadigan mustahkam bo'lmagan briket hosil qiluvchi xomashyoni shaxtali pechda kuydirib bo'lmaydi. Bunda yoqilg'i bilan xomashyoning briketdagi nisbatini to'g'ri aniqlash katta ahamiyatga egadir. Qaynab turgan qatlamli pechlar degidratlangan tuproq yoki ohak ishlab chiqarishda qo'llaniladi. Ularda o'lchami 20 mm. gacha bo'lgan materialni kuydirish mumkin. Psevdo suyuqlangan

qatlama material har bir bo'lagining yuzasi issiqlik tashuvchi bilan to'qnashgan holda yuviladi va uzluksiz harakatlanayotgan material bilan birgalikda issiqlik almashinish jarayonini jadallashtiradi. Qaynab turgan qatlama ohakning katta miqdordagi tor fraksiyalarini kuydirish mumkin: changsimon 0,2 – 0,6 mm. dan mayda bo'lakli 12 – 15 mm. gacha Birinchi qizdirish zonasida qatlarning bo'yi 0,76 m ga, ikkinchisida 0,63 m ga teng. Psevdo suyuqlanish soni 1,37 – 1,45. Suyuqlanuvchi muhitning panjara tiriqishlaridagi tezligi 220–200 m/s.

Tayanch so'z va iboralar va ularning izohi:

Zanjirlar – gaz bilan kuydirilayotgan material orasida issiqlikning uzatilish yuzasini oshirish maqsadida pechning ichiga o'rnatiladigan moslamalar.

Futerovka – pechning maxsus materiallar bilan qoplanadigan ichki sirt qatlami.

Kalsinator – xomashyo materiallari bilan pechdan chiqayotgan yuqori temperaturali gazlarni to'qnashtirish uchun moslama.

Issiqlik almashgichlar– chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan qayta foydalanish qurilmalari.

Dekarbonizator – klinkerni pishirishjarayonida xomashyoni aylanma pechga tushirishdan avval termik tarzda tayyorlash uchun ishlatiladigan qurilma.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Aylanma pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
2. Shlamni avvaldan filtratsiya qilish nima maqsadda amalga oshiriladi?
3. Bug'latgichning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?
4. Aylanma pechlarga zanjirlar nima maqsadda osiladi?
5. Aylanma pech qurilmalarining faoliyatida kalsinatorlar, issiqlik almashgichlar, dekarbonizatorlar, bug'latgichlarning vazifasi nimadan iborat?
6. Shaxtali pechlarning tuzilishi va ishlash tartibi qanday?

XVIII BOB. ISSIQLIK AGREGATLARI TURINI TANLASH VA ULARNING O'LCAMLARI

73-§. Pechni tanlash jarayonida qo'yiladigan shartlar

Ishlab chiqarish uchun pechni tanlashda quyidagi shartlar tahlil etiladi:

- A) texnik-iqtisodiy mulohazalar
- B) ishlab chiqarish usuli va hajmi
- V) yoqilg'i turi
- G) mahalliy sharoitlar

Pechga yoqilg'i tanlashda asosan mahalliy yoqilg'idan foydalanish birinchi o'ringa qo'yiladi. Agarda mahalliy yoqilg'idan foydalanish umuman mumkin bo'lmasa, shu holdagina boshqa joydan uni keltirish mumkin. Yoqilg'idan foydalanishda uni maksimal tarzda kompleks holda ishlatish, kerak hollarda uni qayta ishlash yoki yoqishga tayyorlash ishlari ham ko'zda tutiladi.

Tanlangan pechga ham texnologik, hamda issiqlik-texnik talablar qo'yiladi. Ular quyidagilar:

1. Yuqori darajadagi issiqlik quvvati.
2. Texnologik rejim bo'yicha ishchi muhitda kerakli temperaturani ta'minlash.
3. Yoqilg'idan foydalanish koeffitsiyentining yuqori darajasi.
4. Minimal miqdordagi solishtirma issiqlik koeffitsiyenti.
5. Yuqori darajadagi solishtirma unumdorlik.
6. Chiqarilayotgan mahsulotning sifat darajasi.
7. Yuqori darajadagi samaradorlik.
8. Pechdan foydalanishning osonligi va soddaligi.
9. Ta'mirsiz pechning uzoq vaqt ishlay olishi.
10. Pechni avtomatlashtirishning mumkinligi.

74-§. Pechlarning solishtirma unumdorligi va ishchi kamera o'lchamlarini aniqlash

Pechning ishchi kamerasi o'lchamlarini aniqlash unda sodir bo'ladigan jarayonlarning fizikaviy mohiyati asosida va materialni qizdirish tezligi, kimyoviy reaksiyalarning borish jadalligi bilan

bog'liq holda bajariladi. Agarda pechning solishtirma unumdorligi aniq bo'lsa, uning ishchi hududi o'lchamlari quyidagicha aniqlanadi.

$$V = \frac{P}{P_v} m^3$$

Bu yerda R – pechning bir soatlik unumdorligi, kg/soat.

P_v – pechning $1m^3$ hajmidan tushirilib olinadigan mahsulot

Pechning bir soatlik unumdorligi uning konstruktiv tuzilishi, ishchi hududining o'lchamlari, issiqlik ishlovining davomiyligi, material turi va uni yakuniy qizdirish temperaturasiga bog'liqdir.

Agarda issiqlik ishlovining vaqti va pechning sig'imi ma'lum bo'lsa, unda pechning unumdorligi quyidagicha topiladi:

$$P = \frac{G}{\tau} t / \text{soat}$$

bu yerda G -pechning sig'imi yoki bir vaqtda pechga yuklanadigan material miqdori, t.

τ -issiqlik ishlovining vaqti, soat.

Pechning sig'imi ishchi hududining geometrik o'lchamlari, ya'ni hajmi va yuzasi bilan bog'liqdir. Ushbu o'lchalardan samarali foydalanish solishtirma unumdorlikda ifodalanib, u ishchi hududining $1 m^3$ hajmiga yoki pech tagining $1 m^2$ yuzasiga nisbatan olingan unumdorlikning nisbiy qiymatini bildiradi.

Agar pechni hisoblash uslubi yetarli darajada aniq holda ishlab chiqilmagan bo'lsa, unda amaliyotda to'plangan ma'lumotlardan foydalanish yaxshi natijalar beradi. Ishchi kameralarning ba'zi o'lchamlari konstruk-tiv mulohazalar asosida topiladi: Masalan, pechni kuzatish uchun qo'yiladigan derazalarning joylashishi va o'lchamlariga va gaz kanallariga, shipning balandligiga, alanganing shakli va uzunligiga qarab pech o'lchamlari topiladi.

75-§. Kamerali pechlarni o'lchamlarini aniqlash.

Davriy ravishda ishlaydigan kamerali pechlarning konstruktiviyasi oddiy bo'lib, ular murakkab konfiguratsiyaga ega bo'lgan yirik buyumlarni kuydirish uchun qo'llaniladi.

Pech kamerasining buyumlar taxlanadigan ichki hajmi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$V = \frac{P \cdot 100}{Zr \cdot g \cdot (100 - m)}$$

Bu yerda P-yillik unumdorlik, t/yiliga

τ -kuydirish siklining davomiyligi (yuklash, tushirish, kamerani tayyorlash), sanitar-qurilish keramika buyumlarini kuydirishda $\tau=96-144$ soat, fasonli shamot buyumlari uchun $\tau=144-288$ soat; dinasli buyumlar uchun $\tau=288-480$ soat; magnezitli buyumlar uchun $\tau=192-240$ soatga tengdir.

Zr-pechning yillik ishlash soatlari soni, 7920–8280 soatga teng.

m-chiqit buyumlar va yo'qotishlar, pechgga yuklangandan boshlab omborga yetguncha, %.

g-tax zichligi t/m^3 , chinni va fayans buyumlarni kuydirishda $g=0,06-0,18$; qurilish g'ishti uchun $g=0,85-1,10$; shamotli buyumlar uchun $g=0,06-1,00$; dinasli buyumlar uchun $g=0,80-1,10$; magnezitli g'isht uchun $g=1,30-1,50$;

Davriy ravishda ishlaydigan pechlar kamerasining ichki hajmi turli o'lchamlarda bo'ladi: kichik hajmi $0,5 m^3$ dan katta hajmi $500 m^3$ gacha.

Pech sig'imini tanlashda kuydirilayotgan buyumning turi, pechning unumdorligi, undan foydalanishning qulayligi va boshqa omillar hisobga olinadi.

Odatda, kichik hajmdagi pechlar nisbatan katta yuzali devor va shipga ega, shuning uchun ularda issiqlikning akkumulyatsiya orqali yo'qolishi katta hajmli pechlarga nisbatan ko'proq bo'ladi.

Katta hajmli pechlarda taxning kesimi va balandligi bo'yicha temperaturaning taqsimlanishi bir xil bo'lmaydi. Shuning uchun ularda kuydirish jarayoni uzoq vaqt davom etadi. Bu holat pechning solishtirma unumdorligini kamayishiga va yoqilg'ini solishtirma sarfining oshishiga olib keladi, kuydirishning bir tekis bo'lmasligi sababli, chiqit buyumlarning soni ko'payadi.

Kamerali pechlarning o'lchamlari kuydirilayotgan buyumlar ko'rini-shiga qarab tanlanadi, masalan: maxsus nafis keramika

uchun – 4–20 m³; texnik chinni uchun–50–100 m³; olovbardosh buyumlar uchun 100–200 m³ qilib olinadi.

Pechning bir oylik unumdorligi kuydirish jarayonidagi chiqindilarni hisobga olmagan holda quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$P_{\text{oy}} = \frac{720V_p q}{\gamma} t / \text{oy}$$

bu yerda, V_p –pechning foydali hajmi, m³

720–bir oydagi ish soatlari soni, soat

Pechning tonnada ifodalangan sig'imi uning hajmi va tax zichligi asosida topiladi.

$$G_n = V_n \cdot \gamma \cdot t$$

Tax balandligi, kameraning uzunligi va kengligi konstruktiv tarzda tanlanadi, bunda pechdan foydalanish qulayligi, yoqilg'ini yondirishning eng yaxshi sharoiti, gazlar harakati va issiqlik almashinuvinig eng yaxshi usuli, hamda kuydirilayotgan material xossalari hisobga olinadi.

Olovbardosh buyumlar uchun tax balandligi 1,5–3,5 m oralig'ida tanlanadi. Yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lgan buyumlarni kuydi-rishda tax balandligi 3 m dan ortiq bo'lishi ham mumkin (5,5 gacha). Odat-da tax balandligi past qatordagi buyumga tushadigan og'irlik bo'yicha aniqlanadi.

Yondiruvchi o'choqlari bir tomonlama joylashgan pechlarning kengligi 2–3 m bo'ladi. Pechning eni katta bo'lgan hollarda o'choqlar ikki tomondan kuyiladi. Aylana shaklidagi kameralarda o'choqlar aylana bo'yicha bir xil taqsimlanadi. Katta pechlarning foydali hajmi taxminan 0,8–0,9, kichik pechlarniki 0,6–0.7 ga teng. Pech devorlarining qalinligi 1,5 dan 4 g'ishtgacha tanlanadi.

Kameraning ichki qoplamasi kuydirish temperaturasiga bog'liq holda turli olovbardosh materiallardan qilinadi, qalinligi uncha katta

bo'lmagan, qizdirish va sovitish paytida inersiyasi kichik bo'lgan pechlarning sirti issiqlikdan himoyalanganadi.

To'g'ri burchakli pechlar odatda baland aylanma sferali shipga ega bo'ladi, kamerali pechlar esa bir tekis osma shipli ham bo'lishi mumkin.

Pechning yuklash va tushirish joylarining balandligi 1,8 m va kengligi 0,8 m bo'ladi. O'choq qurilmasining o'lchami qattiq yoqilg'i uchun boshqali panjaraning umumiy maydoni bo'yicha kichik pechlarda pech tagi yuzasining 25–30% ga, o'rta sig'imli pechlarda 15–25% ga teng qilib olinadi. Kamerali pechlardan foydalanishda gazlarni chiqarib yuboruvchi qurilmalar katta ahamiyatga ega. Aynan ular gaz oqimini va temperaturani ishchi kamerasi bo'ylab bir xil taqsimlanishga xizmat qiladilar. Gaz oqimlarini taxning gorizontal kesimi bo'ylab bir tekis taqsimlanishi tag panjaraning qarshiligi va taxning turiga bog'liq bo'ladi.

76-§. Tunnelli pechning o'lchamlari

Keramika va olovbardosh buyumlar kuydirish uchun ishlatiladigan tunnelli pechlari asosan tunnel bo'ylab harakatlanuvchi vagonetkalardan iborat. Shu sababdan, tunnel pechi o'lchamlarini aniqlashning o'z xususiyatlari mavjud.

Tunnelli pechlar ishchi hududining asosiy o'lchamlari bo'lib, uning balandligi N , kengligi V va uzunligi L hisoblanadi. Pech ishchi kanalining balandligi, agar buyumlar bevosita taglikka taxlansa, vagonetkaning tagidan ship qulfigacha boradi. Tunnelning to'liq balandligi esa rels ustidan shipgacha bo'ladi va vagonetka o'lchamlari bilan buyumlar taxi balandliklari asosida aniqlanadi. Buyumlarning vagonetkaga taxlash balandligi kuydirilayotgan buyumning shakli va ko'rinishiga bog'liq bo'ladi. Magnezitli, dolomitli va boshqa yuqori olovbardosh buyumlar uchun tax balandligi 0,9–1,1 m, shamot va dinasli buyumlar uchun 1,6–2,0 m, qurilish g'ishti uchun 1,5–1,8 m, chinni va fayans uchun 1,2–2,0 m ga teng bo'ladi. Ishchi kanalining balandligi taxdan taxminan 100 mm katta bo'ladi. Tunnel kengligi taxning barcha kesimi bo'yicha buyumlarni bir xil kuydirish sharoiti

va vagonetkanig o'lchamlari bilan chegaralanadi. Yoqilg'ini kuydirilayotgan buyumlar muhitida yondirilgan sharoitlarda kuydirishni tax kesimi bo'yicha bir xil qilib olib borishni ta'minlash lozim.

Past temperaturali pechlarda, yoqilg'i o'choqlarda yoqilgan holda eni katta taxni bir tekis qizdirish uchun noqulay sharoit vujudga keladi, shuning uchun pechning eni 1,7–2,0 m ga teng bo'ladi. Vagonetkalarining uzunligi ularning kengligiga muvofiq 3 m gacha qilib tanlanadi.

Vagonetkalar payvand qilingan yoki quyilgan metal ramalardan iborat bo'lib, ular g'ildirakka o'rnatilgan bo'ladi. G'ildirakning diametri vagonetka o'lchamlariga bog'liq holda 250–1050 mm ga teng. G'ildiraklar sharikli yoki rolikli podshipniklarga ega. Rama g'ildirakning o'qiga buks yordamida mahkamlangan. Vagonetkaning tagi 250–525 mm qalinlikda olovbardosh materiallar bilan qoplanadi, ustki qoplama kuydirish zonasining temperaturasi bog'liq holda shamotli, xrommagnezitli yoki olovbardosh betondan yasalanadi.

Vagonetkaning sig'imi buyumlarni taxlash uslubi va buyumlar soni bilan aniqlanadi. Buyumlar taxiga mustahkamlik, turg'unlik va gazlarning sizib o'tishi uchun qulaylik kabi talablar qo'yiladi. Bunda taxlanani buyumlarni balandligi bo'yicha bir xil qizishini ta'minlash uchun yuqori qismi zichroq taxlanadi. Tax gabaritlari pechning kengli bo'yicha, tax va devorlar orasida 50–100 mm ga teng joyni qoldirishni hisobga olib aniqlanadi.

Pech sig'imi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$G = nG_1 = \frac{L}{l_1} G_1 \text{ yoki } G = P_\tau, \quad L = \frac{P_\tau}{G_1} l_1 m$$

Bu yerda, L – pechning uzunligi, n –vagonetkalar soni,
 l_1 – vagonetkaning uzunligi, G_1 –bitta vagonetkaning sig'imi, T
 P – pechning unumdorligi T /soat, τ –kuydirish davomiyligi, soat

Pechning bir soatlik unumdorligi uning yillik unumdorligi asosida aniqlanishi mumkin:

$$P_r = PZ_r \frac{100 - m}{100} t / \text{yiliga}$$

bu yerda, Z_r – bir yilda pechning ishlash soatlari

$$Z_r = (345 \div 360) \cdot 24 = 8280 - 8640 \text{ soat.}$$

m – chiqitlarning umumiy miqdori, %.

Agar pechning asosiy o'lchamlari aniq yoki tajriba bo'yicha tanlangan bo'lsa, u holda pech unumdorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{G_1 \cdot L}{\tau \cdot I_1} = P_F \cdot B_1 \cdot L \text{ t/soat}$$

bu yerda, P_F – solishtirma unumdorlik $t/m^2 \cdot \text{soat}$

B_1 – vagonetka tagining kengligi, m.

Pechning uzunligi uning unumdorligi, kuydirish jarayoning taxnologik sharoitlari va yoqilg'ining solishtirma sarfini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Uzunligi katta bo'lgan pechlarda vagonetkalarni itarish jarayonida ma'lum temperaturadan boshqasiga o'tish sekin-astalik bilan boradi, shu sababdan, ularda yuqori unumdorlik chegarasida kerakli bo'lgan kuydirish tartibini yaratish oson kechadi. Biroq, uzun pechlarda gazlar harakatiga bo'lgan qarshilik katta bo'lganligi sababli, issiqlik ishlovining sifati pasayadi. Yuqori qarshilik tutunso'rg'ichlarni quvvatini oshirishni talab yetadi, buning natijasida pech gazlarining temperaturasi ko'tarilib, max bo'yicha temperaturaning barobar taqsimlanmasligi vujudga keldi. Tunnel pechlarining uzunligi keramik buyumlarni kuydirish uchun quyidagi o'lchamda qabul qilingan: kichik pechlar 60–64m, o'rta 82–88m va katta pechlar 110–117m. Dinasli va yuqori olovbardosh buyumlarni kuydirishda 140–160m uzunlikdagi tunnel pechlari ishlatiladi.

Agar pech uzunligi aniq bo'lsa, vagonetkalar sonini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$n = \frac{L}{I_1} = \frac{G}{G_1}$$

Vagonetkalarining harakat tezligi yoki 1 soatda chiqayotgan vagonetkalar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$v = \frac{P}{G_1} = \frac{n}{\tau} \text{ vag /soat}$$

Vagonetkalarining o'rtacha harakat tezligi quyidagicha aniqlanadi:

$$v_{\text{avg}} = \frac{P}{G_1} = \frac{n l_1}{\tau} = \frac{L}{\tau} \text{ m/soat}$$

Turli uzunlikdagi pechlar uchun vagonetkalarining o'rtacha harakat tezligi 0,5–3,0 m/soatga tengdir. Qizdirish, kuydirish va sovitish zonalarining uzunligi buyumlarni qizdirish va sovitish grafigiga muvofiq aniqlanadi.

