

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

D.M. Berdiyev

QIZDIRISH QURILMALARI VA USKUNALARI

DARSLIK

TOSHKENT - 2020

UO`K 621.771

D.M. Berdiyev Qizdirish qurilmalari va uskunalari. Darslik. – T.: 2020 - 220 b.

Annotatsiya

Darslik “Metallarga bosim bilan ishlov berish mashinalari” bakalavr ta’lim yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalar foydalanishlari mumkin. Darslikda fanning asosiy tushunchalari, undan tashqari yoqilg‘i turlari va uning tarkiblari, metallarni qizdirish va sovitish, pokovkalarga termik ishlov berish, alanganli pechlarni loyihalash va hisobi.

Аннотация

Учебником могут пользоваться бакалавры по направлению «Машины обработки металлов давлением». В учебнике подробно приводятся основные понятия дисциплины, а также виды топлива и его состав, нагрев и охлаждение металла, термическая обработка поковок, проектирование и расчет пламенных печей.

Abstract

The textbook can be used by bachelors in the direction of "metal processing machines by pressure". The textbook details the main concepts of the discipline, as well as the types of fuel and its composition, heating and cooling of metal, heat treatment of forgings, design and calculation of flame furnaces.

Taqrizchilar: Sh.A. Karimov - “Materialshunoslik” kafedراسi professori,
texnika fanlar nomzodi, professor;
A.N. Shernaev -“Toshkent Kimyo texnologiya insituti”
Halqaro qo‘shma talim dasturlari asosida o‘qitish bo‘lim
boshlig‘i, Phd, dotsent.

QABUL QILINGAN QISQARTMALI BELGILANISHLAR

- a – issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, m^2/s ;
- λ – issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/(m \cdot K)$;
- c – issiqlikning solishtirma sig‘imi, $Dj/(kg \cdot K)$
- F – maydon, m^2 ;
- ρ – materialni zichligi, kg/m^3 ;
- V – hajm, m^3 ;
- v – solishtirma sarf, m^3/s ;
- v_h – havoning solishtirma sarfi, m^3/m^3 ;
- v_d – zagotovkani alanganishni solishtirma sarfi, m^3/m^3 ;
- n – havo sarfi koeffitsienti;
- i – solishtirma entalpiya, Dj/kg ;
- η – tizimning FIK;
- τ – qizdirish vaqti, *soat*;
- q – issiqlik oqimini yuza qismini zichligi, Vt/m^2 ;
- α_k – konveksiya solishtirma issiqlik almashinuvi koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot K)$;
- ε – qizarish darajasi;
- C – tananing nurlanish koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot K^4)$;
- ξ – ishqalanishni solishtirma koeffitsenti;
- R – energiya qarshiligi, $m^2 \cdot K/Vt$;
- T – absolyut harorat, K ;
- $t = T - 273$ - harorat, $^{\circ}C$;
- Q_p^i, Q_{yu}^i – yoqilg‘ining past va yuqori issiqlik hosil qilish imkoniyati, Dj/kg yoki Dj/m^3 ;
- K – issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, $Vt/(m^2 \cdot K)$;
- m_o - pechning ishchi maydoni og‘irligi, t ;
- Q_s - issiqlik sarfi, Dj .
- P – elektr pechini quvvati, Vt ;

KIRISH

Metallarni plastik deformatsiyalanishi uchun qizdirib ishlov berish yuqori haroratgacha qizdiruvchi qurilmalar yordamida bajariladi. Metallni qizdirish uchun issiqlik hosil qiluvchi asosiy agregat turli xildagi pechlar hisoblanadi.

Pechlar mashinasozlik ishlab chiqarish korxonalarini issiqlikda ishlovchi sexlarida: bolg‘alash-shtamplash, qizdirib ishlov berish, quymakorlik va boshqa ishlab chiqarish joylarida keng ko‘lamda ko‘llaniladi.

Pechda issiqlikni hosil qilishni rivojlantirish ancha murakkab yo‘llar bosib o‘tgan. XVIII asrni oxirlarida olim I.I. Polzunov birinchilardan bo‘lib bug‘ mashinasini yaratgan. Bug‘ mashinasida havoni purkashda qo‘llanishi cho‘yanni ishlab chiqarish jarayonini rivojlatirishga asos bo‘lgan.

Po‘latlarni qo‘llanishiga bo‘lgan talab ishlab chiqarishda yangi usullarni izlab topishga asos bo‘lgan, natijada po‘latlarga ishlov berishining bessemer va tomas jarayonlari izlab topildi, bu yangi pech konstruksiyalarni yaratilishi asosida amalga oshirildi.

Metall sifatiga bo‘lgan talabni ortib borishi natijasida qayta erituvchi marten pechlari yaratildi. Bu pechlarda yuqori haroratlarda metallarga qayta ishlov berish imkoniyatlari hosil qilindi.

1868 yilda Parij shahrida birinchilardan bo‘lib olim D.K. Chernov temir-uglerod holat diagrammasini e‘lon qildi va bu metallarga qizdirib ishlov berish uchun – yangi ilmiy izlanishlar olib borish uchun asos bo‘ldi.

Pechdagi issiqliq almashinuv hodisasi asosan kimyo, fizika, matematika, mexanik, elektrotexnika va boshqa fanlar asosida rivojlanib boradi. Pechli issiqlik texnikasini asoschisi energiyani saqlash qonuni yaratgan olim M.V.Lomonosov (Rossiya) hisoblanadi.

Fanni o‘rganishdan asosiy maqsad o‘quvchilarga qizdirish qurilmalarida ishlatiladigan yoqilg‘ilarning turlari, tarkibi, yonish shartlari, Yoqilg‘i miqdorini hisoblash usullari, issiqlik almashinuv turlari, pechni tayyorlashda ishlatiladigan materiallar, qizdirish va sovitish vaqtlarini aniqlashlar to‘g‘risida ma’lumot berish

hamda pech qismlari va ularni hisoblash usullari bo'yicha yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir.

Bu fanning vazifasi o'quvchilarga qizdirish qurilmalarida ishlatiladigan yoqilg'ining asosiy turlari va tarkiblarini, termik yoki bolg'alash, shtapalash, prokatlash va termik ishlov berish uchun ishlatiladigan pechlarning turlari va ularning ishlatish sharoiti hamda ulardan foydalanishni o'rgatishdan iborat.

Metallarni qizdirishda qo'llaniladigan qizdirish qurilmalari va ularning turlari, ularda ishlatiladigan yoqilg'i turlari, konstruksiyalari, ishlatilish joylari va qizdirish qurilmalarini hisoblashni bilish, ularni ishlab chiqarishda qo'llash dolzarb muammo hisoblanadi.

Shuning uchun zamonaviy mashinasozlikda qizdirish qurilmalariga alohida talablar qo'yiladi. Ushbu fan - asosiy umumkasbiy fan hisoblanib, ishlab chiqarish texnologik tizimining ajralmas bo'g'inidir.

Darslikni yozishda rus va xorijiy tillarda nashr etilgan adabiyotlardan hamda shu soha bo'yicha internet tizimidan olingan ma'lumotlar va materiallardan foydalanildi.

1. YOQILG'I VA UNING YONISHI

1.1. Yoqilg'i tasnifi

Metallurgik pechlarda issiqlikning yig'ilishi issiqlik energiyasidan uzatilayotgan issiqlik sarfi bilan bog'liq. Bu usulning bitta turi - yoqilg'ilarning yonishidan paydo bo'ladigan kimyoviy issiqlikning hosil bo'lishidir. Bu usul metallurgiya pechlaridan issiqlik energiyasi hosil qilishning asosiy omili hisoblanadi.

Keng ko'lamda elektr energiyani issiqlikka aylantirish uchun zarur bo'lgan elektr issiqlik texnikasidan harorat hosil qilish uchun foydalanilmoqda. Metallurgik pechlarni qizdirish uchun katta kaloriyali mazut va tabiiy gaz yoqilg'ilaridan ko'p foydalaniladi.

Yoqilg'i - bu organik modda bo'lib, unda yonish hisobiga belgilangan miqdorda issiqlik ajraladi.

Yoqilg'iga quyidagicha talablar qo'yiladi:

- a) yonishidan yuqori issiqlik chiqishi;
- b) tarkibida zararli qo'shimchalarning minimal darajada bo'lishi;
- d) tarkibida ortiqcha yuk (nam va ho'l) ning minimal darajada bo'lishi;
- e) qazib chiqarish va saqlashning qulayligi;
- f) tashish qulayligi.

Yoqilg'i quyidagi xususiyatlarga ega:

- agregat holatda: qattiq, suyuq, gazsimon;
- tabiiy holatda: o'tin, torf, toshko'mir, neft, tabiiy gaz;
- sun'iy holatda: daraxt bo'laklari, koks, briketlar, termoantratsitlar, benzin, kerosin, mazut, spirt, tosh bo'lakli, smola, domna, koksli, generatorli rangli gazlar va ularning aralashmalari.

Suyuq va qattiq yoqilg'ilar quyidagi elementar tarkibdan tuzilgan:

1. Organik massa yoqilg'i tarkibida: $C = 85 \%$, $H = 8,0 \%$, $O = 6,5 \%$, $N = 0,5 \%$ (o);

2. Shartli yonuvchi massa yoqilg‘i tarkibida $C = 84,490 \%$, $H = 7,95 \%$, $O = 6,46 \%$, $N = 0,497 \%$, $S = 0,6 \%$ (*sh*);

3. Quruq massa yoqilg‘i tarkibida: $C = 78,58 \%$, $H = 7,4 \%$, $O = 6 \%$, $N = 0,46 \%$, $S = 0,56 \%$, A (*kul*) = 7% (*q*);

4. Ishchi yoqilg‘i tarkibida: $C = 74,64 \%$, $H = 70,2 \%$, $O = 5,71 \%$, $N = 0,44 \%$, $S = 0,53 \%$, $A = 6,66 \%$, W (*namlilik*) = 5% (*i*).

Masalan, C^o , C^{sh} , C^q va C^i – organik, shartli yonuvchi, quruq massa va ishchi yoqilg‘ilariga taalluqli bo‘lgan uglerod miqdorini ko‘rsatadi. Ishchi yoqilg‘ini tashkil etuvchi elementlar qiymati quyidagi miqdorga teng:

$$C^i + H^i + O^i + N^i + S^i + A^i + W^i = 100 \%$$

Lekin qattiq yoki suyuq yoqilg‘i massa tarkibining bir elementi ma’lum bo‘lganda, qolgan elementlar miqdorini hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$X^o = X^{sh} \frac{100}{100 - S^{sh}}, \quad (1.1)$$

$$X^o = X^q \frac{100}{100 - (S^{sh} + A^q)}, \quad (1.2)$$

$$X^o = X^i \frac{100}{100 - (S^i + A^i + W^i)}, \quad (1.3)$$

$$X^i = X^q \frac{100 - W^q}{100}, \quad (1.4)$$

$$X^i = X^o \frac{100 - (W^i + A^i)}{100}, \quad (1.5)$$

$$X^i = X^o \frac{100 - (W^i + A^i + S^i)}{100}. \quad (1.6)$$

bu yerda X^o , X^{sh} , X^q , X^i - yoqilg‘ilarga bog‘liq bo‘lgan elementlar miqdori.

Qattiq va suyuq yoqilg‘i tarkibidagi hamma elementlarni yonuvchi (C^i , H^i , S^i) va yonmaydigan (O^i , N^i , A^i , W^i) turlarga ajratish mumkin.

C - uglerod yoqilg‘i tarkibida 45 dan 92 % gacha bo‘lib, yoqilg‘i hosil bo‘lishining asosiy tashkil etuvchisi hisoblanadi:



(1.7) - reaksiya natijasida mahsulot to'liq yonib, maksimal miqdorda Q - issiqlik ajralib chiqadi. (1.8) - reaksiyada to'liq yonish hosil bo'lmaydi, reaksiyaning mahsuloti yonuvchi CO gazidir. Issiqlik (1.7) - reaksiyaga nisbatan kam.

Agar uglerod yoqilg'i sifatida qabul qilinsa, u holda uni (1.7) - reaksiya bilan yondirish zarur.

Uglerodning to'liq yonishi uchun yonish zonasiga ko'p miqdorda ortiqcha kislorod yetkazib beriladi, natija CO_2 yoqilg'ining hosil bo'lishiga olib keladi.

Agar uglerod yonuvchi gaz sifatida foydalanilsa, u holda yonish o'txonasiga kislorod kam miqdorda yetkazib beriladi. Shuni ham e'tiborga olish kerakki, kislorod miqdori normal holatda berilganda ham to'liqsiz yonish hosil bo'lishi mumkin. Buning sababi yonuvchi qurilma konstruksiyasining takomillashmaganligi va gazning havo bilan yetarli darajada aralashmasligidir.

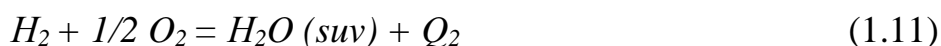
To'liqsiz yonish mahsulot tarkibidagi CO gazini 0,5 - 0,8 % yonmasligi bilan baholanadi. Yonish jarayonining sovishi quyidagi reaksiya hisobiga amalga oshadi:



bu yerda uglerod qorakuya, qurum sifatida ajralib chiqadi.

Uglerodning miqdori antratsit va quruq yog'och bo'laklarida ancha ko'p, ho'l daraxtda esa kamroq.

H - vodorod, qattiq yoqilg'ida 2 - 6,0 % gacha, suyuq yoqilg'ida esa 10 – 12 % ni tashkil qiladi. Vodorod ikkita reaksiya hisobiga yonishi mumkin:



Tabiiy holatda vodorodning yonishi yong'in mahsuloti sifatiga suvli par beradi, shuning uchun bu reaksiyada issiqlik effekti, tomchi suv hosil bo'lishiga nisbatan kam.

Yoqilg'ini tahlil qilish yoqilg'i tarkibidagi vodorodning umumiy miqdorini aniqlash imkonini beradi. Ammo yoqilg'ida vodorodni hamma holatda ham hosil qilishi zarur, bunda vodorod oksidlanmaydi. Ozod vodorodni quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$H_{oz} = H_{um} - H_b \quad (1.12)$$

bu yerda H_{um} - yoqilg'i tarkibidagi vodorodning umumiy qiymati, kimyoviy tahlil usulida topiladi;

H_b - yoqilg'ining vodorodga bog'liqlik qiymati, bu Dyulongu usuli bilan topiladi:

$$H_b = O^i / 8 \quad (1.13)$$

Ya'ni, yoqilg'idagi kislorod vodorod bilan to'liq bog'langan.

S - oltingugurt, yoqilg'ida organik sulfatli yoki sulfitli bo'lishi mumkin. Sulfatli oltingugurt yonish jarayonida ishtirok etmaydi. Shularga qaramasdan, oltingugurt yoqilg'ini tashkil etuvchi modda hisoblanadi. Oltingugurtning yoqilg'ida bo'lishi va metall tarkibiga yutilishi metallning sifatini pasaytiradi.

Alohida oltingugurt tabiiy bo'lishi mumkin. *Donesk* yoqilg'i bo'laklarida 3 % gacha va undan ham ko'proq, *Qarag'anda* va *Kuznesk* bo'laklarida 1 % gacha bo'ladi. Oltingugurt bo'laklarda qancha ko'p bo'lsa, koks tarkibida uning miqdori shuncha yuqori, tabiiyki, bu metallga o'tadi.

N - azot, yoqilg'i uchun keraksiz yuk hisoblanadi. Qattiq va suyuq yoqilg'ilarida uning miqdori 2 % gacha yetishi mumkin, suyuq holatdagi yoqilg'ida undan ancha yuqori bo'ladi.

O - kislorod, yoqilg'ining minerallashtirish darajasiga qarab har xil miqdorda bo'lishi mumkin, minerallashtirish darajasi qancha yuqori bo'lsa, uning miqdori shuncha kam bo'ladi. Kislorodga bog'liq holat hosil bo'lishi bilan, yoqilg'i uchun keraksiz yukka aylanadi.

W - namlik, yoqilg'ida tashqi va kimyoviy bog'lovchilarga ajraladi. Namlik yoqilg'ida bo'lmasligi zarur, shuning uchun namlik keraksiz yuk hisoblanadi. Namlik bor yoqilg'ida issiqlikning ko'p qismi bug'lanish uchun sarf bo'ladi.

A - kul, qattiq yoqilg‘i tarkibida 25 % gacha hosil bo‘lishi mumkin. Asosan oksid holatida: SiO_2 , CaO , Al_2O_2 , MgO , Fe_2O_3 va boshqa holatlarda tashkil topishi mumkin. O‘txonada ulardan tozalash uchun maxsus qurilmalardan foydalaniladi. Mazut tarkibida namlik 0,3 - 0,4 % gacha bo‘lishi mumkin.

Shunday qilib, qattiq yoki gaz holatidagi yoqilg‘ilarning tashkil etuvchilarini ikkita guruhga bo‘lish mumkin:

1) *yonuvchi* (CO , H_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , H_2S);

2) *yonmaydigan* (CO_2 , H_2O , SO_2 , N_2 , O_2).

CO - uglerod oksidi, inson organizmiga ta’siri kuchli bo‘lib, havodagi ruxsat etilgan miqdori 0,02 mg/l. Yonuvchi gaz tarkibida 30 % gacha bo‘ladi.

H_2 - vodorod, juda yengil gaz, portlash uchun xavfli, masalan, koks gazining 60 % ni tashkil qiladi.

CH_4 - metan, havodan yengil gaz bo‘lib, tabiiy gazda 98 % gacha, koks gazida 30 % gacha, domen gazida 0,2 - 0,5 % gacha bo‘lishi mumkin.

C_2H_4 - etilen, koks gazining 3 % ni tashkil qiladi.

C_2H_6 (etan), C_3H_8 (propan), C_4H_{10} (butan) - og‘ir uglevodorodli ayrim gazlarda belgilangan miqdorda, tabiiy gazlarda cheksiz miqdorni tashkil etadi.

H_2S - oltingugurtli vodorod, havoda ruxsat etilgan miqdori 0,001% ga teng, yoqilg‘ida uning bo‘lishi zararli.

Gaz holatidagi yoqilg‘i tarkibidagi yonmaydiganlar keraksiz yuk hisoblanadi, ayniqsa CO_2 .

Yoqilg‘ining sifati tahlil yordamida baholanadi. Tahlil qilishning ikkita usuli mavjud: texnik va to‘liq tahlil.

Qattiq va suyuq yoqilg‘ilar texnik tahlil yordamida tekshirilib, tarkibidagi namlik, kul va uchuvchi moddalar miqdori topiladi. Koks qoldiqlarining xarakteristikasi va yoqilg‘i yonishidagi issiqlik aniqlanadi.

To‘liq tahlil yordamida yonuvchi yoqilg‘ining massadagi elementar tarkibi aniqlanadi.

1.2. Yoqilg'ini yonishidagi issiqlik

Yonishdagi issiqlik - issiqlik energiyasi miqdoriga, yoqilg'ining to'liq yonishi hisobiga hosil bo'ladi. Qattiq va suyuq yoqilg'ida 1 kg uchun gazsimon yoqilg'i 1 m³ da hisoblanadi.

Yoqilg'ining yonishi yuqori Q_{yu}^i va past Q_p^i issiqlikka bo'linadi. Tabiiy holatda yonish o'txonasida past harorat hosil bo'ladi. Sababi, yonish natijasida vodorodda suv bug'i hosil bo'ladi. Past va yuqori issiqlik orasida quyidagicha tenglik mavjud:

$$Q_p^i = Q_{yu}^i - 25,1(9H^i + W^i), \quad (1.14)$$

bu yerda $25,1(9H^i + W^i)$ - umumiy namlikning bug'lanishi uchun sarflangan issiqlik miqdori.

Yoqilg'ining yonishidan hosil bo'ladigan issiqlik miqdorini aniqlashning ko'pgina usullari mavjud. Ancha aniq qiymatni O.I. Mendeleyev aniqlab bergan:

$$Q_p^i = 339C^i + 1255H^i - 109(O^i - S^i) - 25,1(9H^i + W^i); \quad (1.15)$$

bu yerda 339; 1255; 109 - issiqlik effekti, bu qiymatlar 0,01 kg tashkil etuvchisiga taalluqlidir, kDj.

Gaz holatidagi yoqilg'ining yonishidan chiqqan issiqlik quyidagi formuladan topiladi (1.16):

$$Q_p^i = 126,6CO + 108,1H_2 + 360CH_4 + 614C_2H_4 + 637C_2H_6 + 905,5C_3H_8 + 231H_2S;$$

bu yerdagi sonli koeffitsient - yonuvchini tashkil etuvchi, bu 0,01 m³ yonuvchi gazga taalluqli qiymat, kDj. CO; H₂; CN₄ va boshqalar - gaz holatidagi yoqilg'i tarkibini tashkil etgan miqdorlar, %.

Hisob-kitoblar natijasida chiqqan ma'lumotlarni tenglashtirish uchun issiqlik texnikasi qurilmalarida - shartli yoqilg'i iborasi qabul qilingan. Shartli yoqilg'ining yonishidan chiqqan issiqlik $Q_{sh.yo.} = 2930 \text{ kDj/kg} = 29,3 \text{ MDj/kg}$ ga teng.

Yoqilg'ining sifatini baholashda kaloriya yoki issiqlik ekvivalenti qabul qilingan:

$$E_k = Q_p^i / Q_{sh.yo} \quad (1.17)$$

E_k - miqdori qancha katta bo'lsa, yoqilg'ining bahosi shuncha yuqori bo'ladi.

Ayrim zamonaviy qizdirish pechlarida ishlatiladigan yoqilg'ilar haqida qisqacha ma'lumot: domna gazida yoqilg'ini tashkil etuvchisi 25 - 28 CO, yonish issiqligi 3,6 - 3,9 MDj/m³.

Koks domna gazida 10 - 12% CO, 20 - 26 % H₂ bo'lib, issiqlik miqdori 8,4 - 11,0 MDj/m³ ga teng, bu gazlar uslubiy va kamerali pechlarda ishlatiladi.

Koks gazida 50 - 60 % H₂, 20 - 30% CH₄ - metan gazlari bo'lib, bu gazlardan chiqadigan issiqlik miqdori 16,5 - 17,5 MDj/m³ ga teng, bu gaz uslubiy pechlarda ishlatiladi.

Tabiiy gazda 98 % CH₄ (metan) bo'lib, bu gazdan chiqadigan issiqlik 33 - 43 MDj/m³ ga teng, bu gazlar barcha qizdirish pechlarida ishlatiladi.

Mazutda 80 - 84 % Cⁱ va 10 - 14 % Hⁱ bo'lib, yonganda issiqlik chiqarish darajasi 39 - 40 MDj/m³, barcha qizdirish qurilmalarida ishlatilishi mumkin.

Yoqilg'ining yonish shartlari

Yoqilg'ining yonishi uni tashkil etuvchilarining oksidlanishiga bog'liqdir. Ulardan esa issiqlik ajralib chiqadi. Har qanday yoqilg'ining tashkil etuvchilari o'zining yonish haroratiga ega.

Yoqilg'ini yonishi uchun quyidagi shartlar bajarilishi zarur:

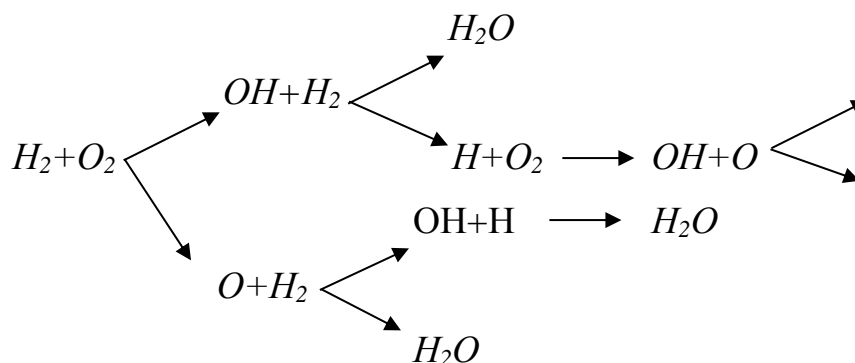
- 1) alanga hosil bo'lishi uchun yoqilg'ini tashkil etuvchilarning yonish haroratiga yetadigan darajada issiqlik sarf qilinadi;
- 2) yoqilg'i kislorod bilan aloqaga tez kirishishi shart, yuzadagi aloqa qancha ko'p bo'lsa, yoqilg'i shuncha shiddat bilan yonadi;
- 3) yoqilg'i alangalanganda kimyoviy reaksiyaga kirishib, oksidlanishi kerak;

4) qattiq yoqilg‘i sifatli yonishi uchun o‘txonada hosil bo‘layotgan kul miqdorini kamaytirib turish zarur. Kulning ko‘payishi yoqilg‘i bilan kislorodni aloqaga kirishish imkoniyatini kamaytiradi.

Yonuvchi mahsulotlarning tarkibi va miqdorini aniqlash, alangalanish harorati

Рус олимиди akademik N.N. Semyonov o‘z yordamchilari bilan yonishning aktiv markazini tashkil etuvchi zanjirli reaksiya nazariyasini yaratdi. Zanjirli reaksiyaning tezligi molekulyar reaksiya tezligidan 100.000 marotaba tezdir. Zanjirli reaksiya tarmoqlanmagan va tarmoqlangan bo‘limga ajraladi.

Masalan, vodorodning yonishi boshqa gazsimon yoqilg‘i singari tarmoqlangan zanjirli reaksiya hosil qiladi. Vodorodning oksidlanishini sxema ko‘rinishida quyidagicha ifodalash mumkin:



Qayerda molekula hosil bo‘lsa, shu yerda zanjir uzilishi hosil bo‘ladi. Qayerda vodorod atomi yoki radikal hosil bo‘lsa, zanjir davom etadi.

Yonish jarayonini tashkil qiluvchi hajm alanga deb ataladi. Alanga uni hosil qiluvchi moddalar konsentratsiyasi va haroratning oshishi bilan hosil bo‘ladi.

Alanga uzunligi pechning ishchi qismi uzunligiga mos kelishi, bunda esa yoqilg‘ining yonish jarayonida ishchi hajmi yonib bo‘lishi kerak.

Gazning yonishi kinetik va diffuzion (singish) bo‘lishi mumkin. Kinetik yonish gaz - havo aralashmasidan hosil bo‘ladi. Metallurgik pechlarda diffuzion yonish hosil bo‘ladi.

Har qanday yoqilg‘i minimal va maksimal (yuqori) alangalanish imkoniyatiga ega. Masalan, vodorod (H_2) gazining minimal yonishi 4,00 % ga maksimal yonishi 74,20 % ga teng, 70,20 % maydonida yonish harorati 530 – 590 °C ga teng.

Uglerod oksid (CO) gazi 12,50 - 74,30 % oralig'ida alanganadi, 61,80 % da o't maydonini 610 – 658 °C haroratgacha qizdiradi.

Metan (CH_4) gazi 5,0 – 15 % alanganadi, o't maydonini 645 - 850 °C haroratgacha qizdiradi.

Etan (C_2H_6) gazi 3,22 - 12,45 % oralig'ida alanganadi, 9,23 % da o't maydonini 530 – 554 °C haroratgacha qizdiradi.

Propan (C_3H_8) gazi 2,73 - 9,50 % oralig'ida alanganadi, 7,13% da o't maydoni 530 – 588 °C haroratgacha qizdiradi.

Gaz aralashmasi yaxshi yonishi uchun Le Shatelye qonuniyatidan foydalaniladi:

$$Z^{sh} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots}{\frac{P_1}{Z_1} + \frac{P_2}{Z_2} + \frac{P_3}{Z_3}} \quad (1.18)$$

bu yerda Z^{sh} - qizdiralayotgan pastki yoki yuqori yonish qiymati, %;

Z_1, Z_2, Z_3 - alohida yonuvchi gazga bog'liq bo'lgan yonish qiymati;

P_1, P_2, P_3 - ishlab chiqarish gazidagi alohida yonuvchi modda miqdori, %.

Masala. Quyidagi tarkibdan: $H_2 = 56$ %, $CH_4 = 24$ %, $CO = 7$ %, $C_2H_4 = 3$ %, $CO_2 = 3$ %, $H_2O = 1$ %, $N = 6$ % dan tashkil topgan koks gazi yonishining pastki va yuqori oralig'ini aniqlag.

Yechish. (1.18) формула ёрдамида *koks gazi yonishining pastki va yuqori oralig'ini ҳисоблаб топамиз:*

$$Z^{yu} = \frac{56 + 24 + 7 + 3}{\frac{56}{74,2} + \frac{24}{15} + \frac{7}{74,3} + \frac{3}{28,6}} = 36,3 \%$$

$$Z^p = \frac{56 + 24 + 7 + 3}{\frac{56}{4} + \frac{24}{5} + \frac{7}{12,5} + \frac{3}{2,75}} = 4,38 \%$$

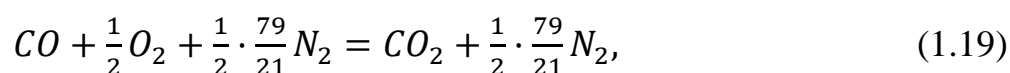
Хулоса, юқорида таркибдаги кокс газини алангаланишда юқори 36,3%, пастки 4,38 % даражада алангаланиши маълум бўлди.

1.3. Havo va yoqilg'ining sarfini aniqlash

Havoning sarfini aniqlash

Yoqilg'ini tashkil etuvchilarning yonishi uchun zarur bo'lgan havo miqdori nazariy havo sarfi deyiladi, bu havoni hosil qiluvchi kislorod - kislorodning nazariy sarfi deyiladi.

Masalan, 1 m^3 CO gazining yonishini muvozanatlashni quyidagi tenglik asosida yozish mumkin:



Kislorodning nazariy sarfi: $Q_{2n} = 1/2 m^3/m^3$, havoning nazariy sarfi $v_h = \frac{1}{2}O_2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{79}{21}N_2 = 2,33 m^3/m^3$ usul bilan topiladi, bu yerda 79 - quruq havodagi azotning miqdori, %;

21 - quruq havodagi kislorodning miqdori, %.

Nazariy havo sarfi bilan yonuvchi gazning yonish jarayoni to'liq amalga oshmaydi, shuning uchun yonish maydoniga yetmagan qoldiq havo sarfining nazariy sarfga nisbati havo sarfining koeffitsienti deb ataladi va uni quyidagicha yozish mumkin:

$$n = L_q/L_n. \quad (1.20)$$

Nazariy havo sarfida $n = 1$ ga teng bo'ladi. Turli xil yoqilg'ida havo sarfining koeffitsienti turlichadir: qattiq yoqilg'ida 1,2 - 1,4; suyuq yoqilg'ida 1,25 - 1,35; gazsimon yoqilg'ida 1,05 - 1,2.

Agar $n > 1$ bo'lsa, yoqilg'i mahsulotlarining yonishi ta'minlanadi, qoldiq kislorod va barcha azot bu alangada oksidlovchi hisoblanadi.

Shuni ham hisobga olish kerakki, agar yoqilg'i issiqlikni ta'minlovchi sifatida qabul qilinsa, u holda $n > 1$, agar suyuq yoki qattiq yoqilg'i yonishi gazlashtirish uchun ishlatilsa, u holda $n < 1$ bo'lishi zarur.

Yoqilg'ining sarfini aniqlash

Pechlarning ishlash ko'rsatkichi turli sharoitda ishlash vaqtida idishdagi yoqilg'ining solishtirma va umumiy sarfiga bog'liqdir.

Yoqilg'ining solishtirma va umumiy sarfi quydagi usul bilan topiladi:

1. *Shartli yoqilg'ining solishtirma sarfini hisoblash:*

a) o'rtacha issiqlik ta'siri va ishlash davri ma'lum bo'lganda:

$$Y = \frac{Q_{orr} \cdot \tau}{29,3m}, \quad (1.21)$$

bu yerda m - qizdirilishi zarur bo'lgan metallning og'irligi, t ;

29,3 - shartli yoqilg'ining yonish issiqligi, kJ/kg ;

Q_{orr} - o'rtacha issiqlik ta'siri, MVt .

b) gaz sarfi - G ma'lum bo'lganda:

$$Y = \frac{GQ_p^g}{29,3m}, \quad (1.22)$$

d) pechni qizdirishda aralash yoqilg'idan foydalanib, ularning sarfi ma'lum bo'lganda:

$$Y = \frac{GQ_p^g + MQ_p^m}{29,3m}, \quad (1.23)$$

bu yerda M - mazutning sarfi.

e) gaz yoki gaz va mazutning sarfini aniqlash, $m^3/soat$ ($kg/soat$);

f) shartli yoqilg'i sarfi ma'lum bo'lganda:

$$G = \frac{Y \cdot m \cdot 29,3}{Q_p^g \cdot \tau}, \quad M = \frac{Y \cdot 29,3}{Q_p^g \cdot \tau}, \quad (1.24)$$

Кўриб чиқилган бўлимлар ва уларни ҳисоблаш формулалари yoqilg'ining solishtirma va umumiy sarfi ҳисоблашни тўлиқ таъминлайди.

Yoqilg'ini yonishini hisoblash

Yoqilg'i yonishini hisoblashning qiyidagi usullari mavjd:

- 1) amaliy usul;
- 2) analogik hisoblash usuli;
- 3) jadval usuli;
- 4) grafik usuli.

Yoqilg'ining yonishini hisoblash pechga ventilyator orqali keluvchi havoni V_h va pechda yig'ilgan, dimiqqan gazlarning chiqish kanallarini V_d hisoblashdan, undan tashqari yonish haroratini aniqlashdan boshlanadi.

Yonish hisobining to'g'riligini tekshirish uchun yonish materialining balansi tuzib olinadi (1-jadval).

Yonishning material balansi:

Berildi, <i>kg</i>	Olindi, <i>kg</i> :
Mazutda: 100,0	CO_2 $7,0 \times 44 = 308,0$
Havoda: O_2 $12,825 \times 32 = 410,4$	H_2O $6,578 \times 18 = 118,40$
N_2 $48,725 \times 28 = 1364,3$	SO_2 $0,020 \times 64 = 1,28$
	N_2 $48,735 \times 28 = 1364,58$
	O_2 $2,565 \times 32 = 82,08$
	Mazutda kul 0,40
	Jami: 1874,74
Jami: 1874,7	Bog'lanmaganligi - 0,04
	Jami: 1874,74

Masalan, 1.1-jadvalda tabiiy gaz yonishini ta'minlovchi ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, hisoblash 100 m^3 gaz uchun bajarilganda, havo sarfi quidagicha hisoblanadi:

$$L_a = (236,4 \times 100)/21 = 1125,6 \text{ m}^3.$$

Solishtirma sarf: $v_h = 11,256$; $v_d = 12,27$.

$n = 1,25$ da mazutli yonishni hisoblash

Tarkibi, kg (<i>kmol</i>)	Yonish reaksiyasini boshqarish	O_2 sarfi, <i>kmol</i>	Yonish mahsulotlari, <i>kmol</i> (%)					
			CO_2	H_2O	CO_2	N_2	O_2	Yig'indi
C^i 84,00 (7,000)	$C + O_2 = CO_2$	7,000	7,000	-	-	-	-	7000
H^i 13,00 (6,500)	$H + 1/2O_2 = H_2O$	3,250	-	3,250	-	-	-	3,250
O^i 0,32 (0, 010)	-	-0,010	-	-	-	-	-	-
S^i 0,64 (0,020)	$S + O_2 = SO_2$	0,020	-	-	0,020	-	-	0,020
W^i 1,36 (0,078)	-	-	-	0,078	-	-	-	0,0078
N^i 0,28 (0,010)	-	-	-	-	-	0,010	-	0,010
$A^i - 0,40$								
100,00	$n = 1$	10,260						
	$n = 1,25$	12,825	havodan	havodan		48,725	2,565	51,290
			7,000	6,578	0,020	48,735	2,565	64,898
			(10,80)	(10,15)	(0,03)	(75,06)	(3,96)	(100,00)

$n = 1,2$ bo'lganda tabiiy gazning yonishini hisoblash

Tarkibi, m^3	Yonish reaksiyasini boshqarish	O_2 sarfi, m^3	Yonish mahsulotlari, m^3 (%)				
			CO_2	H_2O	N_2	O_2	Yig'indi
CH_4 95	$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$	190	95	190	-	-	285,0
C_2H_6 2	$C_2H_6 + 3/2O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$	7	4	6	-	-	10,0
CO_2 1	-	-	1	-	-	-	1,0
N_2 2	-	-	-	-	2,0	-	2,0
			havodan	havodan	889,3	39,4	928,7
100	$n = 1,0$ bo'lganda	197,0	100	196	891,3	39,1	1226,7
	$n = 1,2$ bo'lganda	236,4	(8,2)	(16)	(32,6)	(3,2)	(100)

Yoqilg'ining yonish jarayonini jadallashtirish usullari

Yoqilg'ining yonishini jadallashtirish bir xil vaqtda yoqilg'ining sarf bo'lish miqdori bilan aniqlanadi. Yoqilg'i yonishini jadallashtirishning juda ko'p tarqalgan turlari mavjud:

1. Yoqilg'i sirtqi yuzasining oksidlanish miqdorini o'stirish;
2. Yoqilg'ining yonish haroratini oshirish;

3. Ta'siri kuchli moddalar miqdorini o'stirish.

Qattiq yoqilg'i sirtqi qatlamida oksidlanishni oshirish uchun yonish maydoniga tashlashdan oldin, uni maydalash kerak. Shunda yoqilg'iga havo ta'sir qiladi. Suyuq yoqilg'i o'txonaga purkash usuli bilan yuboriladi, purkash darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, yoqilg'ining yonish jadalligi shunchalik katta bo'ladi.

Yoqilg'ining yonishiga ta'siri kuchli moddalar miqdorini oshirish uchun, shunga mos keluvchi havo sarfini to'g'ri tanlash zarur, minimal ruxsat etilgan ortiqcha havo sarfidan oshmaslikka harakat qilish kerak. Undan tashqari ta'sir qiluvchi modda miqdorini ortiqcha oshirib yuborish havoni kislorod bilan to'yintirishni hosil qiladi. To'yinish darajasi qanchalik katta bo'lsa, yonish reaksiyasining tezligi ortadi va yoqilg'ining yonish jadalligi shunchalik yuqori bo'ladi. Yuqori ko'rsatkichda havoning kislorod bilan to'yinish darajasining oshishi pechda olovbardoshlilikka, chidamlilikka salbiy ta'sir ko'rsatadi. Hozirgi vaqtda havo bilan kislorodning to'yintirish darajasi 30 % gacha yetgan.

Yoqilg'ining yonish haroratini oshirish hamma jarayonlarni jadallashtirish bilan amalga oshadi.

Yoqilg'ining yonish harakatini hisoblash uchun quyidagilarni bilish lozim:

- ✓ solishtirma havo sarfini aniqlash;
- ✓ alanganuvchi mahsulotning solishtirma miqdorini aniqlash;
- ✓ yoqilg'ining yonish haroratini aniqlash.

Amaliy topshiriqlar

1 - topshiriq. Toshli bo'laklarning organik massasi quyidagilardan tashkil topgan $C^o = 85 \%$, $H^o = 8 \%$, $O^o = 6,5 \%$, $N^o = 0,5 \%$. Agar ishchi yonilg'i tarkibida $S^{sh} = 0,6 \%$, $A^q = 7 \%$, $W^i = 5 \%$ ga teng bo'lsa, shartli yonuvchi va quruq massa tarkibini aniqlang.

2 - topshiriq. Tarkibida $C^i = 85 \%$; $H^i = 11,6 \%$; $O^i = 0,5 \%$; $N^i = 0,3 \%$; $S^i = 0,5 \%$; $W^i = 1,6 \%$; $A^i = 0,5 \%$ bo'lgan mazut yonilg'ining yonishidan chiqadigan issiqlik darajasini hisoblang.

3 - topshiriq. O‘tinda $Q_p^{o'} = 12,57 \text{ MDj/kg}$, tosh bo‘lagida $Q_p^{t.g} = 29,3 \text{ MDj/kg}$, mazutda $Q_p^m = 40,7 \text{ MDj/kg}$, koks gazida $Q_p^{k.g} = 17,59 \text{ MDj/kg}$, tabiiy gazda $Q_p^{t.g} = 36,045 \text{ MDj/m}^3$ issiqlik bo‘lsa, kaloriya ekvivalentligini toping.

Bir tonna metallni qizdirish uchun, agar birinchi pech 210 m^3 domna koks gazini sarflaganda isitish miqdori $Q_p^i = 925 \text{ MDj/m}^3$ ga teng bo‘lsa, ikkinchi pech 110 m^3 koks gazini sarflagandagi isitish miqdori $Q_p^i = 17 \text{ MDj/m}^3$ ga teng bo‘lsa, uchinchi pech 45 m^3 tabiiy gazni sarflaganda isitish miqdori $Q_p^i = 40 \text{ MDj/m}^3$ ga teng bo‘lsa, iqtisodiy samaradorlikda ishlovchi pechni hisoblang.

Nazorat savollari:

1. Yoqilg‘iga qanday talablar qo‘yiladi?
2. Yoqilg‘i qanday xususiyatlarga ega?
3. Yoqilg‘i qanday elementlar tarkibidan tuzilgan?
4. Yoqilg‘ida C, H, O, A, W lar qanday rol o‘ynaydi?
5. Koks gazi tarkibini tushuntiring?
6. Yoqilg‘yonishi uchun qanday shartlar bajarilishi zarur?
7. Yuqori va past issiqlik orasida qanday bog‘liqlik bor?
8. Tabiiy gaz haqida tushuncha bering?
9. Mazit yoqilg‘isi haqida ma’lumot bering?
10. Alanga deb nimaga aytiladi?
11. Metan, etan, propan gazlarining minimal va maksimal alangalanishi haqida tushuncha bering?
12. Gazni yaxshi alangalanishi uchun qanday qonuniytni bilasiz?
13. Yoqilg‘i sarfi qanday hisoblanadi?
14. Nazariy havo sarfi deb nimaga aytiladi?
15. Har xil yoqilg‘i uchun havo sarfining koeffitsientini ayting?
16. Yoqilg‘i solishtirma va umumiy sarfi qanday hisoblanadi?
17. Yoqilg‘i yonishini hisoblashning qanday usullarini bilasiz?
18. Yoqilg‘i yonishi jarayonini jadallashtirishning qanday usullarini bilasiz?

2. ISSIQLIKNI UZATILISHI

2.1. Konvektiv va nurli issiqlik almashinuvi

Issiqlik uzatish to'g'risida tushuncha

Issiqlik uzatishning uch xil turga ajratiladi, ya'ni issiq o'tkazuvchanlik, konvektiv va nurlanish. Issiqlik uzatilishida haroratning jism tizimiga yoki ichiga tarqalishning muammolari tadqiqot qilinadi. Bizga ma'lumki issiqlik uzatish jarayoni haroratning jismga ta'siri hisobi sodir bo'ladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik – issiqlikning bir jismdan ikkinchi jismga o'tishi, bu jismlarda ardo haroratlarining farqi bo'lganligi sababli hosil bo'ladi, makrozarrachalarni o'tish holatlari kuzatiladi.

Gazlar – bunday yoqilg'ida issiqlik o'tkazuvchanlik, bir molekulalarning boshqalariga o'zining kinetik energiyasini uzatish hisobiga.

Metallarda – elektron o'tkazish.

Dielektriklarda – atom yoki molekulalarni bog'lanish tebranishlarini hisobiga issiqlikni o'tishi.

Issiqlik uzatishning issiqlik o'tkazuvchanlik bilan uzatilishi gomogen qattiq jismlar uchun xarakterlidir. Gaz va suyuq yoqilg'alarda odatda konvektiv va nurlanish issiqlik uzatish hosil bo'ladi va ularni ta'siri bir vaqtida ro'y beradi. Shaffof jismlarda issiqlik o'tkazuvchanlik faqqat nurlanish orqali ham uzatiladi.