Sovitish zonasining uzunligi quyidagicha topiladi:

$$L_{\text{soi}} = \frac{\tau_{\text{soi}}}{\tau} L_m$$

Kuydirish zonasining uzunligi

$$L_H = \frac{\tau_H}{\tau} L_m$$

Kuydirish zonasining uzunligi qabul qilingan temperatura rejimi va zona uzunligi bo'yicha temperaturani barobar taqsimlash imkoniyatidan kelib chiqib tanlanadi. Kuydirish zonasining uzunligi odatda o'choq va gorkalar egallagan uzunlik asosida aniqlanadi.

77-§. Aylanma pechlarning o'lchamlarini aniqlash

Aylanma pechlar ichki qoplamasi olovbardosh materialdan qilingan qalin po'lat listdan yasalgan ma'lum qiyalikda o'rnatilgan

barabandan iboratdir. Kuydirilayotgan material pech ichida bo'lak-bo'lak, kukun, granula yoki briket holida yoki namligi 40%gacha bo'lgan shlam holida harakat qiladi. Pech ichida materialning harakatlanishi pechning 0,5 dan 4,0 ayl/min. Tezlik bilan aylanishi va 3–5% qiyalikda joylashishi hisobiga boradi.

Aylanma pechlarning asosiy o'lchamlari bo'lib diametri D va uzunligi L hisoblanadi. Hozirgi kunda ishlatiladigan pechlar uchun bu o'lchamlarning qiymati keng miqyosda o'zgarib turadi. Shamot, magnezit, dolomitni kuydirish uchun ishlatiladigan zamonaviy pechlarda $D=2,5-3$ m. ga pechning uzunligi esa 230 m. ga teng. Pech diametri qancha katta bo'lsa, materialning harakat tezligi va pechning unumdorligi shuncha yuqori bo'ladi. Unumdorlik va diametr orasidagi bog'lanish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P = 15\pi D_c^2 \varphi v_{cp} \rho_M t / \text{soat}$$

Bu yerda:

D_c – pech diametri, m.

φ – pechni to'ldirilish koeffitsiyenti $\varphi=0,08-0,10$,

ρ_M – material zichligi, t/m^3

v_{cp} – materialning pechdagi o'rtacha harakat tezligi, m/min.

Materialning o'rtacha harakat tezligini pechning aylanish tezligi va qiyalik burchagi orqali aniqlash mumkin. Materialning o'rtacha harakat tezligi kuydirish tartibiga bog'liq bo'ladi. Uni pech uzunligi L ni kuydirish davomiyligiga bo'lgan nisbati bilan ifodalash mumkin:

$$v_{cp} = \frac{L}{60\tau} \text{ m/min}$$

u holda pechning unumdorligi

$$P = \frac{15\varphi\rho_M D_c^2}{60\tau} \pi L t / \text{soat}$$

yoki

$$P = 0,25\varphi\rho_M \frac{D_c}{\tau} F_{\tau} t / \text{soat}$$

bu yerda F_{ϕ} – qoplamaning ichki yuzasi, m^2

Aylanma pechning unumdorligini ichki qoplamasining $1 m^2$ yuzasiga nisbatan solishtirma unumdorlik sifatida ifodalash ham mumkin.

$$P_F = \frac{P}{F} = g \frac{D_c}{\tau} kg/m^2 \cdot soat$$

Bu yerda: g – pechni material bilan yuklanish zichligini harakterlovchi koeffitsiyent

$$g = 0,25 \varphi \rho_M kg/m^3$$

P – unumdorlik kg/sm^2

ρ_M – materialning zichligi, kg/m^3

Pechni material bilan to'ldirish koeffitsiyenti quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{P}{\beta_m v_{cp} \cdot 0,785 D_c^2}$$

Yuqoridagilardan qo'rinadiki, pech diametri, materialni pechga yuklanish zichligi qancha katta va materialni pechda bo'lish vaqti qancha kichik bo'lsa solishtirma unumdorlik shuncha katta bo'ladi. Materialning pechda bo'lish vaqti aylanish tezligi, qiyalik burchagi va pech o'lchamlariga bog'liqdir.

Sochiluvchan materiallar uchun

$$\tau = 0,308 \frac{\beta + 24}{n} \cdot \frac{L}{D_c}$$

bu yerda β – materialning tabiiy og'ish burchagi $\beta = 35-45^\circ$

n – pechning aylanish tezligi, ayl/min ;

i – qiyalik burchagi.

$Q = 3,6\alpha (t_r - t_M) F \tau$ tenglamadan kelib chiqib, kuydirish davomiyligi

$$\tau = \frac{Q}{3,6\alpha (t_r - t_M) F} soat$$

bu yerda Q – materialga o'tgan issiqlik, kJ

α – issiqlikni berilish koeffitsiyenti, $\text{vt/m}^2 \cdot \text{grad}$.

$t_{\text{GAZ}} - t_{\text{M}}$ – gaz va material temperaturasi farqi, grad.

Shunday qilib, materialni pechda bo'lish vaqti issiqlik almashish sharoiti bilan ham aniqlanadi. Pechning qiyalik burchagi va aylanish tezligi kuydirish davomiyligiga bog'liq holda tanlanishi lozim. Pechni material bilan to'ldirilish darajasi ham optimal kuydirish davomiyligiga bog'liqdir. Uning oshishi material temperaturasi pasayishiga va ko'ydirish davomiyligini ko'payishiga olib keladi. Tashqi va ichki issiqlik almashgichlarsiz ishlatiladigan aylanma pechlar asosan ohak, shamot, magnezitni kuydirishi uchun ishlatiladilar. Pechlarning unumdorligi kuydirish zonasining uzunligiga bog'liqdir.

Pechda kerakli temperaturani ushlab turish uchun yong'ich zonasida ma'lum miqdorda issiqlikni yoqishga to'g'ri keladi. Odatda yonish zonasining issiqlik kuchlanginligi $Q=350 \text{ kv/m}^3$ ga teng.

Agar yonish zonasining uzunligi pech diametriga proporsional deb qaralsa, u holda yonish zonasining hajmi pech diametrining kubiga proporsional bo'ladi.

$$Q=1,28 D_c^3 \text{ ming kv}$$

Bundan

$$D_c = \sqrt[3]{\frac{Q}{1,28}} \text{ m.}$$

Agar solishtirma issiqlik sarfi, pechning yonish zonasining ichki diametri va uzunligi, yonish zonasining issiqlik kuchlanligi ma'lum bo'lsa, u holda pechni unumdorligi quyidagicha aniqlanadi:

$$P = \frac{\pi D_c L_v q_v}{4q} \text{ kg/saat}$$

yonish zonasi D_c pechning diametri

$$D_c = \sqrt{\frac{P_2}{0,785 L_1 q_2}} m$$

Pechning ichki yuzasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$F_{\text{ichki}} = \frac{P}{P_F k_t} m^2$$

Bu yerda P – unumdorlik, kg/soat

P_F – colishtirma unumdorlik.

k_t – pechni vaqt bo'yicha ishlatish koeffitsiyenti

Pech uzunligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$L = 0,29 \frac{F_{\text{ichki}}}{D_c} m$$

bu yerda D_c – pechning ichki diametri. Pech uzunligi L va diametri D orasidagi nisbat odatda kalta pechlar uchun (70 gacha)

$$\frac{L}{D} = 15 - 21$$

Uzun pechlar uchun

$$\frac{L}{D} = 21 - 38$$

ga teng bo'ladi.

Magnezit va dolomit $1600-1700^{\circ}\text{C}$ temperaturada kuydiriladi va shamotga qaraganda qiyin pishadi, shuning uchun pech uzunligi quyidagicha bo'ladi.

$$\frac{L}{D} > 30$$

Shamotni kuydirish uchun esa

$$\frac{L}{D} = 20$$

Keramzit kuydirish uchun uzunligi 12–45 m va diametri 2,5 m ga teng kalta pechlar qo'llaniladi. Bunda solishtirma unumdorlik quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$P_v = 5000 \frac{D_s}{L} \varphi n t g i = 1440 \frac{\varphi}{\tau} m^3 / m^3 \text{ soat}$$

78-§. Shaxtali pechlarning o'lchamlarini aniqlash

Shaxtali pechlarda materialni qizdirishdan boshlab to kuydirish temperaturasigacha olib chiqishga ketgan vaqt asosida materialning harakatlanish tezligi aniqlaniladi. Bunda bo'lak-bo'lakli material gaz bilan qarama qarshi harakatlanadi. Shaxtaning tag qismi tushirib oluvchi qurilmadan boshlab gorelkaning pastki qatorlarigacha sovitish zonasini tashkil etadi. Bu zonada kuydirilgan material qatlamlari, kuydirish zonasiga ketayotgan havo bilan sovitiladi.

Kuydirish va sovitish uchun ketgan umumiy vaqt yoki materialni pechda qancha vaqt ushlab turilishi

$$\tau = \tau_{obj} + \tau_{oxl}, \text{ soat}$$

τ_{obj} – materialni yetarli darajada qizdirish va kuydirish uchun ketgan vaqt, soat

τ_{oxl} – materialni kerakli temperaturagacha sovitish uchun ketgan vaqt, soat

Kuydirish davri quyidagilarga bog'liq; kuydirilayotgan material turiga, kuydirishning yakuniy temperaturasiga, material bo'laklarining o'lchamlariga, materialning namligiga, havo bosimiga, uning miqdori va tezligiga, yoqilg'i turiga uning yonish usuliga.

Materialning pechda bo'lish vaqti τ va pechning balandligi N asosida, pech bo'ylab materialni o'rtacha harakatlanish tezligini topish mumkin:

$$v_{o'r} = \frac{H}{\tau} m / \text{soat}$$

U holda, pechning unumdorligi :

$$P = v_{gr} f \rho_m t / \text{soat}$$

yoki

$$P = \frac{H f \rho_m}{\tau} t / \text{soat}$$

f – shaxtaning o'rtacha ko'ndalang kesim yuzasi, m^2

ρ_m – materialning sochiluvgan zichligi, t/m^3

Pechning balandligi kuydirilayotgan material turiga, material bo'laklarining o'lchamlariga, kuydirish temperaturasiga, shaxtaning ko'ndalang kesimiga va pech profiliga bog'liq bo'ladi. Shamot kuydirish uchun shaxtali pechning balandligi 8–12m; magnezit va dolomit uchun 10–12m, ohak kuydiruvchi pechnig balandligi 8–20m bo'ladi.

Quyidagi formula bo'yicha pechning ko'ndalang kesim yuzasi uning o'rtacha ichki diametri D_{cp} orqali ifdalanadi:

$$f = \frac{\pi D_{gr}^2}{4} = 0.785 D_{gr}^2 m^2$$

Kesimi dumaloq bo'lmagan pechda D_{cp} ning qiymati, pechning yorug'dagi o'rtacha keltirilgan diametriga tengdir.

$$D_{gr} = \frac{4f}{U} m$$

bu yerda:

U – pech shaxtasi ko'ndalang kesimining ichki perimetri, m

U holda pechning unumdorligi,

$$P = 0.785 D_{gr}^2 H \frac{\rho_m}{\tau} t / \text{soat}$$

Olovbardosh materiallar uchun pechning diametri 1,7–3,5m, pech balandligining diametriga bo'lgan nisbati 4 dan 6 gacha bo'ladi. Sochiluvchan usulda ishlovchi ohak kuydiruvchi pechning diametri 5 m gacha boradi.

Katta diametrli shaxtali pechlar kam qo'llaniladi, chunki ko'ndalang kesimi katta bo'lganda, shaxta bo'ylab gaz oqimini barobar taqsimlash va materialni bir xilda kuydirish qiyin kechadi.

Pechda briket ko'rinishidagi, valyushka yoki granulalar holda ortilgan materiallarni kuydirishda, shakllash sifati, ya'ni shaklning bir xilligi va mustahkamligi katta ahamiyatga ega.

Shaxtali pechning unumdorligmi oshirish uchun, material qatlami yuqori g'ovaklikka ega bo'lishi kerak, bu esa bo'laklar o'lchami bir xilda bo'lgan holda kuzatiladi. Material bo'laklarining o'lchamlari uncha katta bo'lmasa, issiqlik almashinish yaxshi kechadi.

Pechning unumdorligi uning issiqlik quvvatiga proporsionaldir.

$$Q = Pq \text{ kdj/soat}$$

q – issiqlikning solishtirma sarfi, kdj/kg.

R – pechning unumdorligi, kg/soat

Pechning issiqlik quvvati qancha katta bo'lsa, yoqilg'i yonishdan hosil bo'lgan gazlar harakatining tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Shunga mos ravishda qatlamning umumiy qarshiligi oshib puflash bosimini ko'tarishni talab qiladi.

Ohak kuydirish uchun pechning unumdorligi:

$$P = \frac{24V_{\rho m}}{0,9\tau} \cdot \frac{b}{100} \text{ kg/sut}$$

V_M – pechning foydali hajmi, m^3

ρ_m – ohakning zichligi $= 2,65 \text{ kg/m}^3$

τ – kuydirishi davomiyligi, soat

b – toza ohakning chiqishi, ohak tarkibi bo'yicha topiladi

$$b = 100 - \left[H_2O + \frac{44CaCO_3}{100} + \frac{44MgCO_3}{84} \right] \%$$

Pechning $1m^3$ hajmli ohakni olish, material bo'laklarining o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Bo'laklar o'lchami 150mm bo'lganida 41 soat kuydiriladi, 50 mm bo'lganida esa 12 soat kuydiriladi.

Pechga 50–150 mm fraksiyalar aralashtirilib ortilsa, uning unumdorligi 50 mm li fraksiya ortilgan sharoitga qaraganda 4 marta kamayadi. Kuydirish davomiyligi eng yirik fraksiyani kuydirish tezligi asosida topiladi.

Yoqilg'i sarfini aniqlash. Yoqilg'i sarfini aniqlash natijasida quyidagi hisoblar amalga oshiriladi:

A) O'choq qurilmasining, yondirgichning, chiqib ketayotgan gazlar issiqligidan foydalanish qurilmalarning o'lchamlarini aniqlash.

B) Gaz tashuvchi, tutun quvurlarining va energiya jihozlarining o'lchamlarini aniqlash.

Odatda issiqlikning solishtirma sarfi mahsulot birligiga yoki ishchi kamerasi o'lchamining birligiga nisbatan topiladi, masalan, 1m^3 hajmga nisbatan. Agarda pechning f.i.k. juda kichik bo'lsa, issiqlik sarfini mahsulot birligiga nisbatan topish juda katta xatolarga olib keladi. Issiqlik sarfi pechning yoki ishchi kamerasining issiqlik balansini hisoblash asosida topiladi.

Tayanch so'z va iboralar

Pechni tanlash, texnik-iqtisodiy mulohazalar, mahalliy sharoitlar, issiqlik quvvati, yoqilg'idan foydalanish koeffitsiyenti, solishtirma issiqlik sarfi, solishtirma unumdorlik, pechning sig'imi, tax zichligi, kuydirish davomiyligi, tax balandligi, ishchi hudud, vagonetkalar soni, vagonetkaning sig'imi, vagonetkaning harakatlanish tezligi, ichki qoplama, yuklanish tezligi, aylanish tezligi, materialning tabiiy og'ish burchagi, pechning foydali hajmi, kuydirish tezligi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Pech qanday mezonlar asosida tanlanadi?
2. Tanlangan pechga qanday talablar qo'yiladi?
3. Pechning unumdorligi qanday aniqlanadi?
4. Kamerali pechlarning o'lchamlariga nimalar kiradi?
5. Kamerali pechlarning ichki, hajmi, unumdorligi, va sig'imi qanday aniqlanadi?
6. Tunnelli pechlarning o'lchamlariga nimalar kiradi?
7. Tunnel pechlarining sig'imi, vagonetkalar sig'imi, pechning unumdorligi, pechning uzunligi qanday aniqlanadi?

8. Aylanma pechlarning o'lchamlariga nimalar kiradi?

9. Aylanma pechlarning unumdorligi, materialning harakat tezligi, pechda bo'lish vaqti, pechning material bilan to'ldirilish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

10. Shaxtali pechlarning o'lchamlariga nimalar kiradi?

11. Shaxtali pechlarning unumdorligi, ularda materialning ushlanish vaqti, pechnig ko'ndalang kesimi qanday aniqlanadi?

12. Yoqilg'i sarfi asosida qanday hisoblar amalga oshiriladi?

XIX BOB. ISSIQLIK QURILMALARINING MODDIY, ENERGETIK VA ISSIQLIK BALANSLARI

79-§. Umumiy tushunchalar

Issiqlik jarayonlarini o'rganishning so'ngi bosqichida ularning hisobi bajariladi. Hisoblar natijasida issiqlik jarayonlarini olib borishning optimal sharoitlari, energetik xarajatlar aniqlanib, issiqlik qurilmalarining gabarit o'lchamlari topiladi. Issiqlik jarayonini olib borishning optimal sharoitini aniqlash uchun uning harakatlantiruvchi kuchi aniqlanadi, bu kuch temperatura gradienti bo'lib, u issiqlik jarayonlarini boshqarsa, bosim gradienti esa gidrodinamik jarayonlarini boshqaradi.

Texnologik jarayonlar uchun ko'chishning asosiy qonuni quyidagicha ta'riflanadi: ko'chish tezligi harakatlantiruvchi kuch ΔD ga to'g'ri proporsional va qarshilik R ga teskari proporsionaldir. Jarayonning tezligi deb, vaqt birligi τ ichida qurilmaning ko'ndalang kesimi G' dan o'tgan material massasiga aytiladi. Unda ko'chishning asosiy qonuni:

$$Gm \neq G' \tau = \Delta D / R = K \Delta D$$

K- jarayon tezligining koeffitsiyenti.

Bu ibora yordamida qurilmaning asosiy o'lchamlarini aniqlash mumkin. Qurilmada ishlov berilayotgan materialning massasini topish uchun moddiy va energetik balanslar tuziladi.

Moddiy balans. Uning asosida massaning saqlanish qonuni yotadi. Unga ko'ra issiqlik qurilmasiga kirayotgan dastlabki mahsulotlarning massasi oxirgi ya'ni qurilmadan tushirilayotgan mahsulotlarning massasiga teng bo'lishi kerak:

$$\Sigma G_H = \Sigma G_K$$

Amalda, har qanday tizimda qaytarib bo'lmaydigan massa yo'qotishlari ro'y beradi. Moddiy balans jarayon uchun umumiy holda va uning har bir qismlari uchun bajariladi. U ma'lum vaqt uchun, masalan, 1 soat yoki 1 sutka uchun tuziladi. Davriy ishlaydigan qurilmalarda u bir sikl uchun yoki materialning massa birligi uchun hisoblanadi.

Energetik balans. Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra jarayonga kiritilgan energiya miqdori uning natijasida olingan energiya miqdoriga tengdir.