Konvektiv issiqlik almashinuvi

Konvektiv issiqlik almashinuvi - harakatlanayotgan suyuqlik yoki gazlarning qizigan joylarini sovuq joylariga mexanik ravishda o'tkazishdagi holati tushuniladi. Suyuqliklarda konvektivdan tashqari issiqlik o'tkazuvchanlik bilan issiqlik uzatiladi. Masalan suyultirilgan metallarda issiqlik o'tkazuvchanlikni hosil bo'lishi katta ahamiyatga ega.

Suyultirilgan eritmani qattiq jismga issiqlik oqimi ta'siriga angliya olimi Isaak Nyuton quyidagi formulani taklif etgan:

$$Q = \alpha F (t_n - t_d), Vt \quad (2.1)$$

bu erda α – konvektiv issiqlik uzatish koeffitsienti $Vt / m^2 \cdot K$;

F – issiqlik almashinuvida qatnashuvchi devor yuzasi, m^2 ;

t_n – oqim harorati, K ;

t_d – devor harorati, K .

Asosiy qiyinchilik konvektivning α - issiqlik uzatishning hisoblanishi uchun juda ko'p ko'rsatkichlarni (suyuqlikning qovushqoqligi, suyuqlikni qattiq jismga aylanib o'tishi, shakl va o'lchamlari, issiqlik o'tkazuvchanlik xodisasi) $\frac{1}{\alpha F}$ - qiymati tashqi issiqlik qarshiligi deb hisoblanadi. Shuning uchun (2.1) formulani quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Q = \frac{t_n - t_c}{R_c} \cdot Vt \quad (2.2)$$

Nurli issiqlik almashinuvi

Issiqlik nurlanishi – katta energiyali atom va molekulalarning statsionar holatidan, atrof muhit haroratidan qat'iy nazar, boshqa kichik energiyali statsionar holatga o'tishi bilan bog'liq.

Nurli issiqlik uzatishda ikkita tana bir-birini to'rtinchi darajada intensivlik proporsional ravishda haroratga ega nurlanish bilan qizdiradi va atrof muhit haroratiga bog'liq bo'lmaydi. Natijaviy issiqlik oqimi qaysi jismni harorati past bo'lsa shu jism orqali o'tib ketadi.

Nurlanish issiqligi – atom va molekulalarning biri katta energetik statsionar holatidan va kichik energiyali statsionar holatga kvant o'tishiga aytiladi va bu atrof muhit haroratiga bog'liq emas (Quyosh → Er).

Ikki jismning nurli issiqlik almashinuvi bir - birini nurlantiradi. Nurlanish intensivligi haroratlarning to'rtinchi darajasiga proporsionaldir. Issiqlik qaysi jismning harorati past bo'lsa shu jism orqali o'tib ketadi:

$$Q_{12} = \sigma_{nur} (T_1^4 - T_2^4) F, Vt \quad (2.3)$$

bu erda F – nurlanuvchilarning o'zaro sirti maydoni; m^2 ;

T – harorat, K ;

Q_{12} – birinchi jismning ikkinchi jismga o‘tkazayotgan issiqlik oqimi, Vt ;

σ_{nur} – nurlanishning keltirilgan koeffitsienti, $Vt/m^2 \cdot K^4$.

2.2. Qattiq jismlarda issiqlik o‘tkazuvchanligi

Qattiq jismlarda issiqlik o‘tkazuvchanlik tushunchasi

Qattiq jismlarda issiqlik o‘tkazuvchanligi bir jism va izotrop tanalar misolida ko‘rib chiqiladi. Issiqlik o‘tishi qattiq jismda harorat butun hajm bo‘yicha vaqt oralig‘ida doimo o‘zgarib turadi. Vaqt birligi ichida haroratning butun jismdagi nuqtalardagi holat harorat maydoni deb nomlanadi.

Bir tekisda bo‘lgan issiqlik o‘tkazuvchanlikning asosiy vazifasi haroratni taqsimlanishi va qattiq jismlarda issiq oqimini topishdan iborat.

Notekis holatidagi issiqlik o‘tkazuvchanlik – haroratlar maydoni vaqt ichida o‘zgarib turadi, ya’ni jism qiziydi yoki soviydi. Notekis issiqlik o‘tkazuvchanlikning vazifasi ayni vaqtdagi haroratni aniqlashdan iborat. O‘rganilayotgan formulalar qizish va sovish uchun mo‘ljallangan.

Tekis harorat maydonida qizdirish

Qizdirish holatida, jismning harorati hamma nuqtalarda bir xilda bo‘ladi. Amalda bu holat yaxshi aralashadigan suyuqliklar yoki issiqlik o‘tkazuvchanligi juda yuqori koeffitsientga ega yupqa jismlarga ta’luqli. Stark formulasiga asosan qizdirish vaqti quydagicha hisoblanadi (2.4):

$$\int_0^\tau d\tau = \frac{Ms}{\sigma_{nur}F} \int_{T_n}^T \frac{dT}{T_s^4 - T^4},$$
$$\tau = \frac{Ms}{\sigma_{nur}F} \cdot \frac{1}{T_s^3} \left[\left(\ln \frac{1+\frac{T}{T_s}}{1-\frac{T}{T_s}} + 2 \operatorname{arctg} \frac{T}{T_s} \right) - \left(\ln \frac{1+\frac{T_n}{T_s}}{1-\frac{T_n}{T_s}} + 2 \operatorname{arctg} \frac{T_n}{T_s} \right) \right].$$

Notekis holatidagi harorat maydonida jismlarni qizdirish

Notekis holatidagi harorat maydonida jismlarni qizdirish turdagi qizdirish usuli boshqa holatlarga qaraganda ko‘proq uchraydi. Agar po‘lat eritmani pechga joylashtirilsa, ma’lum vaqtdan so‘ng uning ustki qatlamlarining harorati sekin

astalik bilan orta boradi. Jismning butun tanasi bo‘ylab haroratning notekis taqsimlanishi holati yuzaga keladi. Vaqt oralig‘ida bu holat o‘zgaradi, ya’ni ichki qatlam harorati ortadi va shu tarzda jismni butun tanasi bo‘ylab harorat ham o‘zgaradi. Haroratning o‘tkazuvchanlik koeffitsienti $A = \frac{\lambda}{SP}, \frac{m^2}{r}$, notekis holatidagi jarayonlarda haroratning o‘zgarish tezligini xarakterlaydi.

Haroratni o‘tkazuvchanligi jismning issiqlik energiyasini ko‘rsatib beradi, ya’ni issiqlik o‘tkazuvchanligi qancha katta bo‘lsa, shuncha jismning haroratining ortishi tezroq hosil bo‘ladi (sirtidan - markazga qarab), issiqlik sig‘imi qancha katta bo‘lsa haroratning ortishi ham shunchalik sekinlashadi. Bu masalani, hattoki eng oddiy sharoitlardagi shartlar bo‘lganda ham analitik usul bilan echish juda ham murakkabdir. SHuning uchun notekis holatidagi issiqlik o‘tkazuvchanlikda texnik hisob jadvallari va tuzilgan grafiklar yordamida echiladi. Miqdoriy hisoblarni kamaytirish uchun ularni miqdorsiz guruhlariga biriktirilib ishlanadi, bunda o‘xshash nazariyalardan foydalaniladi.

Tenglama va chegara shartlarini miqdorsiz kattaliklarga keltirib, kattaliksiz harorat uchun quyidagi formulaga ega bo‘lamiz:

$$Q\varphi\left(A, T \frac{x}{s}\right); Q = \varphi\left(\frac{as}{\lambda}, \frac{a\tau}{s^2}, \frac{x}{s}\right). \quad (2.5)$$

bu erda A - miqdorsiz issiqlik uzatish koeffitsientini;

$$\frac{as}{\lambda} = Bi - BiO \text{ mezoni};$$

T – miqdorsiz vaqt;

$$\frac{a\tau}{s^2} = fo - Fure \text{ mezoni}.$$

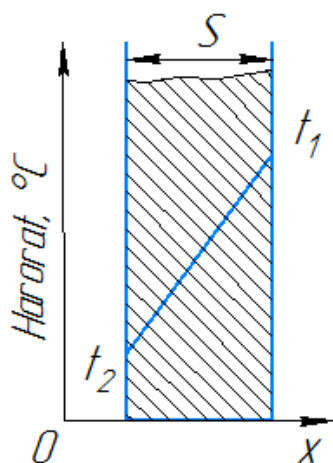
Qoplamalarda issiqlik almashinishini hisoblash

Hamma turdagi issiqlik uzatilishining umumiy afzalligi qizdiruvchi va qizuvchi tana orasida issiqlik almashinuvidagi issiqlikning uzatilishiga bog‘liqdir. Bizga ma’lumki issiqlik manbaidan mahsulotga harorat ikki uslubda o‘tadi. Birinchi harorat konvektiv yo‘li bilan, ikkinchisi esa nurlanish yo‘li bilan o‘tishidir. Haroratning konvektiv usulida o‘tishi qizdiruvchi muhit bilan mahsulotning sirti bir-

biriga tegib turganda muhit zarrachalarining issiqlikdan harakat qilishi hisobiga sodir bo‘ladi. Issiqlikning nurlanish yo‘li bilan o‘tishi muhit va mahsulot haroratlari orasidagi farqqa to‘g‘ri proporsionaldir. Demak, qizdiruvchi muhit harorati qanchalik yuqori bo‘lsa, mahsulotga issiqlik o‘tishi ham shunchalik kuchli bo‘ladi. Past (650 °C gacha bo‘lgan) haroratlarda mahsulot sekin, asosan, konvektiv hisobiga qiziydi. Qizdirish paytidan boshlab mahsulot tez, asosan, nurlanish issiqligi hisobiga qiziydi. Shu sababli mahsulotni past haroratgacha qizdirish uchun ketgan vaqt yuqori haroratgacha qizdirish uchun ketgan vaqtdan ancha ko‘p bo‘ladi.

Agar pech devorini qizdirish uchun kerak bo‘lgan elementni oladigan bo‘lsak, unda ichki qismdagi t_1 harorat ishchi holatga yetguncha to‘xtovsiz oshib boradi (2.1-rasm).

Pech ish jarayonining oshib borishi bilan devorning hamma nuqtasida va har qaysi kerakli nuqtada harorat bir xilda bo‘lib boradi va vaqti kelib o‘zgarmas holatga keladi. Bu esa muqarrar issiqlik almashinuvini ta‘minlaydi. Temir bo‘laklari va zagotovkalarini qizdirishda ichki qismga nisbatan yuza qism tez qiziydi. Shuning uchun bu metallni pechda ko‘proq vaqt ushlab turish lozim bo‘ladi, bu esa qizdirish vaqtini uzaytiradi va pechning ishlab chiqarish



2.1-rasm. Pech devorining elementlari

samaradorligini kamaytiradi.

Issiqlikning devor orqali o‘tishi quyidagi tenglik asosida ifodalanadi:

bir qatlamli devor uchun:

$$q_d = \frac{\lambda_t}{S} (t_1 - t_2), \text{ Vt/m}^2, \quad (2.6)$$

ko‘p qatlamli devor uchun:

$$q_t = \frac{1}{\frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{S_n}{\lambda_n}} (t_1 - t_2), \text{ Vt/m}^2, \quad (2.7)$$

$\lambda_t = \lambda_0 \pm bt_{o,r}$ bu yerda, b - har qanday aniq tana uchun doimiy koeffitsient;

λ_0 - 0 °C harorat uchun issiqlik o‘tkazish koeffitsienti.

Devor yuzasi bo‘ylab sarflanayotgan issiqlik miqdorini aniqlash uchun issiqlikning solishtirma sarfini yuzaning umumiy maydoniga ko‘paytirish kerak, ya’ni:

$$Q_t = q_t F, \quad (2.8)$$

Silindrik devor uchun issiqlik sarfi quyidagi formuladan topiladi:

bir qatlamli devor uchun:

$$q_t = \frac{2\pi l \lambda}{\ln \frac{r_1}{r_2}} (t_1 - t_2), \text{ Vt/m}^2 \quad (2.9)$$

ko‘p qatlamli devor uchun:

$$q_t = \frac{2\pi l \lambda}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{\lambda_3} \ln \frac{d_4}{d_3}} (t_1 - t_2) \cdot \text{Vt/m}^2 \quad (2.10)$$

Masala. Shamotli tekis bir qatlamli devori uchun $s = 0,5 \text{ m}$, $t_1 = 1400 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_2 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ va ikki qatlamli (devorni ichki qismi shamotli, tashqi qismi engil shamotli g‘isht) uchun $s_1 = 0,5 \text{ m}$, $s_2 = 0,065 \text{ m}$, $t_1 = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ bo‘lganda devor orqali sarf bo‘ladigan issiqlikni qiymatini aniqlang. Shamotli g‘ishtning bilan izolatsion qoplama orasidagi harorat $500 \text{ }^\circ\text{C}$, tashqi sirt yuzasidagi harorat $100 \text{ }^\circ\text{C}$ deb qabul qilamiz.

Echish. Mavzu oid ko‘rib chiqilgan formulalardan foydalanib berilgan holat uchun issiqlik o‘tkazish koeffitsient aniqlandi.

bir qatlamli devor uchun:

$$\lambda_{\text{sh}} = \lambda_0 + b t_{\text{o'r}} = 0,7 + 0,00064 \cdot 0,5(1400+200) = 1,21 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

ko‘p qatlamli devor uchun:

$$\lambda_{\text{sh}} = 0,7 + 0,00064 \cdot 0,5(1400+500) = 1,31 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

$$\lambda_{\text{qop}} = 0,116 + 0,00012 \cdot 0,5(500+100) = 0,152 \text{ Vt/(m}\cdot\text{K)};$$

Issiqlikning devor orqali o‘tishi quyidagi tenglik asosida hisoblanadi.

bir qatlamli devor uchun:

$$q_d = \frac{\lambda_t}{s} (t_1 - t_2) = \frac{1,21}{0,5} (1400 - 200) = 2640 \text{ Vt/m}^2$$

ko'p qatlamli devor uchun:

$$q_{qop} = \frac{1}{\frac{0,5}{1,31} + \frac{0,065}{0,152}} (1400 - 100) = 1610 \text{ Vt/m}^2$$

Xulosa, shunday qilib ko'rib chiqilgan pechni devorlaridagi qatlamidan sezilarli darajada issiqlik tashqariga sarf bo'larkan.

2.3. Olovbardosh ashyolar tasnifi va xossalari, turlari

Olovbardosh materiallar to'g'risida tushuncha

Olovbardosh materiallar deb, yuqori haroratda og'ir yuk ta'sirida hech qanday deformatsiyaga uchramaydigan, yuqori kimyoviy chidamli va pech gazlarini abraziv harakatlariga chidamli, kam miqdorda chang hosil qiluvchi materiallarga aytiladi.

Olovbardoshli materiallarning sifati ulardan pechning biror qismi yasalganda yuqori darajada qizishiga chidab berishidir, bu ularning samaradorligini belgilaydi.

Olovbardosh materiallar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- ✓ katta bosimga va yuqori haroratga bardoshli bo'lishi uchun yuqori mexanik puxtalikni hosil qilishi;
- ✓ haroratni tez o'zgarishida turli xil yoriqlar hosil qilmasligi;
- ✓ pech ichidagi gazlar va toshqollar bilan kimyoviy aralashmasligi;
- ✓ o'lchamini doim bir xilda saqlashi, ya'ni qiziganda kattalashmasligi, sovuqda kirishmasligi;
- ✓ tarkibida g'ovaklar kam bo'lishi zarur, g'ovakli olovbardosh materiallar, pechdagi gazlar ta'sirida yemirilishi mumkin;
- ✓ kam miqdorda issiqlikni o'tkazuvchanligini hosil qilish kerak, natijada pech devorlari orasidan yo'qotilayotgan issiqlik miqdorini kamaytirish imkoniga ega bo'lamiz;
- ✓ elektr o'tkazuvchanlik darajasini minimal darajada bo'lishi talab qilinadi.

Olovbardosh materiallar quyidagicha tasniflanadi:

1. Olovbardoshligi bo'yicha:

a) 1580 – 1770 °C haroratgacha chidamli bo'lgan olovbardosh materiallar sinfi;

b) 1770 – 2000 °C haroratgacha chidamli bo‘lgan yuqori olovbardosh materiallar sinfi;

d) 2000 °C haroratdan yuqori haroratga chidamli bo‘lgan olovbardosh materiallar sinfi.

2. Ishlab chiqarilish uslubiga ko‘ra:

a) tog‘lardan tabiiy qazib olib kelingan holatda;

b) mashinada qoliplangan va qo‘lda qoliplangan plastik holatda;

d) bog‘lovchi materiallar loy, qolip va boshqalarni qo‘shib, mexanik yoki materiallarni gidravlik presslar yordamida tayyorlangan yarim quruq kukunsimon holatdagi;

e) pnevmatik yoki elektromexanik zichlab tayyorlangan holatda;

f) elektr va boshqa pechlarda quyma usulida olingan holatda.

3. Termik ishlash usuliga ko‘ra:

a) pishirilgan, elektr yoki boshqa pechlarda belgilangan rejimda pishirilgan;

b) pishirilmagan.

4. Olovbardosh mahsulotlar o‘lchamiga va ko‘rinishiga qarab, bir qancha turlarga bo‘linadi:

a) me‘yoriy g‘isht (katta va kichik ko‘rinishda), to‘g‘ri va ponasimon (bo‘ylama va ko‘ndalang);

b) shakldor mahsulot (oddiy, murakkab, ancha murakkab);

d) yirik blokli shakldor mahsulotlar oddiy, murakkab, ancha murakkablar;

e) tajriba va ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan maxsus mahsulotlar (tigel tuba, trubka va boshqalar).

Pechlarni tuba va boshqa turdagi qurishda ishlatiladigan olovbardosh materiallar quyidagicha markalanadi: *Sh* - shamotli, *YSh* - yengil shamotli, *Ya* - yarim oksidlangan, *Dn* - dinasli (otashbardoshli).

Oksidlardan tuzilgan olovbardosh materiallar keng miqdorda ishlatiladi. Undan tashqari uglerodli materiallarning grafitli, kokslil va karbitli turlari ishlatiladi. Ular vazifasi bo‘yicha pechda tiklangan atmosferani hosil qiladi.

Olovbardosh materiallar tabiiy va sun'iy turlarga bo'linadi. Zamonaviy metallurgik pechlarda tabiiy mahsulotlardan tayyorlab olingan sun'iy materiallar ko'p miqdorda ishlatiladi. Olovbardoshlilarni tayyorlash uslubiga qarab, presslash va quyma turlarga bo'linadi. Ko'pgina hollarda pressli olovbardosh materiallardan foydalaniladi.

Olovbardosh materiallar xossalari

Kimyoviy tabiatiga ko'ra, olovbardoshlilar quyidagicha bo'lishi mumkin:

1. *Oksidlangan* - asosiy qismini SiO_2 (kremniy oksidi) tashkil qiladi. Masalan, tarkibida 92 - 97 % SiO_2 bo'lib, uning olovbardoshliligi 1670 – 1700 °C haroratni tashkil qiladi, termochidamliligi 1 - 3 issiqlik almashinuviga ega, zichligi 1900 - 2000 kg/m^3 ga teng bo'lib, pechlarni qizdirish bo'shliqlarida ishlatilishi mumkin.

2. *Shamotli olovbardosh material* - neytral olovbardosh tarkibida 38 - 40 % gacha Al_3O_2 (alyuminiy oksidi) va qolgan 58 - 60 % SiO_2 (kremniy oksidi) dan tuzilgan bo'lib, olovbardoshliligi 1650 °C haroratga teng, termochidamliligi 30 issiqlik almashinuviga ega, zichligi 1900 - 2100 kg/m^3 bo'lib, pechlardagi havoni chiqarish uchun o'rnatiladigan trubalarning bo'shliqlarida ishlatilishi mumkin.

3. *Sifatli loy - tuproqli g'isht (blok)* - qizdirish maydonining pol qismlarini tayyorlash uchun ishlatilishi mumkin, olovbardoshliligi 1690 - 1820 °C bo'lib, tarkibidagi Al_3O_2 qanchalik ko'p bo'lsa, uning yumshatish harorati shunchalik yuqori, yuqori issiqlikka chidamliligi - 100 issiqlik almashinuviga ega bo'lib, zichligi 2400 - 2800 kg/m^3 ga yaqin.

4. *Magnezitli g'isht* - tarkibida MgO (magniy oksidi) 89 - 94 % gacha bo'lib, olovbardoshliligi 1900 °C gacha, ammo pastroq haroratda ham 19,62 H/sm^2 yuk ta'sirida deformatsiyalanadi (1600 – 1650 °C), issiqqa chidamliligi 15 issiqlik almashinuviga ega, yuqori toshqol barqarorlikni hosil qiladi, shuning uchun qizdirish qurilmalarining zichligi 2600 - 3000 kg/m^3 ga teng.

Nazorat savollari:

1. Issiqlikni har xil devor orqali o'tishini hisoblash usullarini tushuntiring?
2. Tananing yuzasiga yuborilgan issiqlik nimalarga sarf bo'ladi?

3. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoniga tushuncha bering?
4. Turli xildagi yoqilg'ilarda issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonini tushuntiring?
5. Konvektiv issiqlik almashinuviga tushuncha bering?
6. Nurli issiqlik almashinuvi jarayonini tushuntiring?
7. Qattiq jismlarda qanday issiqlik o'tkazuvchanligi sodir bo'ladi?
8. Tekis harorat maydonidagi qizdirish jarayoni tushuntiring?
9. Notekis harorat maydonidagi qizdirish jarayoni tushuntiring?
10. Qoplamalarda issiqlik almashinishiga jarayoniga tushuncha bering?
11. Olovbardosh materiallar qanday talablarga javob berishi kerak?
12. Olovbardosh materiallar qanday shartlar asosida tavsiflanadi?
13. Olovbardosh materiallarning qanday turlari bor?
14. Olovbardosh materiallar haqida tushuncha bering?
15. Olovbardosh materiallarni xossalari tushuncha bering?

3. METALLNI QIZDIRISH

3.1. Metallni qizdirishda jarayonidagi o'zgarishlar

Metallni qizdirishda jarayoniga tushuncha

Bosim bilan ishlov berishda dastlabki metallarni qizdirish –zagotovkatni tayyorlash texnologiyasini eng asosiy qismlaridan bir hisoblanadi, bu jarayon - zagotovkani ishga bardoshlilik va sifatiga, metall sarfiga, energiya va ishlab chiqarish samaradorligiga ta'sir qiladi.

Qizdirish va deformatsiyalash o'zaro bog'liq jarayon hisoblanadi, birgalikda jarayoni amalga oshirish metallni mikro- va makrostrukturalariga ta'sir ko'rsatadi. Metallga harorat ta'sir etirish bilan bir qancha fiziko-kimyoviy jarayonlar: fazali va magnitli almashinuvlar, rekristallanish (yangi donalarni hosil bo'lishi va o'sishi), gomogenlash, kuyundi va uglerodsizlanish holatlari sodir bo'ladi.

Deformatsiyalanish natijasida metallni tashqi shakli bilan birgalikda ichki strukturaviy donachalarni shakli va o'lchamlari ham o'zgaradi. Ya'ni, qizdirilgan zagotovkani bolg'alach va prokatlashda natijasida ichki strukturasi makrotolali bo'ladi, shtamplashda natijasida zarur yo'nalishiga qarab o'zgarishi kuzatiladi.

Metallni qayta ishlashning muhim omil shundaki, ichki ishqalanish tufayli deformatsiya metall ta'sir qilayotgan haroratning ortishi bilan birga keladi, uning qiymati dastlabki qizdirish haroratiga nisbatan teskari qarama qarshidir. Misol uchun, agar metallni sovuq holatda bolg'alab deformatsiyalanishda uning harorati 300 dan 400 °C ortadi, metall 1100 dan 1200 °C haroratlarda oshishi 15 - 20 °C (bir xil darajadagi deformatsiyalar bilan) bo'ladi.

Shunday qilib, qizdirishning maqsadi shundanki, metallning mexanik xossasini o'zgartirish, unga yuqori plastiklikni ta'minlash va deformatsiyalanishga qarshiligini kamaytirishdir. Metallni issiq holatda deformatsiyalashda deformatsiyalanishga qarshlik sovuq holatga nisbatan 10 - 20 martaobaga kam bo'ldi. Metallarga berilgan issiqlik ta'siri uning elastik xususiyatlarini to'liq yo'qotishga, metallni qayta kristallanishiga va karbitlarni erish holatigi olib keladi, bu diffuziyalanish jarayonini tezlashtiradi.

Metallarni bosim ostida issiqlayin ishlov berishda rekristallanish va qaytish hisobiga ichki kuchlanish hosil bo‘ladi va yo‘q bo‘ladi (to‘g‘ridan to‘g‘ri deformatsiyalanishda jarayonida va uni tugalanishida).

Zagotovkani yuza qismidan o‘rta qismigacha issiqlikni o‘tkazishi issiqlik o‘tkazuvchanlik, issiqlik quvvati va zichligi bilan aniqlanadi.

Issiqlik o‘tkazuvchanlik – moddaning qizdirilgan qismlarini kamroq qizdirilgan qismlarga o‘tkazish qobiliyatidir. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsenti tanani 1 sm^2 maydoniga 1 soatda qancha djoul (Dj) qiymat miqdorda issiqlikni o‘tishini belgilaydi.

Toza temir uchun issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsenti $\lambda = 86 \text{ Wt/(m}\cdot\text{K)}$, 3X2V8F markali legirlangan po‘latlar uchun $\lambda = 10,6 \text{ Wt/(m}\cdot\text{K)}$ teng.

Metallni qizdirish davrida issiqlik o‘tkazuvchanlikni o‘zgarishi zagotovkalarini qizdrib bolg‘lashdagi texnologik jarayoni shaklantirish uchun asosiy amaliy ahamiyati mavjud. Yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikga ega bo‘lgan, metall va qotishmalarni yuqori haroratda qizdirish mumkin, chunki olovli maydon deforlaridan va olovdan olingan issiqlikni metall ichki qismga juda tez o‘tkazadi va zagotovkani butun tanasi etarli darajada tez qiziydi.

Issiqlik quvvati – 1 K bilan qizdirilganda tanaga so‘rilgan issiqlik miqdoridir. Metallning issiqlik quvvati uning kimyoviy tarkibiga va haroratiga bog‘liq. Metallning issiqlik quvvati qanchalik katta bo‘lsa, zagotovkani butun tanasi bo‘ylab haroratni tenglashishiga shuncha ko‘p vaqt talab qilinadi. Haroratni ko‘tarilishi bilan uglerodli po‘latlarni issiqlik quvvati ortadi. Legirlangan po‘latlarni issiqlik quvvati uglerodli po‘latlarnikiga nisbata past bo‘ladi.

Moddaning zichligi – hajmdagi bir birlikdagi qiymatni bildirib, qizdirish jarayoni sezilarli darajada ta’sir kursatadi. Zichlikni ortishi bilan zagotovkani butun tanasi bo‘ylab haroratning tenglashishi vaqti ortadi.

Bir tekisda qizdirilmagan holatida hosil bo‘lgan kuchlanish, haroratli yoki termik deb nomlanadi, bu holatda metallni tarkibida ichki kuchlanish holatini hosil qilmaslikga harkat qilish kerak, aks holatda yorilish, darz ketish nuqsonlari hosil bo‘lishi mumkin.

Birok, metallni qizdirishdagi eng kuchli havf qoldiq kuchlanish hisoblanadi, sovitish holatini to'g'ri tashkil qilmaslik natijasida va boshqa holatlarda hosil bo'lishi kuzatilgan.

Lekin, zamonaviy ishlab chiqarish korxonalaridan olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, bunday havfli kuchlanishlar holatida ham nuqsonlarni hosil qilmaslik mumkin, masalan, 200 mm gacha diametr o'lchamidagi kamuglerodli va o'rtauglerodli po'latlarni qoldiq kuchlanishlar holatiga kiritib, uni yorilish, darz ketish nuqsonlaridan ko'rqmasdan har qanday tezlikda qizdirish mumkin.

Metallni qizdirish davridagi hosil bo'ladigan nuksonlarni asosiy turlariga yuzalarida kuyundi hosil bo'lishi, uglerodsizlanish, kerakli holatgacha qizimaslik, kerakgidan ortiq darajada qizib ketish, kuyush va boshqa holatlarini keltirib o'tish mumkin.

Yuzada kuyishni – hosil bo'lishi, metallni havo bilan kimyoviy ta'sirlanishi natijasida hosil bo'ladi. Yuzada kuyish nuqsonini hosil bo'lish tezligi, pech gazining harorat tarkibiga, metallni qizdirish haroratiga, pechda ushlab turish vaqtiga, hamda metallning kimyoviy tarkibi va boshqalar ko'rsatkichlarga ham bog'liq bo'ladi.

Zamonaviy metallurgik ishlab chiqarishdan korxonalaridan olingan ma'lumotlarga qaraganda, metallni yuzasida kuyish nuqsonini sodir bo'lishi o'rtacha 4 % ni tashkil qiladi. Alangali pechlarda, ya'ni tabiiy gaz va mazut yoqilg'ilaridan foydalanilganda, qizdirayotgan metallning og'irligi bo'yicha yuza qismida 2,5 - 4 % gacha yuzada kuyish nuqsoni hosil bo'lishi kuzatilgan. Yuza kuyish nuqsonini kamaytirish uchun metallni qizdirish darajasini tezligini oshirish, nazoratlanuvchi muhitda metallni qizdirish va qizdirlilayotgan maydonni maxsus issiqdan saqlanuvchi qoplamalardan foydalanish maqsadga muvofiq deb hisoblangan.

Zagotovkani yuza qismida kuyishni eng katta shaklanishi 1000 °C harorat oralig'ida, yuza kuyishini jadallashi 1275 – 1375 °C harorat oralig'ilarida hosil bo'ladi, bu haroratlarda yuza kuyundi qismi eriydi, natijada metallni yuzasi qatlami kuyindidan tozalanadi. Zagotovka pechni yuqori haroratli alanganli ishchi qismida

ushlab turish vaqti qanchalik ko'p bo'lsa, yuza kuyishi nuqsoni shunchalik ko'p sodir bo'ladi.

Yonuvchi zagotovkalar tarkibi asosan CO_2 va H_2O dan iborat bo'lganligi uchun, pech atmosferasi oksidlanuvchi hisoblanadi.

Havo bilan birgalikda kirgan azot oksidlanishga diyarli ta'sir ko'rsatmaydi. Yonuvchi zagotovka tarkibida CO va H_2 miqdori 3 % ni tashkil qiladi va oksidlanishga ta'sir qilmaydi.

Yoqilg'i tarkibida CO va H_2 miqdori 12 % ga bo'lsa metallni oksidlanish kamayadi, 16,5 % ga etkazilsa oksidlanish hosil bo'lishi diyarli to'xtaydi.

Havo oqimining oshishi bilan oksidlanish darajasi ortadi, 0,95 - 1,2 % etganda ancha jadalashadi, 1,2 % bo'lganda normallasadi, buning sababi shu darajada po'latli zagotovka kerakgidan ortiq darajada kislorot bilan to'yinshi sodir bo'ladi. 0,95 dan kam bo'lganda pechning ishchi maydonidagi harorat keskin kamayib ketadi. Havo oqimida CO_2 mavjudligi oksidlanish tezligini oshiradi.

Po'latning tarkibida uglerod, nikel, kremniy, alminiy qanchalik ko'p bo'lsa, oksidlanish darajasini sodir bo'lishi shunchalik sekinlashadi.

Po'lat zagotovkalarni yuza qismlarida uglerodsizlanish nuqsonini sodir bo'lishi, yuqori haroratda qizdirilgan zagotovkalarni sirt qismlarda sodir bo'ladi, bu nuqson kuyindi nuqsoni hosil bo'lgan qismidan keyin sirt yuzalarda sodir bo'ladi, po'lat tarkibidagi uglerod elementini qisman kuyishi sodir bo'ladi. Uglerodsizlanish nuqsonini sodir bo'lish zagotovkani sirt qismini 0,2 - 2 mm chuqurlikgacha davom etadi. Uglerodsizlanish nuqson qatlamini sodir bo'lmasligi uchun, zagotovkalarni yuqori haroratlarda qizdirishdi pechning ishchi maydonida oksidlanuvchi bo'lmagan muhit hosil qilinshi va boshqa qo'shimacha choralarni qo'llash maqsadga movfiqdir.

Uglerodsizlanish jarayoni CO_2 , H_2O , H_2 , O_2 uglerosizlantiruvchi karbonat angidrid gazlari va metallardagi uglerod yoki Fe_3C temir karbidi bilan qarama-qarshi difuziyalanishni hosil qiladi. Jadal harakat po'latli zagotovkalarni 1000 °C harorat oralig'ida qizdirililganda sodir bo'ladi.

Metallni sifatiga ta'sir qiluvchi uglerodsizlanish nuqsoni, ayniqsa, o'zgaruvchan yuk ta'siri ostida ishlovchi qizdirib ishlov berilgan detallar uchun sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Uglerodsizlanish nuqsonini sodir bo'lishidan *Al, Co, W* elementlari saqlaydi, *Cr* va *Mn* elementlari to'xtatadi, *Si, Ni, V* elementlari ta'sir ko'rsatmaydi, po'latlarda uglerod miqdori qanchalik ko'p bo'lsa, uglerodsizlanish qatlami shunchalik chuqur bo'lishi kuzatilgan.

Metallni yuza qismida oksidlanish qatlami mavjud bo'lsa uglerodsizlanish jarayoni to'htatadi.

Metallni qizdirish vaqtida oksidlanish nuqsonini sodir bo'lishini kamaytirish, zagotovkalarini qizdirish davomiyligini kamaytirish yo'li bilan erishish mumkin (3.1-jadval), undan tashqari pechni yonish maydonida himoya qatlamlaridan foydalanish ham taklif qilinadi, natijada kuyindi nuqsonini hosil bo'lishini 1,5-2 martobagacha kamaytirishi kuzatilgan.

3.1-jadval

Po'lat zagotovkalarini 1200 °C haroratgacha qizdirishda hosil bo'ladigan kuyindi nuqsoniga qizdirish turini va davomiyligini ta'siri ($d = 50 \text{ mm}$)

Qizdirish turi	Qizdirish vaqti, <i>min</i>	Oksidlanishdagi yo'qotish, g/sm^3	Oksidlanish chuqurligi, <i>mm</i>	Oksidlanishdan yo'qotish nisbati, %
Alangali pechda, elektro qizdirishda;	13,5	0,0460	0,16	100,0
induksion qizdirish usulida;	2,5	0,0200	0,070	43,5
kontaktli qizdirish usulida	1,0	0,0125	0,045	27,0

Me'yorgacha qizimaslik

Qizdirish davomiyligini aniq belgilamaslik yoki kerкли harorat darajasida qizdirmaslik zagotovkani butun tanasi bo'yicha bir xilda qizmasligiga olib keladi, natijada zagotovkani o'rta qismini plastikligi qiymati yuza qismidagi qiymatga nisbatan past bo'ladi. Plastikligi past bo'lgan metallni deformatsiyalash natijasida

zagotovkada juda katta ichki kuchlanish hosil qiladi, natijada zagotovkada yorilish, darz ketish nuqsonlari shaklanishiga sabab bo'ladi.

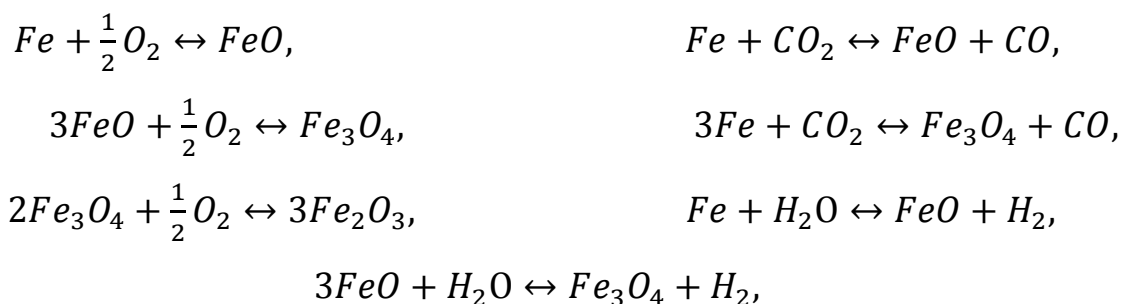
Me'yordan ortiq qizdirilish

Me'yordan ortiq qizdirilish – metall belgilangan qizdirish haroratidan (1200 - 1300 °C) ortib ketsa, po'latlarni ichki strukturasiidagi donachalarning o'lchamlari nisbatan yiriklashish holati sodir bo'ladi.

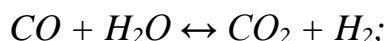
Yirik donachalarni shaklanishi metallni plastiklikni kamayishi bilan xarakterlanadi. Bu nuqsoni qo'shimcha qizdirish usuli bilan, ya'ni po'latli zagotovkani Ac_3 (yoki Ac_1) kitiritik nuqtadan 30÷50 °C yuqori haroratda qizdirilib havoda sovitish yoki bolg'alar yordamida kuchli bolg'alash usullari qo'llash yordamida yo'qotish mumkin. Haroratni yanada ko'tarish struktura donachalarni o'sishiga va sirt qismlarni chegaralarida oksidlanish nuqsonin sodir bo'lishiga sabab bo'ladi. Natijada donalar orasidagi bog'liqlik buziladi va zagotovkani bolg'alanish vaqtida uvalanib (maydalanib) ketishiga sabab bo'ladi. Bunday hodisa po'latda *o'ta kuyishi* deb nomlanadi. Bunday hosil bo'lgan nuqsonni qayta to'g'irlash imkoni mavjud emas, faqatgina bunday nuqson hosil bo'lgan zagotovkalar qayta ertilishga yuboriladi. O'ta kuyishni nuqsonini hosil bo'lish harorati aniqlash po'lat tarkibidagi uglerod va legirlanuvchi elementlar miqdori bog'liqdir. Ya'ni uglerod elementini miqdori 0,5 dan 1,5 % gacha o'zgarsa o'ta kuyish harorati 1350 dan 1140 °C gacha o'zgaradi. O'ta kuyish nuqsoni sodir bo'lishi, qizdirish texnologiyasini natijasi hisoblanib, po'latli zagotovkalarni yuqori haroratda belgilangan vaqtdan ortiq ushlab turilishi natijasida sodir bo'ladi.

Metallning oksidlanishi

Qizdirich pechlarda metallni qizdirish oksidlanishni hosil qilishi mumkin. Harorat qanchalik katta bo'lsa, oksidlanishning jadalligi shunchalik katta bo'ladi. Oksidlanish jarayoni pechning atmosferasidagi - O_2 , H_2O , CO_2 va O_2 oksidlantiruvchi gazlarni metallga kimyoviy ta'sir ko'rsatishi hisobiga sodir bo'ladi:



Agar pechda hamma gazlar bo'lsa u holda quyidagi reaksiya amalga oshadi:



Buning natijasida aralashma miqdorining nisbati hamda gaz aralashmasining oksidlantirish qobiliyati o'zgaradi. Pechlar atmosferasida oksidlovchi gazlardan tashqari, tiklovchi gazlar: H_2 , CO , CH_4 va betaraf gazlar H_2 uchraydi. Betaraf va tiklovchi atmosferada oksidlanish hosil bo'lmaydi.

Po'latlarning oksidlanishidan quyidagi oksidlar FeO , Fe_3O_4 va Fe_2O_3 metall kuyindisi hosil bo'ladi.

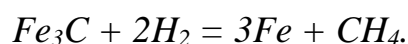
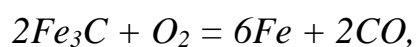
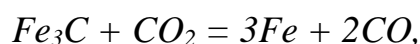
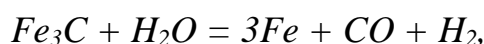
Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, metallning tashqi qismida Fe_2O_3 , keyin Fe_3O_4 , undan so'ng esa FeO va toza temir bo'ladi. Bundan ko'rinib turibdiki, kuyindilarning kuyishi so'nib borish darajasida joylashar ekan. 570 °C past haroratda FeO kuyindisi hosil bolmaydi va oksidlangan qatlam ikki kuyindi qatlamidan: Fe_2O_3 va Fe_3O_4 dan iborat boladi. Ammo, harorat 570 °C dan oshishi bilan kuyindilar qatlami uchga yetadi, ya'ni Fe_2O_3 , Fe_3O_4 va FeO , ularning qalinligi: 1:10:1000 nisbatda hosil bo'ladi. Demak, 570 °C harorattan yuqorida kuyundining asosiy qatlamini FeO hosil qilar ekan.

Legirlangan polatlarda hosil bolgan kuyindilar ustida otkazilgan tekshirishlar shuni korsatadiki, legirlovchi elementlar kuyindining ikkinchi va uchinchi qatlamlarida asosiy rolni bajarishi, tashqi qatlamda temirning koplugini bildiradi. Elementlar ichida polatning kuyishiga chidamliligini oshiruvchilariga Al , Si va Cr ni misol qilish mumkin. Bular temirga qaraganda kislorod bilan tez reaksiyaga kirishib, Al_2O_3 , SiO_2 va Cr_2O_3 ni hosil qiladi. Bular yupqa qatlam bolsalar ham zich, har xil ta'sirlar natijasida metall kuyishidan qisman saqlaydi.

Oltimgugurtning oksidlovchi gazlarda bolishi metall kuyishini tezlashtiradi va metallning tashqi qatlamida S miqdorini oshirib yuboradi.

Metallning uglerodsizlanishi

Metallarni qizdirish vaqtida metall kuyindisi hosil bo'lishi bilan birgalikda yuza qatlamda uglerodsizlanish, ya'ni uglerodning kuyishi, shu qatlamda uglerod miqdorining kamayishi hosil bo'lishi mumkin. Uglerodning kuyishi - mahsulotning mexanik xossasi o'zgarishiga olib keladi. Masalan, resorlarni tayyorlashda po'lat yuzasida uglerodning kuyishi oqibatida, resor nisbatan ancha tez sinadi. Yuzadagi uglerodning kuyganligini aniqlashda, uning chuqurligidan tashqari, shu qatlamdagi uglerod miqdorini ham aniqlash lozim bo'ladi. Uglerodning kuyishi H_2O , CO_2 , O_2 va H_2 larni hosil qiladi. Uglerodning kuyish jarayoni quyidagi reaksiya hisobiga hosil bo'ladi:



Eng ko'p uglerodni kuydiruvchi muhit H_2O , keyin CO_2 va oxirgisi H_2 . Undan tashqari, uglerodning kuyish jarayoniga harorat va po'lat tarkibidagi uglerod miqdori ta'sir qiladi. Elementlar ichida uglerodning kuyishini saqlovchilarga Al , Co , W ni kiritish mumkin. Cr va Mn uglerod kuyishini sekinlashtiradi. Si , Ni , V uglerod kuyishiga hech qanday qarshilik ko'rsatmaydi.

Oksidlanish va uglerodning kuyishi bir-biri bilan bog'langan. Odatda uglerodning kuyishini oksidlanish saqlab qoladi. Shuning uchun, agar metallning yuzasida kuyindi hosil bo'lsa, unda metallning tarkibidagi uglerod kuyishdan saqlanib qoladi. Agar detal termik ishlov berilgandan keyin mexanik ishlov berib yuza qism olib tashlansa, yoki silliqilansa, uglerod kuyishining hech qanday zarari yo'q, uglerod kuygan qatlam butunlay olib tashlanadi.

Metall tarkibidagi uglerodni kuyishdan saqlash uchun pechning ishchi maydonida uglerodni kuyishdan saqlovchi muhitni hosil qilish kerak.

3.2. Qizdirish tartibi

Qizdirish tartibini tushunchasi

Qizdirish tartibi – metallni qizdirish harorati, qizdirish tezligi va davomiyligi bilan xarakterlanadi. Qizdirish tartibi quydagi ko‘rsatkichlar bilan aniqlanadi:

- tugalangan qizdirish harorati;
- qizdirishdagi oraliqlar soni;
- har bir oraliqni davomiyligi va harorati;
- qizdirish uchun sarf bo‘lgan to‘liq vaqt;
- pechdagi issiqlik haroratiga va ishchi maydondagi talab qilingan issiqlik qiymatiga hamda barcha qizdirish davomidagi harorat bilan belgilanadi.

Harorat - zagotovkani pechni yonish maydonida hosil qilingan eng yuqori harorati tushuniladi.

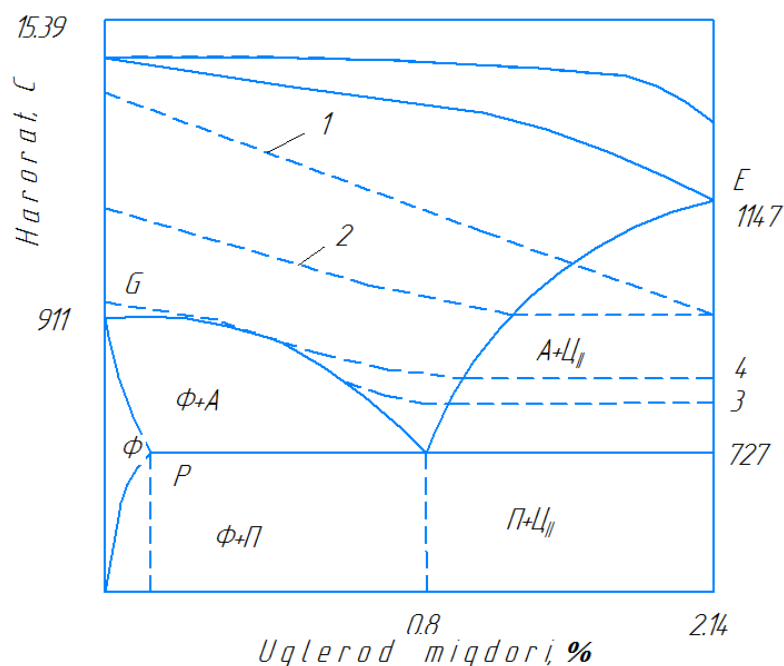
Qizdirish tezligi - qanchadir vaqtda yoki qalinlikda, qatlamda qizishini o‘zgarishdir.

Qizdirish davomiyligi - zagotovkani yuza qismini va barcha maydoni bo‘ylab kerakli darajaga qizdirish uchun ketgan vaqt xisoblanadi.

Metalla va qotishmalardan tayyorlangan zagotovkalarni bolg‘alash va shtamplash uchun dastlabki qizdirish harorati shu metallning kimyoviy tarkibga, bolg‘alashdan keyingi zagotovkaga qo‘yilgan mexanik xossasiga va tugallangan termik ishlov berish tartibiga qarab belgilanadi.

Metallni bolg‘alash va shtamplash vaqtida nisbatan plastiklik xususiyatini hosil qilgan va deformatsiyalanishga kam darajada qarshilik ko‘rsatuvchi harorat, bolg‘alashning oraliq harorati deyiladi. Qizdirishning eng yuqori ko‘rsatkichi va past ko‘rsatkichini issiq holatda bolg‘alash uchun amaliy oraliq harorati uchun, metall va qotishmalarni holat diagrammasida tuziladi, diagrammasni tuzishda tajriba sinovlaridan (plastiklikga sinash, deformatsiyalanishga qarshilikga sinash, struktura donachalarini o‘sishini kritik haroratini aniqlash va x.k.) keng foydalaniladi.

Po‘latlarni plastiklikni o‘zgarishi va deformatsiyalanishga qarshiligini metallarda sodir bo‘ladigan fazoviy o‘zgarishlarga bog‘liqligi bilan tushuntirish mumkin. Po‘latlarni har xil haroratda qizdirilganda struktura va fazoviy almashinishni temir - uglerod holat diagrammasidan qiyinchiliksiz aniqlash mumkin (3.1-rasm). 3.1-rasmda shtirix chiziqlar yordamida bolg‘alashni eng oxirgi harorati chegarasi keltirilgan.



3.1-rasm. Temir - uglerod holat diagrammasi asosida bolg‘alash va shtamplashni oraliq harorati: 1 – tezlikda qizdirishni yuqori ko‘rsatkichi; 2 – zagotovkani oddiy qizdirish; 3 – evtektoidgacha bo‘lgan po‘latli zagotovkani qizdirishning eng past oraliq chegarasi; 4 – evtektoidli po‘latli zagotovkani qizdirishning eng past oraliq chegarasi

Po‘latlarda plastiklik xususiyati yuqori bo‘lgan stuktura austenit strukturasi hisoblanadi, ikki fazali strukturada plastiklik xususiyati kamayadi. Kamuglerodli va o‘rtauglerodli po‘latlarda 1100 - 1200 °C qizdirish harort oraliq‘ida to‘liq austenitli (A) strukturani hosil qiladi. Uglerodli po‘latlar uchun eng yuqori plastiklikni 1200 °C gacha qizdirish haroratida hosil bo‘ladi, bu haroratni uglerodli po‘latlar uchun bolg‘alashdagi oraliqni eng yuqori harorati deyish mumkin. Yuqori uglerodli po‘latlarda <1100 °C qizdirish haroratida struktura ikki fazali bo‘lib – austenit (A) va sementit (S) strukturasi hosil bo‘ladi, sementitning donachalari chegarasida mo‘rtlik to‘rlari hosil bo‘ladi. Po‘latlarni plastiklik xususiyatini oshirish uchun sementit struktura donachalardagi mo‘rtlik to‘rini shunday maydalash keraki,

natijada metall zagotovkalarda sementit strukturali alohida donacha bo'lib ajralib chiqishi kerak. Bunday holatda metallning qattiqligi va mustahkamligi yuqoriligicha qoladi. Yuqori uglerodli po'latlarni bolg'lashdagi eng yuqori chegara haroratini $\cong 1100$ °C qabul qilish kerak, bolg'lashda bu haroratda ikki fazali struktura hosil bo'lishligi sababli plastiklik xususiyatni kamayishini hisobga olib o'tkazilishi maqsadga muvofiqdir.

Temir-uglerod holat diagramasi bolg'lash jarayonini o'tkazishni eng past harorat chegarasini aniqlashga amaliy yordam beradi, ya'ni fazoviy almashinishni eng yuqori haroratida bo'lgan holatini ko'rsatadi. Ayrim holatlarda kamuglerodli po'latlarni ferrit (F) + austenit (A) strukturali holatlarida ham bolg'lash mumkin, agar ferritda yuqori plastiklik xususiyati hosil bo'lgan bo'lsa, bu jarayon samrali hisoblandi. Evtektoiddan oldingi po'latlarda austenit (A) + sementit (S) strukturali maydonlarda bolg'lash haroratining past ko'rsatkichga ega bo'ladi. Bunday harorat imkon darajasida past bo'lishi kerak, shundagina sementit to'rlari hosil bo'lmaydi.

Bolg'lashdagi eng past oraliq haroratni belgilashda zagotovkani og'irligini, bolg'lashdan keyingi termik ishlov berish tartibi va sovitish usullarini ham hisobga olish muhim.

3.2-jadvalda po'lat va rangli qotishmali zagotovkalar uchun zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida qo'llaniladigan dastlabki va tugallangan deformatsiyalash oraliq harorati keltirilgan.

Metallarga issiq holatda bosim bilan ishlov berishda ikkita o'zaro qarama-qarshi jarayon sodir bo'ladi:

- deformatsiyalanish jarayoni - deformatsiyalangan donachalarning hisobiga metallni puxtalanishi;
- qayta kristallanish jarayoni - deformatsiyalangan atomlar hisobiga yangi donchalarni hosil bo'lishi va donchalarni o'lchamini o'sishi natijasida puxtalanishi.

Po‘lat va rangli rangli qotishmali zagotovkalar uchun dastlabki va tugallangan deformatsiyalashni oraliq harorati

Qotishmalarni nomlari	Dastlabki qizdirish harorati, °C	Tugallangan qizdirish harorati, °C
Po‘lat	1050-1350	700-950
Mis	750-850	600-700
Alyuminiy	470-500	350-400
Magniy	370-430	300-350
Titan	930-1150	800-900

Qayta kristallanish va deformatsiyalanish tezligiga bog‘liq holatda to‘rta turdagi deformatsiyalanishni tasniflash mumkin:

1. sovuq holatda deformatsiyalanish, to‘liq puxtalash bilan o‘tadi, qachonki deformatsiyalash tezligi qayta kristallanish tezligidan oshgan bo‘lsa;
2. to‘liq puxtalanish shakillanmagan holatda deformatsiyalanish, faqqatgina ichki kuchlanish yo‘qotilganda, kristallografik o‘zgarishlar sodir bo‘lmaganda (bu holatda qayta kristallanish tezligi ham diyarli nolga teng);
3. yarim issiq holatda to‘liq puxtlanmasdan deformatsiyalanish, solishtirilganda o‘rtacha tezlikda bir xilda qayta kristallanishda va deformatsiyalanishda sodir bo‘ladi;
4. qayta kristallanish deformatsiyalanish tezliligidan ancha yuqori bo‘lganda, qayta kristallanish sharoitida yuzaga keladigan to‘liq yumshatuvchi issiq ishlov berish.

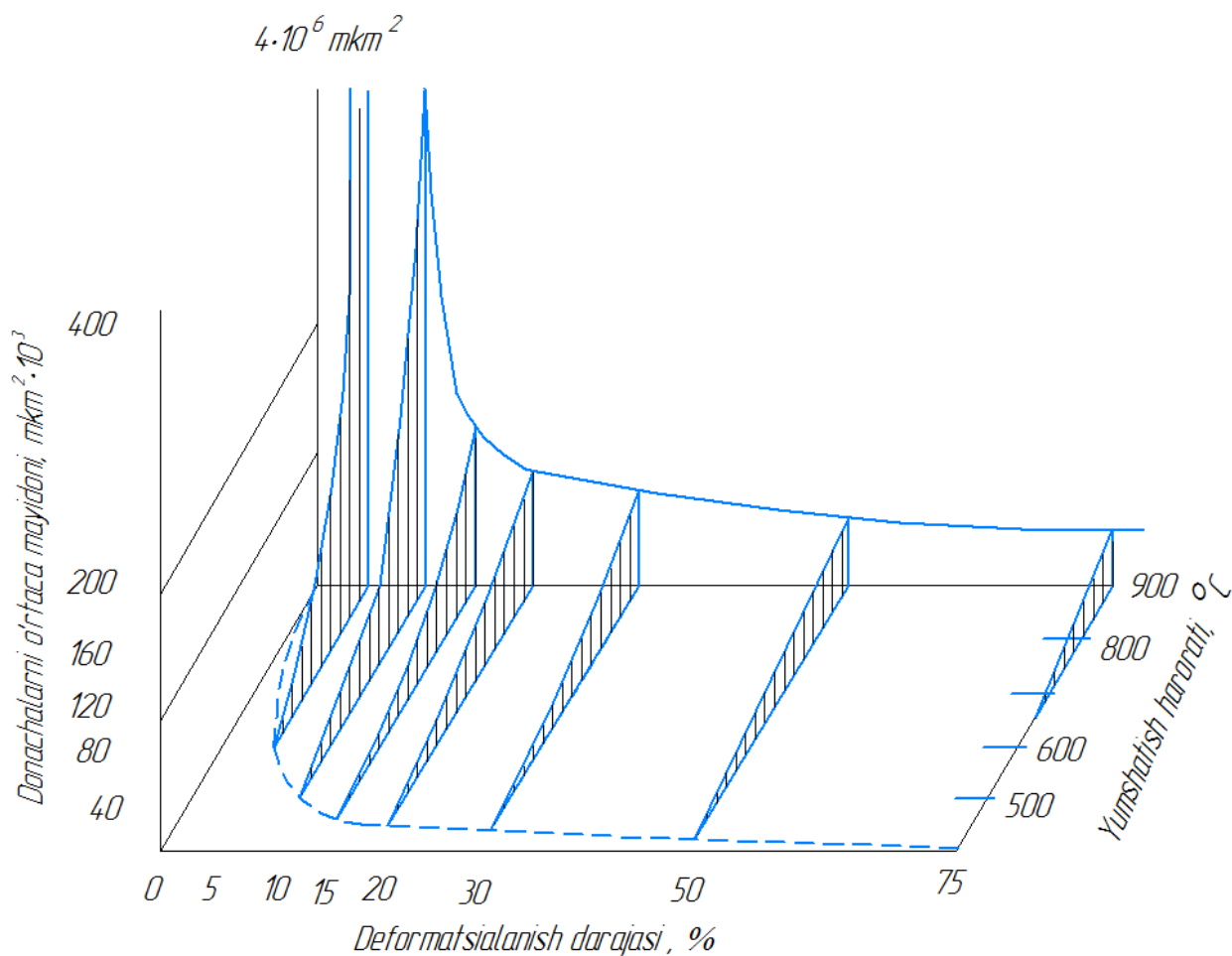
Deformatsiyalanish tezligi bir vaqtda deformatsiyalanish darajasi o‘zgarishi bilan ta’svirlanadi: ya’ni $d\varepsilon/dt$, bu erda ε - deformatsiyalanish darajasi, t – vaqt, deformatsiyalanishga proparsonaldir.

Ma’lum bo‘ldiki, metallarni deforamsiyalanish xususiyani natijasi qizdirish haroratiga va deformatsiyalanish darajasiga bog‘liq bo‘larkan. Bu bog‘liqlik qayta kristallanishni hajmiy diagrammasi bilan aks etirilgan (3.2-rasm).

Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, keltirilgan haroratda deformatsiyalanish hususiyatini darajasini o‘sishi bilan donachani o‘lchami maydalashmoqda, ushbu deformatsiyalanishda haroratini pasayishi bilan struktura donachalari ham xuddi shunday maydalashmoqda. Struktura donachalarni sezilarli darajada kattalashishi yuqori harorat oralig‘ida (1000 °C yuqori) qayta kristallanish va donachalarni tartibsiz deformatsiyalanishi natijasida deformatsiyalanish xususiyatini pasaytiradi (8 - 12 %).

Deformatsiyalanishdan avval metallni qizdirish uchun birinchi asosiy va doimiy talab, uning butun hajmi bo‘ylab qizishi bir xil haroratda bo‘lishi kerak, ikkinchisi esa eng yuqori ko‘rsatkichga erishish uchun juda yuqori tezlikda qizdirish sharoitini ta’minlanish zarur.

Oraliq haroratga rioya qilinmasa olingan zagotovkalar nuqsonli bo‘lishga asos bo‘ladi.



3.2-rasm. Qayta kristallanishni hajmiy diagrammasi

Ayrim hollarda ishlab chiqarishda shunday holatlar ham uchraydiki, shtamplash texnologik jarayoni bir yoki ikkita oddiy qismlardan tashkil topadi, lekin metall zagotovkalar yuqori chegaradagi haroratgacha qizdiriladi. Bunday holatlarda shtamplash, pastki chegaradan ancha yuqori haroratlarda tugalanadi, sababi zagotovkalarni tarkibida yirik donali struktura hosil bo'lmashligi uchun harkat qilinadi.

Deformatsiyalanishni tugashida haroratni pasayib ketishi pokovkani yuza qismida puxtalanish yoki yoriq, darzlari paydo bo'lishi sabab bo'lishi mumkin.

Donalarni shakli va o'lchami bo'yicha hosil bo'lgan nuqsonlarni termik ishlov berish yo'li bilan, masalan, normallashtirish yoki yumshatish termik ishlov berish usullari yordamida bataraf qilish mumkin.

Pokovkalarni shakli bo'yicha hosil bo'lgan nuqsonni (agar nuqson pokovkani alohida joyida bo'lganda) qayta shtamplash yo'li bilan to'g'irlash mumkin.

Tabiiyki, hosil bo'lgan nuqson yorilgan, darz ketgan yoki pokovkani shaklida, ya'ni minimal darajada o'lchamda kichik bo'lganda, bunday nuqsonlarni to'g'irlash imkoni mavjud emas, ular qayta eritiladi.

Savol tug'iladi: haroratni oraliq darajasiga rioya qilish shartmi?

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarini amaliyotdan olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, oxirgi vaqtlarda ishlab chiqarishga yarim issiqlikda shtamplashda doimiy harorat oralig'iga rioya qilinmayotgan jarayonlar tadbiiq etilmoqda. Agar biz shtamplash jarayoning rivojlatirishni qizdirish texnologiyasi bilan birgalikda amalga oshirish kerak deb hisoblasak, yuqori harorat darajasini pasaytirish ham issiqlik va shtamplash ishlarini samardorligini oshiradi, energiya sarfini kamaytiradi, kuyindi nuqsonini hosil qisman oldini oladi va pokovkani yuza qismidagi sifat darajasini yaxshilanishi va undan tashqari qo'shimchalarni kamayishi natijasida metall sarfi kamayadi.

Bir xildagi va po'lat (qotishmani) tarkibi bir xil bo'lganda bolg'alash va shtamplashni harorat oralig'i har xil qiymatda bo'lishi mumkin. Buning sababi shundaki, bolg'alashni natijasi bolg'a bilan bir necha marotoba urilganda yoki

pressning yurishiga qarab ma'lum bo'ladi, shtamplash mexanik press yoki avtomat holatida bajariladi, qonuniyati bo'yicha, bir marotaba harakatda bajariladi.

Bolg'lash va shtamplab deformatsiyalashdagi issiqlik natijasi va issiqlik sarfi turli xildir.

Bolg'lash uchun metallni eng yuqori qizdirish harorati, ya'ni oraliq haroratning yang yuqori ko'rsatkichi bolg'lashni boshlash haroratiga mos kelmaydi, har doim oxirgi darajadan yuqori bo'ladi. Ishlov berish uchun qizdirilgan metall pechdan chiqarilib, bolg'lash qurilmasiga olib borilguncha, qizdirilgan metallni yuza qismidagi harorat atrof muhit haroratini bir xilda bo'lmaganligi sababli, o'z haroratini yo'qotadi, undan tashqari konvektiv issiqlik oqimlari ham ta'sir qiladi. Metallning ichki qismidagi harorat, pechda qizdirilganda qanday bo'lsa shundayligicha qoladi. Bolg'lashni pastki oraliq harorati – bu pokovkani yuza qismiga pressni ohirgi harakatlanishi yoki bolg'ani urish vaqtidagi sirtqi harorat hisoblanadi.

Bolg'alanishning oraliq haroratni tanlash quydagilarga bog'liqdir:

- po'lat (qotishmalar) ni kimyoviy tarkibiga;
- metallurgik texnologiyaga;
- strukturaga (quyilgan yoki deformatsiyalangan);
- deformatsiyalash tezligiga (bolg'a, press);
- deformatsiyalash darajasiga (butun hajm, qisman);
- pokovkani ichki kuchlanganlik sxemasiga (cho'kgan, ortib chiqan) va zarbning og'irligiga.

Kimyoviy tarkib qanchalik murakkab bo'lsa, harorat oralig'i shunchalik qisqaradi. Misol uchun, 20 markali po'latni oraliq harorati 1280 dan 700 °C gacha, ya'ni ni 580 °C ni, R6M5 markali tez kesar po'latda 1170 dan 900 °C gacha, ya'ni faqatgina 270 °C haroratni tashkil etadi. Eritmani kimyoviy tarkibiga qarab, ayrim holatlarda, pokovkaga nisbatan qisqa va kengaytirilgan bolg'lash oraliq haroratlari qabul qilingan. Biroq, quyma strukturali metallni juda qizib ketish e'htimoli yo'qoladi, deformatsiyalanish darajasi juda aniqdir. Bolg'a bilan bolg'lashda

harorat oralig‘i, presslashga nisbatan qisqaroqdir, ya’ni asbobga va atrof muhitiga sarf bo‘lgan issiqlik sarfi kam, sababi aloqada bo‘lish davomiyligini kamligidir.

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlarni hisobga olib, bolg‘alash oraliq haroratini ruhsat etilgan va belgilangan haroratini ajratish kerak. Bosim bilan ishlov berishda ruhsat etilgan oraliq harorat ushbu metall va qotishmalar uchun universal xususiyatidir. Bu qizdirilayotgan zagotovkani o‘lchamiga va shakliga, jarayonga, ishlov berishga, tanlangan jihozga bog‘lik bo‘lmaydi.

Bolg‘alashni ruhsat etilgan oraliq harorati namunalarni deformatsiyalanishda hosil bo‘ladigan mexanik xususiyatlari (plastikligi, deformatsiya va puxtalashga ko‘rsatilgan qarshligi), shuningdek metallni qayta kristallanishini (dastlabki, butun tana bo‘ylab va ikkinchi darajali) tekshiruv natijalari asosida belgilanadi. Belgilangan oraliq harorat ruhsat etilgan oraliq va tegishli bolg‘alash sexidagi (bolg‘alash - shtamplash jihozi, pech, pech bilan mashina, asbob va boshqalarni oraliq masofasi) ishlab chiqarish texnologik jarayonidagi natijalarga ko‘ra va talab bo‘yicha tugalangan termik ishlov berishni hisobga olgan holatda belgilanadi.

Qizdirish davomiyligi – pechning ishchi maydonida bo‘shliklarni sifatli qizishi uchun tugalangan haroratga sarflanishi kerak bo‘lgan vaqd hisoblanadi. Qizdirish davomiyligiga bir qancha ko‘rsatkichlar ta’sir ko‘rsatadi: qizdirilayotgan zagotovkani o‘lchami va shakli, talab qilingan qizdirish harorati, metallni fizik xususiyalari, qizdirish muhiti va qizdirilayotgan zagotovkani pechni ishchi maydoniga joylashtirish usullari.

Ruhsat etilgan qizdirish tezligiga qarab uning davomiyligi aniqlanadi. Metallni qizdirish vaqtini tahminiy hisoblash uchun ko‘plab usullar va formulalar mavjud.

Ancha ko‘p qo‘llanilayotganni hisoblash usuli rus olimi N.N. Dobroxotov formulasidir:

$$\tau = \alpha \cdot K \cdot \bar{D} \cdot VD, \text{ soat} \quad (3.1)$$

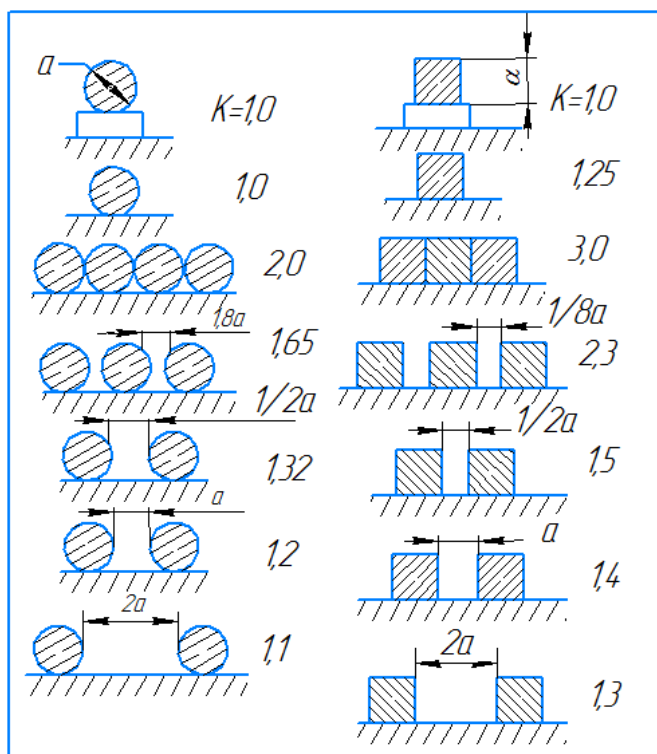
bu erda τ – qizdirish vaqti, *soat*;

K - zagotovkalarni pechga joylashtirish tartibini hisobga oluvchi koeffitsent;

α - koeffitsient, uglerodli po‘latlar uchun 10, legirlangan po‘latlar uchun 20 qiymatga teng;

D – zagotovkalarining diametri va qalindigi, m .

K koeffitsientini zagotovkaning pechga joylashishga bog‘liklik shakli 3.3-rasmda keltirilgan. Ko‘pincha, asosan kichik va mayda zagotovkalarni qizdirish vaqtini aniqlashda maxsus ko‘rsatma yoki ma’lumotlar bazasidagi jadvallardan foydalaniladi.



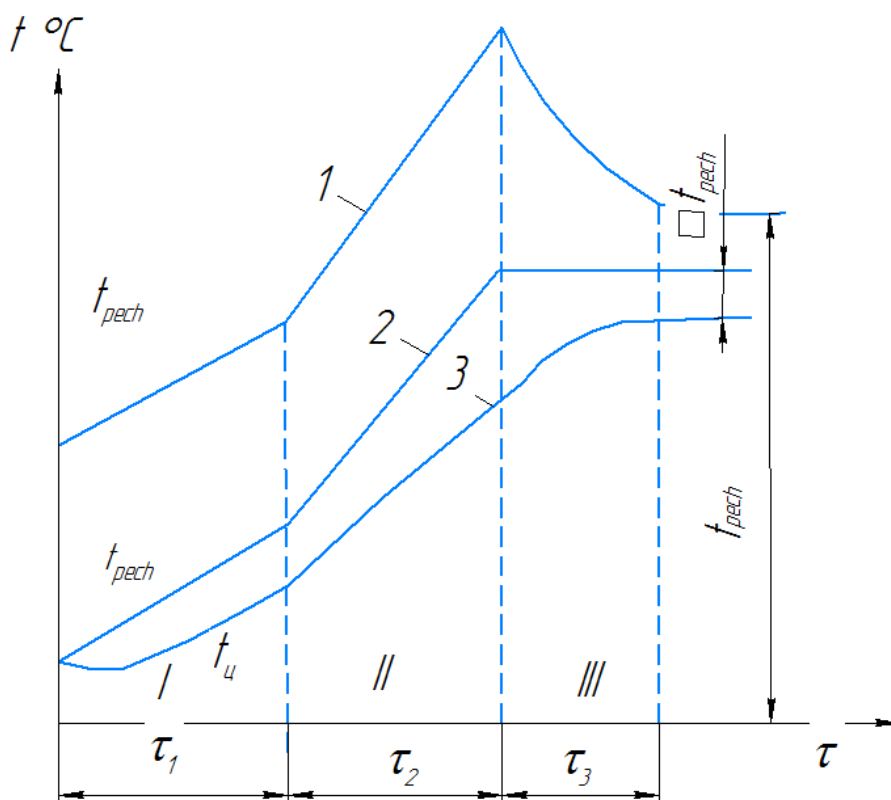
3.3-rasm. Zagotovkani o‘lchamiga mos keluvchi K koeffitsientni kiymati

Katta o‘lchamdagi zagotovkalarni, undan tashqari kichik plastiklikga ega bo‘lgan yuqori legirlangan po‘latlarni qizdirishni bosqichma - bosqich tartibida (bir qancha tartiblarda) o‘tkazish mumkin. Bir bosqichli tartib – faqatgina kichik o‘lchamdagi zagotovkalarda qo‘llaniladi. Ikki bosqichli tartib – ikki qismda bajariladi, ya’ni past ($650 \div 850$ °C) hamda yuqori haroratlarda qizdirish (dars ketish holatlaridan qo‘rqmasdan texnik jihatidan mumkin bo‘lgan yuqori tezlikda so‘ngi haroratgacha qizdirish).

Uch bosqichli tartib – uch qismdan tuzilgan, ya’ni past haroratda bir xil holatda qizdirish, yuqori haroratgacha qizdirib moslashtirish hamda zagotovkani

butun tanasi bo‘ylab bir xil holatida haroratga ta’minlanishi maqsadida tugalangan yuqori haroratda saqlab turish. Birinchi va ikkinchi bosqichdagi qizdirish umumiy qizdirishni $\approx 80\%$ qamrab oladi.

Qizdirish tezligi haroratni kuchlanishi bilan chegaralanadi, ya’ni haroratni metallning tanasiga singishiga qarab o‘zgaradi. 3.4-rasmda bunday qizdirish tartibning sxemasi keltirilgan.



3.4-rasm. Pokovkalarni uch bochqichda qizdirish tartibi: I – pechdagi harorat, II – jismni sirt qismdagi harorat; III – jismni o‘rta qismdagi harorat

Birinchi bosqichda haroratni ruxsat etilgan o‘zgarishi: plastina shakl uchun:

$$\Delta t_{rux} = (1,05\delta_{rux})/(\alpha E), ^\circ\text{C} \quad (3.2)$$

Silindrsimon shakl uchun:

$$\Delta t_{ruh} = (1,9\delta_{ruh})/(\alpha E), ^\circ\text{C} \quad (3.3)$$

bu erda δ_{rux} - ruxsat etilgan kuchlanish, zahiradagi puxtalik hisobidan olinadi, 500 - 550 °C haroratlarda $\delta_v/(1,5 - 2,0)$ qiymatlarga teng;

α – to‘g‘ri kengayish koeffitsienti;

E – 500 °C haroratdagi elastiklik moduli.

Birinchi bochqichda qizdirishni davomiyligi quydagi formuladan hisoblash mumkin:

$$\tau_1 = (K_{sh}S^2)/(a_1\Delta t_{rux}) \cdot [t + (1 - r)\Delta t_{rux} - t_{met}^0], \text{ coat} \quad (3.4)$$

bu erda K_{sh} – shakl koeffitsienti, plastina shakli uchun $K_f = 0,5$, silindr shakli uchun $K_f = 0,25$, kvadrat shakli uchun $K_f = 0,295$ qiymatga teng;

S – har tomonlama bir xilda qizdiriluvchi plastinani yarim qallinligi yoki silindr radiusi;

a – birinchi bosqichni o‘rtacha haroratida metallni issiqlik o‘tkazuvchanligi;

r – silindr uchun 0,5 va plastina uchun 0,33 bo‘lgan, proparsonalik koeffitsienti;

t – qizdiriluvchi metallni dastlabki harorati, °C

Ikkinchi bosqichni tugalanishiga haroratni o‘zgarishi quydagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\Delta t_2 = (1,25 - 1,5)\Delta t_{rux}, \text{ °C} \quad (3.5)$$

Metall qizdirilganda qizdirish maydonidagi tartib bilan qizdirisa dastlab qizdirish maydonidagi qizdirish vaqti, so‘ngra maydonda saqlab turish vaqti, payvanlangan maydondagi qizdirish vaqti va shu maydonda saqlab turish vaqti aniqlanadi.

700 - 750 °C haroratgacha qizdirishning davomiyligi bir xil holatda pechga joylashtirib taxlangan zagotovkalar uchun quydagicha aniqlanadi: uglerodli konstruksion po‘latlar uchun $t = 0,3d^{1,5}$, kamlegirlangan $\tau = 0,4d^{1,5}$, yuqorilegirlangan $\tau = 0,8d^{1,5}$ hamda asbobsozlik po‘latlari uchun $\tau = 1,0d^{1,5}$ bilan hisoblanadi, bu erda d – cm o‘lchov birligida hisoblandi.

Qizdirishdagi bosimni hisobga yorilish, darzlarlarni hosil bo‘lmasligi quydagi formuladan hisoblash mumkin:

$$\delta_{max} = 0,7\beta E\Delta t, \quad (3.6)$$

bu erda β – to‘g‘ri kengayish koeffitsinti;

E – elastiklik moduli;

Δt – zagotovkani sirt va o‘rta qismlari orasidagi haroratlarni farqi, bu quydagiga

teng (4.7): $\Delta t = \frac{\delta_{max}}{0,7\beta E} \approx 250 - 300 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Rangli metallarni qizdirish davomiyligi ham xuddi shunday aniqlanadi, faqatgina ε hisobga olinadi.

BIO (Bi) mezoniga qarab yupqa (termotexnik ingichka) va qalin (termotexnik katta) zagotovoklarni qizdirishni farqlash mumkin:

$$Bi = \alpha/\lambda \cdot S = S/\lambda \cdot 1/\alpha, \quad (3.7)$$

bu erda α – issiqlik uzatish (issiqlik almashinuv) koeffitsienti, $kkal/m \cdot s$;

λ – issiqlik o‘tkazuvchanlik, $Vt/(m \cdot K)$;

S – tanani ko‘ndalang kesmi; mm^2

S/λ – issiliq o‘tkazuvchanlikga termik qarshilik;

$1/\alpha$ – konveksiyaga termik qarshilik.

Bi kriteriyasi tanani sirt, o‘rta qism va qizdirish muhitlardagi issiqlik almashinuvni aktivligi asosida aniqlanadi.

Ingichka o‘lchamdagi tanada ichki qarshilik kam, shuning uchun Bi kriteriyasini qiymati past. Qalin o‘lchamdagi tanada ichki qarshilik katta, shuning uchun Bi kriteriyasini qiymati yuqori bo‘ladi. $Bi < 0,25$ teng bo‘lgan qiymatda issiqlik o‘tkazuvchi tana yupqa, $Bi > 0,5$ teng bo‘lgan qiymat issiqlik o‘tkazuvchi tana qallin bo‘ladi. $0,25 < Bi < 0,5$ bo‘lganda oralig‘iq masofa hisobanadi.

Katta o‘lchamdagi zagotovkani butun tanasi bo‘ylab haroratni turlicha bo‘lishi, harorat kuchlanishini hosil qiladi, qizdirish vaqtida hajmiy kuchlanishni sodir bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Bu kuchlanish zagotovkani yuza qismida (sovitish vaqtida), shuningdek tanani ichki qismida (qizdirish vaqtida) darslar hosil bo‘lishiga kirtik sababchi bo‘lishi mumkin. Undan tashqari, zagotovkani butun tanasi bo‘ylab har xildagi haroratning hosil bo‘lishi ma’qul holat emas, sababi shtaplash natijasida

bir xilda deformatsiyalanishi kuzatiladi. Bi kriteriyasi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik qizdirish (sovitish) harorat tartibi aniq belgilangan bo'lishi kerak.

Yupqa zagotovkalarini qizdirish vaqtini quydagi formuladan hisoblash mumkin:

$$t = (G \cdot c) / (\alpha \cdot F) \cdot \ln(t_n - t_b) / (t_n - t_t), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.8)$$

bu erda G – zagotovkani og'irligi; kg

c - zagotovkani issiqlik sig'imi; $Dj/(kg \cdot K)$

F – issiqlikni qabul qiluvchi yuza; m^2

t_n – pech harorati; $^\circ\text{C}$

t_b, t_t – qizdirishni boshlang'ich va tugallanishi, $^\circ\text{C}$.

Umuman olganda, diametri 100 mm gacha bo'lgan kamuglerodli va kamlegirlangan po'latlarni tez issiqlik o'tkazuvchi, har qanday tezlikdagi qizdirish qurilmasida, katta tezlikda qizdirish mumkin.

Qizdirish vaqtini aniqlash uchun ko'rilayotgan formulalar bir bosqichli qizdirish tartibiga talluqlidir. Metodik qizdirish tartibi vaqtini aniqlash metodik va payvandlash maydoniga ajratilib aniqlashtiriladi:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2, \text{ soat} \quad (3.9)$$

bu erda τ_1 va τ_2 - metodik va payvandlash maydoniga tegishli vaqt.

Agar $Bi > 0,5$ bo'lsa, zagotovkalar katta zagotovkalar qatoriga kiradi, qizdirish tezligi yuza va o'rta qismlardagi haroratni farqli bo'lganligi hisobiga chegaralanadi. Zagotovkani qizdirish vaqti quydagi tenglikni echilishi bilan aniqlanadi:

$$O_1 = (t_n - t_t^{yuza}) / (t_n - t_b) = F_1(fo, Bi), \text{ soat} \quad (3.10)$$

$$O_2 = (t_n - t_t^{orta}) / (t_n - t_b) = F_2(fo, Bi), \text{ soat} \quad (3.11)$$

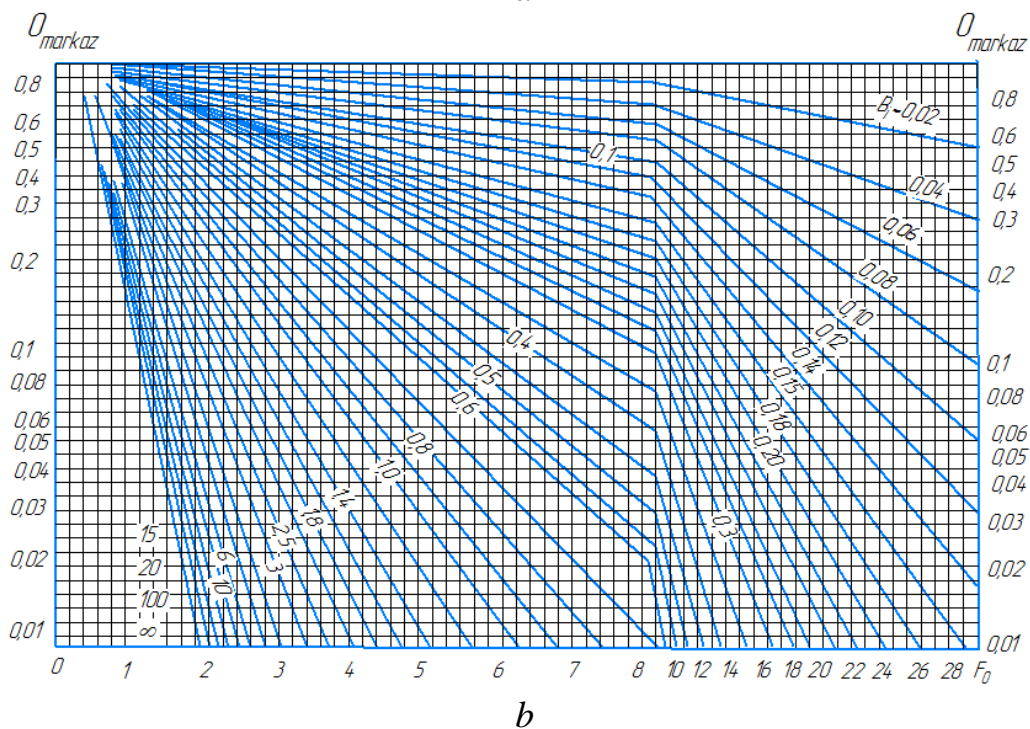
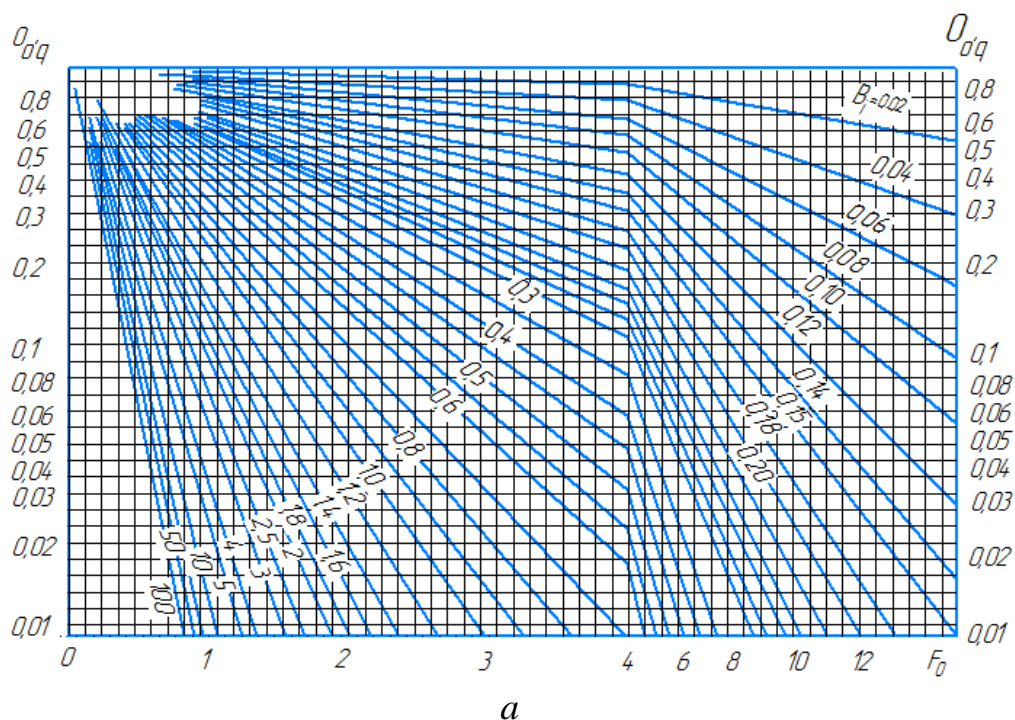
bu erda $fo = (\alpha\tau) / R^2$ – Fure kriteriyasi hisoblanadi;

$a = \lambda / c\gamma$ – haroratni o'tkazish koeffitsienti.

Fure kriteriyasi hisobiga zagotovkani belgilangan o'lchamdagi yuza qismini qizdirish vaqti quydagi formuladan aniqlanadi:

$$\tau = (Fo \cdot S^2)/a; \text{ soat} \quad (3.12)$$

Nisbiy haroratda nol qiymati Fure kriteriyasidan yuza qismlar uchun aniqlab beruvchi monogrammadan ma'lum (3.5-rasm, a).



3.5-rasm. Qizdirish va sovitishni hisoblash grafigi: *a* – silindr o‘qi uchun; *b* – o‘rta kenglikdagi plastin shakl uchun

Ruxsat etilgan harorat oralig‘i $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ harorat oralig‘ida bo‘lishi kerak.

Bi va Fure kriteriyalari bilish o‘rta qism uchun O_2 qiymati ikkinchi nomogramma orqali aniqlanadi (3.5-rasm, b). Budan so‘ng $t_t^{o'рта}$ talluq bo‘lgan ikkinchi tenglik echilishi mumkin.

Agar t_t aniqlangan qiymatida haroratni o‘zgarishi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ atrofida bo‘lsa, unda aniqlangan haroratda metallni saqlab turishi kerak.

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarining amaliyotda zagotovkalarini qizdirish va sovitishni bir qancha tartiblari qabul qilingan. Zagotovkani maydonidagi dastlabki holatlarda bir xil haroratda ($t = t_0$) deb qabul qilingan:

I. Doimiy harorat t_c muhiti bo‘lganda ($t_c > t_0$ - qizdirish, $t_c < t_0^0$ - sovitish) qizdirish va sovitish. Bunday tartib issiq o‘tkazuvchanlik yupqa zagotovka uchun (kichik kesimdagi yoki yuqori issiqlik o‘tkazuvchanli xossaga ega bo‘lgan materiallardan tayyorlangan zagotovkalar uchun) qo‘llaniladi. Bu erda pechni to‘liq quvvatidan foydalaniladi va issitish tezligi bilan chegeralanadi.

II. Ikki bosqichli qizdirish tartibi. Birinchi qizdirish bosqichi sovuq va sovugan zagotovkani harorat maydon kesimdagi haroratlar farqini kamaytirish uchun mo‘ljalangan. Ushbu tartib o‘rta va yirik zagotovkalar, bunda zagotovkani og‘irligi qanchalik katta bo‘lsa, zaruriyat harorati (t_{s1}) shunchalik past bo‘ladi.

III. Diyarli o‘zgaruvchan haroratli muhitda qizdirish. Ushbu tartib ikkinchi tartibga ancha yuqori qizdirish tezligini ta’minlaydi.

IV. Belgilangan nuqtadan harorati kamayib ketuvchi muhitda qizdirish. Bu tartib qizdirish vaqtini kamaytirish uchun issiq va sovuq zagotovkalar, shuningdek, termotexnika yupqa ish qismlari uchun ishlatiladi.

Masala. O‘rta kesimda doimiy haroratda pechni qizdirish $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ bo‘lganda 200 mm qalinlikdagi zagotovkani $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratgacha ikki taraflama qizdirish vaqtini aniqlang.