Materialning massa birligiga tegishli potensial va kinetik energiyalarni va uni harakatlanishi uchun sarflanadigan ishni hisobga olmagan holda va sistemaning ichki energiyasi faqatgina materialni qizdirish va sovitish orqali o'zgaradi deb qabul qilsak, unda

$$\Sigma Q = 0$$

ya'ni energetik balansning tenglamasi hosil bo'ladi.

Issiqlik balans. Issiqlik balansi qurilmalarning energetik balansining bir ko'rinishidir. U ham butun qurilma uchun yoki uning bir qismi uchun tuziladi, davriy qurilmalarda bir siklga tuziladi.

$$\Sigma Q_H = \Sigma Q_K + \Sigma Q_P$$

issiqlik balansi asosida yoqilg'i sarfi topiladi.

$$R_{US} = Q_{UD} / Q^R_U \quad R_N = Q_{UD} / Q^R_N$$

Q^R_U - shartli yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati

Q_{UD} - massa birligidagi material uchun issiqlik sarfi

$$Q_{UD} = Q_G / G_M$$

Q_G - issiqlik sarfi.

80-§. Pechlarning issiqlik balansi hisobi

Pechning issiqlik balansi pechni ishlash jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori bilan texnologik jarayonning borishi davrida sarf bo'lgan issiqlik miqdori asosida vujudga kelgan tenglama sifatida tuziladi. Alanga pechlarida issiqlikni ajralib chiqishi quyidagi jarayonlar asosida sodir bo'ladi:

– yoqilg'ini yonish davrida ajralib chiqqan issiqlik Q_{gor} .

– issiq havo bilan kiradigan issiqlik Q_{voz} va yoqilg'i bilan kiradigan issiqlik Q_{top} .

Elektr pechlarda issiqlik elektr energiya hisobiga ajralib chiqadi. Materiallarni qizdirish chog'ida ekzotermik reaksiya hisobiga ham issiqlik ajralib chiqishi mumkin. Agar pechgacha qizigan materialni kiritib, uni kuydirish temperaturasiigacha yana qizdirilsa, bu holda material o'zidan issiqlik ajratib chiqarmaydi, aksincha

issiqlikni tezda yuta boshlaydi. Pechning sovitish zonasi uchun, qizdirilgan material asosiy issiqlik manbai hisoblanganda, bu zonaga kelayotgan qizigan materialning issiqligi issiqlik balansining kirim bo'limiga kiritiladi. Ba'zan, issiqlik balansini tuzilayotganda, materialning boshlang'ich issiqlik saqlovchisi kirim moddalariga kiritiladi. Bu esa xatoga olib kelmaydi va chiqim bo'limida materialni qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik, shartli ravishda materialni nol gradusdan boshlab qizdirish uchun ketgan issiqlik deb qaraladi.

Texnologik jarayonga va atrof-muhitga sarf bo'lgan issiqlik quyidagicha belgilanadi:

1. Materialni qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik Q_m ;
2. Namlikni bug'latish va suv bug'larini qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik, Q_{isp} ;
3. Materialdagi kimyoviy jarayonlar uchun sarf bo'lgan issiqlik, Q_{kim} ;
4. Tutun gazlari bilan birga ajralib chiqib yo'qoladigan issiqlik, Q_{dim} ;
5. Yoqilg'ini to'liq yonmasligi natijasida yo'qoladigan issiqlik, Q_{nep} ;
6. Tirqishlardan atrofga yo'qoladigan issiqlik, Q_{kl} ;
7. Tuynuk va ochiq oynalardan nurlanish orqali issiqlikning yo'qolishi, Q_{luch} ;
8. Ishchi kanalidan o'tayotgan gazlar bilan issiqlikning yo'qolishi, Q_{vib} ;
9. Transport uskunalarini (vagonetka) qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik, Q_{tr} ;
10. Ishchi kanalidan quritgichga olib o'tilgan issiqlik, Q_{sush} .

Energiyani saqlanish qonunidan kelib chiqqan holda, turli uskunalarda issiqlikni chiqimi uning kirimiga teng bo'lishi kerak. Shunga ko'ra issiqlik balanslar tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\Sigma Q = Q_2 + Q_v + Q_{ton} = Q_m + Q_{isp} + Q_{vim} + Q_{dim} + Q_{nep} + Q_{kl} + Q_{luch} + Q_{vib} + Q_{tr} + Q_{sush}$$

Pechning ishlatilishiga, konstruksiyasiga va ishlash rejimiga qarab issiqlik balansini tuzilayotganda uning ba'zi bir bo'limlari berilmay qolishi ham mumkin. Masalan, aylanma pechlar uchun

transport qurilmalarini qizdirish uchun sarf bo'ladigan issiqlik berilmaydi. Kamerali pechlarda esa asosiy issiqlik pech devorini qizdirish uchun sarf bo'ladi Q_{akk} , bunda pech devorlari temperatura ortishi bilan issiqlikni o'ziga tortib yig'ib oladi (akkumulyatsiya). Issiqlik balansi pechni qay darajada samarali ishlayotganini ko'rsatadi, umumiy issiqlikni vaqt birligidagi sarfini, pechning issiqlik quvvatini, hamda berilgan issiqlik rejimi va pech unumdorligini belgilaydi. Pechning issiqlik quvvati, undagi issiqlik miqdori bilan belgilanadi.

Issiqlik balansi asosan yoqilg'i sarfini aniqlash uchun tuziladi. Bunda issiqlikni sarf etuvchi asosiy pech zonalariga (qizdirish va kuydirish) e'tibor beriladi. Pechning sovitish zonasi uchun esa alohida issiqlik balansi tuziladi, bunda sovitish uchun sarf bo'lgan havo miqdori aniqlanadi.

Davriy ravishda ishlovchi pechlarda issiqlik balansi temperaturani o'sish davri uchun, yuqori temperaturada ushlab turish va sovitish davri uchun hisoblanadi, uzluksiz ishlovchi pechlarda esa issiqlik balansi har bir zona uchun alohida hisoblanadi. Pech va quritgichlarni issiqlik balansi issiqlik quvvati (kvt yoki kdj/kg) birligida hisoblanadi ($1 \text{ kdj/kg} = 0,278 \text{ Vt}$).

81-§. Pechning foydali ish koeffitsiyenti

Pechning issiqlik balansi yoqilg'ini yonish natijasida hosil bo'lgan issiqlik pechga berilganda, yoqilg'ining qancha miqdori samarali ishlatilganini, issiqlik energiyasining qancha qismi foydali sarf bo'lganini baholash imkonini beradi.

Pechning foydali ish koeffitsiyenti deb texnologik jarayonlarga foydali tarzda sarf etilgan issiqlik miqdorini yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatiga aytiladi, ya'ni u pechga kiritilgan issiqlik energiyasining qay darajada materialga issiqlik ishlovi berish uchun sarflanganini bildiradi.

$$\eta_p = \frac{Q_{FDL}}{Q_{GSR}} = \frac{Q_m + Q_{ISF} + Q_x + Q_{DIS} + Q_{GIDR}}{Q_{GSR}}$$

Pechning issiqlik ishini baholashda, yana bir kattalik, ya'ni **yoqilg'idan foydalanish koeffitsiyenti (yo.f.k.)** qo'llaniladi. Yoqilg'idan foydalanish koeffitsiyenti deb, ishchi kanaliga va ishlov berilayotgan materialga berilgan berilgan issiqlik miqdorini yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatiga aytiladi. YO.F.K. pechga yoqilg'i bilan berilgan issiqlikning qancha qismi uzatilganini, yoqilg'ini yondiruvchi qurilmalarning qay darajada samarali ishlashini, pechdan chiqib ketayotgan gazlarning issiqligidan pechning ishchi hududida qay darajadagi foydalanilganligi ko'rsatadi:

$$\eta_{LT} = \frac{Q_{PRIX} - Q_{UX}}{Q_{GSR}} = \frac{Q_{POL} + Q_{POT}}{Q_{GSR}}$$

Q_{POT} - pechning ishchi hududida issiqlikning yo'qotilishi, bu issiqlik pechga uzatilgan, lekin materialga issiqlik ishlovi berishda ishlatilmagan, kvt.

Issiqlik balansi qiymatlarini qo'llaganimizda,

$$\eta_{LT} = \frac{Q_{POL} + Q_{POT} + Q_X + Q_{DIX} + Q_{GDR}}{Q_{GSR}}$$

Yo.f.k. pechning ishchi hududida yo'qotilgan issiqlikning solishtirma qiymati f.i.k. dan katta bo'ladi.

$$\eta_{LT} = \eta_p + \frac{Q_{POT}}{Q_{GOR}}$$

Yo.f.k. va f.i.k. orasidagi farq qancha kam bo'lsa, pech yoqilg'i sarfi bo'yicha shuncha samarador ravishda ishlaydi.

Yoqilg'i sarfini taxminiy aniqlash. Yoqilg'i sarfini tajriba yo'li bilan aniqlashda odatda solishtirma issiqlik sarfi yoki nisbiy yoqilg'i sarfining amaliy miqdorlari hisobga olinadi. Bu miqdorlar pechning turi, uning konstruksiyasi va ishlash rejimiga bog'liq bo'ladi.

Davriy pechlarda buyumlarni pishirish uchun issiqlik sarfining nisbatan yuqori bo'lishiga tutun bilan chiqib ketadigan issiqlik miqdorining (35–50%) va pech devorlarini qizdirishga (akkumulyatsiya) (5–25%) sarf etiladigan issiqlikning ko'pligi sabab bo'ladi, ya'ni ularning yig'indisi pishirish uchun sarf etiladigan umumiy issiqlikning 40–75% ni tashkil etadi.

Halqali pechlarda oddiy qurilish g'ishtlarini pishirish uchun sarf etiladigan shartli yoqilg'ining solishtirma miqdori 1000 dona g'isht uchun 110–150 kg ni tashkil etadi. Halqali pechlarda shamot buyumlarini pishirish uchun shartli yoqilg'ining sarfi 10–12% tashkil etadi.

82-§. Issiqlik qurilmalarini loyihalash va hisoblash.

Pech va quritgichlarni hisoblash texnikasi va usullari

Pech va quritgichlar hisobi ularning issiqlik quvvatini, quritgichga kerak bo'ladigan issiqlik tashuvchining miqdorini aniqlash, so'rish-puflash vositalarini tanlash, pech konstruksiyasi va uning alohida elementlarini tanlash va qurilmalarning va asosiy o'lchamlarini hisoblash topish imkonini beradi.

Ta'kidlash kerakki, pech va quritgichlarni hisoblash usullari pechlar nazariyasi kabi asosan tajribaviy materiallariga asoslanadi, shuning uchun loyihalash ishlarida pech va quritgichlarning ish tajribasi va texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisobga olish alohida ahamiyatga ega.

Hisoblashda katta xatolarga yo'l qo'ymaslik uchun, har gal olingan natijalarni ishlab turgan pech va quritgichlarning amaliy ko'rsatkichlari bilan solishtirish lozim va shubhali hollarda qo'shimcha tekshiruv hisoblarni olib borish kerak.

Pech va quritgichlar hisobining murakkabligi shundan iboratki, unda yoqilg'ining yonishi, gazlar harakati, issiqlik almashinuvi va ishlab chiqarishning texnologik xususiyatlari kabi jarayonlar bilan bog'liq bo'lgan turli omillarni pechning issiqlik ishiga bo'lgan ta'sirini hisobga olish katta qiyinchiliklar tug'diradi. Shuning uchun loyihalashda yoqilg'ini yoqish uskunalari, gazlarni so'rish-puflash vositalari va boshqa asboblarni ortiqcha quvvat bilan qabul qilinadi. Hattoki, yoqilg'ini yonish temperaturasini aniqlashda ham bir

qancha qiyinchiliklar uchraydi. Yonish temperaturasini dissotsiyanishini hisobga olgan holda yuqori aniqlikda topish mumkin, lekin loyihalashtirilayotgan pechdagi haqiqiy yonish temperaturasini aniq hisoblash mumkin emas, chunki bunda har bir ta'sir qiluvchi omillarni hisobga olish imkoni yo'q. Shuning uchun, pechlarning hisobi odatda ularda ma'lum sharoitda boradigan alohida jarayonlarning hisobidan iborat bo'ladi. Pechlarni loyihalashda hisoblarni yoqilg'ini yonish jarayoni, issiqlik balansi va aerodinamik hisoblar, hamda pech o'lchamlari hisobi bilan bog'liq holda olib boriladi. Hisoblar texnikasini yengillashtirish va soddalashtirish uchun grafiklar, jadvallar, ma'lumotnomalardan keng foydalaniladi.

Pechning texnik loyihasida bajariladigan ishlar. Texnik loyiha tasdiqlangan loyiha topshirig'i asosida amalga oshiriladi. Texnik loyihada qabul qilingan texnik echimlar aniqlashtiriladi, moddiy, issiqlik va boshqa hisoblar bajariladi, bundan tashqari spetsifikatsiya, xarajat mablag' smetasi va tannarx kalkulyasiyasi tuziladi. Texnik loyihalashda korxonaning bosh rejasi ham aniqlashtiriladi.

Pechni loyihalash ishlariga tayyorgarlik va dastlabki hisoblar

Loyihalashni boshlashdan oldin quyidagilarni bajarish zarur:

- loyiha bilan ishlash jarayonida kerak bo'ladigan adabiyotlar, pech yoki quritgichlarning chizmalari ega bo'lgan albonlar, atlaslar, maqolalar va boshqalar bilan tanishish;

- pech yoki quritgichlarning konstruksiyasini va texnologik shartlar asosida qo'yiladigan talablarni aniqlashtirish, uning ish rejimi bo'yicha ko'rsatkichlarni tanlash.

Pech yoki quritgichning eskizlarini tuzish. Pech yoki quritgichlarni u jihozlash uchun mexanizmlar, ya'ni o'choqlar, gorelkalar, forsunkalar, rekuperatorlar, osma ship tizimlari va boshqalar odatda mavjud me'yorlardan yoki albom, atlas, jurnal yoki chizmalardan zamonaviy talablarga muvofiq holda tanlanadi.

Loyixani grafik qismini bajarish uchun quyidagi hisoblarni amalga oshirish lozim:

1. Yoqilg'ini yonish hisobi. Agar gaz generatorlarida qattiq yoqilg'ini gazifikatsiyalash ko'zda tutilgan bo'lsa, u holda pechga

kirayotgan gazning tarkibini aniqlash uchun gazifikatsiya jarayoni hisoblanadi. Yoqilg'i yonishini hisoblashda pechda berilgan texnologik temperaturani hosil qilish olish uchun kerak bo'ladigan havoni rekuperator yoki regeneratoir yordamida qizdirish lozimligi ham aniqlanadi.

2. Xomashyo bo'yicha moddiy balans hisobi. Moddiy balans qiymatlari issiqlik balans hisobi uchun kerak bo'ladi.

Chang holdagi yoki kattik yoqilg'i yondirilganda (aylanma va shaxtali pechlar) moddiy balansda yoqilg'i kulini materialga o'tirib qolish hisobga olinadi. Bunda oldindan yoqilg'i sarfi berilgan bo'lib, keyin u issiqlik balansi bo'yicha hisoblab topiladi.

3. Texnologik jarayonlar uchun issiqlikning nazariy solishtirma sarfi. Bunda amaliy ma'lumotlar asosida pechning issiqlikning balansi-ni tuzishda issiqlikni atrof-muhitga yo'qolishi bilan berilgan bo'ladi.

4. Pechning berilgan unumdorligi bo'yicha ishchi hududining asosiy o'lchamlari aniqlanadi (uzunligi, kengligi, balandligi) yoki topshiriqda sexning umumiy unumdorligi ko'zda tutilgan bo'lsa, pechning unumdorligi hisoblanadi. Tunnel pechlar uchun vagonetka o'lchamlari va tax tipi tanlanib, vagonetka sig'imi hisoblanadi, keyin ular bo'yicha pech o'lchamlari topiladi.

Agar pechning asosiy o'lchamlari amaliy qiymatlar asosida qabul qilingan bo'lsa, u holda uning unumdorligi va pech zonalaridagi ichki issiqlik almashinuv uskunalarining o'lchamlari hisob yordamida aniqlanadi (masalan, aylanma pech). Agar pech yoki quritgich qattiq yoqilg'ida loyihalashtirilayotgan bo'lsa, u holda o'choq o'lchamlari aniqlanadi. Boshqali panjara o'lchamlari bu holda, amaliy qiymatlar asosida berilgan bo'lib, keyin uning va o'choq hajmining kuchlanishi hisoblash yordamida tekshirib ko'riladi.

5. Regenerativ (yoki reko'perativli) pechlarda avval ularni mo'ljalli hisobi bajariladi va o'lchamlari aniqlanadi. Keyin esa hisoblar aniqlashtiriladi.

Qurilmani chizishga o'tishdan oldin, pech va uning jihozlarning konstruktiv elementlarini to'liq ko'rsatish maqsadida, asosiy va yordamchi proektsiyalarning soni aniqlanadi.

83-§. Issiqlik qurilmalarida gazlarning harakati va aerodinamik hisoblar

Issiqlik qurilmalaridagi gazlarning harakati u yerda sodir bo'layotgan issiqlik va massa almashuv jarayonlariga, temperaturaning taqsimlanishiga, muhitning material bilan ta'sirlashuviga katta ta'sir ko'rsatadi. Odatda qurituvchi agent yoki yonish gazlari kuydirilayotgan materialga qaraganda yuqoriroq temperaturagacha qizigan bo'ladilar va harakatlanish davrida o'z issiqlik energiyalarini materialga, ularni o'rab turgan yuza va muhitga beradilar. Ularni odatda issiqlik tashuvchilar deb ataladi.

Issiqlik tashuvchilarning harakati quritgich va pechlarning ichida vujudga kelgan va tashqaridan berilgan kuchlar asosida amalga oshiriladi. Ichki kuchlar issiqlik tashuvchini turli muhitli qismlarda har xil solishtirma massaga ega bo'lishlari natijasida vujudga keladilar, ya'ni temperatura va nam saqlanish turli bo'lgan sharoitda solishtirma massa ham turlicha bo'ladi. Natijada yuqori solishtirma massaga ega bo'lgan issiqlik tashuvchining zarrachalari pastga qarab, kichik solishtirma massalilari esa yuqoriga qarab harakatlana boshlaydilar. Buning natijasida oqimning tabiiy sirkulyatsiyasi vujudga keladi. Issiqlik tashuvchining majburiy harakatini esa tashqaridan berilgan kuchlar uning harakat yo'nalishida bosimlar farqini tug'dirish yo'li bilan hosil qiladilar. Sun'iy ravishda ventilyatorlar yordamida tug'dirilgan bosimlar farqi issiqlik tashuvchini kanallar, quvurlar va issiqlik qurilmalari bo'ylab harakat qilishga majburlaydilar.