Issiqlik fizik ma’lumotlari: $\gamma = 7850\text{ kg}/m^2$; issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti $\lambda = 40,6\text{ Wt}/(m \cdot ^{\circ}\text{C})$; solishtirma issiqlik hajmi $c = 709\text{ Dj}/(kg \cdot ^{\circ}\text{C})$;

yuklash vaqtidagi dastlabki harorat $t_m = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; issiqlik barishning o'rtacha koeffitsienti $a = 180 \text{ Vt}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})$.

Echish. Bio sonini aniqlaymiz:

$$V_i = \alpha R/\lambda = 180 \cdot 0,1/40,6 = 0,443,$$

Bunga bog'liq holatda o'rta kenglikdagi plitalardagi qizdirishni tugashidagi nisbiy harorat quydagicha hisoblanadi:

$$\theta_{yuza} = t_{o'r} - t/t_{o'r} - t_m = 900 - 850/900 - 20 = 0,0568 .$$

Hisoblab topilgan θ_{yuza} va Bio sonidan grafikdan (35-rasm, b) absitsani topamiz, bu qiymat $F_0 = 7,0$ ga teng. Shu asosida plitani issiqlik o'tkuzuvchanlik koeffitsientini aniqlaymiz:

$$a = \lambda/c \cdot \gamma = 40,6/709 \cdot 7850 = 0,0728 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s},$$

Topilgan qiymatlar asosida Fure kriteriyasi formulasidan plitani qizdirish vaqti hisoblash mumkin:

$$\tau = F_0 \cdot \frac{S^2}{a} = 7 \cdot \frac{0,1^2}{0,0728} \cdot 10^{-4} = 9612 \text{ s}.$$

Xulosa, yuqorida keltirilgan shartlar asosida plita qizdirilsa, qizdirish uchun ≈ 2 soat 42 minut vaqt kerak bo'lishi ma'lum bo'ldi.

Doimiy haroratda qizish va sovish vaqtini hisoblash

Yupqa devorlardan konvektiv va nur kabi issiqlik almashinuvi uchun qizdirish va sovish vaqtini hisoblashni ko'rib chiqamiz.

Konvektiv issiqlik almashinuvi uchun belgilangan vaqtda tanadan o'tuvchi isitish miqdori issiqlikni tashkil etuvchilarning o'zgarishiga teng:

$$\alpha F(t_{o'r} - t)d\tau = Gcdt \tag{3.13}$$

bu yerda α – issiqlik o'tkazish koeffitsienti;

t - tananing dastlabki harorati, °C;

$t_{o'r}$ - muhitning o'rtacha harorati, °C;

$d\tau$ - elementar oraliq vaqti, s;

G - tananing og'irligi, kg;

c - issiqlikning solishtirma sigimi, Dj/(kg·K);

dt - tananing elementar harorati o'zgarishi, °C;

F - aktiv yuza, m².

Aktiv yuza deganda, tashqi muhitdan issiqlik qabul qiluvchi tana yuzasi tushuniladi.

Formulani soddalashtirish maqsadida issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientini va solishtirma issiqlik koeffitsienti c - ni doimiy deb hisoblab, boshlang'ich harorat t_{mn} dan tugallangan harorat t_{mk} oralig'ida integrallash sistemasini o'tkazib, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$\tau = \frac{Gc}{\alpha F} 2,31 \text{ g} \left(\frac{t_{o'r} - t_{mn}}{t_{o'r} - t_{mk}} \right), \text{ soat}; \quad (3.14)$$

Masala. Uzunligi $l = 1 \text{ m}$, qalinligi 90 mm bo'lgan o'rtauglerodli po'latdan yasalgan valni $t = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ haroratda bolg'alash uchun qizdirishga ketgan vaqtni aniqlang.

Pechdagi harorat $1250 \text{ }^\circ\text{C}$; $c = 0,16 \text{ Dj}/(\text{kg}\cdot\text{K})$; $\alpha = 140 \text{ kkal}/\text{m}^2\cdot\text{soat}\cdot\text{grad}$; valning og'irligi 50 kg .

Echish. Po'latning aktiv yuzasi quydagicha hisoblanadi:

$$F = 2\pi Rl + 2\pi R^2 = \pi Dl + \frac{\pi D^2}{2} = \pi D \left(1 + \frac{D}{2} \right) = 3,14 \times 0,09 \left(1 + \frac{0,09}{2} \right) \approx 0,3 \text{ m}^2$$

$$\tau = \frac{50 \cdot 0,16}{140 \cdot 0,3} 2,31 \text{ g} \left(\frac{1250 - 50}{1250 - 1200} \right) = 1 \text{ soat } 43 \text{ minut}$$

Xulosa, berilgan o'lchamdagi val zagotovkasini bolg'alab ishlov berish uchun 1 soat 43 minut davomida qizdirish etarli bo'lar ekan.

Amaliy topshiriqlar

1 - topshiriq. Diametri 0,4 m bo'lgan po'lat zagotovkani $t_{\text{bosh}} = 950 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{tag}} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ harortda teng qizdirish ega bo'lganda sovish vaqtini hisoblang. Sovish ochiq havoda $t_{\text{pech}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ o'tkaziladi. Keltirilgan haroratlar oralig'ida $\lambda = 35 \text{ Vt}/(m \cdot ^\circ\text{C})$, $a = 0,067 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, $\varepsilon = 0,8$ teng.

2 - topshiriq. Elektr pechni tag qismi po'lat plitadan tayyorganganda $2S = 0,1 \text{ m}$ bo'lgan holat uchun ikki tomonlama qizdirish vaqtini aniqlang. Doimiy qizdirish oqimi $q = 16250 \text{ Vt}/\text{m}^2$, po'latni zichligi $7850 \text{ kg}/\text{m}^3$, solishtirma issiqlik hajmi $709 \text{ Dj}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti $\lambda = 40,65 \text{ Vt}/(m \cdot ^\circ\text{C})$, harorat o'tkazuvchanlik koeffitsenti $a = 0,0728 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. Plitani dastlabki harorati $10 \text{ }^\circ\text{C}$, tugalangan qizdirish harorati $t_t = 900 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Nazorat savollari

1. Metallni qizdirishda jarayoniga tushuncha bering?
2. Qizdirish va deformatsiyalanish o'zaro bog'liq jarayonini tushuntiring?
3. Zagotovkalarni qizdirishdagi asosiy maqsadlarni tushuntiring?
4. Zagotovkalarni qizdirishda issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonini tushuntirib bering?
5. Issiqlik quvvati va moddaning zichligiga ta'rif bering?
6. Metallni qizdirish davomida hosil bo'ladigan asosiy nuksonlarni tushuntiring?
7. Po'latda nuqsonlarni hosil bo'lishiga tarkibidagi kimyoviy elementlarni ta'sirini tushuntiring?
8. Me'yorgacha qizimaslik va me'yordan ortiq qizdirilish jarayoniga tushuncha bering?
9. Zagotovkalarga qizdirib ishlov berish uchun qizdirish tartibini tushuntiring?
10. Zagotovkalarni qizdirishdagi o'zgarishlarga qizdirish tezligi va davomiyligini ta'sirini tushuntiring?
11. Temir – uglerod holat diagrammasini zagotovkalarni bolg'alab ishlov berishdagi vazifasini tushuntiring?

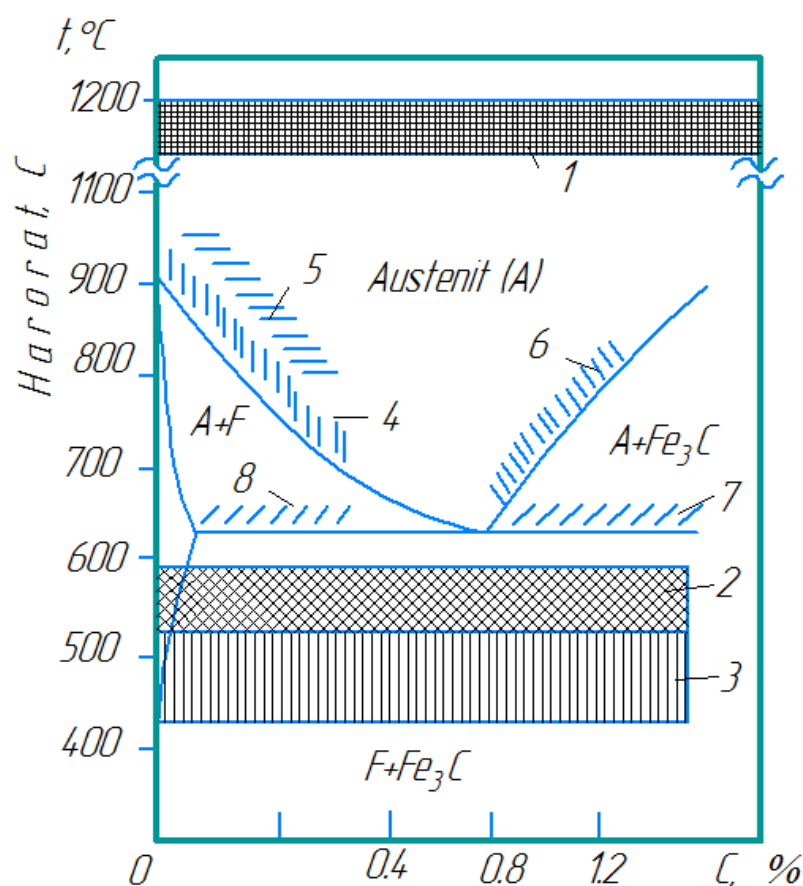
12. Po‘lat va rangli rangli qotishmali zagotovkalar uchun dastlabki va tugallangan deformatsiyalashni oraliq harorati tushntirib bering?
13. Zagotovkalarni bolg‘alanishning oraliq haroratni tanlashda kandy ko‘rsatkichlar hisobga olinadi?
14. Ko‘p bosqichli qizdirish tartiblarini tushuntiring?
15. Doimiy haroratda qizish va sovish vaqtini hisoblashga tushuncha bering?

4. POKOVKALARGA TERMİK ISHLOV BERISH

4.1. Po‘latli pokovkalarga qizdirish va sovitish

Po‘latli pokovkalarni qizdirish tushunchasi

Pokovkalarni va ulardan tayyorlangan zagotovkalarni sifati unga berilgan termik ishlov turiga bog‘liq. Termik ishlov berishni belgilanishiga qarab pokovkalarni dastlabki va tugallangan termik ishlov berish turlariga ajratiladi. Dastlabki ishlov berishni maqsadi – nuqsonlarni (yorilish, darzlar) bataraf qilishdan va kesib ishlov berish jarayonini engillatishdan iborat. 4.1-rasmda dastlabki termik ishlov berishni turli xillarini harorat oralig‘lari ko‘rsatilgan.



4.1-rasm. Pokovkalarga termik ishlov berishni haroratini oralig‘i: 1 – gomogenlash; 2 – past haroratli (rekristalanish); 3 – kuchlanishni olish uchun bo‘shatish; 4 – to‘liq yumshatish; 5,6 – normallashtirish; 7,8 – chala yumshatish

Tugallangan termik ishlov berish natijasida zarur bo‘lgan struktura hosil qilinadi, natijada tayyor detal uchun talab qilingan xossa shaklantiriladi.

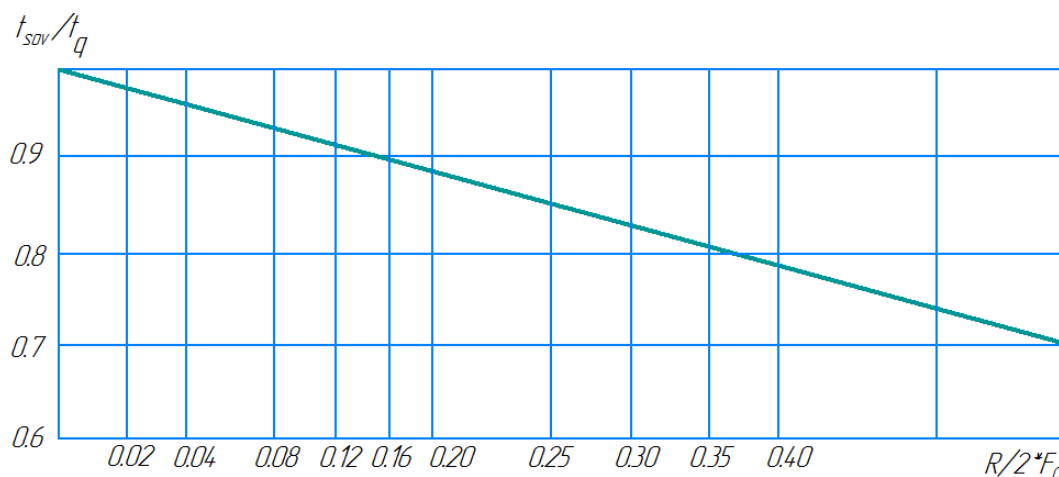
Qizdirilgan pokovkalarni sovitish

Pokovkalarga qizdirib issiq holatda ishlov berilgandan so'ng sovitilish jarayoni metallni sifatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qiziga metallni tezlik bilan sovitish natijasida "sovuq" yorilish, darzlar hosil bo'lishi mumkin.

Qizdirilgan zagotovkani sovish turini tanlash tayyorlab olingan metallarni kimyoviy tarkibiga va xossasiga bog'liqdir. Amaliyotda qizdirilgan metallni sovitishni bir qancha turlaridan foydalaniladi: havo, termostatlar yordamida, pech bilan birgalikda va x.k.

Pokovakani sovish jarayoni pechdan olinishi bilan tashqi havoni ta'siri hisobiga tezlik bilan amalga oshadi va shtamplash agregatiga etib kelguniga qadar davom etadi, xuddi shunday zagotovkalarni bolg'alash, shtamplash va prokatlash jarayolari davom etiriladi. Sovish jarayoni bosim bilan ishlov berish jarayoni tulalagandan keyin to'xtaydi, ya'ni harorat sekinlik bilan xona xaroratigacha pasayib boradi.

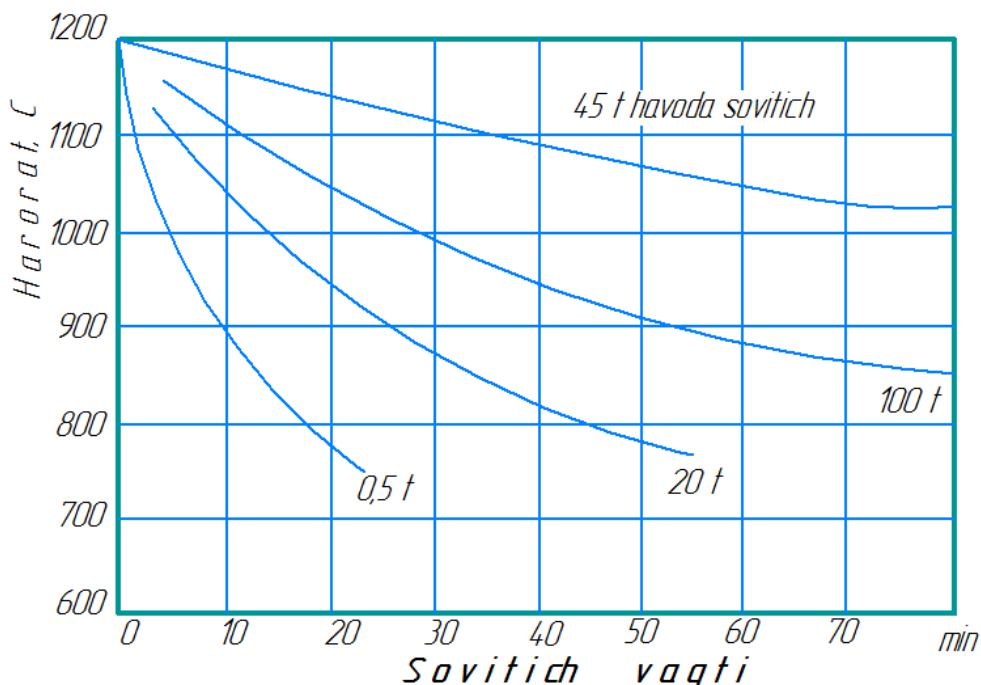
Uglerodli po'latlardan tayyorlangan silindriksimon qizdirilgan zagotovkalarni qizdirish pechidan olinib pressga olib kelguncha bo'lgan holat uchun issiqlikni haroratini pasayishini 4.2-rasm keltirilgan grafik asosida aniqlash mumkin.



4.2-rasm. t_{sov}/t_q haroratlar nisbatidan hosil bo'lgan $Fo = \alpha\tau/R^2$ kriteriya asosini zagotovkani R/l qalinlik nisbatiga bog'liqligi

4.2-rasmdagi t_{sov} - sovishni tugalanishida zagotovkani og'irligi bo'ylab o'rtacha harorat, °C; R va l - zagotovkani radiusi i uzunligi; $Fo = \alpha\tau/R^2$ - Fure kriteriyasi, bu erda α - issiqlik o'tkazuvchanlik; τ - yuklash vaqtidir.

Pressni maxsus moslamasi ostida metallni sovishi havoda sovishga nisbatan tezroq amalga oshadi (4.3-rasm). Bolg‘alashni boshlanishi va tugalanishgacha bo‘lgan vaqtda metallni sovishni davom etishi, ishlov berish jarayoniga bog‘liq bo‘ladi.



4.3-rasm. Zagotovkani bolg‘lashda uning og‘irligiga bog‘liq ravishda haroratni o‘zgarishi

Pokovkalarni va ulardan tayyorlangan zagotovkalarni sifati qanadaydir darajada unga berilgan termik ishlov turiga bog‘liq bo‘lib, dastlabki va tugallangan turlarga bo‘linadi.

Pokovkalarga termik ishlov berishni o‘ziga xos xususiyatlari mavjud. Ulardan eng asosiysi – pokovkani (asosan yirik pokovkalarda) butun tanasi bo‘ylab haroratlarda farq bo‘ladi, natijada fazoviy almashinish bir xilda hosil bo‘lmaydi, natijada turli xildagi strukturali (zagotovkani yuza qismlarda martensindan o‘rta qismlarida perlitgacha) shaklannadi. Undan tashqari pokovkalarni butun tanasi bo‘ylab haroratlarni bir xilda bo‘lmasligi, natijada strukturaviy almashinishni bir tizimda bo‘lmaganligi ichki kuchlanishni hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi, bu pokovkani xossasiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Past haroratlarda (400 - 300 °C haroratdan pastda) fazoviy almashinish vaqtida pokovkalarni sovitish, sirt maydonlarida cho‘zilish kuchlanishini sodir

bo‘ladi, natijada yorilish, darz ketish nuqsonlari hosil bo‘lishi olib keladi. Bunday holatlarni yuzaga kelmasligi uchun yirik pokovkalarda austenzatsiyalanish haroratidan sovitish uchun 300 - 400 °C haroratda qizib turgan pechga yukalash lozim. Bo‘shatish termik ishlovidan keyin pokovkani strukturasi perlit bo‘lishi talab qilinsa, unda kuchlanishni yo‘qotish asosan yuqoriroq (500 - 550 °C) harorat oraliklarida qizdirishda o‘tkaziladi. Turli po‘latlarda kuchlanish holatini xar hil bo‘lishini o‘rganib kerakli termik ishlov berish tartibini ishlab chiqish zarur.

4.2. Tartibsiz ichki darzni batarf qilish uchun termik ishlash

Po‘latlarni kimyoviy tarkibida doim vodorod elementi mavjud bo‘ladi, bu po‘latni sifatini pasaytiradi va ayrim sharoitlarda ichki nuqson – tartibsiz bo‘lgan ichki darzlarni hosil bo‘lishiga olib keladi. Shuning uchun ko‘pgina pokovkalarga termik ishlov berishning avzalgiklaridan yana biri ichki darzlarga barham berishdir. Ichki darzlar aynan bir biriga o‘xshash shakldagi yupqa yorilish hosil qiladi, hosil bo‘lishiga sabab qo‘shimcha ichki zo‘riqishlarni (struktura, termik va mexanik) ta’siri hisoblanadi. Ko‘pincha ichki darzlar podshipnik, konstruksion (asosan xromnikelli, xrommargensli), undan tashqari asbobsozlik po‘latlarida va kam xolatlarda uglerodli po‘latlarda sodir bo‘ladi. Darzlar $\gamma = \alpha$ fazoviy almashinish holatiga chidamsiz bo‘lgan po‘latlarda, ya’ni austenit va ferrit sinifiga kiruvchi po‘latlarda hosil bo‘lmaydi. Ledeburitli po‘latlarda (tez kesar, X12M turiga o‘xshagan xromli yuqori uglerodli) ham ichki darzlar diyarli hosil bo‘lmaydi.

Tartibsiz ichki darzlarni hosil bo‘lganda metallni kichik qismida ikkita ko‘rsatkich hisobiga kuchlanishlar hosil bo‘ladi. Belgilovchi omil vodorod bosimi hisoblanadi, bu bosim eruvchanligi kamayganda qattiq eritma xolatiga va kristall panjara nuqsonidagi molekulalarga bog‘liq xolatda hosil bo‘lgan bo‘sh joy va donalar chegarasidagi dislokatsiyaga (bu joyda diffuziya jarayoni jadal xarkatlanadi) asosan hosil bo‘ladi. Kristall panjarani $\gamma \rightarrow \alpha$ almashinishi, asosan martensit mexanizmida muayyan hajmining ortishi qo‘shimcha tolalarni uzilishidan zo‘riqish hosil qiladi. Agarda barcha tola uzilishdagi zo‘riqishlar yig‘indisi po‘latni

vaqtinchalik qarshligi bilan jamlansa, bu joyda tartibsiz ichki darz ketish sodir bo'ladi.

Ichki darz nuqsonini hosil bo'lishi qandaydir darajada strukturaviy holatiga, strukturani nuqsonlik darajasiga, materialning zichligiga, undan tashqari metallmas qo'shimachlarga bog'liq. Qoidasi bo'yicha ichki darzlar pokovkani o'rta qismlarida ko'proq uchraydi. Yirik pokovkalarda bu nuqsonlar uglerod, fosfor, oltingugurt va legirlovchi elementlar bilan to'yingan likvatsiya maydonlarida o'rtnashgan bo'ladi. Ichki darz nuqsoni qo'shimcha ichki kuchlanishlar (strutura, termik va mexanik), ya'ni qattiq eritmada vodorod miqdorini oshiruvchi jarayonlar ta'sirida 100 g li metall tarkibida 4-8 sm^3 maydonda hosil bo'ladi. Vodorodni eng sekinlikda yo'q bo'lishi austenitni sovishida sodir bo'ladi, uni parchalash jarayoni tezlashtiradi. Ichki darz nuqsonni bartaraf qilish uchun quydagi tartibda termik ishlov o'tkaziladi:

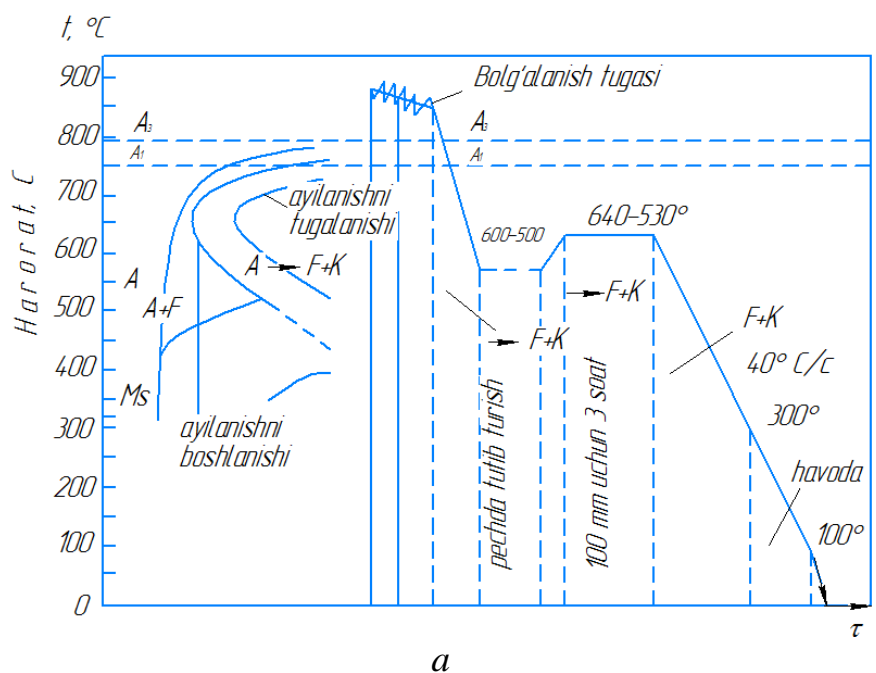
- austenitni qayta sovitish bilan perlitga (uglerodli va kam legirlangan po'latlarda) yoki beynitga (legirlangan po'latlarda) strukturaga aylantirish;
- ma'lum haroratlarda izotermik saqlab turish, vodorodning harakatchanligini va uning pokovkada yo'q bo'lishi ta'minlanadi;
- izotermik haroratda tutib turib sekinlikda sovitish, kam darajadagi ichki zo'riqish hosil qilinadi;

Tartib qoidalarga asosan uglerodli va kam legirlangan po'latlar 450 - 650 °C, yuqori legirlangan po'latlar 200 - 350 °C haroratgacha sovitiladi. Izotermik haroratda pokovkalarni tutib turish yuza qismlardagi vodorodni yo'q bo'lishini va butun tana bo'ylab qayta taqsimlanishni ta'minlaydi, natijada tartibsiz ichki darz ketish nuqsonini hosil bo'lishini kamaytiradi. Izotermik haroratda tutib turishni davomiyligi po'latni tarkibi va pokovkani o'lchamiga qarab belgilanadi.

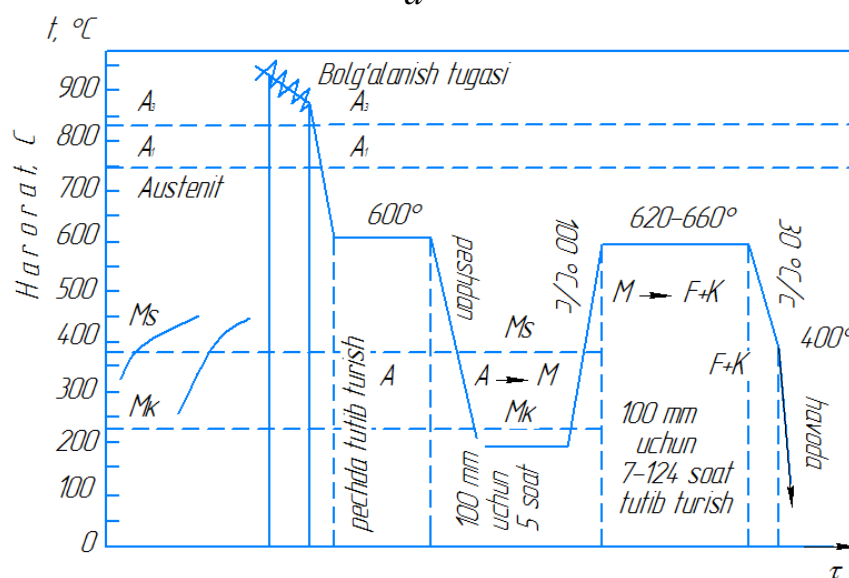
Po'latlarni kimyoviy tarkibiga qarab tartibsiz ichki darz nuqsoniga qarshi termik ishlov berishni bir ancha tartiblari mavjud. Bu tartiblarni barchasi qattiq eritmada ma'lum oraliq haroratlarida, ya'ni difuziya harakati jadal bo'lganda (640 - 680 °C) vodorodni bartaraf qilishga yo'naltirilgan. 4.4-rasmda (a) o'lchami 700 mm gacha bo'lgan o'rta uglerodli perlit sifiga mansub bo'lgan konstruksion po'latni

(45X, 45XN va boshqalar) tartibsiz ichki darz ketishini bartaraf qilish uchun belgilangan termik tartibi namuna sifatida ko'rsatilgan.

640 - 680 °C harorat oralig'ida izotermik tutib turish jarayoni austenitni perlitga parchalanish mexanizmiga imkoniyat yaratadi va bir vaqtda vodorot atomlarini cheka qismlariga qarab difuziyalanishini ta'minlaydi. Tugallangan sekin sovish yoki 200 - 350 °C haroratda tutib turish (800 - 1000 mm o'lchamdagi yirik pokovkalarda) vodorot atomlarini qattiq eritma tarkibida yo'q bo'lishini ta'minlaydi.



a



b

4.4-rasm. Perlitli (a) va martensitli (b) legirlangan po'latlarni tartibsiz ichki darz ketishni bartaraf qilish uchun termik ishlash sxemasi

4.4-rasmda (b) martensit snifiga kiruvchi (18X2N4VA) yuqori legirlangan po‘latlarni tartibsiz ichki darz ketish nuqsonini bartaraf qilishni texnologik sxemasi keltirilgan. Bu po‘latlarda austenitni sovishi yuqori chidamlilikni ta’minlaydi va perlit aylanishga moyil emas. Bunday xollarda pokovalar shtampovka jarayonidan so‘ng 500 - 600 °C haroratli pechga yuklatiladi va ma’lum vaqt tutib turiladi, M_k past haroratida $\gamma \rightarrow \alpha$ – aylanishi uchun sovitiladi va 620 - 660 °C haroratgacha qayta qizdirilib bo‘shatiladi, bu erda vodorod yo‘qoladi. Po‘latni legirlanish va pokovkani o‘lchami qanchalik katta bo‘lsa, ishlov berish sxemasi murakkab va tutib turish vaqti shunchalik davomiy bo‘ladi. Murakkab legirlangan po‘latli pokovkalar uchun bir qancha ketma ketlikda 640 - 660 °C qizdirib 150 - 250 °C sovitish bilan bo‘shatish termik ishlov o‘tkaziladi.

Pokovkalarda tartibsiz bo‘lgan ichki darz ketish nuqsonini oldini olish uchun o‘tkaziladigan termik ishlov ko‘pincha to‘liq yumshatish bilan birgalikda amalga oshiriladi, ya’ni $Ac_3 + (20 - 40 \text{ } ^\circ\text{C})$ gacha qizdirish, 300 - 350 °C (yoki martensit sinifidagi yuqori legirlangan po‘latlarda $M_k = 200 - 250 \text{ } ^\circ\text{C}$ dan past) haroratgacha sovitish, 640 °C haroratda izotermik tutib turish va 300 °C gacha 30-40 °C/s tezlikda, so‘ngra 100 °C gacha 20-15 °C/s sovitiladi. Jarayon tag qismi xarakatlanuvchi gazli pechlarda o‘tkazilishi maqsadga movfiqdir.

Kamlegirlangan po‘latlardan tayyorlangan navli prokatlar ko‘pincha $\gamma \rightarrow \alpha$ aylanishi uchun havoda sovitiladi, undan so‘ng Ac_1 kiritik nuqtadan past haroratda (660 - 700 °C) qizdiriladi va havoda sovitiladi. Ayrim xolatlarda prokatlashdan keyin ichi yorilish va darzlarni hosil bo‘lmaslik uchun sovitilish sekinlikligi belgilanadi (500 - 200 °C gacha 25-50 soat va unda yuqori).

Tartibsiz ichki yorilish nuqsoniga qarshi termik ishlov berishning samardorligi yuqori bo‘lish bilan birga, 100 % bu nuqsonni hosil bo‘lishni ta’minlamaydi. Po‘latlarni vakuum-yoyda eritishdan olingan pokovkalarga tartibsiz ichki darz ketish nuqsoniga qarshi ishlov berish shart emas.

Bolg‘alashdan keyingi ichki zo‘riqishni yo‘q qilish uchun o‘tkaziladigan termik ishlovni, izotermik tutib turishni oshirish bilan keskin kamaytirish mumkin. Mayda pokovkalarni vakuum-yoyda eritishdan havoda sovitish mumkin, martensit

sinfiga kiruvchi po‘lat pokovkalarga bo‘shatish, perlit sinfiga kiruvchi po‘latlarga yumshatish termik ishlov beriladi.

4.3. Pokovaklarga termik va termomexanik ishlov berish

Pokovaklarga termik ishlov berish

Agar dastlab hosil bo‘lgan nuqsonlarni bartaraf qilish va qattqlik darajasini kamaytirish boshlang‘ich termik ishlov berish usuli bilan amalga oshirilsa, pokovkadan tayyorlangan zagotovka uchun talab qilnadigan hossani tugallangan termik ishlov bilan ta‘minlanishi mumkin.

Ishlab chiqarish korxonalarining amaliyotda po‘latli pokovkalar uchun talaba qilingan struktura va hossalarni olish uchun yumshatish, normallashtirish, yumshatish bilan normallashtirish va yuqori haroratda bo‘shatish bilan toblash qo‘llaniladi. Uglerodli po‘latli pokovkalar uchun yumshatish bilan normallashtirish termik ishlov turi qo‘llaniladi, ya‘ni talab qilingan xossani olish uchun tugallangan termik ishlov berishni ta‘sirini oshirish muhim hisoblandi, shundagina asosiy natijalar ta‘minlanadi. Legirlangan po‘latli pokovkalarga termik ishlov berish ikkita bo‘lqichdan iborat bo‘ladi – dastlabki va tugallangan.

Umuman olganda pokovkalarga termik ishlov berishning barcha tartiblari A_{c3} (yoki A_{c1}) kiritik nuqtada $30 \div 50$ °C yuqori haroratda qizdirish va shu haroratda ma‘lum vaqt tutib turish texnologik jarayoni asosida o‘tkaziladi. Bu fazoviy qayta kristallanish natijasida bir xil mayda donali struktura hosil qilish imkonini beradi.

Ayrim xollarda termik ishlov berish bilan sovitish jarayoni birgalikda olib boriladi, undan maqsad bolg‘alanishdagi issiqlikdan foydalanish va texnologik jarayoni qisqartirishdir.

Po‘latli pokovkalarni tugallangan termik ishlov berishda yuqori haroratda bo‘shatish bilan normallashtirish yoki bo‘shatish bilan toblash termik ishlov berish turlari birgalikda qo‘llaniladi.

650 °C haroratgacha qizdirib toblash uchun qizdirish tezligi, asosan katta o‘lchamdagi pokovkalar uchun, 50 °C/soat oshmasligi kerak. 650 °C haroratdan yuqorigacha qizdirib austenizatsiya jarayoni kerakli kuvvatga ega bo‘lgan pechda

katta tezlikda amalga oshiriladi. Qizdirish tezligini to'g'ri tanlanmaslik pokovkalarda ichki kuchlanishlarni hosil qilishi mumkin.

Bo'shatish uchun harorat va tutib turish vaqti pokovkani toblash yoki normallashtirish vaqtida hosil bo'lgan ichki kuchlanishni holatidan kelib chiqib tanlanadi. Ko'pincha amaliyotda yuqori haroratli 400 - 680 °C bo'shatish jarayonidan foydalaniladi. Bo'shatish jarayoni pokovkani sovigan vaqtdan 2 - 4 soat o'tmasdan o'tkazilishi tavsiya etiladi. Bo'shatish jarayonida pokovkalarni qizdirish har 100 mm o'lcham uchun 2 - 3 soat deb belgilangan. Uglerodli po'latlardan tayyorlangan 400 mm qalinlikga ega bo'lgan pokovkalar normallashtirish termik ishlovidan keyin ayrim hollarda bo'shatish termik ishlov o'tkazilmaydi. Qalinligi uncha katta bo'lmagan (< 250 mm), bo'shatish termik ishlovi davrida mo'rtlikga moyil bo'lgan po'latli pokovkalarni bo'shatish haroratlarida qizdirilib moyda, qizdirilgan suvda va havoda sovutilishi tavsiya etiladi.

Traktrosozlik, qishloq xo'jaligi mashinasozligi va avtomobilsozlikda qo'llaniladigan mayda pokovkalarga termik ishlov berishdan ikkita maqsad ko'zda tutiladi: zagotovkalarni kesib ishlov berish holatini yaxshilash va kerakli o'lchamga, xossa talabiga mos kelishi talab qilinadi. Shuning maqsadida nomallashtirish, yumshatish, izotermik yumshatish, yaxshilash termik ishlov berish turlari qo'llaniladi.

Normallashtirish jarayoni uglerodli va kamlegirlangan markali po'latlarda (20, 30, 35, 40, 45, 20X, 40X) o'tkaziladi, ulardan vilka, kronshteyn, vtulka, krestovina, o'q va boshqa detallar tayyorlanadi.

Legirlangan po'latli pokovkalarda normallashtirish termik ishlov berish turi yuqori qismda beynit ichki struktura hosil qilish uchun (12XN3A, 20XNTP, 25NGNM, 40XGTP, 38X2MYuA), ya'ni qirqib ishlov berish jarayoni qiyin bo'lgan holatlarda o'tkaziladi. Legirlangan po'latlarda hosil bo'ladigan bunday nuqsonlarni bartaraf qilish uchun normallashtirish termik ishlovidan keyin yuqori haroratli (600 - 700 °C) bo'shatish termik ishlovi o'tkaziladi.

Izotermik yumshatish termik ishlovi turi kesib ishlov berilish jarayoniga katta e'tibor qilinadigan pokovkalarda o'tkaziladi. Bunday pokovkalarga 15XF,

15XGN2TA, 18XGT, 20X2N4AN4V, 25XGM, 25XGNM, 25XGNMT markali po‘latlardan bolg‘alash jarayonda olingan uzatish kutilarini tishli g‘ildiraklari va ularning muftalari, harakatlantiruvchi qismlarning reduktorlari, aktiv muhitlarda ishlovchi vallarni misol qilib keltirish mumkin.

Izotermik yushatish termik ishlovi turini harorati sovugan austenitni ferrit-karbitli strukturasi ga parchalanish oraliq harorati (620 - 670 °C) asosida aniqlanadi.

Ayrmi hollarda, yuqori qattqlik va mustahkamlik talab qilinganda, pokovkalarga yaxshilash, toblash va bo‘shatish termik ishlov turlari o‘tkaziladi. Ko‘pincha bunday termik ishlov berish turlari 45, 40X, 40XN, 40XTP markali po‘latlarni bolg‘alash jarayonidan o‘tkazilgan shatun, richag, vtulka, chashka va boshqa detallar olishda qo‘llaniladi.

Normallashtirish termik ishlovi turidan maqsad – bolg‘alash vaqtida hosil bo‘lgan qoldiq kuchlanishni kamaytirish, donalarni maydalash, buning natijasida pokovkalarni mexnik xossalari ni oshirishdan iboratdir.

Yuqori sifatli pokovkalarni olish uchun austenit strukturasi ni ferrit - karbitli strukturaga to‘liq aylanishi ni ta‘minlash kerak, bu holatda pokovkani sirtqi maydonlarida vodorot yo‘q bo‘lishiga erishiladi, ichki maydonda vodorodning miqdori teng taqsimlanadi va kesib ishlov berish holati yaxshilanadi. Po‘latlardan tayyorlangan pokovkalarni sovitilgan holatida yuqori chidamlikga ega bo‘lgan austenitni 250 - 350 °C haroratgacha qizdirilib ma‘lum vaqt tutib turilsa, sovitilgan austenit beynit strukturaga aylanadi va pokovkani tarkibidan vodorodni yo‘q bo‘lish jarayoni aktivlashadi. 550 - 650 °C haroratgacha qizdirib, pech bilan birgalikda sekinlikda sovitilsa tartibsiz ichki darzlar (floken) hosil bo‘lishini oldi olinadi.

Asbobsozlik po‘latlaridan bolg‘alash jarayoni bilan olingan pokovkalarga oddatda yumshatish termik ishlovi o‘tkaziladi, maqsad - donachalarni maydalash va donador perlitli ichki strukturalarni hosil qilishdir. Bunday yushatish termik ishlovi turi teskesar po‘latlarda har xil turdagi sinishlarni olini oladi. Ayrim evtektoidan keyinki po‘latlarda yumshatish termik ishlovini o‘tkazish ma‘lum sharoitlarda karbit setkalarni parchalash uchun qo‘llaniladi.

Shtamplangan po‘latli pokovkalar termik ishlov berish nomallash, yumshatish yoki yuqori haroratda bo‘shatish bilan o‘tkazilib, buning turini tanlash po‘lat markasiga, pokovkaning shakli va o‘lchamlariga bog‘liqdir.

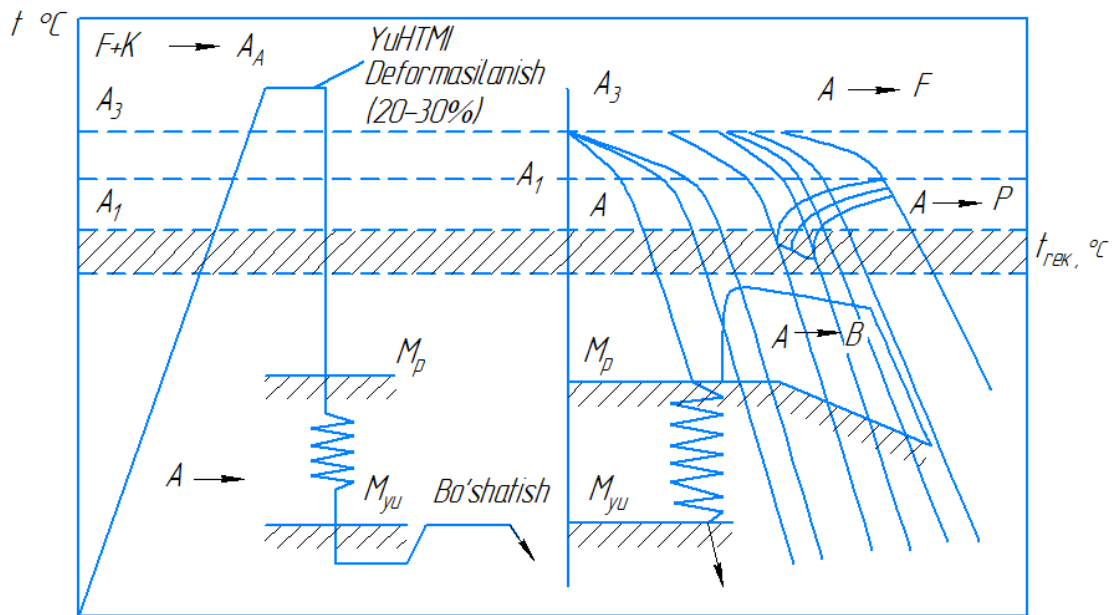
Murakkab shaklga ega bo‘lmagan shtamplar yordamida shtamplash usuli bilan olingan kichik o‘lchamdagi pokovkalarga yumshatish termik ishlov turi o‘rniga yuqori haroratli bo‘shatish termik ishlovi o‘tkaziladi, natijada termik ishlov berish vaqti kamayyadi, uglerodsizlanish va volframli po‘latlarni toblash uchun qizdirilganda qiyin eruvchi WC karbitini hosil bo‘lishini oldi olinadi. Murakkab shakldagi pokovkalar uchun, ya’ni termik ishlov berish bilan deformatsiyalanishni kamaytirish talab qo‘yilganda, izotermik yumshatish termik ishlov turini ko‘llash tavsiya etiladi.