Issiqlik tashuvchining kanallar qurilma orqali harakati va foydalanib bo'lingan agentni chiqarib yuboruvchi kanallar bo'ylab harakati issiqlik qurilmasining aerodinamik tizimni hosil qiladi. Aerodinamik tizimini aniqlash uchun gazlar harakat yo'lidagi qarshiliklar o'rganilib, ularni rostdash uchun ma'lum miqdordagi yuzaga keltiruvchi bosim hisoblab topiladi.

Pechlarda gazlarning harakati puflovchi va surib oluvchi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Tortilish kuchi tabiiy va sun'iy ravishda tug'diriladi. Tabiiy tortilish tutun quvurlari orqali, sun'iy tortilish esa ventilyatorlar, tutun so'rg'ichlar va ejektorlar yordamida amalga oshiriladi.

Pech va quritgichlarning aerodinamik hisoblari gaz, havo va yonish mahsulotlarining yo'lida vujudga keladigan qarshiliklarni aniqlash va ular asosida puflovchi va bosimni ta'minlovchi qurilmalarni tanlash va to'tun mo'rilarining hisobini bajarish maqsadida amalga oshiriladi.

Tayanch so'z va iboralar

Yoqilg'i hisobi, moddiy balans, energetik balans, issiqlik balans, issiqlik berish qobiliyati, yonish mahsulotlari, yonish temperaturasi, havoning ortiqlik koeffitsiyenti, kirim moddalar, chiqim moddalar, foydali ish koeffitsiyenti, pechni loyihalash, aerodinamik hisob, puflash qurilmalari, tutun quvuri.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Pechlarning issiqlik balansi deganda nima tushuniladi?
2. Pechning issiqlik balansi tuzishda kirim va chiqim moddalar nimalardan iborat?
3. Pechning foydali ish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
4. Pech va quritgichlarni hisoblash texnikasi va usullari nimadan iborat?
5. Pechni loyihalash ishlariga nimalar kiradi?
6. Pechning aerodinamik hisobi nima maqsada bajariladi?

Issiqlik qurilmalarining issiqlik balansi mavzusiga "Venn" diagrammasi

Umumiy jihatlar

1. Issiqlik balansining tarkibiy qismlari
2. Butun qurilma yoki uning bir qismi uchun topiladi .
3. Hisob-kitob ishlari asosida aniqlanadi.
4. Ular asosida qurilmaning foydali ish ko'effitsiyenti aniqlanadi.



- Alohida jihatlar**
1. Yoqilg'ini yonishidan chiqqan issiqlik miqdori
 2. Issiq havo va yoqilg'i bilan kiradigan issiqlik
 3. Materialni qizdirish chog'idagi ekzotermik reaksiya hisobiga Ajralib chiqqan issiqlik
 4. Materialning boshlang'ich issiqlik saqlovchisi

- Alohida jihatlar**
1. Materialni qizdirish uchun sarf bo'lgan issiqlik
 2. Namlikni chiqarib yuborish uchun sarf bo'lgan issiqlik
 - 3 Kimyoviy jarayonlar uchun sarf bo'layotgan issiqlik.
 4. Tutun gazlari bilan chiqib ketadigan issiqlik.
 5. Yoqilg'ini to'liq yonmasligidan yo'qoladigan issiqlik.
 6. Tirqishlardan atrofga yo'qoladigan issiqlik.

XX BOB. ISSIQLIK USKUNALARINING ISHINI NAZORAT ETISH VA BOSHQARISH

Pech va quritgichlarning ishini nazorat qilish ma'lum bir texnologik tartibni joriy etish va buning natijasida yuqori sifatli mahsulotni ishlab chiqarish hamda issiqlik

jarayonlarini samarali optimal tarzda olib borish na ularni hisobiy nazorat qilish maqsadida olib boriladi. Issiqlik texnik nazorat qurilmaning ishchi kamerasi qatorida uning yordamchi qismlarida ham amalga oshiriladi.

Issiqlik qurilmalarining nazorati quyidagicha usullar yordamida olib boriladi:

1. Bevosita kuzatish (ko'z bilan va asbob yordamida)
2. Nazorat – o'lchov uskunalarining ko'rsatishlarinn kuzatish
3. Hisobiy nazorat.
4. Avtomatik rostlovchi asboblarni yordamidagi nazorat

84-§. Bevosita kuzatish

Bevosita kuzatish davrida pech ichki qatlamining qay darajada qizigani, alanganing ko'rinishi hamda yonish mahsulotlarining ko'rinishi kuzatiladi. Bular orqali pechning ichidagi temperatura va yonish jarayonining qay darajada to'liq bo'layotgani haqida ma'lumot olish mumkin.

Quritgich va pechlarning ishini nazorat qilish va bevosita kuzatuv, nazorat-o'lchov asboblarining ko'rsatmalarini kuzatish, yoqilg'i, havo va yonish mahsulotlarining tarkibi va miqdori orasidagi hisobiy bog'lanishlarni aniqlash hamda texnologik parametrlarini avtomatik tarzda rostlash vazifalarini o'z ichiga oladi. Issiqlik uskunalar ishini avtomatik tarzda rostlash nazorat ishlarining eng yuqori bosqichi hisoblanib, uning yordamida kerak bo'lgan parametr hech kimning ishtirokisiz bir me'yorda ushlab turiladi.

Yoqilg'i alangasi unda yonib ulgurmagan tarkibiy qismlari mavjud paytda tipik bo'lmaydi va uglerod zarrachalarining borligi natijasida yarqirab nurlanadi. Tipik alanga yoqilg'ining to'liq, yonishidan dalolat beradi. Tutun torgichlarda paydo bo'lgan olov ularning tirqishlaridan havoning surilib

kirilayotgani va yonish mahsulotlari tarkibida yonuvchi qismlarning saqlanib qolganligi sababli ularning temperaturasi baland ekanligini bildiradi. Yonish mahsulotlarining atmosferaga chiqish joyidagi ko'rinishi ulardagi qurumli uglerod aralashmasining miqdori qanchaligi haqida ma'lumot berishi mumkin. Agar yonish to'liq bulmay, qurumli uglerodning miqdori anchagina bo'lsa, tutun gazlarining rangi kora va kungir tus oladi.

Bevosita kuzatish yordamida pechning qismlaridagi bosimni ham aniqlash mumkin. Buining uchun pech yaqiniga yonib turgan kogozni yaqinlashtirilsa, undagi alanganing kay tarafga qarab yo'nalishi orqali bosim yoki siyraklanish mavjudligini bilish mumkin. Temperaturasi past joylarda buni qo'l orqali ham sezish mumkin.

Bevosita kuzatish yordamida quritgich va pechlardagi temperatura, bosim, siyraklanish, yoqilg'i yonish jarayonining to'liq yoki chala borayotgani, yoqilg'ining sifat darajasi haqida ma'lumotlar olish mumkin.

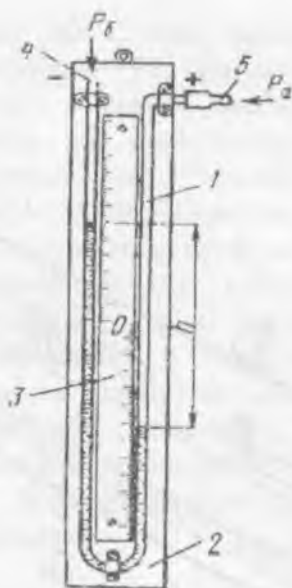
Nazorat-o'lchov asboblari yordamida esa issiqlik uskunalaridagi temperatura, bosim, gazlarning tarkibi va miqdori, tarkibi va issiqlik berish qobiliyati, issiqlik ishlovi berilayotgan materialning va tayyor mahsulotning temperaturasi, sathi, harakatlanishi, ularga uzatilayotgan issiqlik miqdori nazorat qilinadi. Nazorat-o'lchov asboblari yordamidagi kuzatish uzluksiz, davriy va maxsus bo'lishi mumkin.

Hisobiy nazorat yordamida quritgich va pechlarning moddiy va issiqlik balanslari tuziladi va ular asosida issiqlik uskunasi shu chuqur tarzda tahlil etiladi. Moddiy balans yordamida uskunaga kiritilayotgan va undan olib chiqib ketilayotgan moddalarning miqdori taqqoslanadi. Issiqlik balansi yordamida esa uskunaga kiritilayotgan va unda sarf qilinayotgan issiqlik miqdorlari bir-biriga solishtiriladi. Avtomatik rostlash yordamida issiqlik uskunalaridagi texnologik jarayon maxsus qurilmalar yordamida boshqariladi. Avtomatik rostlash tizimini yaratish texnologik jarayon haqida chuqur bilimlarga ega bo'lishni talab qiladi.

85-§. Issiqlik uskunalarining nazorat-o'lchov asboblari

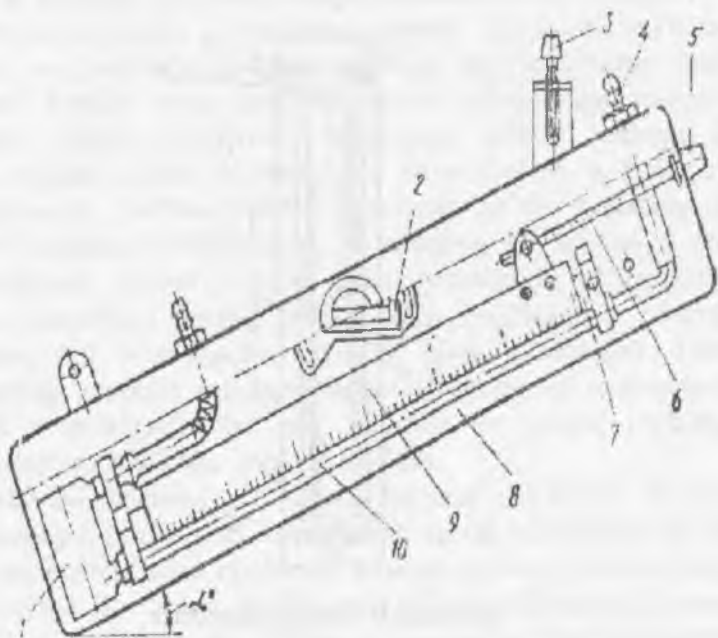
Suyuqlikli shisha U-simon manometr (42-rasm) yordamida quritgich va pechlarning kameralaridagi gaz muhitining bosimi o'lchanadi hamda tashqi havo va nazorat qilinayotgan muhitdagi bosimning farqini aniqlanadi. Manometr doimiy kesimga ega bo'lgan egilgan shisha naycha 1 dan iborat bo'lib, u taxta 2 ga mahkamlangan. Taxtada shkala 3 mavjud bo'lib, u naycha-ning tirsaklari orasiga joylashtirilgan. Naychaning bir tomoni 4 ochiq bo'lib, ikkinchi tomoni 5 rezina shlang yordamida o'lchanayotgan muhitga tushirilgan metall trubka bilan bog'langan. Trubka 1 shkalaning nol belgisigacha suyuqlik bilan to'ldirilgan. Trubka tirsaklaridagi suyuqlik sathining farki shkalaning nol nuqtasidan va suyuqlik meniskigacha bo'lgan yuqorida va pastda joylashgan bo'linmalarining yig'indisi asosida topiladi.

Tortuvchi bosimni o'lchovchi qurilma TNJ-Nda (43-rasm) o'lchanayotgan bosim yoki siyraklanish og'ma trubkadagi suyuqlik ustunining bosimi bilan qoplanish asosida topiladi. Ushbu qurilma shisha idish 1 dan iborat bo'lib, unda o'lchovchi trubka 10 metall korpus 8 ga o'rnatilgandir. Trubka 10 ga ega bo'lgan idish skoblar va vint bilan kronshteynga qattiq mahkamlangan. Kronshteynlarda harakatlanib turadigan shkala mahkamlangan shkala-ushlagich 7 o'rnatilgan. Shkalaning trubka bo'ylab harakatlanishi maxovik 5 ga ega bo'lgan vint 6 yordamida amalga oshiriladi. Korpusning yuqori qismida kronshteynda satx 2 o'rnatilgan bo'lib, uning asosida asbobning o'rnatilishi amalga oshirildi.



42-rasm. U – simon manometr

Chashkali anemometr (43-rasm) issiqlik tashuvchining tezligini aniqlashga mo'ljallangan. Asbob buralma 1 va vertikal o'q 2 ga mahkamlangan 4 ta chashkadan tashkil topgan. Buralmaning aylanishi schyotchik 3 ga beriladi, schyotchik esa richajok 4 orqali yokib o'chiriladi. Richakka halqa 5 orqali ikki tomondan richajkani boshqarish uchun shnur bog'langan. Vint 6 yordamida anemometr yog'och ushlagichga mahkamlangan. Issiqlik tashuvchining tezligini o'lchash diapazoni 1...20 m/s ga teng. Asbobdan foydalanish davrida anemometr buralmasining o'qi oqim yo'nalishiga perkundikulyar holda bo'lishi kerak. Keyin bir vaqtning o'zida schyotchik va sekundomer yoqiladi (dastlab schyotchikning ko'rsatkichi yoqib olinadi). O'lchash jarayoni 30–60 s davom etishi kerak. Keyin boshlang'ich va oxirgi ko'rsatkich orasidagi farq topilib, uni o'lchash uchun sekundomer yordamida aniqlanib tushirilgan vaqtga bo'linadi. Issiqlik tashuvchining tezligi gaz quvurining barcha kesimlari bo'ylab topiladi.



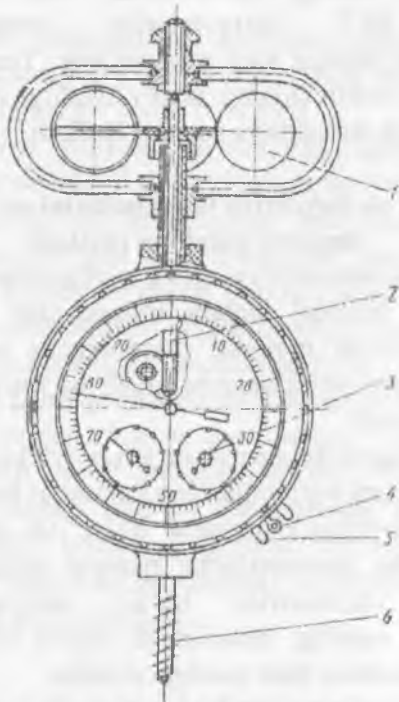
43-rasm. Tortuvchi bosimli o'lchovchi qurilma TNJ-N.

Termoelektrik pirometr pechning kuydirish kanalidagi temperatu-rani o'lchaydi. U ikkita har xil jinsli o'tkazgich simlardan tashkil to-pib, ular bir-biri bilan oxirida tutashtirilgan bo'ladi. Bunda ushbu sim-lar va pirometr asosida hosil qilingan zanjirda qizdirilishi jara-yonida elektr yurituvchi kuch ya'ni EDS vujudga keladi. EDS ning kuchi pirometrning ishchi chetidagi temperatura, uning ochiq qolgan chetlaridagi temperatura, o'tkazgich sim yasalgan materialiga bog'liq bo'ladi. EDS ni sezgirligi yetarli bo'lgan millivoltmetrlarda va potensiometrlarda o'lchanadi.

G'isht ishlab chiqaruvchi korxonalarda asosan xromel-alyuminiyli pirometr-lar (XA) qo'llanilib, ularning uzoq vaqt ishlash davridagi yuqori o'lchov chegarasi 1000°C ga tengdir. Shu kabi, xromel-kopelli (XK) pirometr-lar 600°C chegarasida uzoq vaqt

ishlay oladi. Temperatura 1300°C gacha etgan sharoitlar uchun esa platino-platinorodiyli pirometrlar (PP) tavsiya etiladi.

Agar temperaturani o'lchash davrida pirometr ochiq chetlarining temperaturasi uni graduirovka qilish jarayonidagi temperaturaga teng bo'lmasa, unda o'lchashga ma'lum tuzatishlar kiritiladi. Temperaturani o'lchash jarayonida xatolarni cheklash uchun kompensatsiyalovchi simlardan foydalaniladi, ular simlarning ochiq cheti bilan millivoltmetr yoki potensiometrning chiqish simlarining bevosita yoki mis simlari orqali ulaydilar. Bunda pirometr simlarining ochiq cheti o'lchash joyidan temperatura nisbatan bir xil bo'lgan va graduirovka qilish temperaturasiga ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) yaqin bo'lgan masofaga surib quyiladi. Kompensatsiyalovchi simlarning materiali pirometr simlarning materiali kabi bo'ladi. Kompensatsiyalovchi simlarning plyusi termometrning plyusiga ulanadi.



44-rasm. Chashkali anemometr

Pirometrni pechdan chiqish joyida ehtiyotkorlik bilan issiqlikdan himoyalash zarur. Pirometrning ichki chetlari pechning kuydirish kanaliga bir xil masofada (taxminan 5sm) kiritiladi.

Psixometr issiqlik tashuvchining nisbiy namligini o'lchaydi. Psikometr ikkita bir xil bo'lgan termometrlardan va suv solingan idishdan iborat. Termometrdan birining pastki spirt yoki simob to'ldirilgan sharsimon qismi doka bilan o'raladi dokaning cheti esa suv solingan idishga solib kuyiladi. Doka orqali suv termometrning sharikiga ko'tarilib, bug'lanadi va uning atrofidan to'ldirilgan muhitni hosil qiladi. To'liq namlik bilan to'yingan muhit sharoitida temperaturani ko'rsatib beruvchi bundan termometr «ho'l» termometr deyiladi. Ikkinchi termometr ho'llanmaydi. U nazorat qilinayotgan muhitda berilgan to'yinish sharoitidagi temperaturani o'lchaydi va «quruq» termometr deyiladi. Bir xil gaz muhitiga kiritilgan ikkala xildagi termometrlar ikki xil temperaturani ko'rsatadilar: ho'l termometrda temperatura quruq termometrnikidan hamma vaqt past bo'ladi. Temperaturalar farqi bo'yicha issiqlik tashuvchining nisbiy namligi, namlik va issiqlik bo'yicha sig'imi va «shudring» nuqtasi topiladi.

86-§. Quritish va kuydirish jarayonlarini avtomatik tarzda nazorat qilish va rostdash

Quritish jarayonini nazorat qilish quritgichlardan foydalanishda berilgan quritish tartibini saqlash imkoniyatini berib, issiqlik va moddiy yo'qotishlarni minimal miqdorgacha kamaytirishga olib keladi. Quritish jarayonini nazorat qilish va rostdash ikki yo'nalish bo'yicha olib boriladi:

1. Quritgich agentining parametrlari bo'yicha.
2. Quritilayotgan materiallarning parametri bo'yicha.

Ko'pincha avtomatik nazorat qilish va rostdash sxemalari quritish agentining parametrlarini nazorat qiladi va boshqaradi. Bunda asosiy parametrlar bo'lib issiqlik tashuvchining temperaturasi va namligi hisoblanadi. Ba'zi hollarda sxemalar bosim va siyraklanishini ham hisobga oladilar.

Quritish jarayonining tartibini avtomatik nazorat qilish sistemalarida datchik sifatida qarshilik termometrlari ishlatiladi 70°C

gacha temperatura sharoiti uchun yarim o'tkazgichli diodlar va triodlardan foydalansa ham bo'ladi. Issiqlik tashuvchining nisbiy namligi asosan psixometrlar yordamida o'lchanib keyin jadval bo'yicha topiladi.

Kamerali quritgichlar ishini avtomatik nazoratida kameradagi temperatura va siyraklanishni va markaziy kanaldagi bosimni aniqlash ko'zda tutiladi. Tunneli quritgichlarda esa aralashtiruvchi kameradagi va undan chiqish joyida issiqlik tashuvchining temperaturasi, retsirkulyatsiya qilinayotgan issiqlik tashuvchining miqdori, tunnel bo'ylab temperaturasi va bosim nazorat qilinadi va rostlanadi.

Sifat darajasi yuqori bo'lgan mahsulotni ishlab chiqarish uchun kuydirish jarayonidagi parametrlarni qat'iy tarzda ushlab turish va kuydirishi jarayonini obektiv ravishda nazorat qilish talab etiladi. Bu vazifa faqatgina pechlar ichini avtomatlashtirish asosida bajarilishi mumkin.

Lekin sanoatda ishlatiladigan ko'pgina pechlar to'liq holda avtomatlashtirish uchun qulay qilib yaratilmagan va kompleks holda avtomatlashtirish talablariga javob bermaydi.

Avtomatlashtirish jarayoni buyumlarni kuydirish jarayonini tezlatishni, yangi texnologiyalarni joriy etish natijasida yarim tayyor mahsulotning mexanik mustahkamligini oshirishni, uning yuqori tezlikda qizdirishiga bo'lgan sezuvchanligini kamaytirishni talab yetadi. Yoqilg'ilar qatoridan qattiq yoqilg'i ulushini kamaytirishi ham pechlarni avtomatlashtirishi uchun zamin yaratadi.

Pechlarni avtomatlashtirish asosida nazorat qilish va rostlash sxemalarida uning har bir pozitsiyasidagi temperaturani rostlash har bir gorelkaga kelayotgan havo va gaz sarfiga yakka tartibda ikki tomondan ta'sir etish orqali amalga oshiriladi. Bunda avtomatik tarzda sovitish zonasidagi injektor kanallaridagi havoning bosimi umumiy gaz quvurdagi bosim va qizdirish zonasidagi siyraklanish rostlanadi. Buning natijasida buyumlarni kuydirish jarayoni to'liq holda (stabillashadi) turg'unlashadi.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari

1. Quritgich va pechlar nima maqsadda nazorat qilinadi?
2. Quritgich va pechlarni nazorat qilishning qanday turlarini bilasiz?
3. Moddiy va issiqlik balansi nimalarni aniqlashga yordam beradi?
4. Issiqlik uskunalarning nazorat-o'lchov asboblari nimalar kiradi?
5. Gaz muhitining bosimi qanday asbob yordamida o'lchanadi?
6. Tortuvchi bosimni o'lchovchi qurilma qanday tuzilgan va uning ishlash tarzi qanday?
7. Termoelektrik pirometr yordamida nima o'lchanadi?
8. Chashkali anemometr nima uchun ishlatiladi?
9. Psixometr haqida tushuncha bering.
10. Quritish jarayoni qanday parametrlar bo'yicha nazorat qilinadi va rostlanadi?
11. Kuydirish jarayonini avtomatlashtirish nimalarini o'z ichiga oladi?

Tayanch so'z va iboralar

Bevosita kuzatuv, nazorat-o'lchov asboblari. hisobiy bog'lanish, avtomatik tarzda rostlash, moddiy balans, issiqlik balansi, U-simon monometr, tortuvchi bosimni o'lchash qurilmasi, anemometr, termoelektrik pirometr, psixometr, ho'l termometr, quruq termometr, shudring nuqtasi.

TEST SAVOLLARI

1. Birinchi bo'lib qaysi keramika mahsulotlari uchun kuydirishga mo'ljallangan pechlar qurilgan?

- A. Xo'jalik chinnisi;
- B. O'tga chidamli buyumlar;
- S. Sopol buyumlar;
- D. Elektrotexnika chinnisi;
- E. Qurilish g'ishti.

2. Birinchi bo'lib keramika buyumlarini kuydirishga mo'ljallangan qanday pechlar bunyod etilgan?

- A. Halqali;
- B. Kamerali;
- S. Tunnelli;
- D. Konveyerli;
- E. Tokchali.

3. Shisha pishirish uchun birinchi bor pechlar qachon qurilgan?

- A. Eramizdan 1000 yil avval;
- B. X-XI asrlarda;
- S. Eramizdan 1600 yil avval;
- D. XII-XIII asrlarda;
- E. VII asr boshida.

4. Pechlarda birinchi bor qanday yoqilg'i ishlatilgan?

- A. Suyuq yoqilg'i;
- B. Ko'mir;
- S. Tabiiy gaz;
- D. Yog'och;
- E. Generator gazi.

5. Issiqlik ishlovi davrida materialda qanday jarayonlar ro'y beradi?

- A. Issiqlik+massa almashuv+kimyoviy;
- B. Issiqlik+massa almashuv+gidrodinamik;

- S. Fizik+kimyoviy+massa almashuv;
- D. Kimyoviy+gidrodinamik+fizik;
- E. Massa almashuv+issiqlik+fizik.

6. Issiqlik almashuvi davrida issiqlik uskunalarida qanday jarayonlar ro'y beradi?

- A. Issiqlik+massa almashuv+fizik;
- B. Issiqlik+massa almashuv+gidrodinamik;
- S. Kimyoviy+fizik+issiqlik;
- D. Gidrodinamik+kimyoviy+issiqlik;
- E. Issiqlik+massa almashuv+kimyoviy.

7. Issiqlik qurilmalarida issiqlik ishlovining qanday turlari amalga oshiriladi?

- A. Quritish + issiqlik namlash ishlovi + kuydirish + ko'pchitish + pishish + suyuqlantirish;
- B. Quritish + kuydirish + pishirish + ko'pchitish + suyuqlantirish + deformatsiyalash;
- S. Issiqlik namlash ishlovi + quritish + ko'pchitish + eritish + kuydirish + pishish;
- D. Quritish + kuydirish + pishish + ko'pchitish + suyuqlantirish + shakl berish;
- E. Issiqlik namlash ishlovi + ko'pchitish +suyuqlantirish + kuydirish + namlash + pishish.

8. Tuproq minerallari qanday temperaturada degidratlanadi?

- A. 105–110°C;
- B. 400–450°C;
- S. 700–900°C;
- D. 1250–1350°C;
- E. 50–60°C.

9. Shishani pishirish jarayonida past temperatura sharoitida qanday moddalarning eritmalari hosil bo'ladi?

- A. Ishqoriy yer metallarining eritmalari;
- B. Krennezem eritmalari;

- S. Glinazem eritmalari;
- D. Ishqoriy metallarning eritmalari;
- E. Temir oksidlarining eritmalari.

10. Texnik termodinamikada ishchi jismlar bo'lib, nimalar xizmat qiladi?

- A. Suv va bug';
- B. Gaz va bug';
- S. Suv va gaz;
- D. Yoqilg'i va gaz;
- E. Yoqilg'i va suv.

11. Bosimni o'lchashga mo'ljallangan eng sodda asbob nima?

- A. U-simon monometrlik quvur;
- B. Membranali monometr;
- S. Qalqib turuvchi monometr;
- D. Qo'ng'iroqli monometr;
- E. Halqali torozlar.

12. Anemometrlar yordamida nima o'lchanadi?

- A. Bosim;
- B. Temperatura;
- S. Gaz miqdori;
- D. Gaz tarkibi;
- E. Gazning harakat tezligi.

13. Yoqilg'i necha turga bo'linadi?

- A. Organik va noorganik;
- B. Tabiiy va organik;
- S. Tabiiy va noorganik;
- D. Tabiiy va sun'iy;
- E. Noorganik va sun'iy.

14. Yoqilg'ining yonuvchi qismlariga nimalar kiradi?

- A. C, N, O, H, S;
- B. C, H, O, N, A;
- S. C, H, W, N, S;
- D. C, H, O, N, S;
- E. S, O, N, C, W.

15. Gomogen yonish deb nimaga aytiladi?

- A. Yoqilg'i bilan oksidlovchi turli fizik holatda bo'lsa yonish gomogen yonish deyiladi;
- B. Yoqilg'i bilan oksidlovchi bir xil fazaviy holatda bo'lsa yonish gomogen yonish deyiladi;
- S. Yoqilg'i bilan oksidlovchi bir xil fizik holatda bo'lsa yonish gomogen yonish deyiladi;
- D. Yoqilg'i bilan oksidlovchi har xil fazaviy holatda bo'lsa yonish gomogen yonish deyiladi;
- E. Yoqilg'i bilan oksidlovchi bir xil kimyoviy holatda bo'lsa yonish gomogen yonish deyiladi.

16. Yonish reaksiyasining tezligi qanday bo'ladi?

- A. Yonish reaksiyasining tezligi oddiy kimyoviy reaksiya tezligidan katta bo'ladi;
- B. Yonish reaksiyasining tezligi oddiy kimyoviy reaksiya tezligidan kichik bo'ladi;
- S. Yonish reaksiyasining tezligi oddiy kimyoviy reaksiya tezligiga teng bo'ladi;
- D. Yonish reaksiyasining tezligi zanjir kimyoviy reaksiya tezligiga teng bo'ladi;
- E. Yonish reaksiyasining tezligi zanjir kimyoviy reaksiya tezligidan katta bo'ladi.

17. Havoning ortiqlik ko'effitsiyenti deb nimaga aytiladi?

- A. Havoning nazariy sarfini amaliy sarfiga nisbati havoning ortiqlik ko'effitsiyenti deyiladi;
- B. Havoning amaliy sarfini nazariy sarfiga nisbati havoning ortiqlik ko'effitsiyenti deyiladi;

S. Ortiqcha havo miqdorini nazariy havo miqdoriga nisbati havoning ortiqlik koeffitsiyenti deyiladi;

D. Ortiqcha havo miqdorini amaliy havo miqdoriga nisbati havoning ortiqlik koeffitsiyenti deyiladi;

E. Havo bilan yoqilg'i sarfining bir-biriga bo'lgan nisbati havoning ortiqlik koeffitsiyenti deyiladi.

18. Ikkilamchi energiya resurslari deb nimaga aytiladi?

A. IER lar deganda texnologik agregatlarda, qurilma va jarayonlarda hosil bo'lmaydigan, lekin shu agregatda ishlatilishi mumkin bo'lgan va boshqa agregatlarni energiya bilan ta'minlashda qisman yoki to'liq ishlatilishi mumkin chiqindi, o'tkinchi va ortiqcha bosimning potentsial energiyasi tushuniladi;

B. IER lar deganda texnologik agregatlarda, qurilma va jarayonlarda hosil bo'ladigan va shu agregatda ishlatilishi mumkin bo'lgan hamda boshqa agregatlarni energiya bilan ta'minlashda qisman yoki to'liq ishlatilishi mumkin chiqindi, o'tkinchi va ortiqcha bosimning potentsial energiyasi tushuniladi;

S. IER lar deganda texnologik agregatlarda, qurilma va jarayonlarda hosil bo'ladigan, lekin shu agregatda ishlatilishi mumkin bo'lmagan va boshqa agregatlarni energiya bilan ta'minlashda qisman yoki to'liq ishlatilishi mumkin bo'lmagan chiqindi, o'tkinchi va ortiqcha bosimning potentsial energiyasi tushuniladi;

D. IER lar deganda texnologik agregatlarda, qurilma va jarayonlarda hosil bo'lmaydigan va shu agregatda ishlatilishi mumkin bo'lgan hamda boshqa agregatlarni energiya bilan ta'minlashda qisman yoki to'liq ishlatilishi mumkin bo'lmagan chiqindi, o'tkinchi va ortiqcha bosimning potentsial energiyasi tushuniladi;

E. IER lar deganda texnologik agregatlarda, qurilma va jarayonlarda hosil bo'ladigan, lekin shu agregatda ishlatilishi mumkin bo'lmagan va boshqa agregatlarni energiya bilan ta'minlashda qisman yoki to'liq ishlatilishi mumkin chiqindi, o'tkinchi va ortiqcha bosimning potentsial energiyasi tushuniladi.

19. IER larning necha turi mavjud?

- A. 2 turi;
- B. 3 turi;
- S. 5 turi;
- D. 4 turi;
- E. Ko'p turi.

20. Energotexnologiya qanday qonunlarni o'rgatadi?

- A. Texnologik va kimyoviy jarayonlarning bir-biri bilan bog'lanish qonunlarini;
- B. Texnologik va aerodinamik jarayonlarning bir-biri bilan bog'lanish qonunlarini;
- S. Kimyoviy va energetik jarayonlarning bir-biri bilan bog'lanish qonunlarini;
- D. Fizikaviy va energetik jarayonlarning bir-biri bilan bog'lanish qonunlarini;
- E. Texnologik va energetik jarayonlarning bir-biri bilan bog'lanish qonunlarini.

21. Issiqlik o'tkazuvchanlik sof holda qayerda uchraydi?

- A. Gazlarda;
- B. Suyuqliklarda;
- S. Qattiq jismlarda;
- D. Kristallarda;
- E. Amorf moddalarda.

22. Konvektiv issiqlik almashinish qayerda kuzatiladi?

- A. Suyuqlik va gazlarda;
- B. Qattik modda va gazlarda;
- S. Suyuqlik va qattiq moddalarda;
- D. Suyuqliklarda;
- E. Gazlarda.

23. Nurli issiqlik almashinishi nima yordamida ro'y beradi?

- A. Havo;
- B. Molekulalar;

S. Elektromagnit to'liqlar;

D. Atomlar;

E. Ionlar.

24. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti nimani ta'riflaydi?

A. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonining tezligini ta'riflab, miqdoriy jihatdan temperatura gradiyenti birga teng bo'lgandagi issiqlik oqimi zichligiga teng;

B. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonining tezligini ta'riflab, miqdoriy jihatdan temperatura gradiyenti birdan katta bo'lgandagi issiqlik oqimi zichligiga teng;

S. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonining tezligini ta'riflab, miqdoriy jihatdan temperatura gradiyenti birga teng bo'lgandagi issiqlik oqimiga teng;

D. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonining tezligini ta'riflab, miqdoriy jihatdan temperatura gradiyenti birdan kichik bo'lgandagi issiqlik oqimiga teng;

E. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonining tezligini ta'riflab, miqdoriy jihatdan temperatura gradiyenti nolga teng bo'lgandagi issiqlik oqimiga teng.

25. Gaz harakatining xarakterini Reynolds mezonini qanday aniqlaydi?

A. Laminar $R=2320$ turbulent $R>2320$;

B. Laminar $R>2320$ turbulent $R=2320$;

S. Laminar $R<2320$ turbulent $R>2320$;

D. Laminar $R>2320$ turbulent $R<2320$;

E. Laminar $R<2320$ turbulent $R=2320$.

26. Pech quvurlarida qanday turdagi qarshiliklar katta qiymatga ega?

A. Mahalliy qarshiliklar;

B. Ishqalanish qarshiliklari;

S. Geometrik bosim kuchini yengish;

- D. Bosim kuchini yengish;
- E. Mahalliy va ishqalanish qarshiliklari.

27. Gaz harakatining qanday turlari mavjud?

- A. Tabiiy va erkin;
- B. Tabiiy va majburiy;
- S. Tabiiy va sun'iy;
- D. Majburiy va sun'iy;
- E. Erkin va sun'iy.

28. Tutun quvurlarining ishi nima asosida amalga oshiriladi?

- A. Gazlarning geometrik bosimi;
- B. Gazlarning solishtirma hajmi;
- S. Gazlarning temperaturasi;
- D. Gazlar yo'lidagi qarshiliklar;
- E. Gazlarning harakat turlari.

29. Markazdan qochma ventilyatorlar necha turga bo'linadi?

- A. Yuqori, o'rta, past bosimli;
- B. Yuqori va past bosimli;
- S. Juda yuqori va yuqori bosimli;
- D. O'rta va past bosimli;
- E. O'rta, past va juda past bosimli.

30. Materialning nam holati deb qanday holatiga aytiladi?

- A. Material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof-muhitdagi suv bug'larining porsial bosimiga teng;
- B. Material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof-muhitdagi suv bug'larining porsial bosimidan katta bo'ladi;
- S. Material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi atrof-muxitdagi suv bug'larining porsial bosimidan kichik bo'ladi;
- D. Material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi nolgacha teng bo'lib, atrof-muhitdagi suv bug'larining porsial bosimi noldan katta bo'ladi;

E. Material yuzasidagi suv bug'larining porsial bosimi noldan katta bo'lib, atrof-muhitdagi suv bug'larining porsial bosimi nolga teng bo'ladi.

31. Quritish jarayonidagi qisqarish nimaga bog'liq?

- A. Ichki kuchlanishlarga;
- B. Buyumning qalinligiga;
- S. Namlik gradiyentiga;
- D. Jismning yuzasiga;
- E. Quritish tartibiga.

32. Keramik materialni kuydirish jarayonida nima ko'zda tutiladi?

- A. Namlikni yo'qotish;
- B. Ma'lum miqdorda pishirish;
- S. Suyuqlantirish;
- D. Kimyoviy bog'langan suvni yo'qotish;
- E. Kristallantirish.

33. Shishani pishirish jarayonida murakkab fizik-kimyoviy o'zgarishlar qaysi bosqichda ro'y beradi?

- A. Shishaning hosil bo'lishi;
- B. Gazlardan xalos bo'lish;
- S. Sovutish;
- D. Silikatlarni xosil bo'lishi;
- E. Gomogenlash.

34. Issiqlik qurilmalari qaysi belgilariga ko'ra eng katta guruhlarga bo'linadilar?

- A. Issiqlik ishlovining turiga ko'ra;
- B. Ishlash prinsipiga ko'ra;
- S. Texnologik belgisiga ko'ra;
- D. Konstruksiyasiga ko'ra;
- E. Gazlarning sirkulyatsiyasiga ko'ra.

35. Ishlash sikliga ko'ra qanday quritgichlar mavjud?

- A. Konvektiv, kontaktli, raditsion;
- B. Uzluksiz va uzlukli;
- S. Resirkulyatsiyali va resirkulyatsiyasiz;
- D. Gazli va elektrli;
- E. Atmosferali va vakuumli.

36. Pechlar qaysi belgilariga ko'ra shaxtali, aylanma, kamerali, halqasimon, tunnelli va hovuzli bo'ladi?

- A. Texnologik jihatdan;
- B. Ishlash sikliga ko'ra;
- S. Tavsiyalanishiga ko'ra;
- D. Issiqlik almashinish turiga ko'ra;
- E. Konstruktiv tuzilishiga ko'ra.

37. Silikat sanoatida asosan qanday pechlardan foydalaniladi?

- A. Mufelli;
- B. Alangali;
- S. Elektrli;
- D. Ochiq olovli;
- E. Yuqori chastotali.