Po‘latli pokovkaga termomexanik ishlov berish

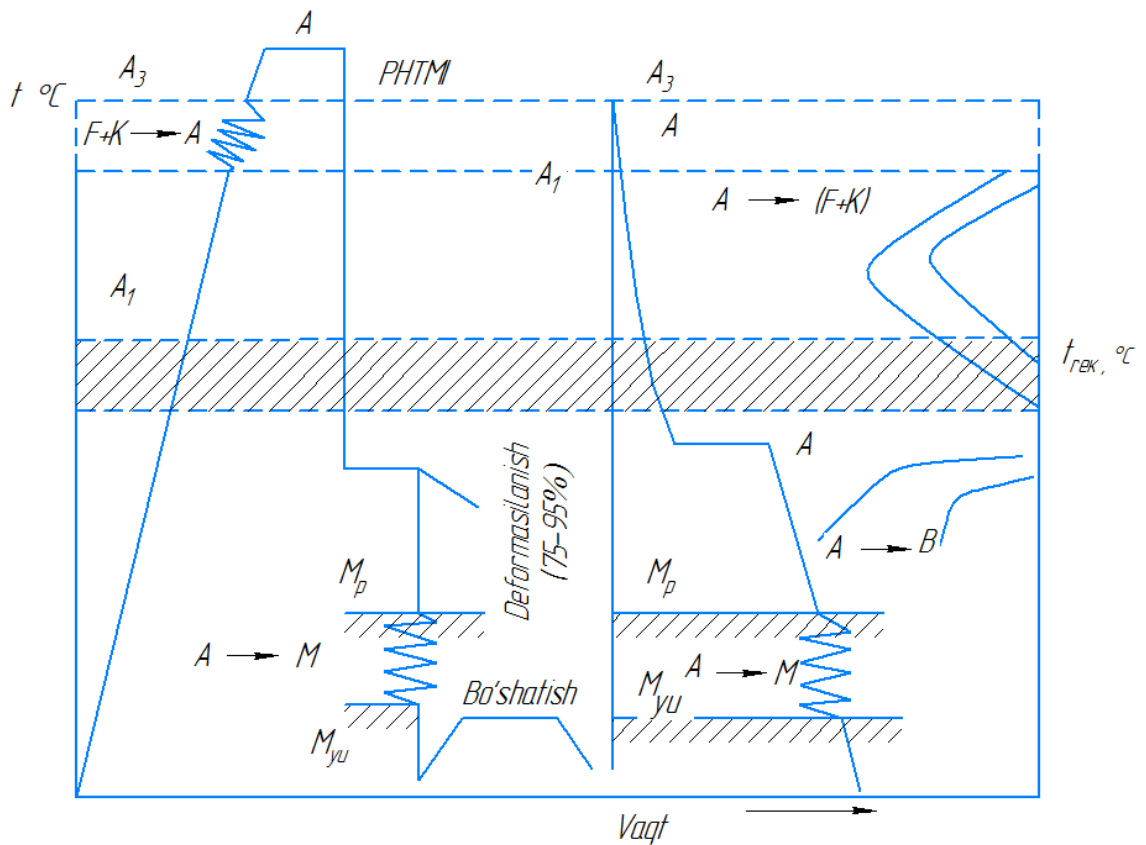
Termomexanik ishlov berish (TMI) po‘latning plastikligini saqlagan xolda, plastik deformatsiyalash bilan mustahkamlovchi termik ishlov berish (toblash, bo‘shatish) ni birlashtiruvchi mustahkamlashning yangi usulidir. TMIda po‘lat austenit holatida deformatsiyalanadi, keyinchalik tez sovutilib, toblangan po‘lat strukturasi (martensit) shakllantiriladi, bunda austenitni puxtalash sharoiti sodir bo‘ladi, shu munosabat bilan po‘latning mexanik xossalari ortadi. TMI dagi plastik deformatsiyalarni prokatlash, bolg‘alash, shtamplash kabi detallarga bosim ostida ishlov berish bilan hosil qilish mumkin. Termomexanik ishlashning yuqori haroratli termomexanik ishlov berish (YuHTMI) va past haroratli termomexanik ishlov berish (PHTMI) turlari bo‘ladi (4.5-rasm).

YuHTMI da po‘lat Ac_3 (yoki Ac_1) kritik nuqtadan yuqori haroratgacha qizdiriladi va ushbu haroratda plastik deformatsiyalanadi (deformatsiyalanish darajasi 20 - 30 %) va toblanadi. PHTMI da po‘lat Ac_3 (yoki Ac_1) kritik nuqtadan yuqori haroratgacha qizdiriladi, austenit nisbatan turg‘un bo‘ladigan haroratgacha (lekin rekristallanish haroratidan pasayib ketmasligi kerak) sovutiladi, bu haroratda plastik deformatsiyalanadi (deformatsiyalanish darajasi 75 - 95 %) va toblanadi. Ikkala holda ham toblash keyin past haroratda

boʻshatiladi. Barcha poʻlatlarni YuHTMI mumkin. PHTMI usulida oʻta sovutilgan austenitli yuqori darajada barqaror boʻlgan poʻlatlarga (legirlangan poʻlatlarga) ishlov berish mumkin.



a



b

4.5-rasm. Poʻlatni termomexanik ishlov berish sxemasi: a - yuqori haroratda, b - past haroratda

Oddiy toblashga qaraganda, TMI da po‘latning mexanik xossalari yuqori bo‘ladi. PHTMI da eng katta mustahkamlikka, ($\sigma_v = 2800 - 3300 \text{ MPa}$, $\delta = 6 \%$) erishiladi. Oddiy toblash va past haroratda bo‘shatilgandan so‘ng mustahkamlik chegarasi $\sigma_v = 2000 - 2200 \text{ MPa}$ ga, $\delta = 3 - 4 \%$ dan oshmaydi.

Shtamplarga termik ishlov berish

Issiq holatda ishlov berish uchun shtamp asboblardan issiqlikga chidamli, eyilishga bardoshli, mo‘rt sinishga chidamlilik va boshqa xususiyatlarga ega bo‘lishi talab qilinadi. Shtamp asboblari bir vaqtda yuqori haroratli siklik o‘zgaruvchan va kuchli bosim $300 - 900 \text{ MPa}$ ta’sir ostida ishlaydi. Bu jarayon murakkab darajadagi sharoit hisoblanadi, shu sababli shtamp asboblari ishlab chiqishda faqatgina legirlangan po‘latlardan foydalaniladi. Bunday po‘latlar yuqori issiqlik ta’siriga chidamli, qovushqoq, mo‘rt sinishga qarshligi kuchli va kuyindi hosil bo‘lishga chidamli hamda termik ishlash qulay bo‘lishi talab qilinadi. Undan tashqari bunday po‘latlarga termik ishlov berilganda deformatsiyalanish darajasi minimal qiymatda, uglerodsizlanishga bardoshli, kesib va siliqlash uchun ishlov berish qoniqarli darajada hamda qattiqligi $45 - 50 \text{ HRC}$ bo‘lishiga talab qo‘yiladi.

Shtamplarni asosiy turlari bolg‘alangan pokovkalaridan tayyorlanadi. Pokovkani kerakli o‘lcham va shakliga hamda metallurgik eritish natijasida hosil bo‘lgan nuqsonlarni (likvatsiya, anizotropilik xossasi va x.k.) bartaraf qilish bilan xossani oshirish uchun bolg‘alash jarayoni o‘tkaziladi.

Shtamplarni tayyorlashni texnologik jarayoniga dastlabki termik ishlash (DTI), mexanik ishlov berish, tugalangan termik ishlash (TTI), silliqlash, nazort turlari kiradi.

DTI pokovkani kesib ishlov berish xususiyatini oshirish uchun qattiqligini pasaytirish, struktura donachalarini maydalash, qoldiq kuchlanishni kamaytirish va strukturaviy jihatidan TTI jarayoniga tayyorlash uchun qo‘llaniladi.

Yirik pokovkalar uchun DTI sifatida to‘liq yoki izotermik yumshatish jarayoni o‘tkaziladi, maqsad donador perlitli va karbitlari bir tekisda taqsimlangan

strukturalar olishdir (4.1-jadval). To'liq yumshatish jarayonida pech bilan birgalikda sovish $< 30 \text{ }^\circ\text{C/s}$ bo'lishi kerak.

4.1-jadval

Shtamplar uchun po'latlarni DTI tartibi

Po'lat markalari	Izotermik yumshatish			To'liq yumshatish		Yuqori haroratda bo'shatish	
	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	HB	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	HB	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	HB
5XNM	760-790	650-660	197-220	760-790	197-241	680-700	207-241
5XNV	760-790	650-660	209-229	760-790	207-241	700-720	207-241
4XMFS	810-830	670-700	197-241	810-820	197-255	700-750	241
4X5MFS 4X5MF1S	840-860	670-690	187-241	840-860	229-241	760-780	241-255
3X2V8F	860-880	660-700	229-269	860-880	229-269	750-780	269
5X3V3MFS	840-880	690-700	229-255	840-880	229-255	750-780	269
2X6V8M2K8	880-900	640-705	241-269	880-900	241-269	780-820	269

Eslatma: t – qizdirish harorati, HB – qattqlik.

Kichik o'lchamdagi pokovkalar oddiy shakldagi va bolg'alashdan keyin martensit yoki beynit struktura talab qilingan shtamplar uchun qo'llaniladi, bunday shtamplar yuqori haroratda, A_s kiritik nuqtaga yaqin bo'lgan haroratda bo'shatiladi. Pokovka pechga yuklashda pechni harorati $600 \text{ }^\circ\text{C}$ dan yuqori bo'lmaganda xolatda yuklanadi.

TTI yordamida shtamplar uchun talab qilingan xossani toblash va bo'shatish termik ishlov berish turlari ta'minlaydi. Shtamlarni turli sharoitlarda ishlashi ularni har xil markali po'latlardan tayyorlashni, turli xildagi toblash va bo'shatish turlarini o'tkazishni talab qiladi (4.2-jadval). SHu bilan birga toblash uchun qizdirish haroratini oshishi shtamp po'latlarni issiqlikga chidamlilik va toblanuvchanligini oshiradi, lekin austenit donalarin o'sishi qovushqoqlik qiymatini kamaytiradi.

TTI tartibini tanlashda termik ishlov berish natijasida shtamplardagi formatsiyalanishni hisobga olish muhim. Murakkab shakldagi shtamplarda toblashdan so'ng yoki pog'onali yoki izotermik toblashni qo'llash bilan strukturada qoldiq austenitni miqdorini oshishi hisobiga deformatsiyalanishni kamaytirish mumkin bo'ladi.

Bo'shatish termik ishlash haroratini oshirish toblangan po'latlarni qattqligini, mustahkamligini, eyilishga bardoshliligini kamaytiradi,

qovushqoqligini oshiradi. Shuning uchun yuqori bosim ostida ishlovchi shtamplar uchun bo'shatish termik ishlov berish harorati past haroratda, lekin shtapmni qo'llash davridagi qizish haroratidan yuqori bo'lmagan haroratida o'tkaziladi.

4.2-jadval

Shtamplar po'latlarni termik ishlov berish natijalari

Po'lat markalari	Toblash harorati, °C			Asosiy ishchi yuzani bo'shatish		Umumiy qismni bo'shatish	
	DTI	TTI	HRC	<i>t</i> , °C	HRC	<i>t</i> , °C	HRC
5XNM	700-750	840-860	56-60	560-580 500-550 400-480	36-39 38-42 42-46	580-610 620-640 650-680	33-37 30-37 25-30
5XNV	700-750	840-860	56-59	520-550 400-500	38-42 42-45	-	-
4XMFS	700-750	910-930	53-55	580-600	44-46	-	-
4X5MFS	700-750	1000-1020	50-52	530-560	47-49	-	-
3X2V8F	700-750	1070-1100	48-52	600-620	42-48	-	-
5X3V3MFS	850-870	1120-1150	53-56	660-680	42-46	-	-
2X6V8M2K8	840-860	1180-1220	52-54	660-680 700-720	54-56 50-51	-	-

Yirik shtaplarda asosiy ishchi qismni bo'shatishdan tashqari, umumiy qism qo'shimcha yuqori haroratlarda bo'shatiladi, maqsad, umumiy qismda qattqlikni 30-35 HRC kamaytirish, qovushqoqlikni oshirish, darz ketishlar holatini bartaraf qilish va bolg'alash-presslash qurilmasiga o'rtaliganda mo'rtligi uchun singan parchalarni sodir bo'lmasligi uchun o'tkaziladi.

Shtaplarni TTI ga tayyorlash quydagi tartibda o'tkaziladi:

- pokovkani yuza qismlarida zang hosil bo'lmaganligi, moy qoldiklari va boshqalarni bo'lmasligi;
- bir markali va o'lchami yaqin bo'lgan shtamplar to'plamini shaklantirish. Katta pechlarda bir vaqtda 10 tagacha shtaplarni toblash uchun qizdirish mumkin;
- shtapmni asosiy ishchi yuzalarini oksidlanish va uglerodsizlanishdan saqlash uchun qoplash (4.6-rasm). Buning uchun daraxtli ugollar, foydalangan hamda (30 % gacha) yangi karbyurizatorlar yoki (20 % gacha) quruq cho'yan qirindilardan foydalaniladi.

Qalinligi 400 *mm* atrofidagi yirik shtamlarni toblash uchun qizdirish, deformatsiyalanishni kamaytirish va dars ketishni oldini olish maqsadida bir yoki ikki pog'onali qizdirish bilan o'tkaziladi (4.2-jadval).

Kichki o'lchamdagi shtamlarni toblash haroratida qizib turgan pechga to'g'ridan to'g'ri yuklash mumkin.

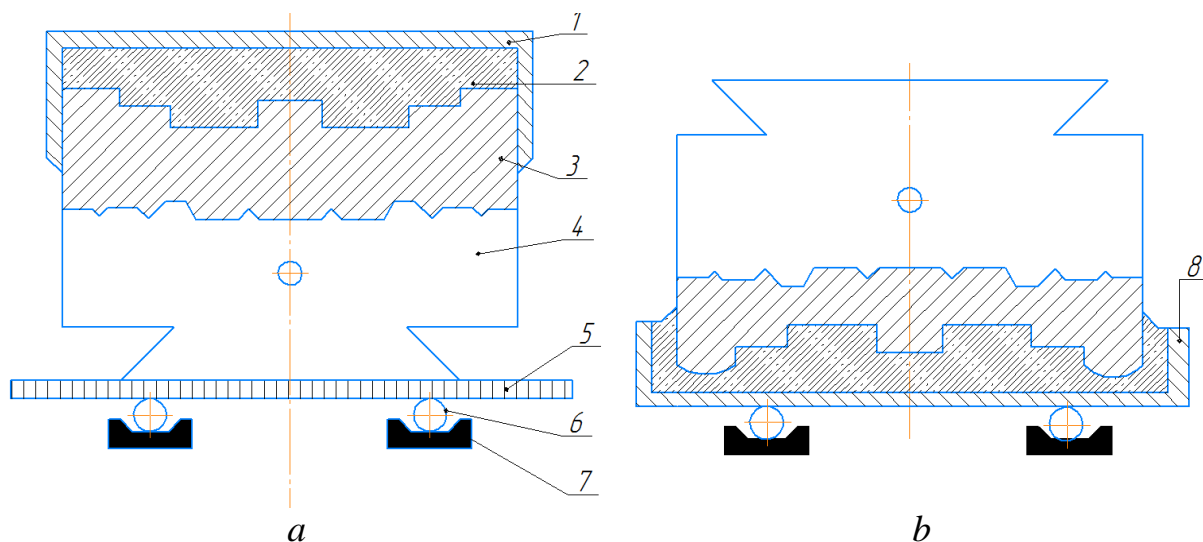
Qizdirish vaqti tegishli ma'lumotnomalar asosida hisoblanadi yoki tanlab olinadi. Qizdirish davomiyligi shunday tanlanishi keraki, ya'ni talab qilingan toblanuvchanlik va issiqlikga chidamllikni ta'minlashi kerak. 500 - 600 °C haroratda qizib turgan pechga pokovkalar yuklanishi bilan, qizdirishni davomiyligi shtamp pokovkasini qalinligiga qarab 1 *soat* uchun 25 *mm* deb hisoblash mumkin.

Shtamp pokovkasini toblash uchun sovitish asosan 150 - 200 °C haroratgacha 40 - 70 °C haroratda qizitilgan moyda sovitiladi. Shtamp yordamchi moslamalar bilan birga pechdan chiqarib olinadi, yordamchi moslamalar ajratib olinadi, himoyalovchi aralashmalardan tozalanadi va maxsus ko'tarish kranlari yordamida moyga botiriladi (4.7-rasm). Toblash bakida shtaplarni tutib turish vaqti 100 *mm* uchun 10-13 *minut* deb qabul qilingan.

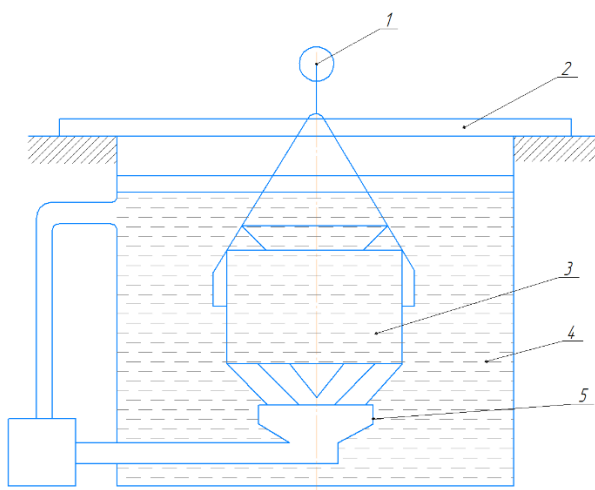
Ayrim holatlarda TTI texnologik siklini qisqartirish maqsadida shtampni umumiy qo'shimcha bo'shatish termik ishlovi o'tkazilmasdan faqat asosiy ishchi qismida aktiv sovitish jarayoni o'tkaziladi. Buning uchun umumiy qism toblashdan oldin himoya qoplamasi bilan berkitiladi (4.8-rasm). Berkitilgan himoya qoplamasidagi shtampni umumiy qismlari nisbatan sekin soviydi, natijada shtampning umumiy qismidagi qattiqligi asosiy qismidagi qattiqlik qiymatiga nisbatan kichik bo'lishi ta'minlanadi. Natija qo'shimcha bo'shatish termik ishlov berish turini siklini qisqartiradi.

Toblangan shtamlar uchun toblash jarayoni o'tkazilishi bilan yoki 2 soatdan kam bo'lmagan vaqt oralig'ida bo'shatish termik ishlov turi o'tkazishi maqsadga movfiqdir. Shtamp po'latlarni turli haroratlarda bo'shatish termik ishlov berishdan olingan natijalar 4.2-jadvalda keltirilgan. Bo'shatish uchun shtamlarni pechda ushlab turish vaqti tegishli ma'lumotnomalardan va hisoblash natijalaridan aniqlanadi, amaliyotda o'rtacha 1 *mm* uchun 1 *min* qizdirishni tutib turish vaqti qabul

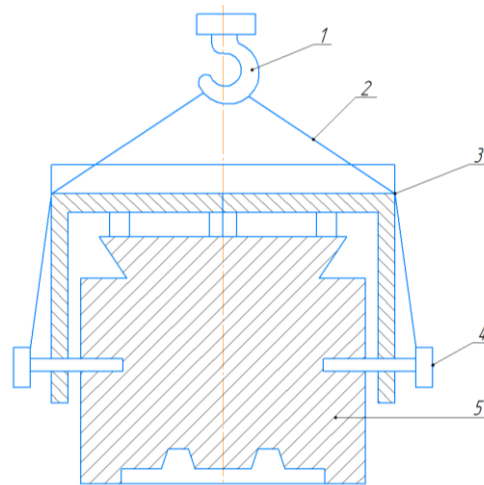
qilingan. Hisoblashdan topilgan vaqtga qo‘shimcha ravishda, shtamlarni butun tanasi bo‘ylab fazoviy almashinishni va qoldiq kuchlanishni yo‘qotish uchun 2 soat oralig‘ida qo‘shimcha vaqt belgilanib, sovitish jarayonini o‘tkazish maqsadaga mofiqdir. Bo‘shatish termik ishlov uchun qizdirilgan shtampni sovitish havoda o‘tkaziladi.



4.6-rasm. Shtamlarni yuqori (a) va pastki (b) asosiy ishchi yuzalarin toblash sxemasi: 1 – qopqoq; 2 – himoya aralashmasi; 3 – issiqbardosh qoplama; 4 – shtamp; 5 – plita; 6 – sharlar; 7 – yo‘naltiruvchi; 8 – plita



4.7-rasm. Katta o‘lchamdagi shtamlarni sovitish sxemasi: 1 – ko‘tarsh kurilmasini ilgagi; 2 – shtampni saqlab turish uchun o‘q; 3 – shtamp; 4 – moy vannasi; 5 – moy purkash qurilmasi; 6 – nasos



4.8-rasm. Yirik shtamlarni bir tomondan toblash uchun maxsus moslamaga joylashtirish sxemasi: 1 – ko‘tarsh kurilmasini ilgagi; 2 – tros; 3 – himoya qoplamasi; 4 – tutgich; 5 – shtamp

Shtamlarni sifatini nazorat qilish 100 % tashqi qismlarida o'tkaziladi, ya'ni darzlar, zang, asosiy ishchi qismda oksidlanish, undan tashqari asosiy ishchi va umumiy qismlardagi qattiqliklar o'lchanadi.

Nazorat savollari:

1. Temirning qaysi elementlar oksidlaydi?
2. Po'latni uglerodsizlanishi to'g'risida tushuncha bering?
3. Po'latlarni o'ta qizishi va o'ta kuyishi nima bilan harakterlanadi?
4. Oksidlanish va uglerodsizlanishdan po'latlarni himoyalash uslublariga tushuncha bering?
5. Pokovkalarni tezlik bilan qizdirishda qanday kuchlanish hosil bo'ladi?
6. Qizdirishni hisoblashda yupqa va katta tanadagi chegara qanday o'rnatiladi?
7. Yupqa va katta buyumlarni qizdirish uchun qanday tartib o'rnatiladi?
8. Pokovkani qizdirishni davomiyligi qanday aniqlanadi?
9. Dastlabki va tugallangan termik ishlov berish tartibi qanday belgilanadi?
10. Pokovkani sovishtish jarayoni haqida tushuncha bering?
11. Ichki darzlarni bartaraf qilish uchun ishlov berish tartibiga tushuncha bering?
12. Temomexanik ishlov berishning fizikaviy asosini tushuntiring?
13. Yuqori haroratda termomexanik ishlov berish jarayonini tushuntiring?
14. Past haroratda termomexanik ishlov berish jarayonini tushuntiring?
15. Shtamlarni dastlabki va tugallangan termik ishlov berish jarayonlarini tushuntiring?
16. Shtamp po'latlarni termik ishlov berishda qanday o'zgarishlar sodir bo'ladi?
17. Shtamp po'latlarni termik ishlov berishda qisqartirilgan sikillarni jarayoniga tushuncha bering?
18. Shtamp po'latlarni toblash jarayoni tushuntiring?
19. Toblangan shtamp po'latlarda qanday nazorat turlari o'tkaziladi?
20. Pokovkalarga termik ishlov berishni xususiyalarini tushuntiring?

5. QIZDIRISH QURILMLARI VA ULARNI HISOBI

5.1. Alangali yoqilg'ida qizdirish jarayonlari

Alangali yoqilg'ida qizdirish pechlari

Alangali yoqilg'ili pechlarni – turli yoqilg'ilardan foydalanib metallarni qizdirish uchun mo'ljallangan qurilma hisoblanadi. Bunday alangali pechlarni quydagi turlarga mavjud:

1. Pechda yoqilg'ini qo'llanilishi bo'yicha: gzsimon, suyuq va qattiq yoqilg'ida foydalaniladi;
2. Chiqqan gazni issiqligidan foydalanish uslubi bo'yicha – rekuperativ va regenerativ pechlar.

Gzsimon yoqilg'ilardan tabiiy va sun'iy gazlardan foydalaniladi. Sun'iy gaz qattiq yoqilg'ilardan (generatorli) olinadi va metallurgik ishlab chiqarishning (koks, domna gazlari) mahsuloti hisoblanadi. Gzsimon yoqilg'ini alangalatish uchun maxsus gorelklardan foydalaniladi. Samarali suyuq yoqilg'i sifatida mazutdan foydalaniladi. Mazutni alangalatish uchun yuqori (10 - 60 Pa) va past (0,1 - 0,3 Pa) bosimli forsunkalar qo'llaniladi. Qattiq yoqilg'i (toshli ko'mir, antratsit va koks) pechni ishchi maydoniga qo'yilgan panjarada alanga oldirladi.

Kamerali alangali pechlarni karkasi, qoplamasi, havo chiqaruvchi, issiqlik almashtiruvchi qurilmalari asosiy elementlari hisoblanadi. Karkas qismi listli po'latdan tayyorlangan sirt qismi, qoplama tirgagi, vertikal va gorizontal tutkichlardan shaklanadi. Karkas ishchi qism uchun qoplama, yuk bilan ko'tarish mexanizmi, gorelka (forsunka) uchun maxsus plita va ishchi stolga mahkamlanadi. Kopqoq qismini ko'tarishni engilashtirish maqsadida ko'pincha karkasga pnevmatik silindr o'rnatiladi, natijada qizdirilish ishlarini bajarishda qopqop qismini boshqarish uchun sharoit yaratiladi.

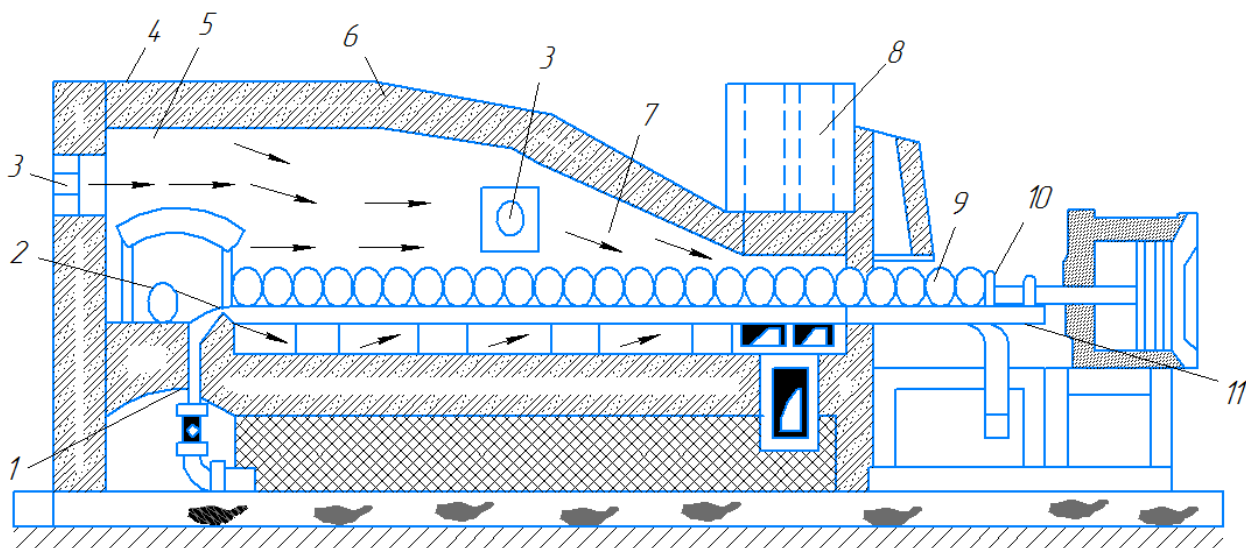
Pechlarning devor qoplamalari uchun olovbardosh va issiqlikni saqlovchi material - g'ishtlar hisoblanadi. Qoplama tashqi va ichki qismlarga bo'linadi. Qoplamani ichki qismi issiqlikni tashqariga chiqib ketishidan saqlaydi va uni

olovbardosh g'ishtlar yordamida amalga oshiriladi. Pechni ichki qismidagi qoplama doimo va to'g'ridan to'g'ri yonuvchi gazlar ta'sirda bo'ladi va bu vazifani bajarish uchun olovbardosh g'ishtlardan foydalaniladi. Pechning ishchi maydonining tag qismi, ya'ni pol qismiga doim katta bosim va kuch ta'sir qiladi, shuning uchun bu qismni tiklashda yuqori chidamli olovbardosh g'isht yoki plitalardan foydalaniladi. Ishchi maydon yonuvchi gaz yordamida tezlikda qiziydi, hosil bo'lgan issiqlikni qizdiruvchi zagotovkaga to'yintiradi.

Qizdirish pechlarida gaz chiqaruvchi qism pechni ishchi maydonidagi gazlarni trubalar yordamida chiqarish uchun xizmat qiladi. Gaz chiqaruvchi qism katta qizdirish pechlarida doim devorning asosiy qismi bo'lib o'rnatilgan. Kichik pechlarda zagotovkalarni qizdirishda gazalar maxsus darcha yordamida trubalardan foydalanib yoki to'g'ridan to'g'ri sexni muhitiga chiqarib yuboriladi.

Yoqilg'ini alangalanishini jadallashtirish uchun, pechga yuborilayotgan havoni issiqlik almashinuvchi qurilmalar (regenerator yoki rekuperator) yordamida qizdiriladi. Rekuperatorga sovuq havo maxsus o'rnatilgan tuynuklar orqali yuborilib qizdiriladi. Rekuperator havoni uzluksiz qizdirib tursa, regenerator uzlukli qizdiradi. Kamerali pechlarda ishlab chiqarishning samardorligini oshirish uchun ko'inchalik ikki kamerali pechlardan foydalaniladi. Ikki kamerali pechning bitta kamerasida zagotovkani dastlabki qizdirish, ikkinchi kamerasida tugallangan qizdirish jarayonlari o'tkaziladi. Bunday pechlar to'g'risida to'liq ma'lumotni keyingi mavzularda ko'rib chiqamiz.

Metodik pechlarda zagotovka butun tanasi bo'ylab bir xilda qiziydi, sababi harorat pechni yuklash maydonchasidan boshlab kamera qismigacha sekin qizib boradi. Metodik pechlar gaz va mazutda ishlaydi. Metodik pechni sxema chizmasi 5.1-rasmda keltirilgan. Pechni karkas tashqi qismi po'lat listidan tayyorlanagan, shvellarga mahkamlangan. Pech devori, pol qismlari g'ishtdan qurilgan. Ishchi maydoni dastlabki qizdirish kamerasi 7 va tugallangan qizdirish kamerasidan 5 tuzilgan.



5.1-rasm. Metodik pechni sxemasi

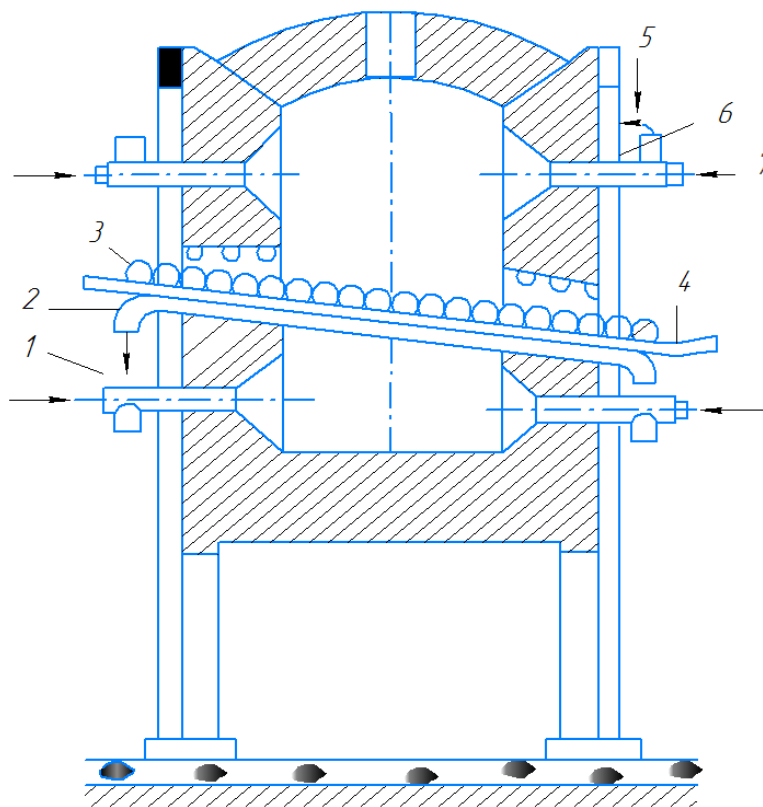
Ko‘pincha bolg‘alash va shtamplash uchun qizdirishda uch bosqichli qizdirish pechlaridan ham foydalaniladi, ya’ni zagotovka uchta qizdirish bosqichidan o‘tadi: *dastlabki qizdirish*, talab qilingan haroratgacha qizdirish va talab qilingan haroratda saqlab turish. Zagotovka 9 ishchi stolga 11 joylashiriladi va suruvchi qurilma 10 yordamida surib turiladi, bu qurilma maxsus truba 1 yordamida suv bilan sovitiladi.

Zagotovkani qizdirilishiga qarab pechdagi chiqish oynasi 2 tomonga qarab surilib boradi. Tugallangan qizdirish 5 kamerada zagotovka talab qilingan darajaga qizdiriladi. Qizdirilgan zagotovkani chiqarib olish maxsus chiqaruvchi qism orqali amalga oshiriladi. Gorelkalar pechni ishchi maydon qismiga va devorlarni yon taraflariga o‘rnatilgan. Alanganishda chiqqan gaz maxsus o‘rnatilgan quvurlar orqali chiqarilib yuboriladi. Havoni qizdirish uchun pech rekuperator bilan ta’minlangan. Metodik pechlar ko‘p seriyali ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Yuqori tezlikda metallni qizdirish

Temirchilar uchun moslashtirilgan pechlarni ishlab chiqarishini samardorligini oshirish, kuyudini kamaytirish va uglerodsizlanishni nuqsonlarini sodir bo‘lishini oldini olish yuqori tezlikda metallni qizdirish orqali amalga oshirish mumkin. Asosiy xususiyatlaridan biri pechning ishchi maydonidagi haroratni 1400 - 1500 °C gacha qizdirishi va zagotovkani butun tanasi bo‘ylab bir xil haroratda qizdirish imkoniyati mavjud.

5.2-rasmda shar shaklidagi kichik o'lchamdagi zagotovkalarni yuqori tezlik bilan qizdiruvchi gazli yoqilg'isida ishlovchi pechni umumiy sxemasi ko'rsatilgan. Zagotovka 3 ikki yo'naltiruvchi 4 orqali kiritiladi, ular quvurga payvandlanib, suv yordamida sovitib turiladigan. Pechni ishchi maydonini yuqori va pastki qismiga gorelka 1 va 6 mahkamlangan. Havoni qizdirish uchun pech rekuperator bilan jihozlangan, havo darcha 5 orqali gorelkaga keladi. Gazi yoqilg'i maxsus quvurlar yordamida 7 olib kelinadi. Bunday pechlar o'lchami 100 mm gacha bo'lgan zagotovkalarni qizdirish uchun mo'ljallangan. Yuqori tezlikda qizdiruvchi pechni ishlab chiqarishdagi samardorligi 200 kg/s, metallga kuyindi hosil bo'lishi og'irligiga nisbatan 1,5 % gacha.



5.2-rasm. Yuqori tezlikda qizdirish pechining sxemasi

5.2. Suyuq yoqilg'i pechlarini hisoblash

Suyuq yoqilg'i pechlarini hisoblashning umumiy usuli

Kamerali pechlarda (5.3-rasm) pechning ishchi maydoni zagotovkani ishlab chiqarishdagi samardorlik G va qizdirish vaqti t asosida aniqlandi, hisoblash uchun

F_{ish} – ishchi maydon, b_{ish} – enini o‘lchami; l_{ish} – uzunlik o‘lchamlari ma’lum bo‘lishi kerak, ular quydagi formuladan hisoblanadi:

$$l_{ish} = a \cdot d \cdot n + 2z, mm; \quad (5.1)$$

$$l_{ish} = l_{zag.} + 2z, mm. \quad (5.2)$$

bu erda $a = S/d$ – zagotovkani joylashtirishni nisbiy oralig‘i;

$l_{zag.}$ – zagotovkani uzunligi, mm;

n – pechga bir vaqtda yuklangan zagotovkalar soni (*donada*), bu quydagiga teng: $n = n_1 \cdot t$;

bu erda n_1 – bitta zagotovka uchun ishlab chiqarishdagi samaradorlik, quydagi formuladan aniqlanadi:

$$n_1 = G/\gamma \quad (5.3)$$

bu erda γ – metallni solishtirma og‘irligi, kg;

z – pech defori va zagotovka oralig‘idagi o‘lcham, mm.

Pechi aktiv maydoni quydagigacha hisoblanadi:

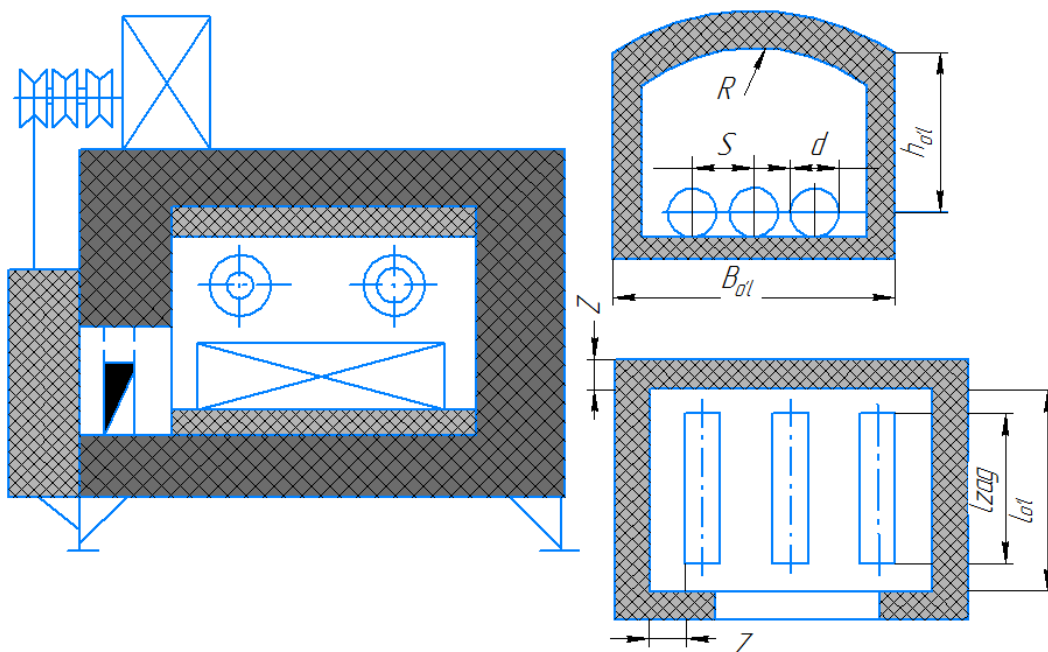
$$F_{akt} = b_{akt} \cdot l_{akt}, m^2 \quad (5.4)$$

Aktiv maydonni o‘lchamga nisbati ishchi maydonni foydalanish koeffitsentini tashkil qiladi:

$$\xi = F_{akt} / F_{ish} \quad (5.5)$$

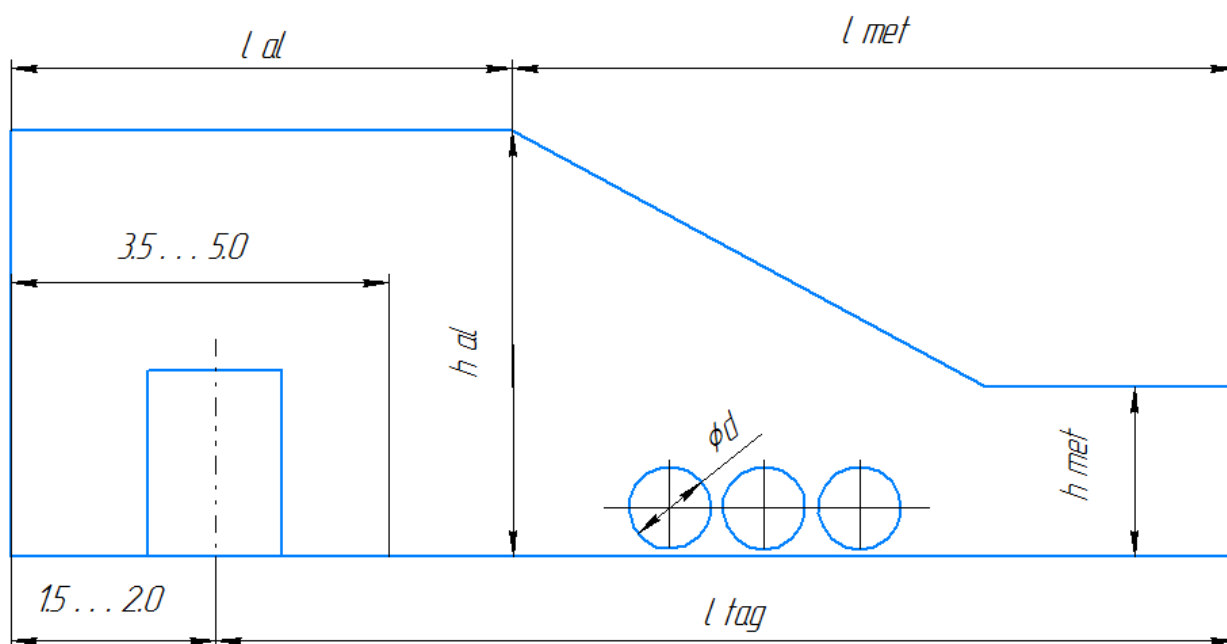
Bu koeffitsent $\xi > 0,5$ bo‘lishi kerak, aks holda zagotovkalarni joylashish oraliqlari o‘zgartiriladi.

Pechni balandligi H kichki pechlar uchun $H_k = 400 - 600$ mm, yirik pechlar uchun $H_{kr} > 1000$ mm deb qabul qilingan.



5.3-rasm. Kamerali pechni sxemasi

Metodikali pechlarda arka shaklidagi egrilining o'lchami yonish maydoniga teng deb qabul qilinadi (5.4-rasm).



5.4-rasm. Metodik pechni sxemasi

Kichik pechlar uchun ishchi maydonii $< 1 \text{ m}$ bo'lganda $z = 0,01-0,02 \text{ m}$, yirik pechlarda $> 3 \text{ m}$ bo'lganda $z = 0,1-0,2 \text{ m}$ qiymatda bo'ladi.

Foydali asosiy ishchi maydon quydagiga teng: $F_{as.ish} = l_{foy} \cdot b_{ish}$; bu erdan foydali uzunlik topish mumkin: $l_{as.ish} = d \cdot n$ teng:

n – bir vaqta yuklanganda, xuddi kamerali pechlar holatida aniqlanadi;

$l_{ish} = l_{zag} + 2z$ – bir qancha yonma yon qatordagi harakatlar uchun, mm ;

$l_{ish} = l_{zag}$ – bir qator harakatlar uchun, mm ;

$$z = 0,1 - 0,2 \text{ m.} \quad l_{ish} = d \cdot n + z. \quad (5.6)$$

Metodik maydonning uzunligi quydagicha aniqlanadi:

$$l_{met} = l_{as\ ish} \cdot (t_{met}/t), \text{ mm};$$

bu erda t_{met} – metodik maydonda zagotovkani qizdirish vaqti.

Asosiy ishchi aktiv maydon quydagicha aniqlanadi:

$$F_{akt} = l_{foy} \cdot l_{zag}, \text{ m}^2 \quad (5.7)$$

$$F_{foy} = l_{as\ ish} \cdot l_{zag} + (1,5 + 2,0), \text{ m}^2 \quad (5.8)$$

Asosiy ish maydonini foydalanish koeffitsienti $x = F_{akt}/F_{as\ ish} < 1$ (5.9)

bo‘lishi kerak.

$$\text{Ishchi kameraning balandligi: } h_k = h_m + h_g; \quad (5.10)$$

bu erda h_m – zagotovokani qallinligi, mm ;

h_g – gazli qatlamni qallinligi, bu quydagicha aniqlanadi:

$$h_g = (A' + 0,05b)t_2 \cdot 10^{-3} \text{ m}; \quad (5.11)$$

bu erda t_2 – pechni ishchi maydondagi harorat, °C;

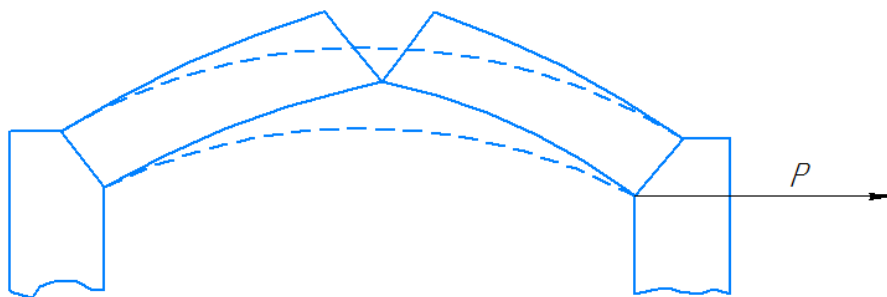
A' – balandlik koeffitsienti, bu qiymat $t_2 < 900$ °C bo‘lganda $A' = 0,5 - 0,055$; $t_2 <$

1500 °C bo‘lganda $A' = 0,65$ teng bo‘ladi

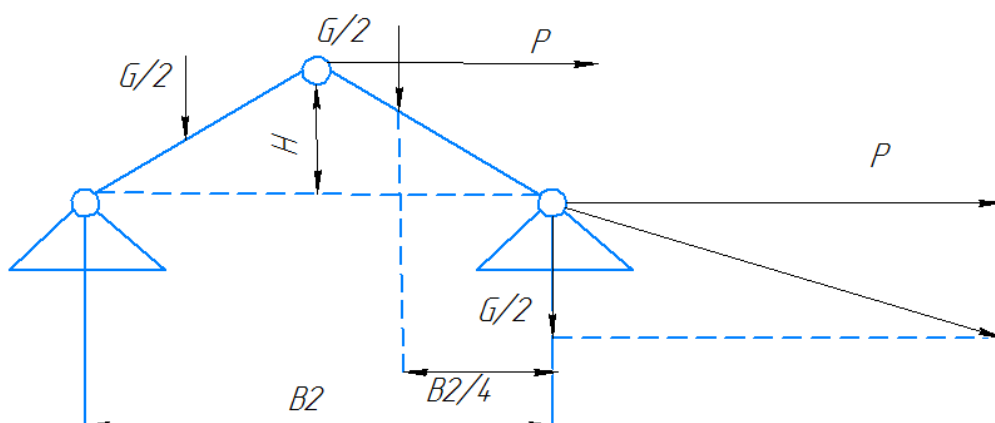
Barcha pechlar uchun asosiy ishchi maydonda hosil bo‘ladigan kuchlanish quydagicha hisoblanadi: $H = G/F$.

Pechni asosiy elementlaridan yana biri ishchi maydondagi gumbaz shaklidagi qismidir. Gumbaz shakaldagi holatni hisoblash, eng xavfli bo‘lgan vaqti uchun, ya’ni harorat ta’sirida gumbazni ichki qatlamlari kengashidan yorilishlar boshlangan holat uchun ko‘rib chiqamiz (5.5-rasm).

Bunday holda gumbazni tirgagi oshiq-moshiq sxemasidagi gorizontaal kuch P tartibida hisoblanadi (5.6-rasm).



5.5-rasm. Gumbaz sxemasi



5.6-rasm. Gumbaz qoplamasini sxemasi

Sxemada G – gumbazni uzunligini kichik birligi. A nuqtaga nisbatan burmalar tengligi quyidagicha:

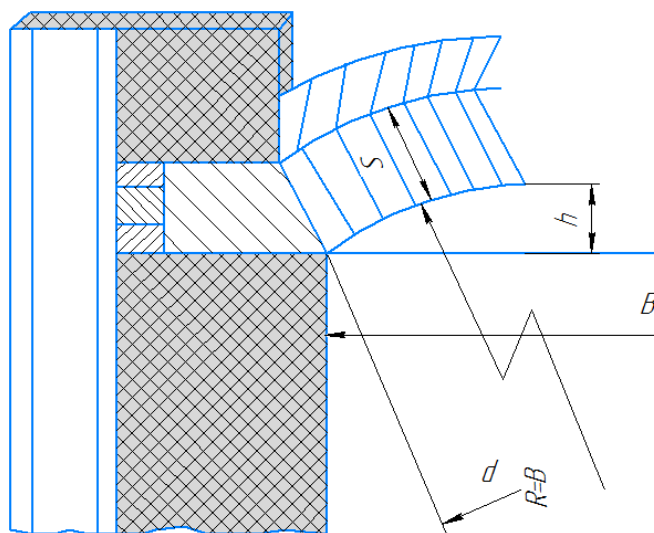
$$G/2 \cdot b_{ish}/4 = Pp \cdot H; \quad (5.12)$$

$$Pp = (G \cdot b_{ish})/8h. \quad (5.13)$$

bu erda Pp - hisoblangan kuch.

Ishchi maydon tegishli haroratlar bo'lgan pechlar uchun quyidagi zahira mustahkamlik qabul qilinadi: 900 °C gacha $P = 2Pp$; 1000 °C gacha $P = 2,5Pp$; 1300 °C gacha $P = 3Pp$.

P kuchi beshinchi g'ishtga ta'sir qiladi va bu o'z o'zidan beshinchi to'singa uzatiladi (5.7-rasm). Bu ustunni hisoblashda unga teng taqsimlanuvchi og'irlik yuk hisobga olish muhim.



5.7-rasm. Beshinchi to'sinni konstruktiv sxemasi

Eguvchi holat quydagicha aniqlanadi:

$$M_{eg} = P \cdot l/2 \cdot l/2 - Pl/2 \cdot l/4; \quad (5.14)$$

$$M_{eg} = Pl^2/8; \quad (5.15)$$

Qarshilik holati:

$$W = M_{eg} / s; \quad (5.16)$$

Beshinchi ustun uchun W qiymati ma'lum bo'lsa shu asosida prokatli shveller zagotovkalari tanlab olinadi.

5.3. Alangali pechlarni issiqlik muovazanati

Alanganli pechlarning issiqlik muovazanatini boshqarish

Pechni loyihalash uchun uning yoqilg'i sarfi aniq bo'lishi kerak. Bu yoqilg'i balansiga asoslanib hisoblash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Pechdagi issiqlik pechda amalga oshadigan ekzotermik reaksiya hisobiga yoqilg'ining yonishidan, havo, yoqilg'i va metallning qizishi hisobiga hosil bo'ladi.

Belgilangan haroratda metallni qizdirish texnologik jarayonidan hosil qilingan issiqlik bir qancha qismlarga sarflanadi. Bu foydali issiqlik sarfidir. Issiqlikning bir qismi havoni qizitishga, bir qismi pech devorini, qolgan qismi havoni dimiqtirish uchun sarflanadi.

Issiqlik balansini kiritish va sarf qiymatlariga bog‘liq holatda har xil birliklarda tuzish mumkin, masalan, yoqilg‘i birligida 1 kg va 1 m^3 yoki vaqt birligida (*sekunda, soatda, pechning ishlash davri bo‘yicha*) yoki qizdiriluvchi metall birligida (*tonna, kilogramm*).

Issiqlik bo‘limi:

1. Q_{yoq} - yoqilg‘i yonishidagi issiqlik - bu yoqilg‘i balansining asosiy kiritish bo‘limidir:

$$Q_{yoq} = Q_p^i \cdot x, \text{ kkal/soat}; \quad (5.17)$$

bu yerda Q_p^i - yoqilg‘ining past issiqlik yaratuvchanlik imkoniyati;

x - bir soat uchun yoqilg‘i sarfi kg yoki m^3 da.

2. $Q_{yoq.qiz}$ - yoqilg‘ining fizikaviy issiqligi. Turli yoqilg‘ilar har xil miqdorda issiqlik chiqaradi, bu qismda suyuq oquvchanligi yomon bo‘lgan, natijada ularni qizdirish zarur bo‘lgan gazsimon yoki suyuq yoqilg‘ilar o‘rganiladi.

Suyuq yoqilg‘i uchun:

$$Q_{yoq.qiz} = c_0^t tx, \text{ kkal/soat}; \quad (5.18)$$

gazsimon yoqilg‘i uchun:

$$Q_{yoq.qiz} = (p_1 c_1 + p_2 c_2 + \dots + p_n c_n) \cdot tx, \text{ kkal/soat}; \quad (5.19)$$

bu yerda p_1, p_2, \dots, p_n - gazsimon yoqilg‘ini tashkil etuvchilar, %;

c_1, c_2, \dots, c_n - yoqilg‘ini tashkil etuvchilar issiqlik sig‘imi;

c_0^t - yoqilg‘ining 0 dan t^o gacha bo‘lgan o‘rtacha issiqlik sig‘imi;

t - yoqilg‘i hararoti, °C.

3. $Q_{hav.qiz}$ - qizdirilgan havoning fizikaviy issiqligi. Bu qismda, agar havo rekuperatorlar yordamida qizdirilsa, oddiy hollarda, hattoki, juda ham issiq vaqtlarda ham havodagi issiqlik miqdori noma’lum bo‘ladi, shuning uchun uni e’tiborga olmasdan iloji yo‘q:

$$Q_{hav.qiz} = Lc_0^t tx, kkal/soat; \quad (5.20)$$

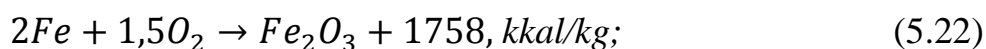
bu yerda L - bir soat yoqilg'i sarfiga teng birlikda havoning sarfi;
 c_0^t - havoning 0 dan t° gacha bo'lgan o'rtacha issiqlik sig'imi;
 t - havo harorati, $^\circ\text{C}$.

4. $Q_{met.qiz}$ - qizdiruvchi metallning fizikaviy issiqligi. Bu qismda, agar metall pechga dastlab qizdirib yuklansa, hisoblanadi:

$$Q_{met.qiz} = g_m c_0^t t, kkal/soat; \quad (5.21)$$

bu yerda g_m - qizdirilgan metallning og'irligi, kg ;
 c_0^t - metallning 0 dan t° gacha bo'lgan o'rtacha issiqlik sig'imi;
 t - qizdirilgan metall harorati, $^\circ\text{C}$.

5. Q_{ekzo} - ekzotermik reaksiya issiqligi. Ekzotermik reaksiyada metallning oksidlanishi qachon hosil bo'lishini bilish uchun bu qism o'rganiladi:



Agar bu reaksiya amalga oshsa, issiqlik metallning kuyundisini qizdirish uchun sarflanadi.

Qizdirib ishlov berishda bu reaksiyaning hosil bo'lmasligi uchun harakat qilinadi, shuning uchun normal sharoitda ishlashda bu bo'limni hisobga olish shart emas.

Shunday qilib, agar qizdirilmagan sovuq metall qizdirilsa, yoqilg'i va havo ham qizimagan bo'lsa, kirish issiqligini hisoblashning birinchi qismi Q_{yoqil} yoqilg'ining yonishdagi issiqlikni hisoblashdan boshlanadi.

Sarf qismi:

1. Q_{foy} - metallni qizdirish uchun sarflangan foydali issiqlik:

$$Q_{foy} = (t_1 - t_2) \cdot c_{t_1}^{t_2} g_m, kkal/soat; \quad (5.24)$$

bu yerda t_1 - pechga yuklanayotgan metallning harorati, °C;

t_2 - metallning qizdirish harorati, °C;

$c_{t_1}^{t_2}$ - t_1 va t_2 haroratlar oralig'ida qizdirilgan metallning o'rtacha issiqlik sig'imi;

g_m - qizdirilgan metall miqdori, kg.

2. Q_{tara} - taralar qutisini va konveyerni qizdirish uchun sarflangan issiqlik - metallni qizdirish uchun analogik sarf hisobida hisoblanadi:

$$Q_{tara} = (t_2 - t_1) \cdot c_{t_1}^{t_2} g_{tara}, \text{ kkal/soat}; \quad (5.25)$$

bu yerda g_{tara} - taraning og'irligi, kg;

t_1 - taraning pechga yuklashdan oldingi harorati, °C;

t_2 - taraning pechdan chiqqandagi harorati, °C;

$c_{t_1}^{t_2}$ - tara materialining t_1 va t_2 haroratlar oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi.

3. $Q_{dim.gaz}$ - chiquvchi gazning fizikaviy issiqligi. Pechning ishchi qismidan chiquvchi issiqlik miqdori quyidagiga teng:

$$Q_{dim.gaz} = t(p_1 c_1 + p_2 c_2 + \dots p_n c_n) x, \text{ kkal/soat}; \quad (5.26)$$

bu yerda $p_1, p_1, \dots p_n$ - yoqilg'i mahsulotlarini tashkil etuvchilar, og'irligi bo'lsa, 1 kg uchun, hajmiy birlikda bo'lsa, m^3 uchun olinadi:

$c_1, c_2 \dots c_n$ - yoqilg'i mahsulotlarini o'rtacha issiqlik sig'imi;

t - chiquvchi gazning harorati, °C.

Chiquvchi gazdan sarflanadigan issiqlik, hamma issiqlik sarfining 30 dan 75 % gacha miqdorni tashkil qiladi.

4. $Q_{torl.yon}$ - to'liqsiz yonishdagi yo'qotish, yoqilg'i yonishdagi mahsulotlar CO , CO_2 birgalikda tashkil topganda sodir bo'ladi. Bu holat yonishga havoning miqdori yetarli darajada yetkazib berilmasa, yoki u yoqilg'i bilan yaxshi aralashmasa sodir bo'ladi. Yoqilg'ining to'liq yonmasligi yoqilg'i sarfini oshiradi va pechdagi haroratni pasaytiradi, natijada uning ishlab chiqarish samaradorligi kamayadi.

5. Q_{mex} - mexanik sarf - bu qattiq yoqilg'ilar yonishida hosil bo'ladi, suyuq va gazsimon yoqilg'ilarida bu sarf juda kam, mazut yoqilg'isida uning miqdori barcha issiqlikka nisbatan 1 % ni tashkil etadi:

$$Q_{mex} = 0,001 \cdot Q_p^i x, \text{ kkal/soat}; \quad (5.27)$$

gazsimon yoqilg'uchun 2 - 3 % , ya'ni

$$Q_{mex} = (0,02 \div 0,03) Q_p^i x, \text{ kkal/soat}; \quad (5.28)$$

6. $Q_{g'sht}$ - pechning g'isht devorlari orqali yo'qotilgan issiqlik. Bu issiqlik pech ichidagi haroratga, devor, taglik va qubba maydonlariga, devor qalinligiga va issiqlik o'tkazish koeffitsientiga bog'liq bo'ladi. Statsionar issiqlik almashinuvida pechning g'isht devorlari orqali yo'qotilgan issiqlik quyidagicha topiladi:

$$Q_{g'sht} = \frac{t_{ich} - t_h}{\Sigma \frac{S}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} F_{g'sht}, \text{ kkal/soat}; \quad (5.29)$$

bu yerda t_{ich} - devorning ichki yuzasidagi o'rtacha harorat, °C;

t_h - pechni o'rab turgan havo harorati, °C;

S - devorning alohida qatlamlari qalinligi, m ;

λ - qatlamning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti, $kkal/soat \cdot grad$;

$\Sigma \frac{S}{\lambda}$ - devor issiqligining qarshiliklari yig'indisi, $m^2 \cdot soat \cdot grad / kkal$;

α_2 - devorning tashqi yuzasidan, uni o'rab turgan havoga issiqlik uzatish koeffitsienti. Uni adabiyotlardan topish yoki formulalar yordamida hisoblash mumkin:

$$\alpha_2 = 2,5 \cdot \sqrt[4]{t_t - t_h} + 3 \frac{\left[\left(\frac{T_t}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_h}{100} \right)^4 \right]}{T_t - T_h}, \text{ kkal/m}^2 \cdot soat \cdot grad; \quad (5.30)$$

bu yerda t_t va T_t - devorning tashqi yuzasiga mos ravishdagi °C va K dagi haroratlari;

t_h va T_h - pechni o'rab turgan havoga mos ravishdagi °C va K dagi haroratlari.

Agar $\alpha_2 = 16 - 17 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad}$ teng bo'lsa, u holda issiqlik qarshiligining kattaligi $1/\alpha_2 = 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{soat} \cdot \text{grad/kkal}$ ga teng bo'ladi.

Ikkita qo'shilgan qatlam maydonlarining o'rtacha geometrik qiymatlarini hisoblash, ya'ni:

$$F_{orr} = \sqrt{F_1 \cdot F_2}; \quad (5.31)$$

Bu hisoblarda devor qatlamlaridan o'rtacha maydon sifatida foydalaniladi.

Haroratga bog'liq ravishda o'zgaradigan devor qatlamlari issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti va g'isht devor orqali yo'qotilayotgan issiqlikni hisoblab topish qiyin. Devor qatlamlari haroratlari beriladi. Ular bo'yicha o'rtacha haroratlar aniqlanadi va qatlamlarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientlari hisoblanadi. Uch qatlamli devor uchun o'rtacha haroratlar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$t_1 = \frac{t_{ich} + t_{12}}{2}; \quad t_2 = \frac{t_{12} + t_{23}}{2}; \quad t_3 = \frac{t_{23} + t_t}{2}; \quad (5.32)$$

bu yerda t_{12} va t_{23} - devor qatlamlari chegaralaridagi haroratlar.

Tanlangan haroratlar to'g'riligini devor orqali o'tgan issiqlik oqimi hisoblangandan keyin tekshirib ko'riladi. Issiqlik oqimi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$P = \frac{t_{ich} - t_x}{\Sigma R} = \frac{t_{ich} - t_x}{R_1 + R_2 + \dots + R_t} \quad (5.33)$$

bu yerda R - issiqlik qarshiligi, bu quyidagiga teng:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_t, \text{ m}^2 \cdot \text{K/Vt}; \quad (5.34)$$

$$R_1 = \frac{S_1}{\lambda_1 \cdot F_1}; \quad R_2 = \frac{S_2}{\lambda_2 \cdot F_2}; \quad R_t = \frac{1}{\alpha_2 \cdot F_t};$$

Uch qatlamli devor uchun haroratlarni tekshirish quyidagi formulalar yordamida bajariladi:

$$t_{12} = t_{ich} - PR_1; \quad t_{23} = t_{ich} - P(R_1 + R_2) = t_{ich} - PR_1 - PR_2 = t_{12} - PR_2;$$

$$t_T = t_h + PR_t \quad (5.35)$$

7. Q_{tuy} - tuynuk orqali issiqlik yo'qotilishi. Pech tuynugidan nurlanish natijasida yo'qotishlar sodir bo'ladi. Ular quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$Q_{tuy} = 4,9F^1 F_t \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right], kkal/soat; \quad (5.36)$$

bu yerda F^1 - devor qalinligiga bog'liq holda aniqlanadigan diafragmalash koeffitsienti;

F_t - tuynuk maydoni, m^2 ;

T_1 va T_2 pech va tashqi muhitning absolyut harorati, K . Metalldan yasalgan eshik bilan yopiladigan tuynuklardan yo'qotiladigan issiqlik, ochiqlariga nisbatan sezilarli darajada kichik. Shu sababli F^1 ning o'rniga $F^1/1 + F^1$ koeffitsient olinadi. Ikki qavatli metall eshikchalari bo'lgan tuynuklarda bu koeffitsient ikki martaga kamayadi.

8. Q_{suv} - suv bilan sovitish hisobiga issiqlikning yo'qotilishi. Suv bilan sovitish hisobiga yo'qotiladigan issiqlik miqdori quyidagicha topiladi:

$$Q_{suv} = G_{suv}(t_2 - t_1), kkal/soat \quad (5.37)$$

bu yerda G_{suv} - suvning bir soatdagi sarfi, kg ;

t_1 va t_2 - pechning suv bilan sovitiladigan qismlariga kirivchi va chiquvchi suvning haroratlari, (suvning issiqlik sig'imi birga teng deb olingan) $^{\circ}C$.

9. Q_{akk} - pechning issiqlik miqdorini akkumulyatsiya hisobiga yo'qotilishi (davriy ravishda ishlovchi pechlar uchun). Agar pech ishlash davri z (soat) ga teng bo'lsa, bu issiqlik quyidagicha hisoblanadi:

$$Q_{akk} = \frac{V\gamma(c_2 t_2 - c_1 t_1)}{z}, kkal/soat \quad (5.38)$$

bu yerda V - devorlarning hajmi, m^3 ;

γ - devorlar hajmining og'irligi, kg/m^3 ;

t_1 va t_2 devorlarning qizdirishdan oldingi va keyingi haroratlari, $^{\circ}C$;

c_1 va c_2 - devorlarning qizdirishdan oldingi va keyingi issiqlik sig'imlari.

Agar topilgan haroratlar, berilganlari (± 10 °C) dan ko'p farq qilmasa, hisob to'g'ri bo'ladi. Agar farq ± 10 °C dan katta bo'lsa, qayta hisoblash bajariladi. Buning uchun topilgan haroratlarga yaqin qiymatlar beriladi va qo'shimcha sifatida o'rtacha haroratlar, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti va issiqlik oqimi topiladi.

Agar topilgan va berilgan haroratlar orasidagi farq, ikkinchi hisobdan keyin ham katta bo'lsa, qayta uchinchi marta hisob qilinadi. Hisob yuqorida ko'rsatilgan shart bajarilgach to'xtatiladi.

Bu qismdagi eng katta issiqlik sarfi pech vannalaridagi ochiq darchalarda sodir bo'ladi. Shuning uchun pech vannalari darchasini tirqishli qopqoqlarda berkitish va uni faqat pechga yuklash va pechdan olish vaqtida qisqa vaqt ochish tavsiya qilinadi.

Agar kiritilgan issiqlik balansini tuzadigan bo'lsak, u quyidagicha hisoblanadi:

$$\Sigma Q_{kir} = Q_{yon} + Q_{qiz.yon} + Q_{qiz.havo} + Q_{qiz.met} + Q_{ekz}; \quad (5.39)$$

Amaliyotda ko'pgina termik pechlarda, issiqlikning oshishini asosan Q_{yon} amalga oshiriladi. Issiqlik sarfini quyidagicha aniqlash mumkin (5.40):

$$\Sigma Q_{sarf} = Q_{fon} + Q_{tara} + Q_{dim.gaz} + Q_{to'liqsiz.yon} + Q_{mex} + Q_{grisht} + Q_{tuy} + Q_{suv} + Q_{akk};$$

Issiqlik balansini quyidagicha yozish mumkin:

$$\Sigma Q_{kir} = \Sigma Q_{sarf} \quad (5.41)$$

Pechning ishlashini solishtirish uchun shartli yoqilg'ining bir soatlik sarfi aniqlanadi:

$$\frac{XQ_p^i}{7000g_m}, kg \quad (5.42)$$

bu yerda X - pechning bir soat ishlashidagi yoqilg'sarfi;

g_m - qizdirilayotgan metall og'irligi, kg

Pechning umumiy foydali ish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_{pech} = \frac{Q_{foy}}{Q_{yon}} \cdot 100 \% \quad (5.43)$$

Yoqilg‘i pechlarining foydali ish koeffitsientini (FIK) oshirish uchun pechlarning yordamchi jihozlari, ya‘ni havo o‘tkazmaydigan qilib zich tiklash, yoqilg‘ining yonish qurilmasini to‘g‘ri tanlash, rekuperatorlarni o‘rnatish va zich yopiladigan pech eshiklarini o‘rnatish zarur.

5.4. Alangali pechlarning yordamchi jihozlari

Rekuperatorda issiqlik almashinuvi

Pechlarning qizdirishdagi FIK ko‘tarishning eng yaxshi usuli chiqib ketayotgan issiqlikning bir qismini pechga qaytarish, shu bilan birga sarf qilinayotgan yoqilg‘i miqdorini tejash ham kuzda tutiladi. Buning uchun chiqib ketayotgan issiq tutun gazlarining rekuperator orqali o‘tkazib, pechga kirtilayotgan havo qizdirilib haroratni oshirish bilan erishiladi, bundan tashqari, agarda pechni alanganlanishi uchun gaz yoqilg‘isidan foydalanilsa, saqlab qolingani issiq tutun gazlari yordamida gaz yoqilg‘isini haroratini oshirish bilan alanganlanish jadaligi oshiriladi, natija pechning ish samardorligini oshishga imkon beradi. Metallurgik ishlab chiqarishlardan olingan ma‘lumotlarga ko‘ra ko‘pincha keramik va metalli rekuperatorlarni turlari ko‘p foydalanilmoqda.

Rekuperatoridan o‘tayotgan to‘la issiqlik miqdori quydagicha hisoblandi:

$$Q = K \Delta t_{o'r} F, \quad Vt; \quad (5.44)$$

bu erda K – tutunning havoga (gazga) issiqlik uzatilishining umuiy yig‘indi koeffitsienti, $Vt/m^2 \cdot K$;

$\Delta t_{o'r}$ – butun sirt yuzasi bo‘yicha haroratlar farqi (tutun harorati bilan havo (gazning) haroratlari orasidagi farq);

F – issiqlik almashinayotgan sirt maydoni, m^2 .

Issiqlik rekuperatorlardan uch bosqichdan o‘tadi.

1. Tutundan rekuperator elementlar devorlariga (konvektiv va nurlanish bilan):

5.8-rasmda qarama-qarshi sxemalar keltirilgan, shu asosida haroratlarning o'rtacha farqini $\Delta t_{o'r} = f \Delta t_{o'r.qq}$ aniqlash mumkin.

Rekuperatorlarga qo'yiladigan talablar:

- tutun gazlarining issiqligini maksimal darajada utillashtirishni (chiqindidan tozlash) ta'minlashi;
- yuqori haroratli tutun gazlarining ta'siriga etarli darajada bardosh berishi;
- konstruksiyasi maksimal darajada sodda bo'lishi;
- issiqlikni uzatish koeffitsientini yuqoriligi (K);
- eng kam gidravlik qarshilikga ega bo'lishi;
- germetiklik xolati samarali bo'lishi va x.k.

Rekuperatorlar metall va keramik materiallardan tayyorlanadi.

Metalli rekuperatorlar - issiqlik almashinuvi bo'yicha konvektiv (ignali-trubkali) va radiatsion turlariga ajratiladi. Ishlab chiqarishda ko'pincha kombinatsiyalangan radiatsion - konvektiv metall rekuperatorlardan ko'p foydalaniladi.

Metalli rekuperatorlarning afzalliklari:

- issiqlik uzatish koeffitsientini yuqoriligi (K);
- konstruksiyani kompaktligi;
- o'rnatishining soddaligi va chuqur xandaklarning keraksizligi, rekuperatorlarni pech ustiga o'rnatish mumkinligi;
- germetikligini puxtaligi.
- payvandlangan metall rekuperatorlarda gazlarni qizdirishda ishlatish mumkinligi va x.k.

Metalli rekuperatorlarning asosiy kamchiligi – yuqori haroratlarda tutun gazlari ta'siriga bardoshlilik talab darajasida emasligi.

Keramik rekuperatorlar – tashqi o'lchamli juda katta va issiqlik uzatish koeffitsienti past, germetiklik darajasi yuqori emas va qizdirish uchun diyarli yaroqsiz hisoblanadi, lekin keramik rekuperatorlarda tutun gazlarining 1200 - 1400

°C harorat issiqlik darajasida qo‘llash mumkin, havoni 800 - 850 °C haroratgacha qizdirib berish imkoniyati mavjud.

Yoqilg‘ini alangalanishi uchun moslamalar

Yoqilg‘ini alangalanish moslamalari yoqilg‘ining kimyoviy energiyasini issiqlik energiyasiga o‘tkazish uchun mo‘ljallangan. Gazlarni alangalanish moslamasi - gorelkalar deb nomlanadi. Gorelkalarning qo‘llash quyidagilarni ta‘minlashi talab qilinadi:

- zaruriy miqdordagi yoqilg‘i va havoni ta‘minlash va ulardan alanga hosil qilishi;

- pech ishchi bo‘shlig‘ida yoqilg‘ini to‘la alangalanishini ta‘minlashi.

Yoqilg‘ining yonishida shunday alanga chiqishi zarurki bu texnologik shartlarning talabiga mos kelishi va kerakli issiqlik darajasini uzatilishini pech ishchi bo‘shlig‘ida ta‘minlab berishi kerak.

Aralashib yonish issiqlik uzatishni eng yuqori samaradorlik va FIK ta‘minlanadigan sikl bo‘lishi kerak. Gaz hamda havoning aralashishi uchta guruhga bo‘linadi:

- 1) oldindan havo va yoqilg‘ining to‘la aralashishi;
- 2) oldindan havo va yoqilg‘ining qisman aralashishi;
- 3) tashqarida aralashtirish.

Birinchi guruh gorelkalar uchun havo va yoqilg‘i pechga kirishi bilan aralashtirib berishi kerak, alangalanganda bunday gorelkadan chiqayotgan alanga ko‘rinmas bo‘ladi.

Ikkinchi guruh gorelkalarida oldindan havoning bir qismi gaz bilan aralashgan bo‘lib, pech ichiga kirishi bilan qolgan qismlari aralashadi.

Uchinchi guruh gorelkalarida aralashma alangan yo‘q bo‘lgan bo‘shliqlarda hosil bo‘lib yaxshi ko‘rinadigan alanga hosil qilib yonadi. Shuning uchun bu gorelkalarni mash‘ala beruvchi alangali gorelkalar deb yuritiladi.

Avvaldan to‘la aralashma hosil qiluvchi gorelkalar - ularni odatda *injeksion gorelkalar* deb nomlanadi. Bunday gorelkalar eng yuqori darajada haroratni hosil

qiladi, ular mash'allasiz bo'lib, alanganing uzunligi qisqa bo'ladi. Injeksion gorelkalar sovuq havoda, qizdirilgan havoda hamda gazda ham ishlashi mumkin. Faqat, qizdirish darajasini to'g'ri tanlash talab qilinadi, aks holda aralashtirilayotganda yonib ketishi mumkin. Masalan: domna gazida 400 °C haroratda havo bilan aralashganda portlash xavfi yuz berishi mumkin.

Injeksion gorelkalarning ishlab chiqarish quvvati va ishining barqarorligi ko'p jihatdan kelayotgan yoqilg'ining bosimiga bog'liq. Agar bosim kichik bo'lsa gorelkadagi aralashmaning yonish tezligi yuqori bo'lib, aralashma hosil qilinayotgan quvur ichkariga kirib ketishi mumkin, natijada gorelkani ishchi holatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Agarda aralashmaning bosimi yonishi tezligi bosimidan katta bo'lsa, alanga gorelka ichidan yuqoriroq qismda yonib uning samaradorligini tushirib yuboradi. Gorelka ichidan chiqayotgan tezlik 20 - 50 m/s atrofida bo'lsa, aralashish tezligini normal holati ta'minlanadi.

Alangani gorelka ichiga kirib ketmasligi uchun minimal bosim quydagicha bo'lishi kerak:

- domna gazi uchun - 490 Pa;
- generator gazi uchun - 881 Pa;
- koks va domna gazi 196 Pa ($Q_p^i = 8350 \text{ kDj/m}^3$).

Aralashmaning gorelka ichidan chiqishi uning issiqlik kuchlanganligini formuladan hisoblash mumkin:

$$h_g = \frac{0,278B_gQ_p^i}{f_g}, \text{ Vt/m}^2, \quad (5.47)$$

bu erda $B_g = Wf_g$ - gaz sarfi, m^3/soat ;

W - aralashmaning chiqish tezligi;

$f_g = \frac{\pi d_g^2}{4}$ teng, unda 5.47-formula quydagi shaklga keladi:

$$h_g = 0,278WQ_p^i, \text{ Vt/m}^2. \quad (5.48)$$

Yoqilg'ı sarfini V_{yo} ma'lum bo'lsa, gorelkaga kelayotgan yoqilg'ı sarfini quydagich aniqlash mumkin:

$$B_g = \frac{B_{yo}}{n}, m^3/soat \quad (5.49)$$

bu erda n – pechdagi gorelkalar soni.

Agar gorelkalar soni konstruktiv tomonidan keltirilgan bo'lsa, gorelkadagi gaz bosimini aniqlab, katta gorelkadan sarf bo'layotgan yoqilg'ı sarfini maxsus grafiklar asosida aniqlash mumkin. B_g ma'lum bo'lgach gorelka uchi qismning teshik diametri va uning konstruktiv o'lchamlarinii quydagicha aniqlash mumkin:

$$f_g = \frac{0,278B_gQ_p^i}{h_g}, d_g = \frac{4f_g}{\pi}. \quad (5.50)$$

Ko'rib chiqilgan bo'lgan formulalar asosida gorelkalarni hisoblash mumkin.

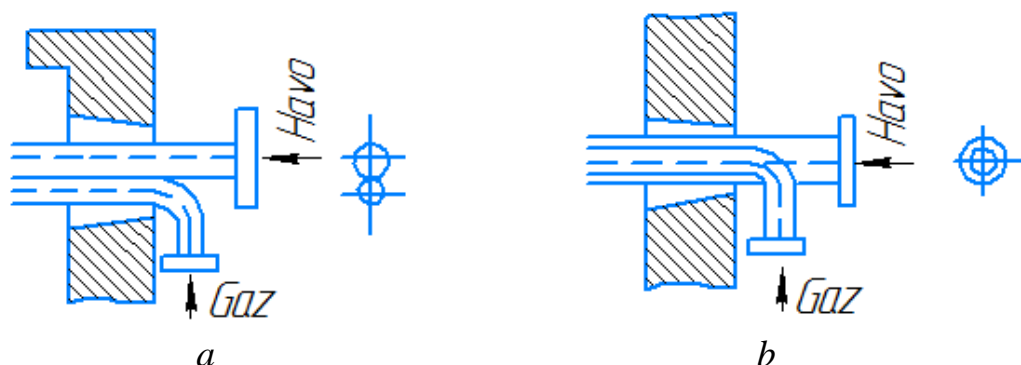
Atmosfera havosidan (sovuq) tashqari, injeksion gorelkalarning ma'lum konstruksiyalari qizdirilgan havo va gazda ham ishlashi mumkin. Bu ayniqsa "kerkali elementlarga to'yinmagan" gazlar bilan masalan, domna gaz yonilg'isida, qizdiriladigan pechlar uchun ahamiyat hisoblanadi. Chunki bu gaz aralashtirganda havo gaz aralashmasining yonib ketishi xavfini oldi olinishi mumkin.

Avvaldan qisman aralashtirilgan aralashma gorelkalari - ba'zi hollarda o'lchamli kichik bo'lgan pechlarni qizdirishda oraliq tasnifli, mash'alali gorelkalar talab qilinadi, ya'ni alanganish balandligi yuqori bo'lmagan o'rta o'lchamli mash'alaga ega bo'lgan gorelkalar talab etiladi. Bunday gorelkalarda havoning bir qismi oquvchi gaz bilan aralashtirilib, qolgan qismlari havo gorelkadan aralashmani chiqish joyida uzatiladi.

Tashqarida aralashmalarda ishlovchi gorelkalar (mash'alali gorelkalar) - bunday gorelkalar uchun umumiy xususiyat shundaki, havo va gaz alohida kanallar orqali kelib, pechning ishchi bo'shlig'ida aralashadi va alanganish jarayoni sodir bo'ladi.

Yoqilg'ini to'la yonishi uchun havo sarfi $10 \div 15$ % dan ortiq bo'lishi zarur. Gaz va havoning gorelkaga kirishini konstruktiv tuzilishi ularning aralashish

intensivligiga va alanganishni uzunligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Aralashish jarayon qanchalik samarali bo'lsa, alanga mash'alasi shuncha kalta bo'ladi.



5.9-rasm. Tashqarida aralashish gorelkalarining konstruktiv loyihasi: *a* – alohida quvurlarda uzatiluvchi; *b* – quvur ichidaga quvurda uzatiluvchi

Suyuq yoqilg'ini yondirish moslamalri

Suyuq yoqilg'ini yondirish moslamalri ko'pincha forsunkalardan foydalaniladi va ular quyidagi talablar qo'yiladi:

- yoqilg'ining havo bilan aralashishi darajasini yuqoriligi;
- alanganishni barqaror yonishini ta'minlanishi;
- ishlatilishda ishonchliligi, konstruksiyasining soddaligi va mustahkamligi, tozalash jarayoni osonligi.

Forsunkalar ikkita katta qismga bo'linadi, past va yuqori bosimli. Farqi shundaki, bir turdagi forsunkalarda havo purkovchi sifatida ventilyatorlar qo'llanilsa, ikkinchi turdagi forsunkalarda kompressor havosi yoki yuqori bosim bug'i foydalaniladi.

Yuqori bosimli forsunkalar katta bosimli yuqori harorat olish talab qilinadigan pechlarda (marten pechlari) qo'llaniladi. Past bosimli forsunkalardan qizdirish qurilmalarining turli xil pechlarida qo'llaniladi. Bunday pechlarda mazut to'la yonadi, forsunka oldida mazutning bosimini $49,0 \div 98,0 \text{ kPa}$ oralig'ida bo'ladi.

Past bosim forsunkalarida havo va mazutning chiqish teshik kesimi hisoblanib aniqlash mumkin. Mazutning zaruriy chiqish teshigi yuza maydoni quydagich hisoblanadi:

$$t_m = \frac{A \cdot b}{\mu_m} \sqrt{P_m \rho_m}, \text{ mm}^2; \quad (5.51)$$

bu erda $A = 195,625$ bundan kPa va Pa , koeffitsient;

b - mazut sarfi , kg/s ;

R_m - mazutning bosimi, Pa ;

μ_m - mazutning sarf koeffitsienti ($0,2 \div 0,3$);

ρ_m - mazut zichligi, $950 \div 960 kg/m^3$.

Havoning chiqishi kesimi quydagich hisoblanadi:

$$f_h = \frac{\dot{A}V_h}{\mu} \sqrt{\frac{P_h}{\rho_h}}, mm^2, \quad (5.52)$$

bu erda $\dot{A} = 618,75$ bundan kPa va Pa , koeffitsient;

V_h - forsunkadan o'tayotgan havo miqdori;

P_h - chiqish teshigi oldidagi to'la kuchlanish;

μ - havoning sarf koeffitsienti ($0,7 \div 0,8$);

ρ_h - havoning zichligi, kg/m^3 .

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarining amaliyotida ko'pincha kombinatsiyalangan gaz va mazut gorelkalar foydalaniladi.

5.5. Elektrokontakt usuli bilan metallarni qizdirish

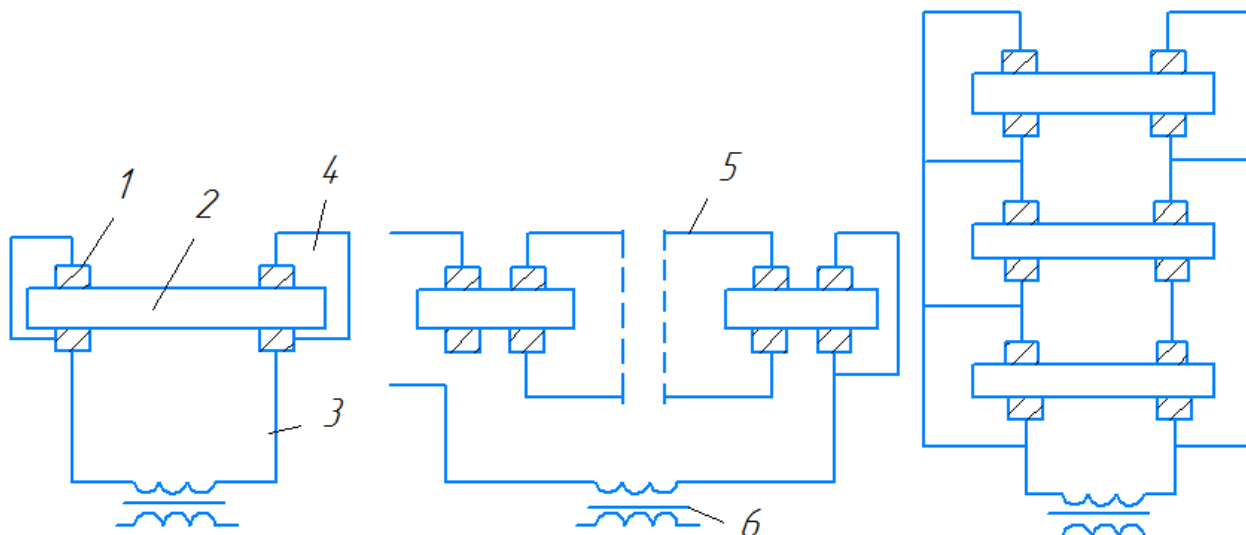
Elektrokontakt usuli qizdirish jarayoniga tushuncha

Zagotovkalarga qizdirib ishlov berishda elektrokontakt usuli bilan qizdirishning avzalligi, elektr tokini to'g'ridan to'g'ri zagotovkaning tana qismiga tegishi natijasida hosil qilingan issiqlikdan foydalaniladi. Bunday issiqlik miqdori Q (Dj) Djoul-Lens qonuniyatiga asosan, tok kuchining kvadaratiga (I), metallning qarshligiga (R) va qizdrish vaqtiga (t) to'g'ridan to'g'ri proporsionaldur:

$$Q = 0,24 I^2 R t, Dj. \quad (5.53)$$

5.10-rasmda zagotovkalarni elektrokontakt usuli bilan qizdirish sxemasi ko'rsatilgan. Po'lat zagotovka 2 kontakt I bilan kerakli bosimda siqiladi va undan katta kuchda tok (doimiy yoki o'zgaruvchan) o'tkaziladi. Zagotovakni to'k

o'tkazuvchanlikga qarshilik ko'rsatish darajasi kichik bo'lganligi hisobiga kichik qarshilikda katta tok kuchi o'tadi. Kuchlanishni kamaytirish uchun transformator 6 qurilmasidan foydalaniladi. Ta'minlash qurilmasi sifatida doimiy va o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi.



5.10-rasm. Bir holatli qurilma (a) va ketma ket bo'lgan ko'p holatli qurilma (b) va qizdiriluvchi zagotovkaga parallel ta'sir qiluvchilarni sxemalari: 1 – ta'sir kiluvchi aloqa; 2 – qizdiriluvchi zagotovka; 3 – tok keluvchi qoplama; 4 – kataklarni bog'lovchi; 5 – holatlarni bog'lovchi; 6 – kuchli transformator

Zagotovkalarga qizdirib ishlov berishdagi qizdirish davomiyligi uning uzunligi va diametriga bog'liq. Masalan, zagotovkani diametri 35 mm va uzunligi 700 mm bo'lib, 1250 °C gacha qizdirish uchun 23 - 25 sekund vaqt sarflanadi.

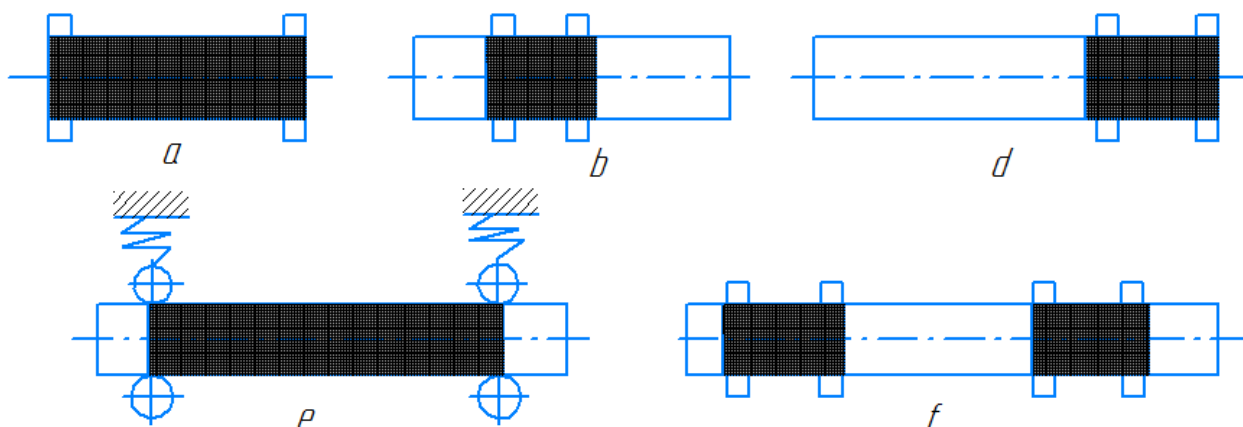
Zagotovkani qizdirish maydonini soniga bog'liq holatda tok o'tkazgich sxemasi quydagicha bo'linadi (5.11-rasm):

- a) bir maydonli, zagotovkani butun uzunligi bo'yicha qizdirish mumkin bo'lganda;
- b) uzun qismini qizdiruvchi;
- d) uch qismini qizdiruvchi;
- e) uzun bo'lgan zagotovkalarni qizdiruvchi;
- f) ikki maydonli qizdiruvchi.