38. Elektr pechlari nimaga asosan turkumlanadi?

- A. Elektr energiyasining quvvatiga ko'ra;
- B. Texnologik jihatdan tavsiyalanishga ko'ra;
- S. Elektr energiyasining issiqlik energiyasiga aylanish usuliga ko'ra;
- D. Konstruktiv tuzilishiga ko'ra ;
- E. Ishlash prinsipiga ko'ra.

39. Materialdan chiqib ketayotgan bug' holidagi namlikning miqdori nimaga teng?

- A. Temperaturaga;
- B. Bosimga;

- S. Bug'lanish yuzasiga;
- D. Quritish tezligiga;
- E. Material hajmiga.

40. Barabanli quritgich nimaga mo'ljallangan?

- A. Shakllangan buyumlarni quritishga;
- B. Suvli suspenziyani quritishga;
- S. Emulsiyani quritishga;
- D. Xomashyo materiallarni quritishga;
- E. Mayda bo'lakli materiallarni quritishga.

41. Barabanli quritgichlarga nasadkalar nima maqsadda o'rnatilgan?

- A. Temperaturani oshirish uchun;
- B. To'qnashish yuzasini oshirish uchun;
- S. Quritish tezligini oshirish uchun;
- D. Quritish jarayonining samarasini oshirish uchun;
- E. Quritish darajasini oshirish uchun.

42. Barabanli quritgichning eng maksimal optimal darajadagi yuklanish hajmi qancha?

- A. 80–85%;
- B. 70–75%;
- S. 50–55%;
- D. 35–40%;
- E. 15–20%.

43. Qaynab turgan qatlamli quritgichlarning silikat sanoatida qo'llanish darajasi qanday?

- A. Keng miqyosda;
- B. Keng tarqalgan;
- S. O'rta darajada;
- D. Umuman ishlatilmaydi;
- E. Istiqboli yuqori darajada.

44. Kamerali quritgichlarda isitilgan quritgich agenti qanday tarzda harakat qiladi?

- A. Aylanma pastga;
- B. Yuqoridan pastga;
- S. Pastdan yuqoriga;
- D. Ko'ndalangiga;
- E. Spiralsimon.

45. Tunnelli quritgichlar qanday materialni quritishga mo'ljallangan?

- A. Xomashyo materiallari;
- B. Bo'lak-bo'lakli materiallarni;
- S. Granulalar holdagi materiallarni;
- D. Shakllangan buyumlarni;
- E. Sochiluvchan materiallarni.

46. Kamerali va tunnelli quritgichlarning eng asosiy kamchiliklari nimadan iborat?

- A. Yoqilg'i sarfining yuqori ekanligi;
- B. Mahsulotning bir tekis qurimasligi;
- S. Quritish tezligining pastligi;
- D. Murakkab tuzilishga ega ekanligi;
- E. Foydalanishning murakkab ekanligi.

47. Konveyerli quritgichlar ko'pincha qanday tarkibda ishlaydi?

- A. Uzluksiz tartibda;
- B. Uzlukli tartibda;
- S. Oddiy tartibda;
- D. Tezkorlik tartibda;
- E. Yuqori bosim tartibida.

48. Konveyerli quritgichlarda xo'jalik chinni buyumlarini quritishning birinchi bosqichi nimalarda olib boriladi?

- A. Kapsellarda;
- B. Metall qoliplarda;

- S. Gips qoliplarda;
- D. Plastmassa qoliplarida;
- E. Tokchalarda.

49. Aylanma pech umumiy holda nimadan tashkil topgan?

- A. Biroz qiyalik bilan o'rnatilgan qo'zg'almas barabandan;
- B. To'g'ri o'rnatilgan aylanib turuvchi barabandan;
- S. To'g'ri o'rnatilgan qo'zg'almas barabandan;
- D. Biroz qiyalik bilan o'rnatilgan aylanuvchi barabandan;
- E. Vertikal holda o'rnatilgan aylanuvchi barabandan.

50. Halqali pechlarda kuydirish zonasida chiqayotgan gazlarning issiqligi nimaga sarf bo'ladi?

- A. Xom mahsulotni quritishga;
- B. Xom mahsulotni qizdirishga;
- S. Yoqilg'ini qizdirishga;
- D. Yoqilg'i uchun havoni isitishga;
- E. Yoqilg'ini isitishga.

51. Halqali pechlarda kuydirilayotgan material qanday harakat qiladi?

- A. To'g'ri oqimda harakat qiladi;
- B. Teskari oqimda harakat qiladi;
- S. Aylanma harakat qiladi;
- D. Qo'zg'almas bo'ladi;
- E. Murakkab tarzda harakat qiladi.

52. Konveyerli pechlarda qanday buyumlar kuydiriladi?

- A. Qurilish g'ishti;
- B. Olovbardosh buyumlar;
- S. Texnik keramika buyumlari;
- D. Nafis keramika buyumlari;
- E. Cherepitsa.

53. Tunnel pechining balandligi eniga nisbatan qanday bo'ladi?

- A. Eni va balandligi teng bo'ladi;
- B. Balandligi enidan kata bo'ladi;

- S. Balandligi enining 0,8 qismini tashkil etadi;
- D. Eni balandligidan 2 barobar kata bo'ladi;
- E. Ular bir-biriga bog'liq bo'lmaydi.

54. Tunnel pechining afzalliklari nimadan iborat?

- A. Iqtisodiy jihatdan afzal, to'liq avtomatlashtirish mumkin, ko'p yillar ta'mirlamasdan ishlatish mumkin;
- B. Issiqlik sarfi kam, ishchi kuchiga bo'lgan talab kam, yoqilg'i sarfi kam;
- S. Mexanizatsiyalash oson, konstruksiyasi sodda;
- D. Kuydirilgan buyumlarning sifati yuqori bo'ladi;
- E. Ulardan foydalanish qulay va oson.

55. Tunneli pechlarning maksimal uzunligi qancha bo'ladi?

- A. 120–130 m;
- B. 140–160 m;
- S. 90–100 m;
- D. 100–120 m;
- Ye. 70–80 m.

56. Ko'pchitish uchun qanday pechlar ishlatiladi?

- A. Tunneli, shaxtali, aylanma;
- B. Halqali, shaxtali, aylanma;
- S. Aylanma, shaxtali, quvurli, qaynab turgan qatlamli;
- D. Qaynab turgan qatlamli, aylanma, shaxtali;
- E. Tunneli, shaxtali, aylanma, shaxtali.

57. Kamerali pechlarning kamchiliklari nimadan iborat?

- A. Foydali issiqlik koeffitsenti kichik;
- B. Foydali ish koeffitsenti kichik;
- S. Ishlatilishi noqulay;
- D. Mahsulot sifati past;
- E. Murakkab tuzilishga ega.

58. Tunneli pechlarda buyumlar nimalarga tahlanadi?

- A. Lentaga;
- B. Setkaga;

- S. Belanchaklarga;
- D. Vagonetkalariga;
- E. Tokchalarga.

59. Tunnel pechlarining qaysi zonasi eng uzun bo'ladi?

- A. Quritish;
- B. Qizdirish;
- S. Kuydirish;
- D. Toblash;
- E. Sovutish.

60. Keramzitni kuydirish uchun ishlatiladigan aylanma pechlarning uzunligi asosan necha metr bo'ladi?

- A. 110 metr;
- B. 90 metr;
- S. 40 metr;
- D. 60 metr;
- E. 106 metr.

61. Keramzitni kuydirish uchun ishlatiladigan aylanma pechlarning qaysi zonasi eng uzun bo'ladi?

- A. Qurish;
- B. Qizdirish;
- S. Ko'pchitish;
- D. Qotish;
- E. Sovitish.

62. Ko'pchitish zonasida qanday muhit yaratilsa, maqsadga muvofiq bo'ladi?

- A. Neytral;
- B. Qaytaruvchi;
- S. Kuchli qaytaruvchi;
- D. Oksidlovchi;
- E. Kuchli oksidlovchi.

63. Ikki barabanli pechlar qaysi hollarda ishlatiladi?

- A. Keramzitni ho'l usulda ishlab chiqarishda;
- B. Keramzitni quruq usulda ishlab chiqarishda;

- S. Keramzitni plastik usulda ishlab chiqarishda;
- D. Yuqori sifatli tuproq ishlatilganida;
- E. Yomon ko'pchiydigan tuproq ishlatilganida.

64. Quvurli pechlarning ishchi kamerasi bo'lib nima xizmat qiladi.

- A. Harakatdagi og'ma quvur;
- B. Qo'zg'almas og'ma quvur;
- S. Qo'zg'almas to'g'ri joylashgan quvur;
- D. Harakatdagi to'g'ri joylashgan quvur;
- E. Ko'p zonali quvur.

65. Hovuzli pechlarda shixtani pishirish uchun qanday temperatura hosil qilinadi?

- A. 1500–1800°C;
- B. 1000–1200°C;
- S. 1350–1450°C;
- D. 1800–2000°C;
- E. 1000°C gacha.

66. Hovuzli pechlarda eng qulay yoqilg'i bo'lib nima hisoblanadi?

- A. Gaz;
- B. Mazut;
- S. Koks;
- D. Antratsit;
- E. Generator gazi.

67. Hovuzli pechlarda issiqlikning almashinishi asosan nima orqali sodir bo'ladi?

- A. Konveksiya orqali;
- B. Issiqlik almashinuvi orqali;
- S. Nurlanish orqali;
- D. Molekulalar orqali;
- E. Ionli zarrachalar orqali.

68. Hovuzli pechlarning basseyni qanday materialdan yasaladi?

- A. Dinasdan;
- B. Magnezitdan;
- S. Shamotdan;
- D. Bakordan;
- E. Mullitdan.

69. Shisha pishirishda elektr pechlarining kamchiligi nimadan iborat?

- A. Bahosi yuqori;
- B. Shixtaning yo'qolishi ko'p;
- S. Shishaning sifati past;
- D. Foydali ish koeffitsenti yuqori emas;
- E. Avtomatlashtirish qiyin.

70. Shisha-kristall moddalarni olish texnologiyasida shisha olish texnologiyasidagi bosqichlardan tashqari qanday qo'shimcha bosqich mavjud?

- A. Amorflanish;
- B. Rekristallash;
- S. Donadorlash;
- D. Kristallash;
- E. Gomogenlash.

71. Shishani pishirishda nimaga alohida e'tibor berish kerak?

- A. Temperaturaning ko'tarilish tezligiga;
- B. Pech ichidagi bosim miqdoriga;
- S. Gaz muhitining xarakteriga;
- D. Yoqilg'ining yonish darajasiga;
- E. Gaz fazasining miqdoriga.

72. Shishaga termik ishlov berish jarayonidagi asosiy talab qanday?

- A. Termik ishlovning uzoq bo'lmasligi;
- B. Termik ishlovning uzoq bo'lishi;

- S. Muhitning neytral bo'lishi;
- D. Siyraklashtirilgan bosim sharoitining bo'lishi;
- E. Termik ishlov temperaturasining yuqori darajada bo'lishi.

73. Termik ishlov berish tezligi qanday bo'lishi kerak?

- A. $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- B. $30 - 40^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- S. $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- D. $2 - 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- E. $50 - 60^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

74. Sanoat elektr pechlarida shisha olishda qanday elektrodlardan foydalanish mumkin emas?

- A. Molibden;
- B. Grafit;
- S. Platina;
- D. Suyuqlantirilgan qalay va qo'rg'oshin;
- E. Po'lat va temir.

75. Elektr pechlarining kamchiligi nimadan iborat?

- A. F.I.K. yuqori emas;
- B. Ekologik jihatdan toza emas;
- S. Elektr energiyasi qimmat;
- D. Yuqori unumdorlikka ega emas;
- E. Mehnat sharoiti og'ir.

76. Bevosita qizdiruvchi elektrli qarshilik pechlarida issiqlik qanday rejim asosida o'tadi?

- A. Issiqlik o'tkazuvchanlik;
- B. Konvektiv;
- S. Nurlanish;
- D. Issiqlik o'tkazuvchanlikdan nurlanish;
- E. Nurlanishdan konvektiv;

77. Qanday pechlarning qizdirguvchilari pechda vertikal holda o'rnatiladi?

- A. Disilitsid molibdenli qizdirguvchiga ega;
- B. Xromit lantanli qizdirguvchiga ega;

- S. Sirkoniy dioksidli qizdirguvchiga ega;
- D. Kremniy karbidli qizdirguvchiga ega;
- E. Metall holdagi elektr qizdirguvchili.

78. Qanday nazorat usuli ko'z bilan va asbob yordamida bajariladi?

- A. Nazorat-o'lchov uskunalarining ko'rsatishlarini kuzatish;
- B. Hisobiy nazorat;
- S. Avtomatik rostlovchiga asboblarni yordamidagi nazorat;
- D. Bevosita kuzatish;
- E. Miqdoriy kuzatish.

79. Yoqilg'i to'liq yonganda alanga qanday tus oladi?

- A. Tiniq bo'ladi;
- B. Tiniq bo'lmaydi;
- S. Yارقiraydi;
- D. Nurlanadi;
- E. Tutaydi.

80. Xromel - alyumelli termoparlarni qanday temperatura sharoitida ishlatiladi?

- A. 100–800 °C;
- B. 700–1000 °C;
- S. 700–1400 °C;
- D. 400–1000 °C;
- E. 300 °C gacha.

GLOSSARIY

1. *Issiqlik tartibi* – materialga issiqlik va massa almashuv ta'sirini yaratib beruvchi sharoitlar majmuasi
2. *Issiqlik qurilmasi* – issiqlik jarayoni sodir bo'ladigan qurilma
3. *Quritish* – material ichida namlikni qaynash temperaturasidan past temperatura sharoitida yo'qotish jarayoni.
4. *Kuydirish* – materialda yuqori temperatura sharoitida faza va fizik-kimyoviy o'zgarishlar natijasida oldindan mo'ljallab olingan xossalarni vujudga keltirish maqsadida amalga oshiriladigan issiqlik ishlovi
5. *Ko'pchitish* – material zarrachasi eki shakllangan buyum hajmini ichki gaz ajralishi hisobiga yuqori temperaturali issiqlik ishlovi yordamida oshirish jarayoni.
6. *Pishish*- yuqori temperatura ta'sirida massaning maksimal darajada zichlanib mustahkamlanish jarayoni.
7. *Suyuqlantirish* – mineral xom-ashyoni issiqlik ishlovi yordamida suyuq-oquvchan holatga o'tkazish jarayoni.
8. *Yoqilg'i*- havo kislorodi bilan birikish reaksiyasi natijasida issiqlik va yorug'likni vujudga keliradigan modda.
9. *Tabiiy gaz* – tarkibida metan, etan, propan, butan va oz miqdorda SO₂ azot va oltingugurt bo'lgan yoqilg'i.
10. *Yoqilg'ining issiqlik berish qobiliyati* – 1 kg qattiq yoki suyuq yoqilg'ini yoki 1 m³ gazsimon yoqilg'ini to'liq yonishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdori.
11. *Shartli yoqilg'i*- issiqlik berish qobiliyati 7000 kkal/kg yoki 29300kdj/kg ga to'g'ri kelgan yoqilg'i.
12. *Yoqilg'ining alangalanish temperaturasi*- yoqilg'ini yonib turgan manbaa ishtirokisiz alangalanib ketadigan eng past temperaturasi.
13. *Havoning ortiqlik koeffitsiyenti* – yoqilg'ini yonish jarayonida amaliy havo sarfini nazariy havo sarfiga bo'lgan nisbati.
14. *Yoqilg'ining nazariy yonish temperaturasi* – tutun gazlari yonish issiqlikiga to'liq ravishda erisha olgan sharoitdagi temperatura.

15. Koks gazi yoki koks va domna gazlarining aralashmasi – pechlar uchun sifatli yoqilg'i.

16. i-t diagrammasi– yonishning nazariy temperaturasini aniqlashni osonlashtiruvchi, yonish mahsulotlarining dissotsiatsiyasini nazarga olgan holda qurilgan diagramma.

17. Jarayon tezligi – vaqt birligi ichida qurilmaning ko'ndalang kesim birligidan o'tgan material massasi.

18. Moddiy balans -issiqlik qurilmasiga kirayotgan dastlabki materiallar massasining oxirgi ya'ni qurilmadan tushirilayotgan mahsulotlarning massasiga tengligi.

19. Energetik balans – jarayonga kiritilgan energiya miqdorining uning natijasida olingan energiya miqdoriga tengligi.

20. Pechning issiqlik balansi – pechni ishlash jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdori bilan texnologik jarayonning borishi davrida sarf bo'lgan issiqlik miqdori asosida vujudga kelgan tenglama.

21. Pechning foydali ish koeffitsiyenti -texnologik jarayonlarga foydali tarzda sarf etilgan issiqlik miqdorini yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbati.

22. Yoqilg'idan foydalanish koeffitsiyenti – ishchi kanaliga va ishlov berilaetgan materialga berilgan issiqlik miqdorini yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lgan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbati

23. Issiqlik tashuvchilar – issiqlik qurilmari ichida harakatlanish davrida o'z issiqlik energiyalarini materialga, ularni o'rab turgan yuzaga va muhitga beruvchilar.

24. Aerodinamik hisoblar – gaz, havo va yonish mahsulotlari yo'lida vujudga keladigan qarshiliklarni aniqlash va ular asosida pufflovchi va bosimni ta'minlovchi qurilmalarni va tutun mo'rilarni tanlash maqsadida amalga oshiriladigan hisob-kitob ishlari.

25. Pech – yuqori temperatura sharoitida materiallarga ishlov berishga mo'ljallangan qurilma.

26. Pechning solishtirma unumdorligi- ishchi hududining 1m^3 hajmiga yoki pech tagining 1m^2 yuzasiga nisbatan olingan unumdorlikning nisbiy qiymati.

27. **O'choq** – yoqilg'ini yondirish uchun mo'ljallanan qurilma.

28. **Puflovchi qurilmalar va nasoslar** – pechga yoqilg'i va havoni keltirib berish uchun xizmat qiladigan qurilmalar.

29. **Forsunka** – suyuq yoqilg'ini yondirish uchun ishlatiladigan qurilma.

30. **Gorelka (yondirgich)** – gazsimon yoqilg'ini mash'al usulida yondiradigan qurilma.

30. **Ventilyator yoki ejektorlar** – pechlarda gazlarning majburiy tortilishini keltirib chiqaruvchi qurilmalar

31. **Klapanlar** – quvurlarda gazlarni yoqish .rostlash va portlashini oldini olish uchun ogohlantirish vazifasini o'tovchi moslamalar.

32. **Pech taxi** – pechning ishchi maydonini va gaz oqimini chegaralash uchun qurilma.

33. **Quritish** – qattiq materiallar tarkibidan namlikni bug'lanish yordamida chiqib ketish jarayoni

34. **Tashqi diffuziya** – bug'ning material yuzasidan atrof-muhitga o'tishi

35. **Ichki diffuziya** – namlikni material ichida suyuqlik yoki bug' holida harakatlanishi.