Ishlab chiqarishni talablariga (yoki qizdirish tezligiga) asosan zagotovkalarni bu yoki boshqa turdagi qizdirish sxemalarini qo'llash mumkin (bir - yoki ko'p tarmoqli).

Texnik xafsizlik va iqtisodiy tomonidan ketma-ket qizdirish holatida elektrik zanjir sxemasidan foydalanish ancha samarali hisoblanadi (5.11-rasm, *b*).

Zagotovkalarni bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazish bilan qizdirish tizimi va kerakli ko'rsatkichgacha haroratni sekinlik bilan oshirib borish, bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazish, jarayon davomida bir holatda (5.11-rasm, *a*) va ko'p holatli parallel qizdirishga (5.11-rasm, *d*) nisbata texik va iqtisodiy tarafdin foydali hisoblanadi.



5.11-rasm. Zagotovkalarni kontaktli qizdirishning sxemasi

Zagotovkalarni elektr zanjiriga ketma ket ulanib qizdirish jarayonini nisbatan avtomatlashtirish ancha onson, elektrokonaktda qizdirish qurilmasini avtomatik liniyaga o'rnatish qulay, metallga qizdirib ishlov berishning barcha turlarida zagotovkalarni qizdirishda qo'llash mumkin.

Undan tashqari, elektrik zanjirlarni ketma ket qizdirishga ulashda tok kuchini bosimi, boshqa turdagi sxemalarga nisbata sezilarli darajada pastdir.

Agar pechning barcha ishchi qismlarida xuddi shunday qizdirish tartibi qo'llanilsa, qizdirish qurilmasini samaradorligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Barcha turdagi qizdirish turi uchun qurilmani asosiy texnik ko'rsatkichlari 5.1-jadvalda keltirilgan.

5.1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, barcha asosiy natijalar va texnik samaradorlik bo'yicha ikki holatli, ikki maydonli qurilma samarali ekanligini ko'rish mumkin, konstruksiyasi jihatidan ham juda sodda, foydalanish qullay.

Qurilmani asosiy texnik ko'rsatkichlari

Qurilmani turi	L_2/S_2 , 1/cm	Umumiy FIK	$\cos\varphi$	Quvvat, W_k	Ishlab chiqarishi
Bir holatli bir maydonli	2,4	0,64	0,68	3,45 W_2	1,05P
Bir holatli ikki maydonli	1,6	0,42	0.68	3,6 W_2	P
Ikki holatli ikki maydonli	4,8	0,75	0.68	5,1 W_2	2P
Konbinatsiyalashgan bir holatli ikki maydonli	1,6	0,42	0.68	3,6 W_2	P

Elektr qizdirish qurilmalari hisoblash

Elektr qizdirish qurilmalari o'z tarkibida issiqlik texnikasi va elektr texnikasi yig'indisini tashkil qiladi. Ular pech qurilmasining asosi hisoblanib, elektr energiya tokini issiqlikka almashinishini va metall qizishini hosil qiluvchi texnologik jarayonni o'tkazishni ta'minlovchi elektr jihozlar o'rnatilgan - elektr nimstansiyalardan, elektr pech qurilmasini va pech yordamchi mexanizmlarini boshqarish joyidan tashkil topgan.

Elektr pech qurilmasining asosiy ko'rsatkichlariga uning quvvati, pechning o'lchamlari va ishlab chiqarish samaradorligi kiradi. Ishlab chiqarish samaradorligi davriy ishlovchi pechlar uchun bir qizdirish siklida, to'xtovsiz ishlovchi pechlar uchun soatli samaradorlikni ($t/soat$) tashkil qiladi.

Elektr qurilmalarda energiya sarfining ikki turi mavjud:

1. Issiqlik orqali (pechning ishchi maydonida) energiya sarfi;
2. Elektr pech qurilmasining qismlarga sarflanuvchi energiya sarfi.

Shu turlarga asoslanib, issiqlik balansini tuzish uchun energiya va quvvatning energetik balansini tuzishga to'g'ri keladi.

Energiya balansi:

$$W_s = W_f + W_v + W_{i.s} + W_{e.s} = (W_f + W_v + W_{i.s}) / \eta_e = W_f / \eta_i \quad (5.54)$$

Quvvat balansi:

$$P_s = P_f + P_v + P_{i.s} + P_{e.s} \quad (5.55)$$

bu yerda W_s (P_s) - texnologik elektr energiyasi (kVt), buni energiya sistemasidan olamiz;

W_f (P_f) - texnologik jarayonni o'tkazishga sarf bo'lgan foydali energiya (kVt);

W_v (P_v) - pechning ishchi qismi konstruksiyasini va futerovkasini (shuvog'ini) qizdirish uchun sarf bo'ladigan energiya (kVt);

$W_{i.s}$ ($R_{i.s}$) - pechning ishchi qismidan chiqadigan issiqlikni to'ldirish uchun sarf bo'ladigan energiya (kVt);

$W_{e.s}$ ($P_{e.s}$) - elektr o'tkazuvchi va elektr qurilmalarni tashkil etuvchi qismlarining elektr sarfini to'ldirish uchun energiya sarfi (kVt);

η_e , η_u - elektr va umumiy (energetikaga taalluqli) bo'lgan foydali ish koeffitsienti.

Energiyaning ikkala balansi qurilmaga sifatli bir xil tartibda kirish va chiqishni tashkil qiladi, ammo turli o'tish jarayonidagi miqdorni o'zaro nisbati har xil bo'lishi mumkin.

Qurilmaning yillik ishlab chiqarish samaradorligi:

$$Q_t = \frac{m}{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3} T(1 - 0,1\alpha), \quad t/soat; \quad (5.56)$$

bu yerda m - mahsulotning og'irligi, t ;

T - yil bo'yicha ishlash vaqti (kun-u-tun ishlash vaqti 8760 soat);

α - issiq va sovuq qoplamlarning miqdori, %;

τ_1 , τ_2 , τ_3 - pechni qizdirishga tayyorlash, qizdirish va mahsulotning texnologik ishlov berishga ketadigan davri, soat;

τ_1 , τ_3 - amaliy ish davridan olinadi;

Energiya balansidan qizdirish davrini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\tau_2 = i_t / \eta_i P_{o'r.q} \quad (5.57)$$

bu yerda i_t - faqat mahsulotning tanasini qizdirish uchun sarflanuvchi energiya sarfi (ental`piya), $kVt \text{ soat/tonna}$;

$P_{o'r.q}$ - pechga yuborilgan o'rtacha quvvat, kVt ;

Elektr energiyaning solishtirma sarfini elektr pech qurilmasining energiya balansidan topish mumkin:

$$W_{sol} = W_s / m \quad (5.58)$$

Har xil turdagi elektr toki yordamida qizuvchi qurilmalarni hisoblash uchun zarur bo'lgan qiymatlarga quyidagilar kiradi:

- pechning quvvati P (kVt), bu pechning talab qilingan ishlab chiqarish samaradorligi yordamida aniqlaniladi;

- pechning geometrik o'lchamlari;

- ta'minlash tarmog'ining kuchlanishi U_t , V ;

- metall qizishini yakunlovchi harorat t_m , $^{\circ}C$.

Pech quvvatining issiqlik hisobi alanga pechining analogik hisobi orqali topiladi:

$$P = Q_u K, kVt; \quad (5.59)$$

$$Q_u = Q_s + Q_{i.s} + Q_{e.s}, kVt \quad (5.60)$$

bu yerda Q_u - umumiy issiqlik sarfi, kVt ;

$Q_{e.s}$ - futerovka orqali sarf bo'layotgan issiqlik 0,7 ga teng deb qabul qilish mumkin;

Q_s - metall mahsulot qoplamasini qizdirishga sarf bo'lgan issiqlik miqdori;

$Q_{i.s}$ - texnologik jarayonni o'tkazish uchun sarf bo'lgan issiqlik sarfi;

K - quvvatning zaxira koeffitsienti, ishlash vaqtidagi qizdiruvchilar qarshiligi oshishini, undan tashqari tarmoqdagi kuchlanishning o'zgarish darajasini hisobga oluvchi koeffitsientidir. Bu koeffitsient to'xtovsiz ishlovchi pechlar uchun $1,2 \div 1,3$, davriy ishlovchi pechlar uchun $1,4 \div 1,5$ ga teng deb qabul qilingan. Texnologik jarayonni o'tkazish uchun va qoplama uchun, ya'ni yarim mahsulotni qizdirish uchun sarflanayotgan quvvat sarfini (100) formuladan aniqlab topish mumkin.

Hisoblarni amalga oshirish uchun, ideal solishtirma tashqi quvvat W_i tushunchasi kiritiladi:

$$W_i = \frac{5,76 \cdot 10^{-3}}{1/\varepsilon_q + 1/\varepsilon_m - 1} \left[\left(\frac{T_q}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right], \text{ kVt/m}^2; \quad (5.61)$$

bu yerda $\varepsilon_q, \varepsilon_m$ - qizdiruvchining va qizdiriluvchi metallning xomaki darajasi;

T_q, T_m - qizdiriluvchi metallning va qizdiruvchining harorati, K .

Pechning haqiqiy ishlash sharoiti ideal sharoitidan butunlay farq qiladi, ya`ni qizdiruvchi va pech futerovkasi, futerovka g`ishtlarining oralig`idan chiqayotgan issiqlik sarfi va boshqa jarayonlari bilan farq qiladi. Shuning uchun haqiqiy pechlarni hisoblashda ma`lumotlar koeffitsienti α ni kiritish zarurdir.

Qizdiruvchining haqiqiy solishtirma tashqi quvvatini topish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$W = \alpha \times W_i \quad (5.62)$$

α ning qiymati qizdiriluvchi materialning tabiatiga, pechda mahsulotlarning joylashishiga, ularning konstruksiyasiga, talab qilingan qizdirish haroratiga bog`liqdir.

Ko`pgina hollarda elektr pechlarda 1150 - 1250 °C haroratgacha qizdirishga ruxsat etilgan, yuqori aktiv qarshilikka ega bo`lgan metallni qizdiruvchi elementlar ishlatiladi.

Yuqori haroratda qizdirishga mo`ljallangan pechlar uchun (ruxsat etilgan ishchi qizdirish harorati 1450 °C) quyma qizdiruvchi elementlar va 1650 °C haroratgacha qizdirish mumkin bo`lgan molibden aralashtirilgan qizdiruvchilar ishlatiladi.

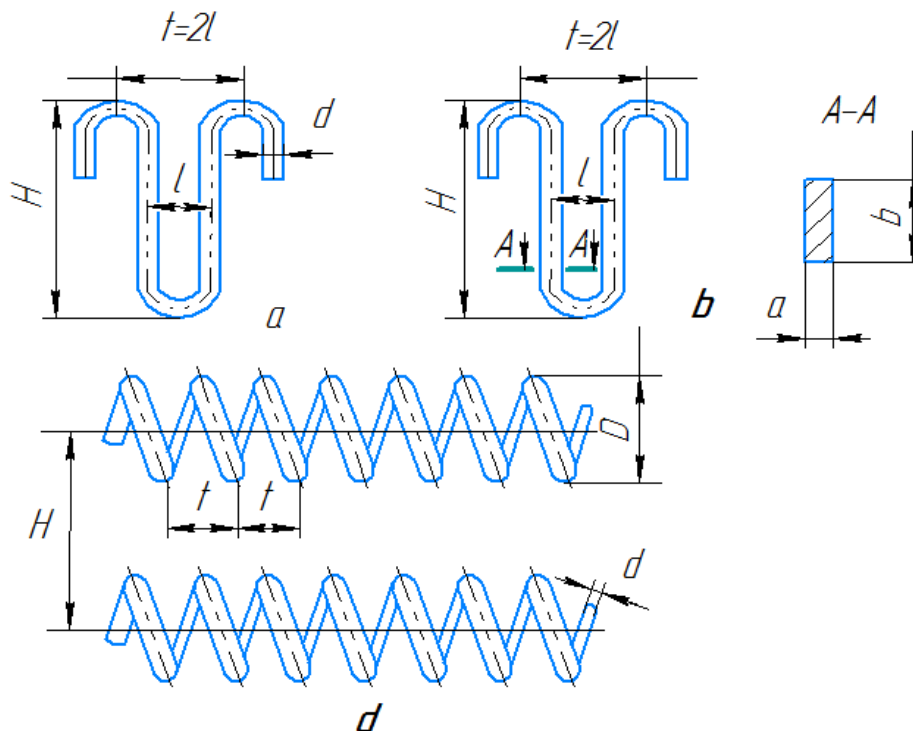
Hisoblash uchun qizdiruvchi haroratni 100 °C dan yuqori deb qabul qilinadi.

Qizdiruvchi turini devor quvvatining nisbiy qiymati bo`yicha saralab olinadi:

$$P_d = P / (F_d W_p), \text{ kVt}; \quad (5.63)$$

bu yerda F_d - qizdiriluvchi joylashtirilgan joydagi, pastdagi yoki shirdagi, devor yuzasining umumiy maydoni, m^2 ;

P_d - qiymatiga bog'liq holda qizdiruvchining turi saralab olinadi (5.12-rasm):



5.12- rasm. Uzun va lentali qizdirgich sxemasi: *a* - uzun Z-simon, *b* – lentali Z - simon, *d* – spiralli

lentali Z - simon..... 0,90 - 0,95

lentali Z - simon yassi..... 0,95 - 1,00

lentali Z - simon ariqchali..... 0,7 - 0,75

uzun spiralli..... 0,9 - 0,95

uzun spiralli ariqchaga..... 0,75 - 0,8

uzun spiralli trubaga..... 0,95 - 1,00

Pech yoki ishchi maydon quvvati P , kVt ning qiymatini ta'minlovchi tarmoq kuchlanishi U_t , V , qizdiruvchiga sarflagan solishtirma qarshilik ρ , $Om \cdot m$ va yuzaning solishtirma quvvatlari W , kVt/m^2 ma'lum bo'lsa, qizdiruvchining uzunligi va qalinligini quyidagi formula yordamida topish mumkin:

Uzun qizdiruvchilar uchun:

$$d = 7400 \sqrt[3]{\rho P^2 / U_t^2 W} \quad (5.64)$$

$$l = r s / \rho \quad (5.65)$$

bu yerda U - bir faza uchun hisoblangan kuchlanish, V ;

P - fazoviy quvvat, kVt ;

W - yuzaning haqiqiy solishtirma quvvati, kVt/m^2 ;

r - qizdiruvchining bir fazaga qarshiligi, Om ;

s - qizdiruvchining ko'ndalang kesimi maydoni, m^2 ;

Lentali qizdiruvchilar uchun ($b/a=m$ nisbatlar uchun):

$$a = \sqrt[3]{\frac{10^3 \rho P^2}{2m(m+1)U_t^2 W}}; \quad (5.66)$$

$$l = \frac{1}{10} \sqrt[3]{\frac{2,5 P U_t^2 m}{(m+1)^2 \rho W^2}}; \quad (5.67)$$

Shunday qilib, elektr pechlar uchun qizdiruvchilarni hisoblash uslubi quyidagilardan tashkil topadi: hisoblash quvvati va kuchlanishi aniqlanadi, qizdiruvchining o'lchamini, so'ngra qizdiruvchining yuzasi $S = \pi dl$ aniqlanadi, haqiqiy yuzaning solishtirma quvvati $W_f = P\pi dl$, bitta faza uchun qizdiruvchining og'irligi $m = 8400sl$, undan so'ng qizdiruvchining solishtirma sarfi $m_s = m/P$ hisoblab topiladi.

5.6. Qizdirish elementlarini pechga o'rnatish va uni hisobi

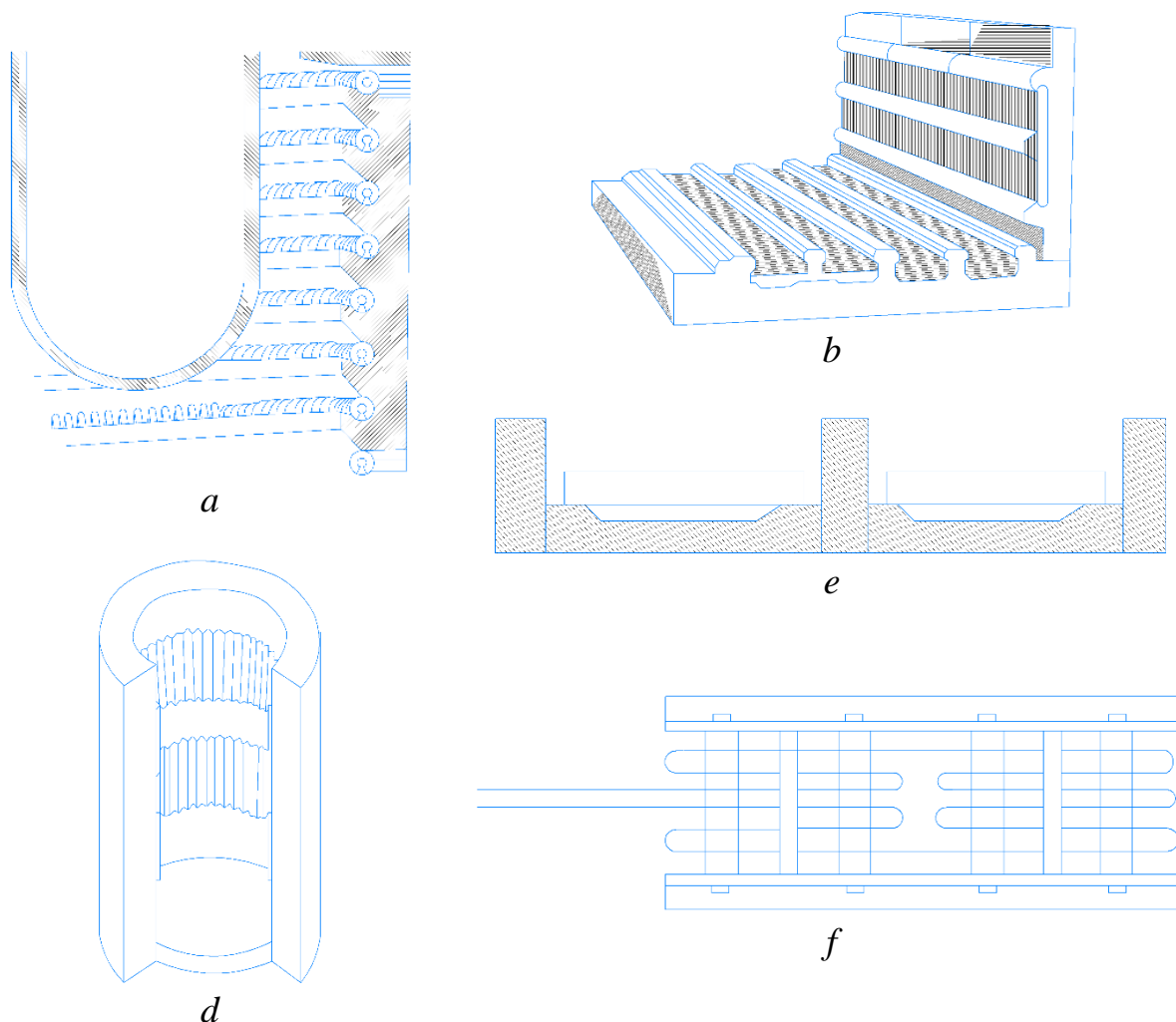
Qizdirish elementlarini pechga o'rnatish

Elektr tokida ishlovchi pechlarda ishchi maydonni qizdirish uchun qizdirish elementlaridan foydalaniladi, ya'ni elektr toki o'tishga katta qarshlik ko'rsatib qiziydi va issiqlik ajartib chiqaradi. Elektrik pechlar quydagi turlarga ajarladi:

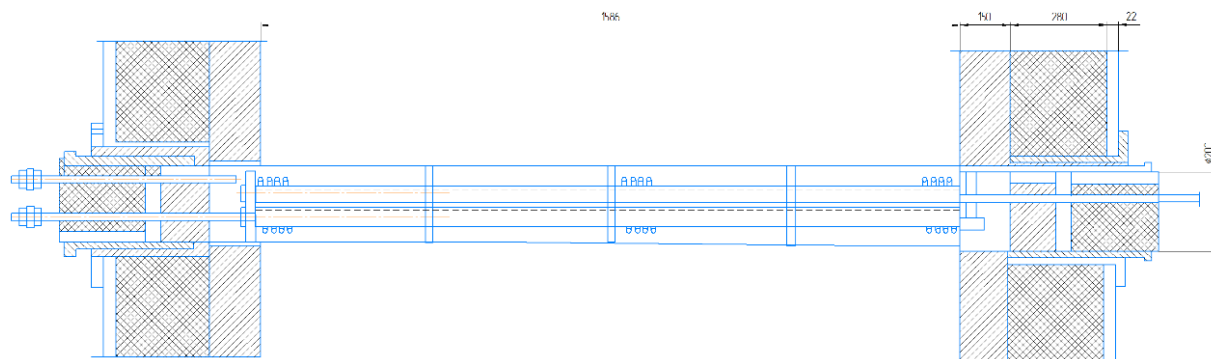
1. ochiq va yopiq tipdagi qizdirish elementi o'rnatilgan (5.13, 5.14-rasmlar);
2. metallmas qizdiruvchi elementlar o'rnatilgan.

Undan tashqari elektrodli vanna-pechlar, ya'ni qizdirishda qarshlik ko'rsatkich erigan tuz hisoblanadi. Metallli qizdirish elementlari pechlarni yuqori qizdirish haroratlarida (1100 - 1300 °C) qizdiriluvchi pechlarda qo'llaniladi. Chidamligi darajasi sifatida ko'p qo'llaniladigan nixrom qotishmasidan, tarkibida

nikel va xrom elementlariga boy boʻlgan qotishmali qizdirish elementlari koʻp qoʻllaniladi.



5.13-rasm. Ochiq turdagi qizdirish elementlari pechga oʻrnatilishi: *a* – spiralsimon qizdirish elementini shakldor gʻishtga oʻrnatilishi; *b* – spiralsimon qizdirish elementini oddiy gʻishtdan qurilgan pechni yon devoriga oʻrnatilishi; *d* – toʻlqinsimon shakldagi nixrom listli qizdirish elementini shaxtali pechga oʻrnatilishi; *e* – pechni pol qismiga oʻrnatiladigan lentali qizdirish elementi; *f* – pechni pol va yon deforlariga oʻrnatiladigan lentali qizdirish elementi



5.14-rasm. Mufelsiz pechi uchun yopiq turdagi metalli qizdirish elementi

Qizdirish elementlarini hisoblash

Elektr tokida ishlovchi rechlarda qizdirish elementlari sifatida maxsus qotishmalardan tayyorlangan sim yoki lentalar va boshqa qizdirish elementlari qo‘llaniladi. Ularning tasnifi 5.2-jadvalda keltirilgan.

5.2-jadval

Metall qizdiruvchilar tayyorlanadigan materiallar va ularning kesim yuzalari

Pechning ishchi harorati, °C	Qizdiruvchi element o‘lchamlari, mm		Qizdirish elementining materiali
	Lentaning eni va qalinligi	Simning diametri	
300 - gacha	8,0 × 1,0	1,0	X13Yu5, X17Yu5
300 - gacha	10 × 1,0	2,0	X13Yu5, X17Yu5
600 - 800	15 × 1,5	3,0 - 4,0	X13Yu5, X17Yu5
800 - 1000	20 × 2,0	4,0 - 5,0	X20N60
1000 - 1100	25 × 2,0	6,0 - 7,0	X20N80
1100 - 1200	25 × 3,0	7,0 - 8,0	X25Yu5

Simning diametrini topish uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^5 \xi P^2}{\pi^2 V^2 w}}, \text{ mm}; \quad (5.68)$$

bu yerda ξ - qizdirish elementlari materialining ishchi haroratiga bog‘liq bo‘lgan solishtirma qarshilik, $Om \cdot mm^2/m$;

P - pech quvvati, kVt ;

V - iste‘molchi tarmog‘idagi kuchlanish, V ;

w - qizdirish elementining solishtirma yuza quvvati, Vt/sm^2 .

Qizdirish elementi kesim yuzasi diametri d (mm) ga teng simlar ishlatilganda quyidagicha topiladi:

$$q_{qiz} = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ mm}^2 \quad (5.69)$$

Qalinligi a (mm) va eni b (mm) bo‘lgan lentalar ishlatilganda, quyidagicha nisbat olinadi: $m = b/a \approx 8 \div 12$; $b = ma$, kesim yuzasi $q_1 = ma^2$, mm^2 . Lenta qalinligi quyidagicha topiladi:

$$a = \sqrt[3]{\frac{10^5 \xi P^2}{2m(m+1)V^2 w}}, \text{ mm} \quad (5.70)$$

Qizdirish elementlari sifatida uchlari yumaloqlangan lentasimon qizdiruvchilar ishlatiladi. Shu sababli yuza kamayishini hisobga oluvchi 0,97 ga teng koeffitsient ishlatiladi. Shunga ko'ra:

$$q_l = 0,97 ma^2, \text{ mm}^2;$$

Bitta parallel tarmoqdagi qarshilik elementining uzunligi:

$$L_{pt} = \frac{R_{pt} \cdot q}{\xi_{his}}; \text{ m}^2 \quad (5.71)$$

bu yerda R_{pt} - parallel tarmoqning qarshiligi, Om ;

q - kesim yuzasi, mm^2 ;

ξ_{his} - berilgan bir xil harorat uchun qizdirish elementlarining hisoblab topilgan solishtirma elektr qarshiligi, $\text{Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. (qiymatlari 5.3 - jadvalda keltirilgan).

5.3-jadval

Berilgan haroratda qizdirish elementlari hisobiy solishtirma elektr qarshiligi qiymatlari

Qotishma	Harorat, °C	Solishtirma elektr qarshilik ξ_{his} $\text{Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	Solishtirma og'irlik, g/sm^3
X13Yu5	850	1,25 - 1,35	7,4
X17Yu5	850	1,15 - 1,25	7 - 7,2
X15N60	1000	1,1 - 1,2	8,4
X20N80	1150	1,25 - 1,2	8,4
X25Yu5	1200	1,25 - 1,45	7 - 7,2
EI595	1200	1,4	7,27
EI626	1300	1,4	7,19

Faza qarshilik elementlari uzunligi quyidagicha topiladi:

$$L_f = NL_{pt}, \text{ m} \quad (5.71)$$

bu yerda N - parallel tarmoqlar soni, *dona*.

Qarshilik elementlari umumiy uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$L_{um} = 3L_f, \text{ m} \quad (5.72)$$

Simli qizdirish elementining og'irligini quyidagi formuladan hisoblash mumkin:

$$G = \frac{L_{um}}{10^3}, kg \quad (5.73)$$

bu yerda g - bir o'ram simning og'irligi, g .

Lentali qizdirish elementi og'irligi quyidagicha hisoblanadi:

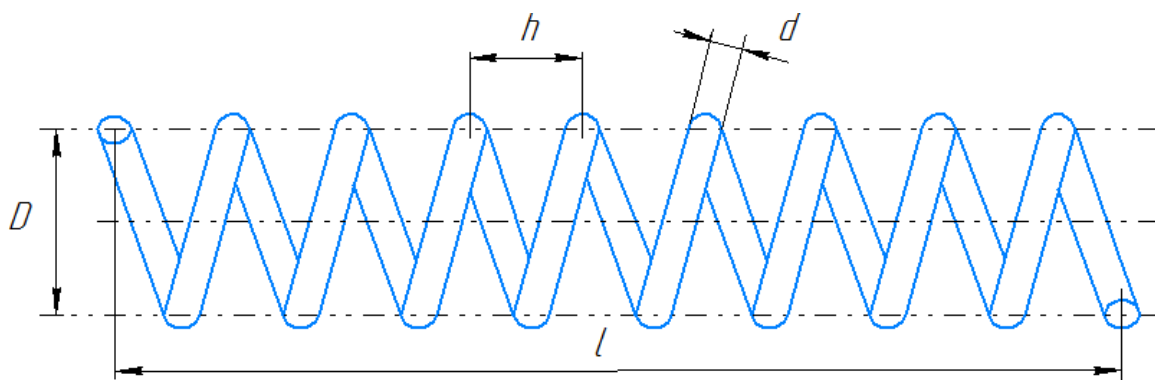
$$G = \frac{\gamma q L_{um}}{10^3}, kg \quad (5.74)$$

bu yerda γ - solishtirma og'irlik;

q - lenta kesim yuzasi, mm^2 .

Simli qarshilik elementlarini hisoblash

Pechlarda simning qarshilik elementlari silindrsimon spiral shaklida joylashtiriladi (5.15-rasm).



5.15-rasm. Simli qizdirgich sxemasi. l - spiral uzunligi; D - spiral diametri; d - sim diametri; h - spiral qadami

Simli qarshilik elementlari uchun ikkita xarakterli koeffitsient mavjud:

1. $K_{o'}$ - o'zak koeffitsient: $K_{o'} = \frac{D}{d}; \quad (5.75)$

2. $K_{o'z}$ - o'ramlarning zichlik koeffitsienti: $K_{o'z} = \frac{h}{d}; \quad (5.76)$

bu yerda D - zigzaglararo masofa, mm ;

d - simning diametri, mm ;

h - zigzagning qadami, mm .

$K_{o'}$ va $K_{o'z}$ koeffitsientlar qiymati 5.4-jadvalda keltirilgan.

$K_{o'}$ va $K_{o'z}$ koeffitsientlarning qiymatlari

Harorat, °C	$K_{o'}$		$K_{o'z}$
	Nixrom	Xromol	
750 dan kam	8 - 11	4 - 5	2 - 4
750 - 950	6 - 8	4 - 5	2 - 4
950 dan yuqori	5 - 6	4 - 5	2 - 4

Spiral simning pechdan chiqish joyini hisobga olmagandagi uzunligi:

$$L_{sp} = L_{pt} \cdot 10^3 - 2 L_{chiq}, \text{ mm.} \quad (5.77)$$

Spiraldagi o'ramlar soni:

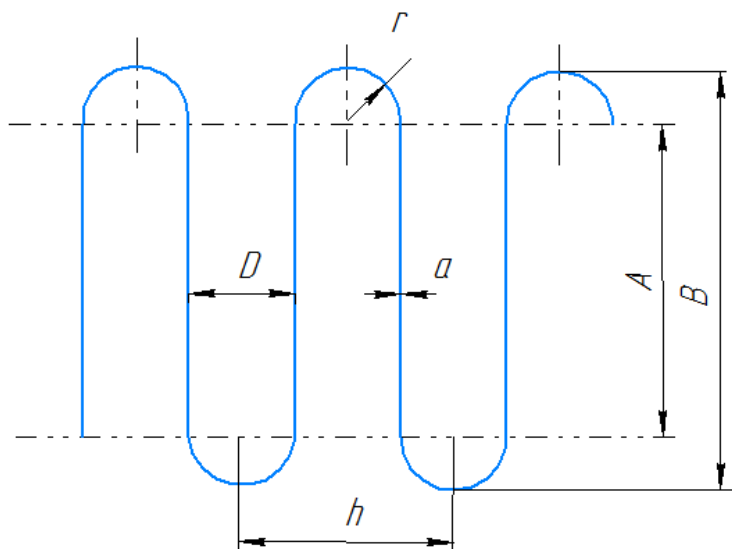
$$r = \frac{L_{sp}}{L_{orr}}; \quad (5.78)$$

Spiral uzunligi:

$$l = h \cdot r, \text{ mm} \quad (5.79)$$

Lentali qarshilik elementlari hisobi

Lentali qarshilik elementlari pech qubbasida, tagligida va devorlaridazigzag qilib joylashtiriladi (5.16-rasm). Zigzaglar orasidagi masofa (D), lenta enidan kichik bo'lmisligi kerak. Bu masofa 10 - 60 mm oralig'ida qilinadi. Zigzag balandligi (B) pech devorlariga vertikal joylashtirilganda 150 - 500 mm, qubba va taglikda gorizontal joylashtirilsa 100 - 200 mm oralig'ida tanlanadi.



5.16-rasm. Lentasimon qizdirgich elementining sxemasi: D - zigzaglar orasidagi masofa; B - zigzag balandligi; A - lentani yumaloqlanish markazlararo zigzag balandligi; h - zigzag qadami

Bitta zigzag uzunligi:

$$l_{zig} = 2\pi r + 2A = (\pi r + A), mm \quad (5.80)$$

bu yerda A - biriktirilgan lentalar markazlari orasidagi zigzag balandligi, mm ;

r - lenta yumaloqlanish radiusi, mm .

Zigzaglar soni quyidagicha topiladi:

$$n = \frac{L_{or} \cdot 10^{-3} - 2L_{chiq}}{l_{zig}}, dona \quad (5.81)$$

Qizdirish elementining nurlanish yuzalarini hisoblash:

a) simli qizdirish elementlarining nurlanish yuzalari quyidagicha topiladi:

$$S = \pi d L_{um} \cdot 10^3, mm^2 \quad \text{yoki} \quad S = \pi d L_{um} \cdot 10, sm^2 \quad (5.82)$$

bu yerda d - sim diametri, mm ;

L_{um} - sim umumiy uzunligi, m .

b) lentali qizdirish elementlari nurlanish yuzalari quyidagicha topiladi:

$$S = 0,97 \cdot 2a (1 + m) L_{um} \cdot 10^3, mm^2 \quad (5.83)$$

yoki

$$S = 1,94 \cdot a (1 + m) L_{um} \cdot 10, sm^2 \quad (5.84)$$

bu yerda a - lentaning qalinligi, mm ;

$$m = b/a; \quad (5.85)$$

b - lenta eni, mm ;

0,97 - prokatlangan lentalar uchlari yumaloqlanishi hisobiga parametrlar kichiklashuvini hisobga oluvchi koeffitsient.

Qizdirish elementlari solishtirma yuza yuklanishini topish hisob ishlarining yakuniy maqsadi bo'ladi:

$$\Delta = \frac{P_{nom} \cdot 10^3}{S}, Vt/sm^2; \quad (5.86)$$

bu yerda P_{nom} - pechning nominal quvvati, kVt ;

S - qizdirish elementlari nurlanish yuzasi, sm^2 .

Solishtirma yuza yuklanish qiymati ruxsat etilganidan katta bo'lmasligi lozim. Metall qizdirish elementlari chegaraviy solishtirma yuza yuklanish qiymatlari 5.5-jadvalda keltirilgan.

Metalli qizdirish elementlari chegaraviy solishtirma yuza yuklanish qiymatlari

Pechdagi harorat, °C	Solishtirma yuklanish, Vt/sm^2	Pechdagi harorat, °C	Solishtirma yuklanish, Vt/sm^2
400 - 600	3,0	900 - 1000	1,0
600 - 800	2,0	1000 - 1100	0,8
800 - 900	1,5	1100 - 1200	0,5

Agar hisoblash natijasida, qizdirish elementlari solishtirma yuza yo‘nalishi qiymati ruxsat etilganidan katta chiqsa, u holda hisob qayta amalga oshiriladi. Yuklanishni kamaytirish, qizdirish elementlari nurlanish yuzalarini ko‘paytirish hisobiga amalga oshiriladi. Bu qizdirish elementlari kesim yuzalarini va mos ravishda ular uzunliklari yoki faza parallel tarmoqlari sonini ko‘paytirish hisobiga erishiladi.

Elektrkontakt usulibida qizdirishdan foydalanish

Elektrkontakt usulibini quydagi holatlarda metallarni qizdirishni qo‘llash mumkin:

- ✓ silindrik va to‘g‘ri burchakli detallarni issiq holatda bolg‘alash va egish jarayonlari uchun va termik ishlov berishda qizdirishda. Zagotovkani qizdirish maydonini joylashishi har qaysi joyda bir xilda bo‘lishi mumkin.
- ✓ turli xil zagotovkalarni bosim bilan va termik ishlov berish uchun qizdirishda;
- ✓ har xil shakladagi zagotokalarni alohida maydonini qizdirishda qo‘llash mumkin (krestovinvni ishchi maydonini shtamplash uchun alohida qizdirishda, boltini, klapinlarni ishchi qismlarini va boshqalar);
- ✓ poroshokli materiallarni pishirish uchun qizdirish va boshqalar.

Nazorat savollari

1. Suyuq yoqilg‘ili qizdirish qurilmalari qo‘llashga tushuncha bering?
2. Yuqori tezlikda metallni qizdirish jarayoniga tushuncha bering?
3. Suyuq yoqilg‘i pechlari hisoblash yordamida qanday ko‘rsatkichlarni aniqlash mumkin?
4. Alangali pechlarni issiqlik muovazanati to‘g‘risida tushuncha bering?

5. Alanganli pechlarning issiqlik balansini boshqarish usullarini aytib bering?
6. Rekuperatorlarni asosiy vazifalarini tushuntiring?
7. Yoqilg'ini alanganishi uchun moslamalrni vazifalarini tushuntiring?
8. Elektrkontakt usuli bilan metallarni qizdirish jarayoniga tushuncha bering?
9. Elektr qizdirish qurilmalari hisoblas qanday usullarini bilasiz?
10. Qizdirish elementlarini pechga o'rnatilishiga tushuncha bering?
11. Qizdirish elementlarini hisoblash haqida ma'lumot bering?
12. Lentali qarshilik elementlari haqida tushuncha bering?
13. Elektrkontakt usulibida qizdirishni qanday texnologik jarayonlarda qo'llash mumkin?

6. METALLARNI INDUKSION QIZDIRISH

6.1. Metallarni induksion qizdirish jarayonlari

Metallarni induksion qizdirish jarayonlari tushuncha

Alanganli pechlarni qizdirish jarayonidan bir qancha tezlik bilan qizdirishi bilan induksion qizdirish texnologik jarayoni asosiy o‘rin tutadi. Yuqori tezlikda qizdirishni bunday usuli bir qancha avzalliklarga ega:

- ✓ deformatsiyalanuvchi zagotovka uchun metall sarfini iqtisod qiladi;
- ✓ texnologik jarayoning ish hajmini kamaytiradi;
- ✓ asosiy jihozlarni ish koeffitsentini oshiradi;
- ✓ ish samardorligini oshiradi;
- ✓ ishlab chiqarishdagi atrof-muhitga salbiy ta‘sirini kamaytiradi.

Oxirgi yillarda induksion qizdirish usulidan barcha turdagi avtomobil va traktorsozlik ishlab chiqarish korxonalarini bolg‘alash va shtamplash sexlarida keng qamrovida foydalanilmoqda.

Induksion qizdirish usulini rivojlantirish bilan birgalikda ketma ket shtamplash texnologiyasini rivojlantirish zarur. Shuning uchun metallarni bosim ostida ishlov berish jarayonini boshqaruvchi texnolog mutaxassis induksion qizdirish usulini mohiyatini chuqur billishi kerak, uning imkoniyatlarini yaxshi o‘zlashtirishi, turli xil tezlikda qizdirish bo‘yicha ishchi maydonning tabiati to‘g‘risida to‘liq ma‘lumotga ega bo‘lishi va qizdirish vaqtini hamda asosiy energiya ko‘rsatkichlarini kerakli hisob-kitoblarini amalga oshirish kerak.

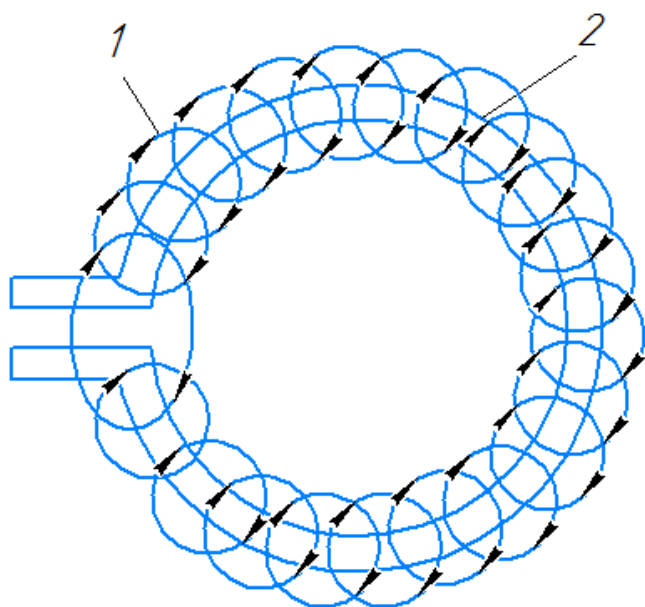
Shtamplash texnologiyasini ishlab chiqishda, ya‘ni ishlab chiqarishda induksion qizdirishni hal qiluvchi ko‘rsatkich bo‘lib butun tana bo‘yicha haroratni o‘zgaruvchan bo‘lishini hisobga olish kerak. Shuning uchun, deformatsiyalanishga ta‘sir qiluvchi barcha ko‘rsatkichlar to‘liq o‘rganib chiqiladi, haroratni butun tanasi bo‘ylab bir xil haroratda bo‘lishiga harakat qilish kerak. O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, ruxsat etilgan haroratlar farqini oshirish bilan qizdirish vaqtini ikki

martobagacha qisqartirish mumkin va undan tashqari induksion qizdirish avzalligini oshiradi.

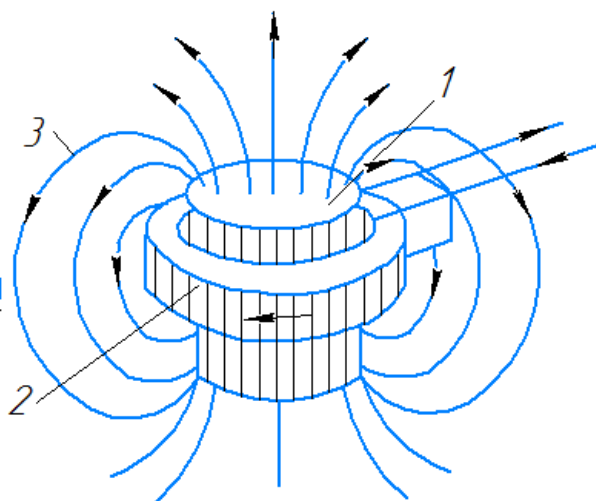
Yarim issiqlikda shtamplash va uni issiq bilan birlashtirish kabi jarayonlar uchun induksion qizdirishdan foydalanish imkoniyatini misol qilish mumkin.

Induksion qizdirish zagotovkaga induktor orqali yuqori chastotali tok ta'siri orqali amalga oshadi. Yuqori kuchlanishli elektr toki induktorga yuborilganda aylanasiga kuchli magnit maydon hosil bo'ladi (6.1-rasm).

Po'latli zagotovka o'zgaruvchan magnit maydoni bilan ta'sirlanadi, magnit kuchi ta'siri natijasida unda elektro harkatlanuvchi kuch paydo bo'ladi, hosil bo'lgan tok kuchini zagotokaga ta'siridan qizish boshlanadi (6.2-rasm).