36. **Havoning nisbiy namligi** – nam havodagi suv bug'lari tarangliini uni to'liq holda to'yingan sharoitdagi suv bug'larining tarangligiga bo'lgan nisbati

37. **Havoning nam saqlovchisi** – 1 kg quruq havoga to'g'ri kelgan nam havodagi suv bug'larining og'irligi

38. **Quritish tezligi** – jismning yuza birligidan vaqt birligi ichida yo'qalayotgan namlikning miqdori.

39. **I-d diagrammasi** – quritish agenti parametrlarini o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan Jarayonlarni tahlil qilish imkonini beruvchi mukammal jadval.

40. **Quritgich** – materiallardan namlikni yo'qotish uchun mo'ljallangan va 500°S temperaturadan past sharoitda ishlovchi issiqlik qurilmasi.

41. **Kamerali quritgich** – asosan qurilish keramikasi buyumlarini quritish uchun mo'ljallanan davriy ravishda ishlovchi quritgich.

42. Tunnelli quritgichlar – bir nechta tunnellardan tashkil topgan blok shaklida bo‘lib, tunnellar ichidagi relslardan buyumlar taxlangan vaglnetkalar harakatlanuvchi quritgichlar.

43. Konveyerli quritgichlar – ichida harakatlanuvchi konveyer joylashgan kameralardan iborat bo‘lgan va asosan nafis keramika buyumlarini quritish uchun mo‘ljallangan quritgichlar.

44. Barabanli quritgichlar – mayda bo‘lakli, sochiluvchan materiallarni va kukunlarni quritishga mo‘ljallangan aylanuvchi og‘ma barabandan tashkil topgan quritgich.

45. Sachratqichli quritgichlar – mayda jispers bir jinsli kukunlarni olish uchun mo‘ljallangan quritgichlar.

46. Halqali pechlar – kuydirish tartibini va yuqori temperaturani jiddiy tarzda talab etilmaydigan holatlarda bo‘lak-bo‘lak holdagi va shakllangan buyumlarni kuydirishga mo‘ljallangan pechlar.

47. Kuydirish – oksidlanish, qaytarilish va moddalarning birikishi va yoqilg‘ining pirogenetik parchalanish jarayoni bilan birga kechadigan qizdirish jarayoni.

48. Keramika buyumlari – tuproq jinslari va ular asosida hosil qilingan aralashmalardan ishlab chiqariladigan materiallar.

49. Mullit- kuydirish jarayonida tuproqli xomashyoda hosil bo‘ladigan mineral.

50. Kremnezem – ko‘pgina keramik massalarining muhim tarkibiy qismi.

51. Kuydirish tartibi – temperatura bilan qizish vaqti orasidagi hamda gaz muhiti kimyoviy harakteri bilan kuydirish vaqti orasidagi bog‘lanish.

52. Quritgich va pechlar ishini nazorati – bevosita kuzatuv, nazorat-o‘lchov asboblarning ko‘rsatmalarini kuzatish, yoqilg‘i, havo va yonish mahsulotlarining tarkibi va miqdori orasidagi hisobiy bog‘lanishlarini aniqlash hamda texnologik parametrlarini avtomatik tarzda rostlash vazfalarini o‘z ichiga oluvchi jarayon.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Ушаков В. Г. Теплотехника, тепловые процессы и агрегаты в технологии силикатов / Ткачев А. Г. ; НПИ. – Новочеркасск: Изд-во НПИ, 1991. – 78 с.
2. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов/ Зубехин А. П., Голованова С. П., Ясенко Э. А., Верещак В. В., Гузий В. А. ; ЮРГТУ, Под ред. А. П. Зубехина. – Новочеркасск: 2000. – 204 с.
3. Левченко П.В. Расчеты печей и сушилок силикатной промышленности. Учеб.пособ.для вузов /П.В.Левченко -2е издание., М.:Алянс,2007.-368с.
4. Перегудов В.В.,Роговой М.И.Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. М.,Стройиздат,1983.
5. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов./Булавин И.А.,Макаров И.А.,Рапопорт А.Я.,Хохлов В.К. М.,Стройиздат, 1982.-242с.
6. Zohidov R.A.,Alimova M.M., Mavjudova SH.S. Issiqlik texnikasi. Darslik.Toshkent O'zbekiston Faylasuflar Milliy Jamiyati nashriyoti, 2010-y.-199 b.
7. Теплотехнический расчет ванной стекловаренной печи/ ЮРГТУ (НПИ), сост. П. В. Кирсанов. – Новочеркасск: изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2004. – 47 с.
8. Мазуров Д. Я. Теплотехническое оборудование заводов вяжущих материалов/ М.: Стройиздат, 1982. – 288с.
9. Волгина Ю. М. Теплотехническое оборудование стекольных заводов/ М.: Стройиздат, 1982. – 276 с.
- 10.Alimjonova J.I., Ismatov A.A. «Silikat va qiyin suyuqlanuvchan materiallar fizik kimyosi» Darslik. O'qituvchi, 2009-y. 286-bet.
- 11.Anthony R.West. Solid state chemistry and its applications. 2 nd edition. Wiley. UK. 2014.- 584 p. ISBN: 9781119942948.
- 12.Carter C.Barry, Norton M.Grant. Science and Engineering. Springer, 2007. 716 p. ISBN:0387462708.1
- 13.William D. Callister, Jr., David G. Rethwisch. Materials science and engineering: An introduction. 8th Ed. -1000p. ISBN 978-0-470 -41997-7.s.

14. Alimjonova J.I., Aliyev I.T. «Kimyo va oziq-ovqat texnologiyasiga oid fanlarni o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalar» O'quv qo'llanma. Toshkent: Moliya-iqtisod, 2015. – 276 b.

15. Salimov Z., Rahmonov T. Kimyoviy ishlab chiqarish jarayonlari va qurilmalari. – T.: Universitet. 2003. – 320 b.

16. Sharipov D., Ismatov A. Silikat va qiyin eriydigan materiallar ishlab chiqaruvchi korxonalar uskunalari va ularni loyihalash asoslari. – Toshkent, Akademiya. 2005. – 104 b.

17. Otaqo'ziyev A., Iskandarova M., Raximov R.A., Otaqo'ziyev E.T. Jihozlar va loyihalash asoslari. Toshkent, O'z.FMJ. 2010. – 320 b.

18. Yusupova M.N., Ismatov A.A. Keramika va olovbardosh materiallar texnologiyasi. Toshkent. Fan va texnologiyalar. 2011. – 369

19. Alimjonova J.I. Chinni va fayans buyumlar texnologiyasi. Toshkent. 2006. – 128 b.

20. Alimjonova J.I. Yengil to'ldiruvchilar texnologiyasi. Toshkent. 2009. – 112 b.

21. Методические указания по теплотехническому расчету туннельных печей для обжига керамики / Ткачев А. Г.; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, ЮРГТУ(НПИ), сост. А. Г. Ткачев, А. В. Рябова, Н. А. Вилбитская; – Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2009. – 28 с

22. Методические указания по теплотехническому расчету башенных распылительных сушилок для керамической промышленности / Ткачев А. Г.; ЮРГТУ (НПИ), сост. А. Г. Ткачев, А. В. Рябова; – Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2009. – 25 с.

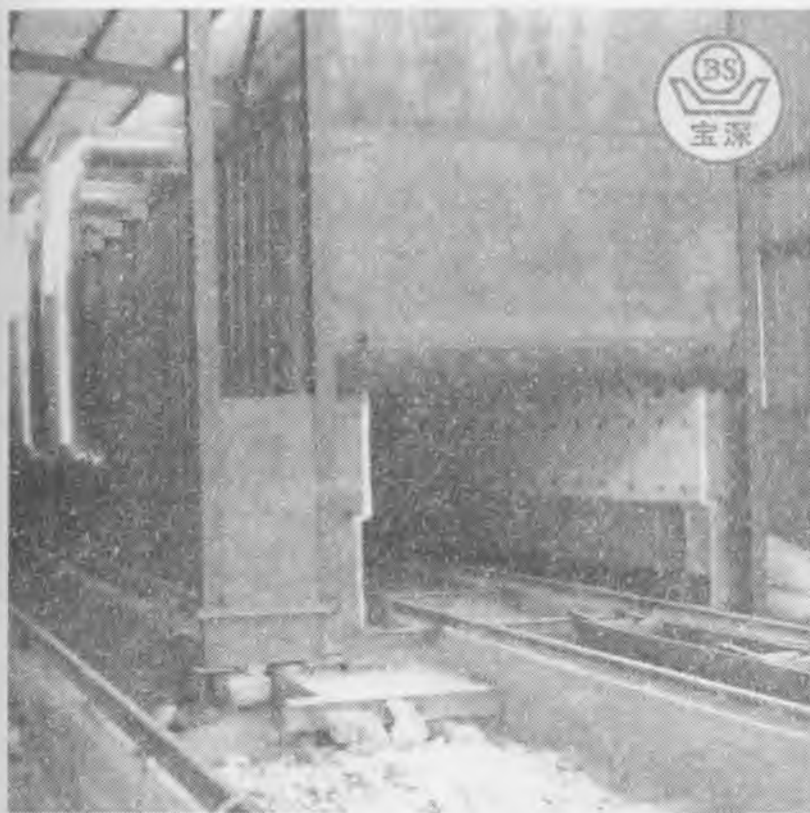
23. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Тепловые процессы в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» / ЮРГТУ (НПИ), сост.: Г. С. Зубар, М. В. Тамазов; -Новочеркасск: изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2006. – 20 с.:

24. w.w.w.tehnology.ru.

ILOVALAR



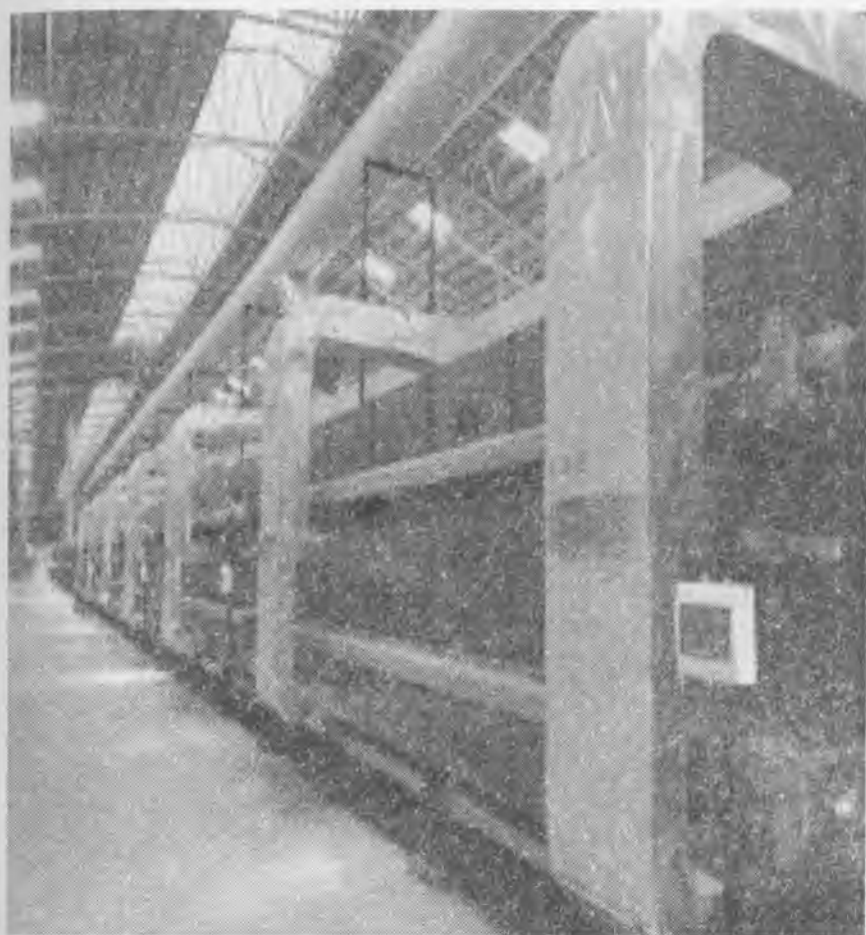
**BARABANLI QURITGICH. (ООО «Чайковское строительное
оборудование»)**



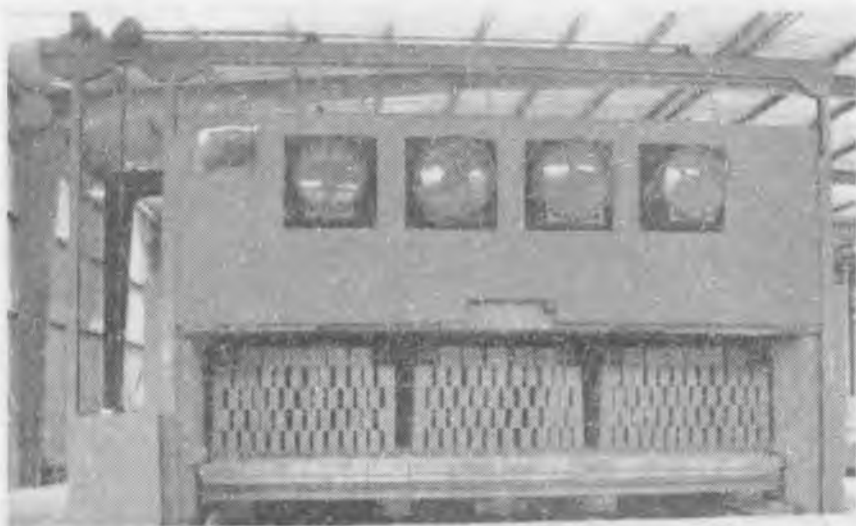
Tunnelli qurirgich.(JKY modeli)



Kamerali quritgich (BERALMAR)

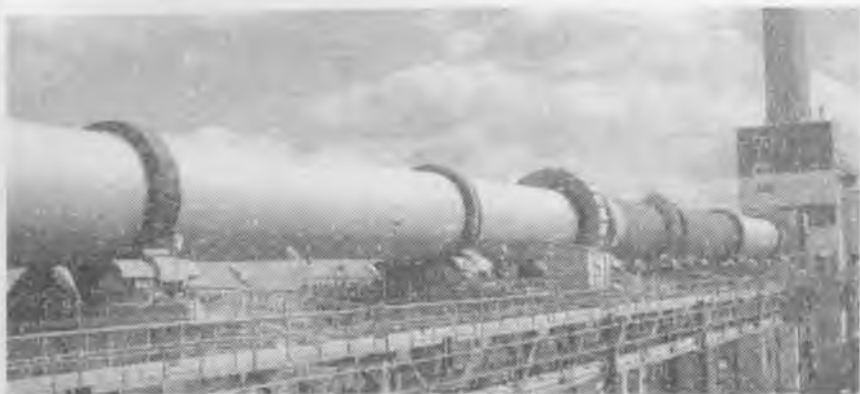


Konveyerli quritgich. (Guangdong Zhongyao Kiln Stock Co.)



TUNELLI PESH
ООО "Шаньси БаоШень Машины"

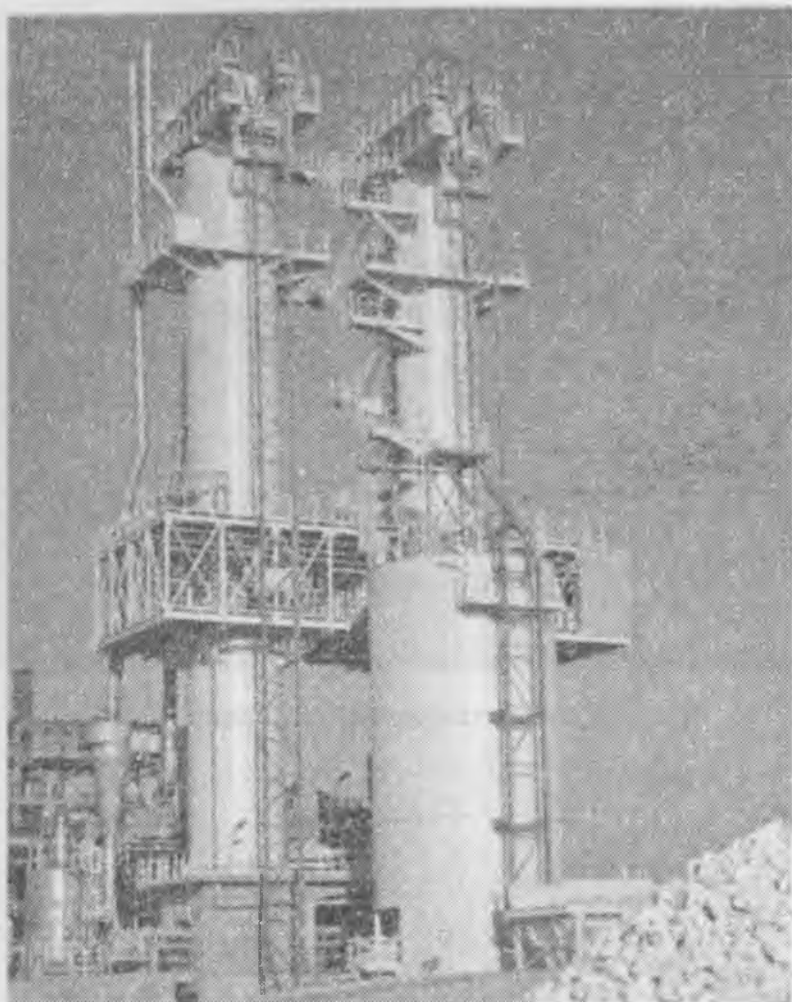
В пещ. (ПЭК-8 в Чайковском)



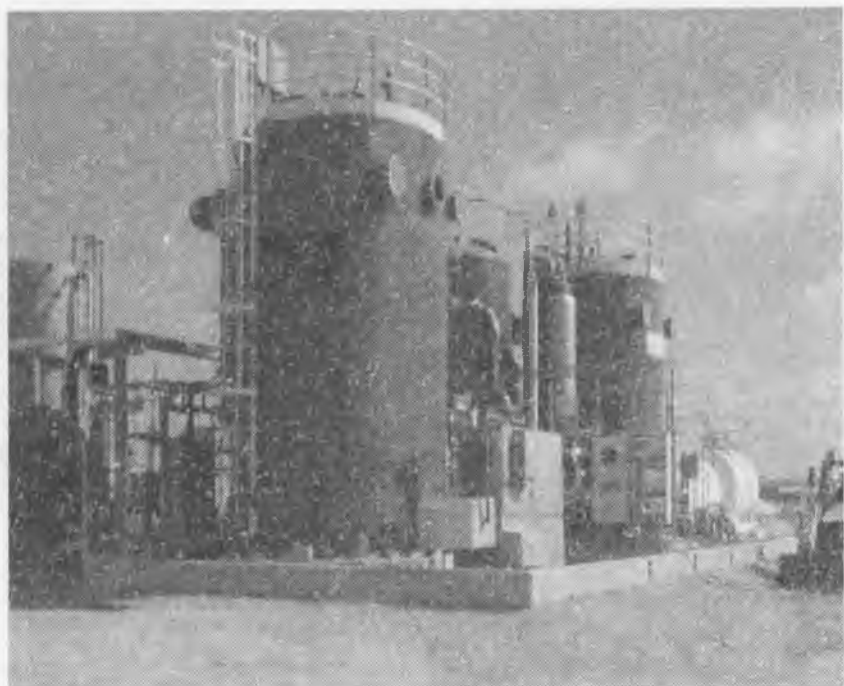
Sement kuydirish uchun aylanma pechi. (OAO "ЭЗТМ")



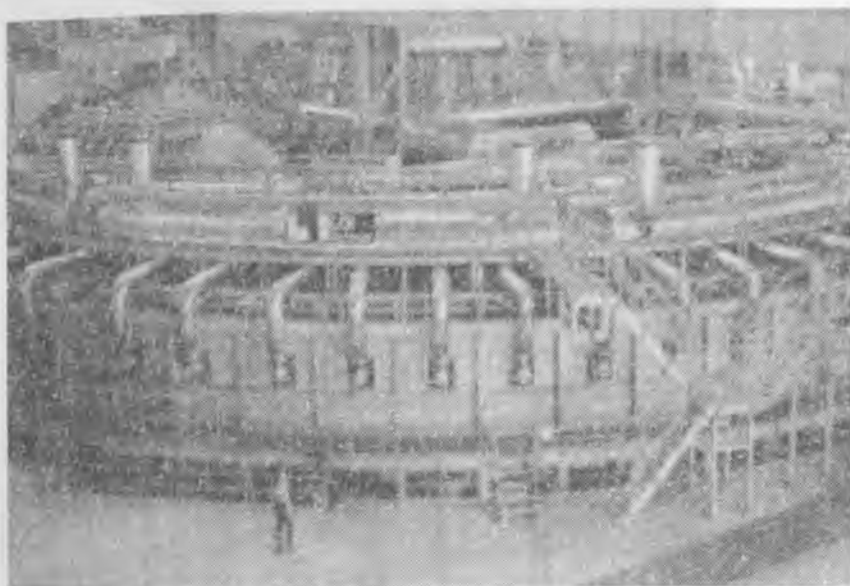
Keramzit pishirishj uchun aylanma pech. (ООО Хэнань Dajia)



Shaxtali pech



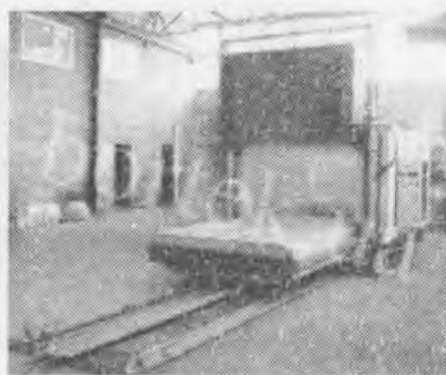
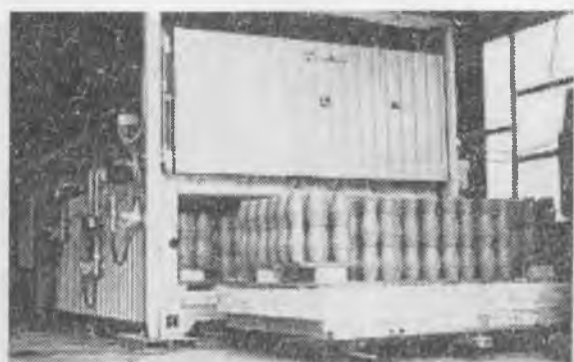
Qaynab turgan qatlamli pech



ZAMONAVIY HALQALI PECH



HALQALI TASHKILATLARI

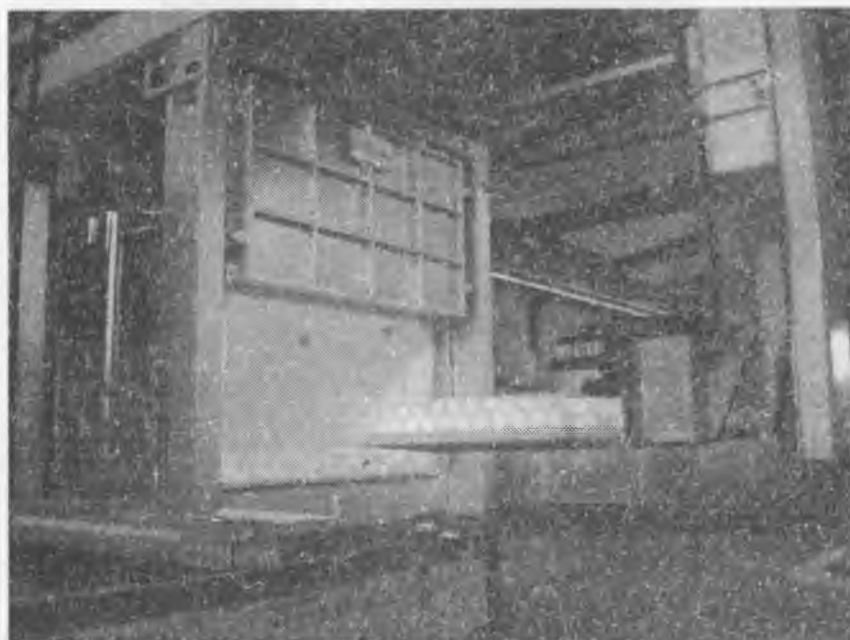


ELEKTRLI KAMERALI PECHLAR



AYLANMA PECH

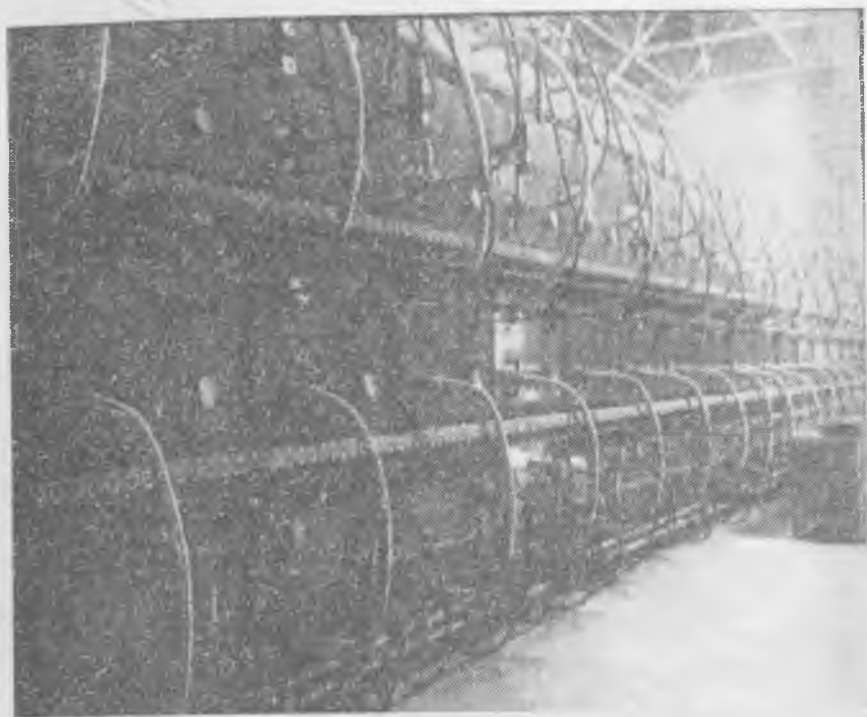
HEAS GEPARTING



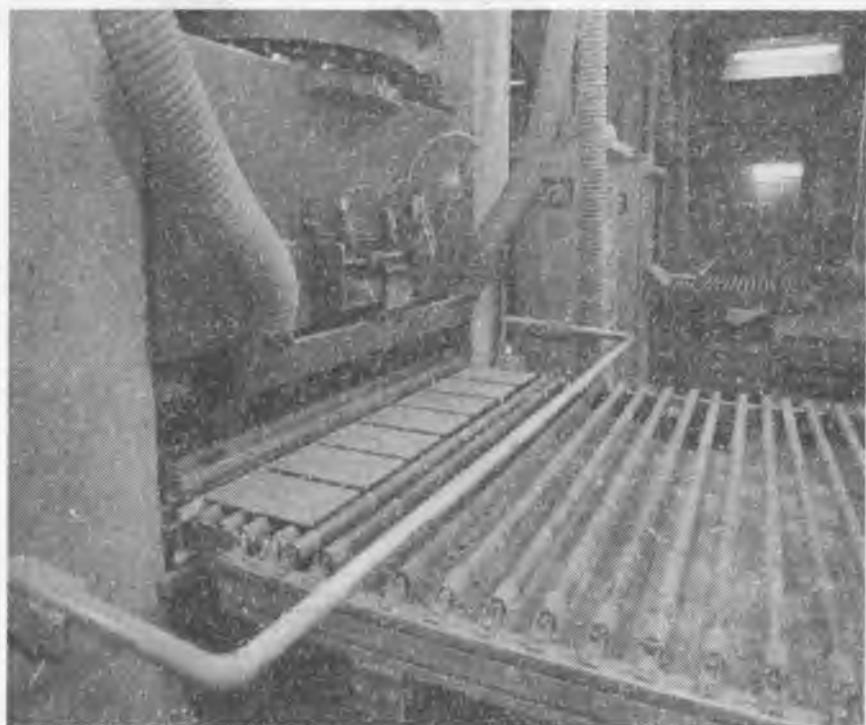
ELEKTR SANOAT PECHI



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПЕЧЬ



2 yarusli konveyr pechi (“MODENA MACHINERY”)



«СИТИ» firmasining konveyr «FINH» pechi

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
-------------	---

I BOB. ISSIQLIK QURILMALARI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1-§. Issiqlik ishlovi berish jarayonlari va qurilmalari.....	5
2-§. Issiqlik uskunalarining rivojlanish tarixi.....	6

II BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA ISSIQLIK ISHLOVI TURLARI

3-§. Silikat materiallar ishlab chiqarishda issiqlik jarayonlari va termik ishlov berishning roli	9
4-§. Termik ishlov turlari	10
5-§. Quritgich va pechlarda sodir bo'ladigan issiqlik jarayonlari.....	11

III BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA ISHLATILADIGAN YOQILG'ILAR VA YONISH JARAYONINING TAVSIFI

6-§. Yoqilg'ilarning tasniflanishi	16
7-§. Yonish jarayonining nazariyasi	17
8-§. Yoqilg'i yonish jarayonining hisobi	19
9-§. Yoqilg'ini tanlash	24

VI BOB .ENERGOTEXNOLOGIYA ASOSLARI

10-§. Ikkilamchi energiya resurslari	27
11-§. Energokimyo-texnologiya tizimlarining eksergetik tahlili.....	30
12-§. Eksergetik balanslar va eksergetik foydali ish koeffitsiyenti.....	33

V BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA PECHLARDA ISSIQLIK ALMASHUVI JARAYONI

13-§. Issiqlik o'tkazuvchanlik va uning turlari	36
14-§. Issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonuni	37
15-§. Konvektiv issiqlik almashinish	42
16-§. Nurli issiqlik almashinish	43

VI BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA ISSIQLIK USKUNALARIDA GAZLAR OQIMINING HARA-KATI

17-§. Gazlar harakatining harakteri, turlari va undagi qarshiliklar.....	45
18-§. Gaz oqimlari harakatini amalga oshirish uchun ishlatiladigan moslamalar	47
19-§. Aerodinamik qarshiliklarni hisoblash asoslari.	49

VII BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDAGI ISSIQLIK JARAYONLARI

20-§. Quritish jarayonining nazariy asoslari	51
21-§. Quritish jarayonidagi qisqarishlar va deformatsiyalanish	53
22-§. Kuydirishda sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlar	54

VIII BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDAGI ISSIQLIK QURILMALARI

23-§. Silikat materiallar ishlab chiqarish korxonalarida ishlatiladigan issiqlik qurilmalarining turkumlanishi.....	57
24-§. Quritgichlarning turkumlanishi.....	58
25-§. Pechlarning turkumlanishi	59

IX BOB. ISSIQLIK AGREGATLARINING KONSTRUKTIV ELEMENTLARI

26-§. O'choqlar.....	62
27-§. Gaz va havo tashuvchilar.....	64
28-§. Klapanlar	65
29-§. Pechlarning taxi va poydevorlar	66

X BOB. SILIKAT MATERIALLARINI ISHLAB CHIQRISHDAGI QURITGICHLAR

30-§. Silikat materiallarini quritish xususiyatlari	69
31-§. Barabanli quritgichlar	71
32-§. Qaynab turgan qatlamda qurituvchi qurilmalar	75
33-§. Sachratkichli quritgichlar.....	79
34-§. Kamerali quritgichlar	81
35-§. Tunneli quritgichlar	84
36-§. Konveyerli quritgichlar.....	87

XI BOB. SILIKAT VA QIYIN ERIYDIGAN NOMETALL MATERIALLARNI QURITISH XUSUSIYATLARI

37§.Quritish jarayoni haqida ma'lumot	92
38-§. Quritish agentining parametrlarini tanlash.....	93
39-§. I-d diagrammasining mohiyati.....	99
40-§. Quritishdagi qisqartiruvchi kuchlanganliklar va deformatsiyalanish.....	101

XII BOB. SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA KUYDIRISH JARAYONI

41-§.Kuydirish jarayonida tuproq minerallarida sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy o'zgarishlar	104
--	-----

42-§. Kuydirish jarayonida kristal holidagi kremnezyomda kuzatiladigan fizik-kimyoviy o'zgarishlar	106
43-§. Komponentlar tarkibidagi aralashmalarda kuzatiladigan fizik-kimyoviy o'zgarishlar	109

XIII BOB. KERAMIK MATERIALLARNI ISHLAB CHIQARISHDAGI PECHLAR

44-§. Halqali pechlar	113
45-§. Kamerali pechlar	116
46-§. Tunnelli pechlar	119
47-§. Qurilish g'ishtini kuydirish uchun tunnelli pechlar	123
48-§. Chinni buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pech	125
49-§. Olovbardosh buyumlarni kuydirish uchun tunnelli pechlar	127
50-§. Konveyerli pechlar	128
51-§. Sirt koshinlari kuydirish uchun rolikli konveyer pechlari	130
52-§. Lentali konveyerga ega bo'lgan konveyerli mufelli pechlar	132
53-§. Keramik buyumlarni kuydirish uchun elektr pechlari	134
54-§. Xo'jalik chinni buyumlarini kuydirish uchun konveyerli «SITI» pechi	136
55-§. Texnik keramika buyumlarini kuydirish uchun elektr pechlar	138

XIV BOB. ISSIQLIK HIMOYALOVCHI MATERIALLAR ISHLAB CHIQARISHDA QO'LLANILADIGAN PECHLAR

56-§. Donador materiallarni ko'pchitishda ishlatiladigan aylanma pechlar	143
57-§. Qaynab turgan qatlamli pechlar	144

58-§. Ko'pchitish uchun shaxtali pechlar.....	146
59-§. Quvurli pechlar	146

XV BOB. KERAMIK MATERIALLARNI KUYDIRISH TARTIBINI BELGILOVCHI OMILLAR

60-§. Pechning issiqlik rejimi	151
61-§. Kuydirish temperaturasi.....	153
62-§. Kuydirish jarayonining davomiyligi	155
63-§. Alangali sanoat pechining umumiy chizma tasviri	158

XVI BOB. SHISHA VA SITAL MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA QO'LLANILADIGAN PECHLAR

64-§. Hovuzli pechlar	162
65-§. To'g'ridan-to'g'ri qizdiruvchi pechlar.....	166
66-§. Elektr pechlari	167
67-§. Shisha ishlab chiqarishdagi yordamchi pechlar	168
68-§. Shishakristallik materiallarni ishlab chiqarishda qo'llaniladigan issiqlik uskunalarining xususiyatlari	171

XVII BOB. BOG'LOVCHI MATERIALLAR ISHLAB CHIQRISHDA QO'LLANILADIGAN PECHLAR

69-§. Aylanma pechlar	173
70-§. Chiqindi gazlarning issiqushgidan foydalanish uchun qurilmalari bo'lgan aylanma pechlar	177
71-§. Shaxtali pechlar	182
72-§. Qaynab turgan qatlamda kuydiriladigan pechlar	183

XVIII BOB. ISSIQLIK AGREGATLARI TURINI TANLASH VA ULARNING O'LCHAMLARI

73-§. Pechni tanlash jarayonida qo'yiladigan shartlar.....	186
--	-----

74-§. Pechlarning solishtirma unumdorligi va ishchi kamera o'ldamlarini aniqlash.	186
75-§. Kamerali pechlarni o'ldamlarini aniqlash.	187
76-§. Tunnelli pechning o'ldamlari.	190
77-§. Aylanma pechlarning o'ldamlarini aniqlash.	193
78-§. Shaxtali pechlarning o'ldamlarini aniqlash.	198

XIX BOB. ISSIQLIK QURILMALARINING MODDIY, ENERGETIK VA ISSIQLIK BALANSLARI

79-§. Umumiy tushunchalar.	203
80-§. Pechlarning issiqlik balansi hisobi.	204
81-§. Pechning foydali ish koeffitsiyenti.	206
82-§. Issiqlik qurilmalarini loyihalash va hisoblash.	208
83-§. Issiqlik qurilmalarida gazlarning harakati va aerodinamik hisoblar.	211

XX BOB. ISSIQLIK USKUNALARINING ISHINI NAZORAT ETISH VA BOSHQARISH

84-§. Bevosita kuzatish.	214
85-§. Issiqlik uskunalarining nazorat-o'ldov asboblari.	216
86-§. Quritish va kuydirish jarayonlarini avtomatik tarzda nazorat qilish va rostdash.	220
TEST SAVOLLARI	223
GLOSSARIY	242
ADABIYOTLAR	246
ILOVALAR	248

**ALIMDJANOVA D.I., ARIPOVA M.X., RO'ZIBOEV B.R.,
ABDUSATTOROV SH.M.**

SILIKAT MATERIALLAR ISHLAB CHIQUARISHDA ISSIQLIK JARAYONLARI VA QURILMALARI

Darslik

Muharrirlar: A.Tilavov
A.Abdujalilov
Texnik muharrir: Y.O'rinov
Badiiy muharrir: I.Zaxidova
Musahhiha: N.Sultanova

Nash.lits. № AI 245. 02.10.2013.

Terishga 07.10.2019-yilda berildi. Bosishga 23.12.2019-yilda ruxsat
etildi. Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times New Roman»
garniturasida. Shartli b.t. 17. Nashr b.t. 15,81.

Adadi 200 nusxa. Buyurtma № 84.

Bahosi shartnoma asosida.

«Sano-standart» nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: sano-standart@mail.ru

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.

Telefon: (371) 228-07-96, faks: (371) 228-07-95.



“Sano-standart”

ISBN 978-9943-6115-6-6