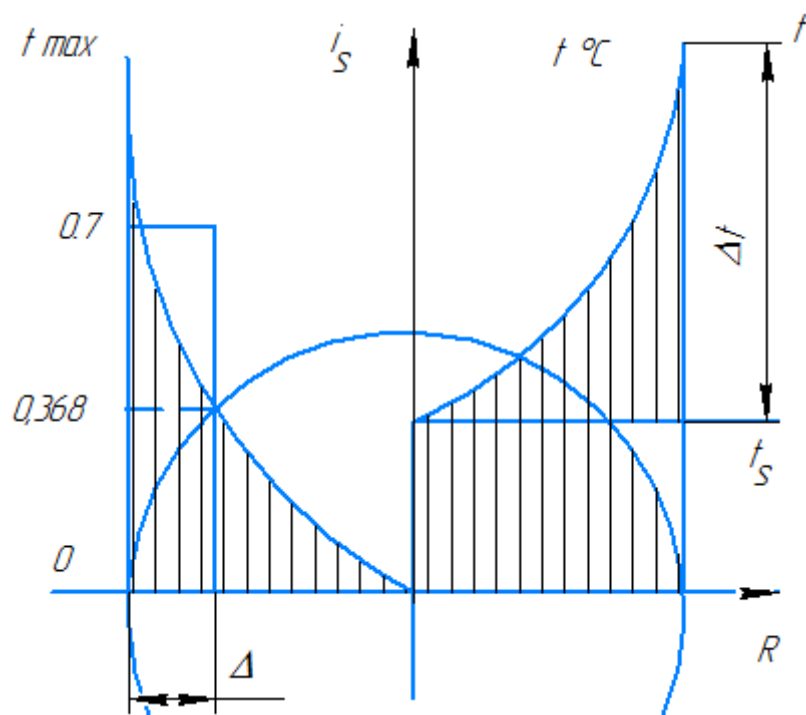
6.1-rasm. O'tkazuvchi maydoni atrofida elektromagnit sxemasi



6.2-rasm. Induksion qizdirish sxemasi: 1 - detal; 2 - induktor; 3 - elektr uzatish linyasi

Induksion qizdirishda bir qancha avzalliklar erishi mumkin: sirt yuzasidagi avzallik, ish samaradorligi, aylanma usul, qizdirilayotgan metallni fizikaviy xususiyatini o'zgarishi.

Sirt yuzadagi avzallik – metallarni induksion qizdirishda asosiy aniqlovchi hisoblanadi – natija, ya'ni o'tkazuvchi orqali kelgan o'zgaruvchan tok kuchi butun tana bo'ylab notekis taqsimlanadi (6.3-rasm).



6.3-rasm. Yuzaviy natija (o'tkazgichdagi tok va haroratni taqsimlanishi)

Katta zichliga ega bo'lgan tok o'tkazuvchanlik yuzasi bo'ylab kuzatiladi, kichik zichlikda tok uning ichki qismi bo'ylab bir tekisda taqsimlanadi.

O'zgaruvchan tok o'tkazuvchini butun tana bo'ylab notekis taqsimlanish holati sirt yuzadagi avzallik deb qabul qilingan.

Hisoblar shuni ko'rsatdiki, 90 % issiqlik bir xil chuqurlikdagi (Δ) tanaga singadi, u qizdirilayotgan metalltdagi tok chastotasi (f , Gs), magnit maydoni (μ , Gs/E) va elektr qarshlik (ρ , $Om \cdot sm$) ta'sirida bo'ladi:

$$\Delta = 503 \cdot \sqrt{\rho(\mu \cdot f)\eta(M)} \quad (6.1)$$

Demak, zagotovkani nisabatan bir xilda qizdirish quydagi holatdagina mumkin ekan: $d/\Delta < 3$, bu erda d - zagotovkani diametri.

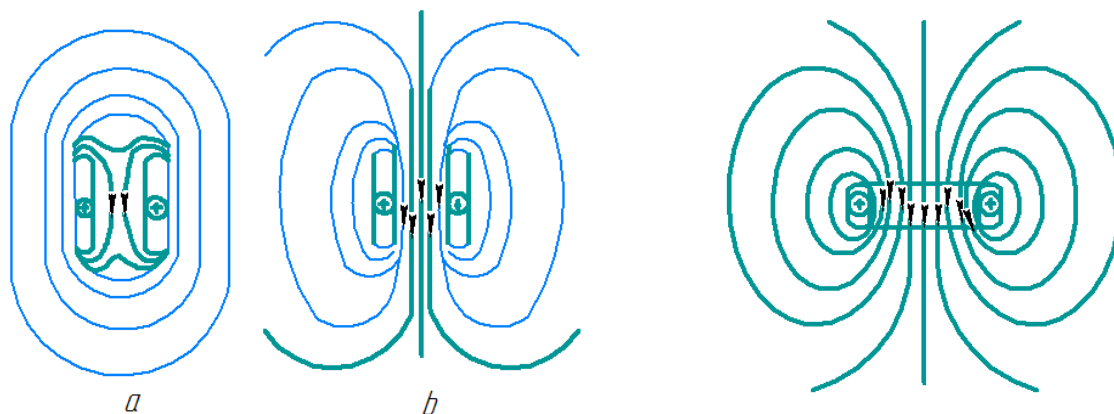
O'tkazgichning qalinligi kamaygani sari uning qarshiligi ortib boradi, qalinligi 3Δ dan oshganda boshlab qarshilik deyarli doimiy va $d = 3\Delta$ bo'lganda bu qarshilik minimal qiymatga teng bo'lib qoladi.

Yaqinlik ta'siri sirt ta'sirining bir turi hisoblanadi va o'tkazgichlar tizimini elektromagnit maydonlarining o'zaro ta'siri tufayli o'tkazgichlarning ayrim uchastkalarida tokning konsentratsiyasidan iborat. Yaqinlik hodisa natijasini bir-

biriga nisbatan yaqin joylashgan ikkita yassi parallel o'tkazgichlar misolida ko'rib chiqish mumkin (6.4-rasm).

Parallel o'tkazgichlarda bir xil tok yo'nalishi bilan ularning tashqi yuzalarida tok zichligi yuqori, turli yo'nalishlari bilan esa – bu ichki bo'ladi. Xuddi shunday o'xshashlik parallel silindrik o'tkazgichlarda va o'tkazgichlar bir-biriga koaksial ravishda joylashtirilganda ham kuzatiladi. Qarama-qarshi oqimlar ular orqali oqganda koaksial joylashuvda ichki o'tkazgichning tashqi sirtida va tashqi o'tkazgichning (quvur) ichki sirtida katta tok zichligi kuzatiladi.

Halqasimon natija - sirt natijasi samarasi bo'lib, u halqa yoki spiral shaklida yasalgan o'tkazgichlarda namoyon bo'ladi (6.5-rasm).



6.4-rasm. Yaqinlik natijasi

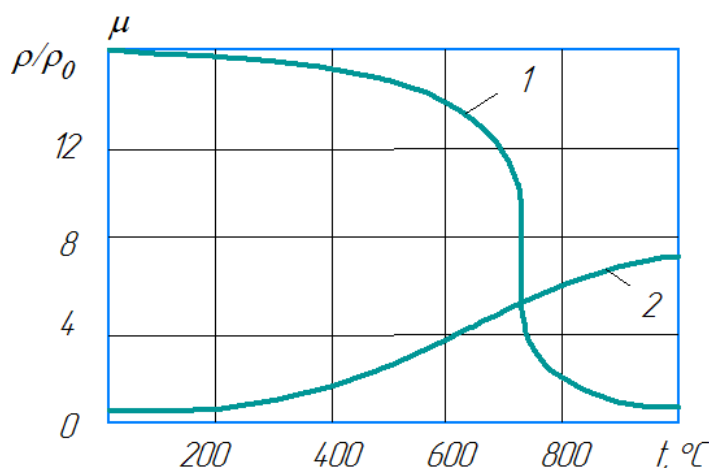
6.5-rasm. Halqali natijaning ta'siri

Qizdirilgan metallni fizikaviy xossasini o'zgarishi

Qizdirish jarayonida metallni fizik xususiyati bir xilda bo'lmaydi, qizdiriluvchi jismga haroratni taqsimlanishiga qarab ta'sir ko'rsatadi. 6.6-rasmdan ko'rinib turibdiki 45 markali po'latni 700 °C haroratgacha qizdirilganda magnit xossa diyarli o'zgarmasdan qoladi, 800 °C haroratgacha (768 °C temir uchun Kyuri nuqtasi) qizdirilganda bu xususiyat keskin kamayib ketadi. Magnit xususiyatni bir xilda bo'lishi vakkum holatida va haroratni ko'tarilib borishi bilan o'zgarmay qoladi.

Zagotovkani ichki qismiga tokni ta'siri darajasi chastotaga qaram-qarshidir. Katta o'lchamdagi zagotovkani uzluksiz qizdirishni ta'minlash uchun ishlab chiqarish chastotasidagi tok (50 Gs) qo'llaniladi, o'lchami uncha katta bo'lmagan

zagotovka uchun – yuqori chastotali tok (500 - 800 Gs); zagotovkani yuza qismlarini qizdirish uchun – oshirilgan va yuqori chastotali toklardan foydalaniladi.



6.6-rasm. Nisbiy magnit o‘tkazuvchanlik (1) va elektr qarshiliklarning (2) haroratga bog‘liqligi

Zagotovkaga tok oqimining kirish chuqurligi metallning qizdirish harorati bilan o‘zgaradi. Elektr qarshlikda qizdirish metallni ferromagnitligini oshiradi, $A_1 = 768$ magnit almashinuv nuqta haroratidan oshirib qizdirilganda magnit o‘tkazuvchanlik (μ) keskin kamaydi, $\mu = 1$ teng bo‘ladi, xona haroratida $\mu = 100 - 200$ ga teng bo‘ladi. Induksion qizdirish qurilmasini hisoblashda zagotovkaga ta’sir chuqurligi: mis uchun $40\text{ }^\circ\text{C}$ deb hisobga olinadi:

$$\Delta_m = 70/V \text{ } \rho \text{ mm}; \quad (6.2)$$

$$\Delta_{\rho o'l} = 560/V \text{ } \rho \text{ mm}. \quad (6.3)$$

Ko‘pgina metallarda elektr qarshlik darajasi haroratni oshishi bilan o‘sib boradi. Po‘latlarni 800 - 900 °C haroratgacha qizdirilganda qarshlik darajasi 8 - 10 martaga ortadi.

Shunday qilib, ferromagnit po‘latni 800 °C dan yuqori haroratda qizdirganda magnit o‘tkazuvchanligi o‘zgarishining umumiy ta’siri va rezistivlik tok kirishining chuqurligiga ta’sir qiladi. Shu munosabat bilan "sovuq" va "issiq" ta’sir chuqurligi qabul qilingan.

Paramagnit metallarni induksion qizdirish vaqtida sirt effekti ularning solishtirma elektr qarshiligi bilan aniqlanadi.

Shuning uchun bunday metallarni xona haroratida qizdirilganda ferromagnit, undan yuqori holatda magnit almashinuv sodir bo‘ladi.

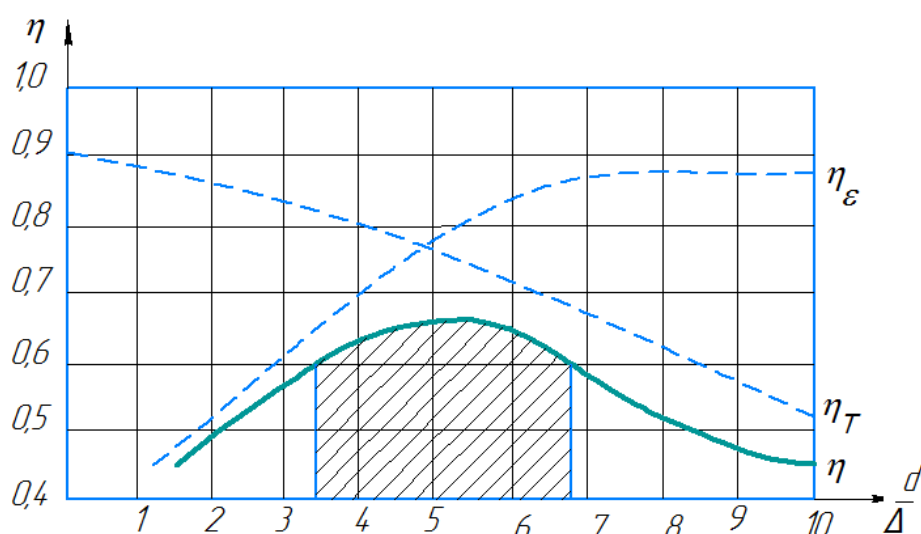
Magnit maydon induktor uzunligi bo‘ylab ham notekis taqsimlangan. Solenoidlarni o‘rta qismlarida bu zichlik katta, chekka qismlarda kichik bo‘ladi. Undan tashqari to‘rtburchak shakladagi induktorlar aylanasimon shakladagiga nisbatan ancha bir tekisda magnit maydonini uzunligi bo‘yicha taqsimlaydi.

Qurilmani FIK energiyaning quydagi sarfiga bog‘liq:

- elektrik – misli induktor (η_e);
- qizdirish – zagotovkani elektr o‘tkazuvchanligi va induktor darchasi orqali tarqaluvchi, ya’ni bu o‘z vaqtida tok chastotasiga ham bog‘liq:

$$\eta = \eta_e + \eta_q. \quad (6.4)$$

To‘liq FIK qiymati $d/\Delta = 3,5 \div 7,0$ nisbatan bog‘liq (6.7-rasm)



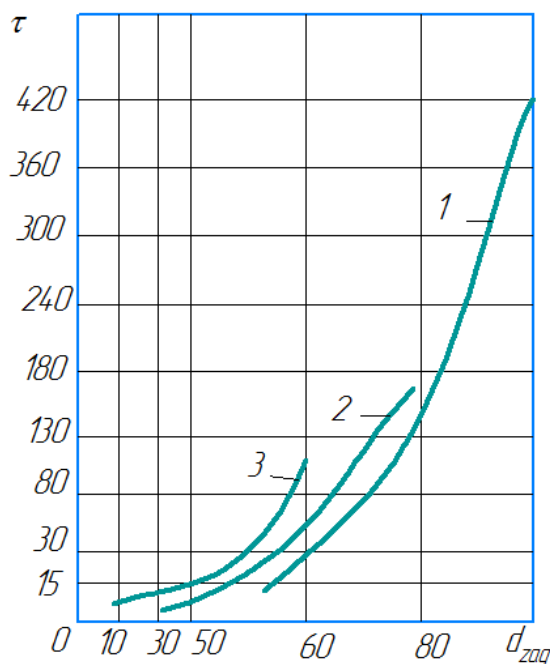
6.7-rasm. Induktorni to‘liq FIK d/Δ nisbatiga va yo‘qotishlarga bog‘liqligi

d/Δ aniq qiymati FIK egri chizig‘idan aniqlanadi, ya’ni u qizdirish vaqtini kichik qiymatiga mos keladi. Shu asosidagi qiymatlardan tok chastotasi tanlab olinadi (6.1-jadval). Qizdirish tezligini maksimal oshirish uchun sirt va o‘rta qismlar orasidagi harorat farqi 100 °C bo‘lgan tartibdan foydalaniladi.

Po'latlarni qizdirish uchun optimal tok chastotasi

Tok chastotasi, <i>Gs</i>	Ta'sir chuqurligi, <i>mm</i>	Zagotovkani diametirini optimal diapazoni, <i>mm</i>
50	76	266-608
500	25	89-200
1000	17	60-136
2500	11	39-88
4000	9	32-72
8000	6	21-48
10000	5	18-40

Optimal tok chastotasida zagotovkani chuqurlikda bir tekisda qizdirish uchun doim ham etarli bo'lavermaydi. Shuning uchun zagotovkani butun tanasi bo'ylab haroratni moslashtirish uchun qizdiruvchidan pressni oldiga olib kelunguncha qanchadir vaqt ushalab turiladi. Bunday holda, diametri 120 *mm* gacha bo'lgan ishchi qismlarini qizdirish orqali ruxsat etilgan minimal muddatini 6.7-rasmdagi grafikga muvofiq aniqlanishi mumkin.



6.7-rasm. Zagotovkalarni 1-10000; 2-2500; 3-8000 *Gs* chastotada diametriga qarab qizdirish muddatini aniqlash grafigi

Induksion qizdirishni ba'zi bir turlari ta'kidlash lozim, ya'ni, masalan, qizdirish tezligini 2-3 martaga oshirish uchun ketma-ket ikkita induktor yordamida va o'zgaruvchan qadamli ikkita ketma-ket induktorlar yordamida butun o'rnatish bilan erishiladi.

Birinchi induktorda qizdirish bolg'alachni zarb haroratigacha maksimal tezlikda bajariladi. Ikkinchidan, harorat yuzada doimiy saqlanadi va zagotovka elektr toki va issiqlik o'tkazuvchanligining kirish chuqurligi tufayli qizdiradi.

Shunday qilib FIK to'liq oshiriladi va ushbu chastotada qizdiriladigan zagotovkalarni oralig'i kengayadi.

Bu qizdirish usulini kamchiliklari qurilmani ishlab chiqarish va xizmat ko'rsatish madaniyati uchun talablarni oshirish ba'zi qiyinchiliklar o'z ichiga oladi.

Undan tashqari, qo'llanilish masofasini kengaytirish uchun katta o'lchamdagi zagotovkalarni uchun yuqori ikki chastotali qizdirish qo'llanilmoqda. Bu sanoat chastotasida zagotovkani strukturaviy o'zgarishlar haroratigacha qizdirib berishi ko'zda tutilgan. Bu oraliqda tokni ta'sir chuqurligi yuqori chastotadagi tokga nisabatan katta bo'ladi va tebranishlar sodir bo'lmaydi. Strukturaviy almashinish haroratidan so'ng yuqori chastotali tok qo'llaniladi.

Ikki chastotali qizdirish maqsadli ravishda diametri 60 *mm* katta bo'lmagan zagotovkalar uchun, ya'ni ko'p induktorlar almashishi talab qilanadigan joylarda qo'llaniladi. Bunday qizdirish ikkita ketma-ket induktorlarda amalga oshiriladi: birinchi, ishlab chiqarish chastotasida ishlovchi, ikkinchisi yuqori chastotada ishlovchi.

~300 *mm* o'lchamdagi zagotovkalarni qizdirish uchun ishlab chiqarishdagi tok chastotasidan foydalaniladi. Elektr tokining kirib borish chuqurligining oshishiga erishiladi va qimmat konvertorlarning yo'qligi tufayli energiya sarfi kamayadi.

Kamchilik sifatida qurilmani tan narxini qimmatligi va o'lchamni keltirish mumkin. Lekin asosiy kamchilik 800 °C haroratdan yuqori qizdirish haroratlarda tebranishlarni hosil bo'lishi, qurilmani xizmat muddatini kamaytiradi.

Zagotovkalarni induksion uslubda qizdirishning avzaligi va kamchiliklari

Zagotovkalarni induksion uslubda qizdirishning avzaliklariga quydagilarni keltirish mumkin:

- ✓ qizdiriluvchi jismga to'g'ridan to'g'ri issiqlik energiyani ta'sir qilishi natijasida katta tezlikda qiziydi. Maslan, diametri 100 mm 40 markali po'lat tayyorlangan zagotovkani oddiy pechda qizdirishga nisbatan 2,5 marotabagacha tezlik bilan qiziydi. Zagotovkani diametrini kichrayishiga qarab qizdirish tezligini 5-10 marotabagacha oshirish mumkin;
- ✓ kuyindi hosil bo'lish darajasi sezilarli darajada past. Uglerodsizlanish darajasi diyarli sodir bo'lmaydi. Induksion qizdirib ishlov berilganda hosil bo'lgan kuyindi va uglerodsizlanish holatlari, qizdirish vaqtida emas, balki zagotovkani haraktlantirishda va deformatsiyalash jarayonida hosil bo'ladi;
- ✓ kuyindi hosil bo'lishni yo'q qilish shtamlarni eyilishini kamaytiradi. Shuning hisobiga zagotovkani o'lchamining aniqligi va 10 - 20 % gacha shtamlarni chidalgilik darajasi ortadi;
- ✓ shtamplashni texnologik jarayonini avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirish imkoniyati ortadi;
- ✓ induksion qizdirish tartibini o'zgartirish, alanganli pechlarga nisbatan ancha tez o'tkazilishi mumkin;
- ✓ zagotovkalarni induksion qizdirishda bilan bolg'alash-shtamplash sexini ish sharoitini yaxshinadi. Masalan, alanganli pechlarda sex ish maydonning umumiy harorati tashqi haroratga nisbatan ancha yuqori darajada bo'ladi, sababi pechdan katta miqdorda issiqlik sexdagi ish maydonga tarqaladi, bu holat ishchilarning ish unumdorligini pasaytiradi va ularning sohadagi kassalikga uchrashiga sababchi bo'ladi;
- ✓ iqtisodiy tarafidan induksion qizdirish alanganli pechlarga nisbatan katta samaradorlikka ega.

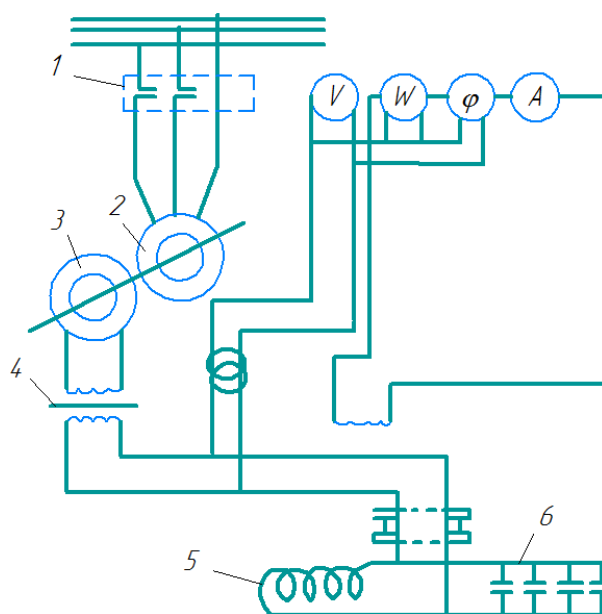
Zagotovkalarni induksion uslubda qizdirishning asosiy kamchiliklarga quydagilarni keltirish mumkin:

- ✓ asosan induksion qizdirish jihozlari uchun katta miqdorda harajat sarflanadi: tok chastotani boshqarish qurilmasi, umumiy boshqarish, o'tkazgichlar, qizdirgichlar va kondensatorlar uchun. Pech va induksion qizdirish qurilmasi orasida moddiy harajatni farqi, qizdiruvchi zagotovkani o'lchamiga, ya'ni o'lchamni katta bo'lishi bilan kamayib boradi;
- ✓ bolg'alash-shtamplash siklni ishlab chiqarishida ko'pincha murakkab shaklga ega bo'lgan zagotovkalar qizdirilib ishlov beriladi, lekin induksion uslubda bir qizdirishda metallni butun tanasi bo'ylab ishlov berishga imkoniyati mavjud emas. SHunday holatlarda induksion qizdirish uslubi yordamidan murakkab detallarning faqatgina o'zak ko'rinishidagi qismlarini qizdirishda foydalanish mumkin.

6.2. Induksion qizdirish qurilmasini tuzilishi va turlari

Induksion qizdirish uchun tok generatorlari

Induksion qizdirish qurilmasi umumiy sxematik tuzilishi 6.8-rasmda keltirilgan. Qizdirish qurilmasi ulagich (1), uchfazali elektrodvigatel (2), aylantiruchi geneoator (3), transformator (4), induksion qizdirgich (5), kondensator batareyasi (6) qismlaridan tuzilgan. Bunday induksion qizdirish qurilmasida zagotovkalarni oddiy induksion qizdirish uchun barcha qismlar keltirilgan.



6.8-rasm. Induksion qizdirish qurilmasini umumiy sxematik tuzilishi

Zagotovkalarni induksion qizdirishda qurilmasida asosan elektr mashina generatorlari va u bilan bir qatorda elektr manbalari sifatida tiristorli statik chastotali konvertatsiya keng qo'llaniladi.

Shtamplash qurilmalarni yaqiniga o'rnatilgan o'zgartirgichlar, odatda, maxsus xonaga o'rnatiladi.

Ular ish tartibiga qarab quydagi turlarga bo'linadi:

- uzluksiz (metodik) harkatlanuvchi – zagotovkalar uzluksiz ravishda induktordan o'tadi;
- davriy harkatlanuvchi – zagotovkalar qurilma tokdan uzilib olohida yuklanadi;
- kombinatsiyalashgan, ya'ni uzluksiz va davriy harkatlar o'tkazilishi mumkin;
- uzun zagotovkalarni uzluksiz qizdirish uchun qizdiruvchilar.

Induksion qizdiruvchilarni elektr toki bilan ta'minlash alohida yoki markazlashgan holatda bo'lishi mumkin. Temirchi sexlarini ish sharoitida markazlashgan ta'minlanishni qo'llash qullay, doimiy kuchlanishni avtomatik ravishda ta'minlash mumkin.

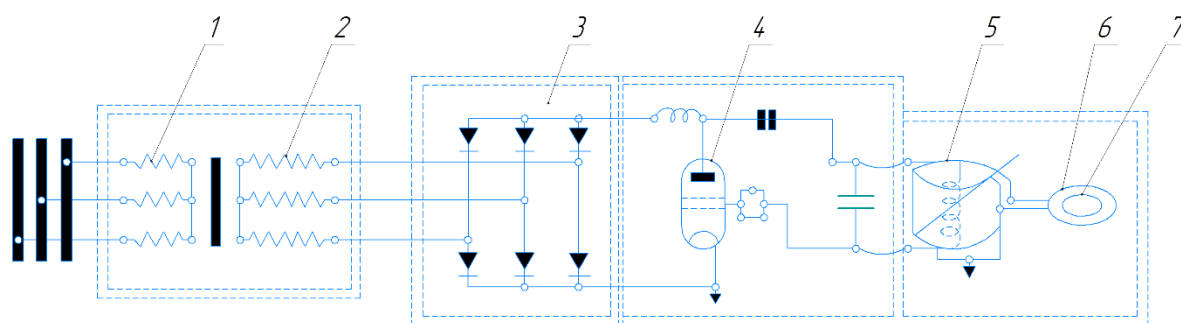
Bolg'alash – shatamplash ishlab chiqarishi uchun induksion qizdirish qurilmasi konstruktiv jihatidan qizdirishni ta'minlagich – induktor va zagotokanni yuklash mexanizmi va ajrtib olish qismlarida tuzilgan.

Induktorda bir vaqtda bir qancha zagotovkalar bo'ladi. Induktor uzunligi, undagi zagotovkalar soni va qizdirish tezligi shunday tanlanishi kerakki, zagotovka iduktordan olinganda bolg'alash uchun kerak bo'lgan haroratga ega bo'lishi, zagotovkani markazi bilan sirt qismi orasidagi haroratni ma'lum oraliq o'zgarishlarda bo'lishi kerak. Induktorga kamida uchta zagotovkasini joylashtirish tavsiya etiladi, bu qizdirgichning elektr tartibini sovuq zagotovkani yuklash vaqtida deyarli o'zgarmasligini ta'minlaydi.

Uzluksiz induksion qizdiruvchi tartibini FIK (10 -15% gacha) va ishlab chiqarishdagi samardorligi davriy ishlash tartibiga nisbatan ancha yuqori.

Yuqori chastotali tok olish uchun mashinali, lampali va terristor ta'minlagich qo'llanladi. Sanoat tok chastotasida qizdirishda foydalanilganda induktor to'g'ridan to'g'ri sanoat elektr kuchlanish chastotasiga yoki kamaytiruvchi transformator orqali ulanadi.

Induksion qizdirishda chastotalar ishlatilishiga qarab oshirilgan chastota 500 dan 10000 gs va yuqori chastota – 50000 dan 1000000 gs va undan yuqorilarga bo'linadi. Shunga asoslanib, mashinali va lampali (48-rasm) yuqori chastotali generatorlar ishlatiladi.

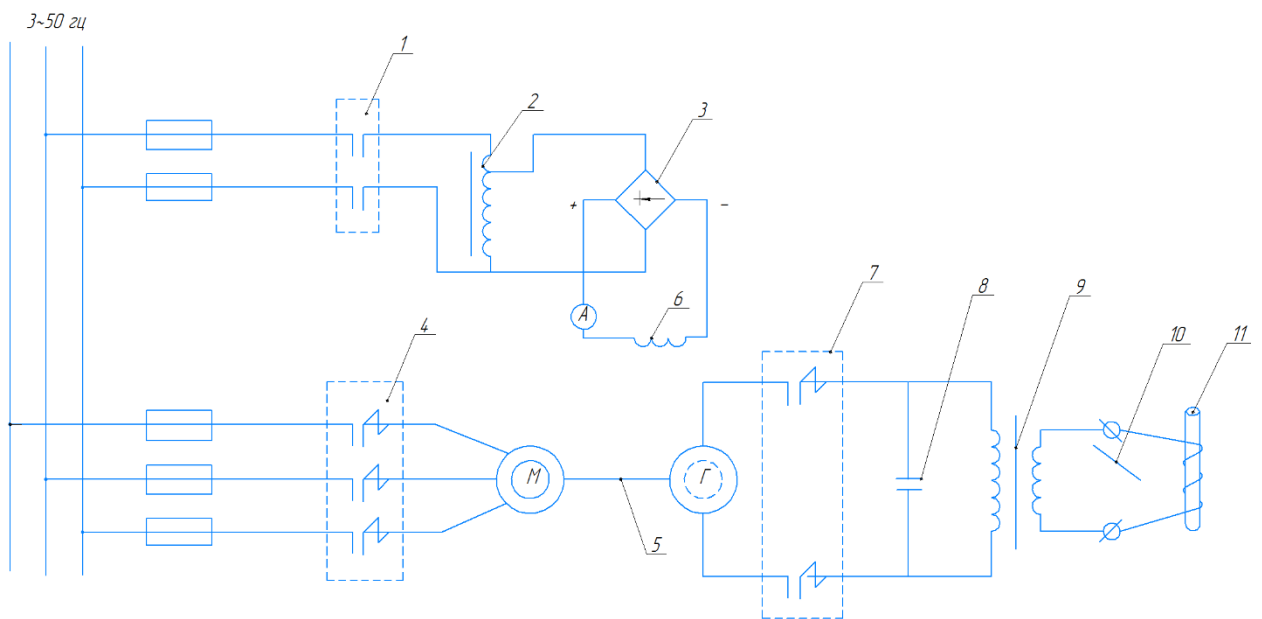


6.9-rasm. Lampali generatorning yuqori chastotali tokini elektr sxemasi: 1 – generator transformatori; 2 – kuchdanish transformatori; 3 – ulagich; 4 – generatorli lampa; 5 – yuqori chastotali transformator; 6 – induktor; 7 – zagotovka

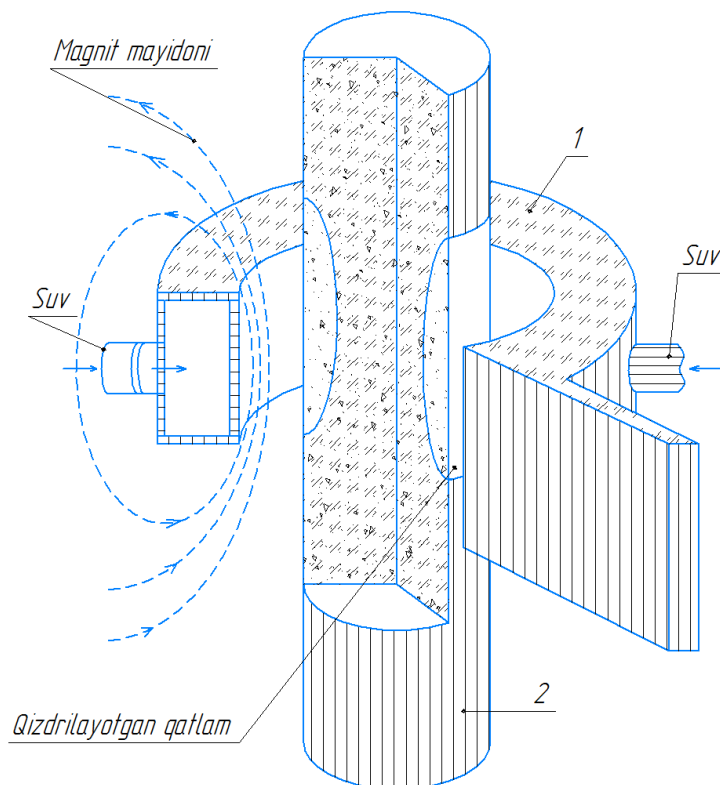
Mashinali generator uch fazali tokka ulangan elektrodvigatel va unga yuqori chastotali tok beruvchi generatorga biriktirilgan. Dvigatel va generator bitta qurilmaga montaj qilingan (motor - generator). Motor - generator ishlash vaqtida ularning cho'lg'ami qiziydi, shuning uchun motor - generator havo bilan yoki suv bilan sovitish jihozi yordamida sovitilib turiladi.

Mashinali generatorlarni 60 kVt, 250 gs da (49-rasm) ishlovchi PV 60, 100 kVt. 2500 gs da ishlovchi PVS-100/2500-1, 100 kVt, 800 gs da ishlovchi PV-100/8000-IV turlari ishlatiladi.

Induksion qizdirishning asosiy elementi bo'lgan induktor spirasimon, to'g'ri burchakli yoki kvadrat va boshqa shakllarda bo'lib mis quvurlardan tayyorlanadi. Induktorlar ishlash vaqtida doimo suv bilan sovitib turiladi. 6.11-rasmda zagotovani yuqori chastotali tok bilan induktor orqali qizdrish va uni sovitish sxemasi keltirilgan.



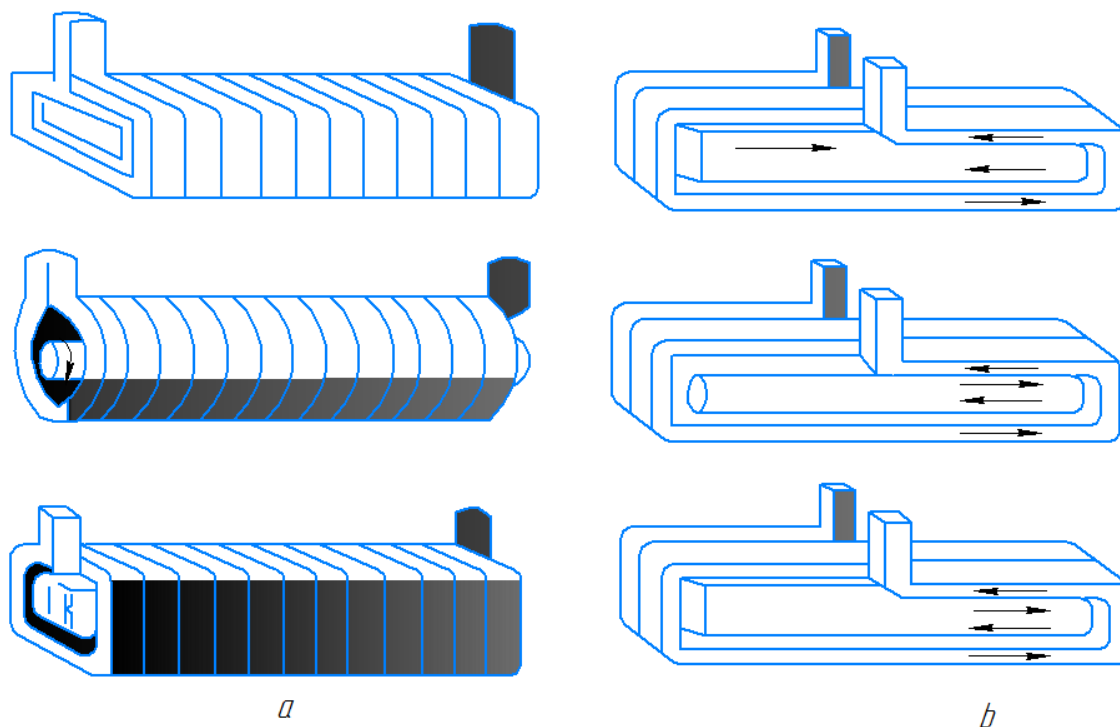
6.10-rasm. Mashinali generatorni yuqori chastotali tokini elektr sxemasi: 1 – magnitli ishga tushirgich, 2 – avtotransformator; 3 – tug‘irlagich; 4 – elektromagnitni ulagichni ishga tushuruvchi; 5– kuchlanishni oshirish mexanizmi; 6 – cho‘lg‘am; 7 – kuchlanishni oshiruvchi; 8 – kondensator bateriyasi; 9 – toblash transformatori; 10 – induktor; 11 – qizdiriluvchi zagotovka



6.11-rasm. Zagotovkani yuqori chastotali tok bilan induktor orqali qizdrish sxemasi: 1 – induktor; 2 – zagotovka

Qizdirilgan zagotovkani o‘qiga nisbatan induktor spiralda hosil bo‘lgan magnit oqimining yo‘nalishiga bog‘liq holatda, qizdirish bo‘ylama yoki ko‘ndalang

magnit oqimida bo‘ladi. Agar magnit oqimini yo‘nalishi zagotovkani o‘qi yo‘nalishiga mos kelsa, unda qizdirish bo‘ylama oqimda, agar magnit oqimi zagotovkani o‘qiga nisbatan perpendikulyar bo‘lsa, unda qizdirish ko‘ndalang oqimda deb hisoblash mumkin (6.12-rasm).



6.12-rasm. To‘g‘ri burchakli, aylanasimon, kvadrat shaklidagi zagotovkalarni qizdirish induktori: *a* – bo‘ylama; *b* – ko‘ndalang magnet maydonida

Induktorlarni ko‘ndalang magnet oqimida foydalanib qizdirishda qizdirish vaqtini 1,5 - 2,0 marotobaga oshirish mumkin. Ishlab chiqarishda silindrik induktorlardan ko‘p foydalaniladi, bu induktor diyarli univrsal induktor bo‘lib, ko‘ndalang magnet oqimida aylanasimon, kvadrat va murakkab shakldagi zagotovkalarni qizdirishda qo‘llaniladi.

Induktorlarni chidamligini oshirish va qizdirilayotgan zagotovkalarni issiqlik sarfini kamaytirish uchun, induktor ichki yuzasiga issiqliqni saqlash qoplamasi qoplanadi. Induktor va zagotovkalar ishchi yuzalari orasidagi oraligni belgilangan o‘lchamdan ortib ketishi qurilmani FIK kamaytiradi. Shuning uchun issiqliqni saqlash qoplamasini qalnliligi 15 - 20 *mm* oshmasligi kerak.

Induktor naychalari devorlarining qalnliligi misga tokni kirish chuqurligidan katta bo‘lishi kerak: $\delta > 1,6\Delta m$.

Chastota toki shunday bo'lishii keraki, qurilmani eng yuqori FIK ta'minlashi kerak:

$$\eta = \eta_q \cdot \eta_{el}, \quad (6.5)$$

bu erda η_q va η_{el} – qizdirish va elektrik tegishli FIK.

Qizdirishdagi FIK induktorni qoplamasi qizdiri uchun hamda yuklash va olish teshiklar uchun sarf bo'lgan elektr energiya natijasidan aniqlanadi. 15-20 mm qoplama uchun $\eta_q = 0,85 - 0,90$ teng.

Elektr FIK omili induktorning o'zida energiya yo'qotilishini hisobga oladi. Agar silindrik zagotovkani diametrni o'lchami tokni singish chuqurgigiga nisbati 3,0 - 6,0 bo'lsa, bunday zagotovkani FIK maksimal qiymatga erishadi.

Induksion qizdiruvchini hisoblash uchun quydagi ko'rsatkichlar aniq bo'lishi kerak:

- zagotovkani o'lchamlari - $d_3(a_2): l_3$;
- bolg'alah – shtamplash jihozini ishlab chiqarishdagi samardorligi. Tok chastotasi zagotovkani o'lchamiga qarab tanlab linadi.

Qizdirshni davomiyligi umumiy mashinasozlik ma'lumotlari asosida zagotovkani qalinligi va tok chastotasidan belgilanadi.

Induktorda zagotovkalarini bir vaqtda qizdirilayotgan soniga bog'liq holatda va zagotovkani o'lchamini hisobga olib indkutorni o'lchami quydagicha hisoblanadi:

$$d_q = d_z + (25 - 50) \quad (6.6)$$

$$a_q = a_z + (25 - 50) \quad (6.7)$$

bu erda (25 - 50) mm – zagotovka va induktor sirt qismi orasidagi oraliq o'lcham, ya'ni issiqlik va elektrik qoplamani o'rnatish o'lchami.

Metodik xarakatlanib qizdirishda induktorni uzunligi quydagicha aniqlanadi:

$$l_q = (n \cdot l_a + \Delta l) < 1,2 m, \quad (6.8)$$

bu erda $\Delta l = (1 \div 2)d_q$ – xavfsizlik uchun qo'shima uzunlik.

Agar induktorni uzunligi hisoblashda 1,2 m dan katta chiqsa, bunday holatlarda ikkita induktor oʻrtaniladi, yaʼni ikki ketma ket induksion qurilma qoʻlaniladi.

Davriy xarakatlanib qizdirishda induktorni uzunligi quydagicha aniqlanadi:

$$l = l_{zq} + \Delta l, \quad (6.9)$$

bu erda l_{zq} - zagotovkani qizdirilayotgan qismi.

Masala: agar pressni ishlab chiqarishdagi samardorligi soatiga $G = 90$ dona boʻlsa aylanasimon zagotovkani shtamplash uchun induktorni asosiy oʻlchamini hisoblansin.

Zagotovkani oʻlchamlari: $d_{zag} = 75 \text{ mm}$, $l_{zag} = 200 \text{ mm}$, ogʻirligi $g = 6,9 \text{ kg}$, material 45 markali poʻlat, qizdirish harorati $t = 1250 \text{ }^\circ\text{C}$, haroratni zagotovkani qalinliga qarab oʻzgarishi $\Delta t < 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Echish: tok chastotasi 6.1-jadvaldan tanlab olinadi 2500 Gs. 75 mm diametrni 2500 Gs tok bilan qizdirilganda, haroratni oʻzgarishi $100 \text{ }^\circ\text{C}$ boʻlganda, 6.7-rasm (2 egrilik) garfik asosida qizdirish vaqti 180 s tashkil qiladi.

Induktorni tashqi diametri

$$Q_{ind} = (1,3 - 2,0) \quad d_{zag} = 1,6 \cdot 7,5 = 12 \text{ sm}$$

Issiqlik qoplamasi va zagotovkalar orasidagi oraliq masofa 0,5 sm boʻlganda:

$$d_{qop} = d_{zag} + 2 \cdot 0,5 = 7,5 + 1,0 = 8,5 \text{ sm}.$$

Issiqlik qoplamasini qalinligi quydagich hisoblanadi:

$$S_{qop} = 0,5(d_{ind} - d_{qop}) = 0,5 (12 - 8,5) = 1,75 \text{ sm}.$$

Induktor spiralini uzunligi qurilmaning ishlab chiqarishdagi samaradorlik talablari va zagotovkani qizdirish davomiyligi asosida olinadi.

Bir soatda ishlab chiqarishdagi samaradorlik $G = 90 \text{ dona/s}$ boʻlganda, zagotovkani tayyorlab olish davri: $3600:90 = 40 \text{ s}$.

Bir vaqtda induktorga kiradigan zagotovkalar soni: $t = 180 : n = 180 : 40 = 5$.

Induktor spiralini uzunligi:

$$l_{ind} = n l_{zag} + \Delta l_{ind} = 5 \cdot 20 + 1,2 \cdot 12 = 1150 \text{ mm}.$$

Zagotovkani bolg‘alash haroratigacha qizdirish uchun induktorni foydali ish quvvati: $R_{zag} = 840((n \cdot g_{zag})/\tau) = 840(5 \cdot 6,9)/180 = 161 \text{ kVt}$.

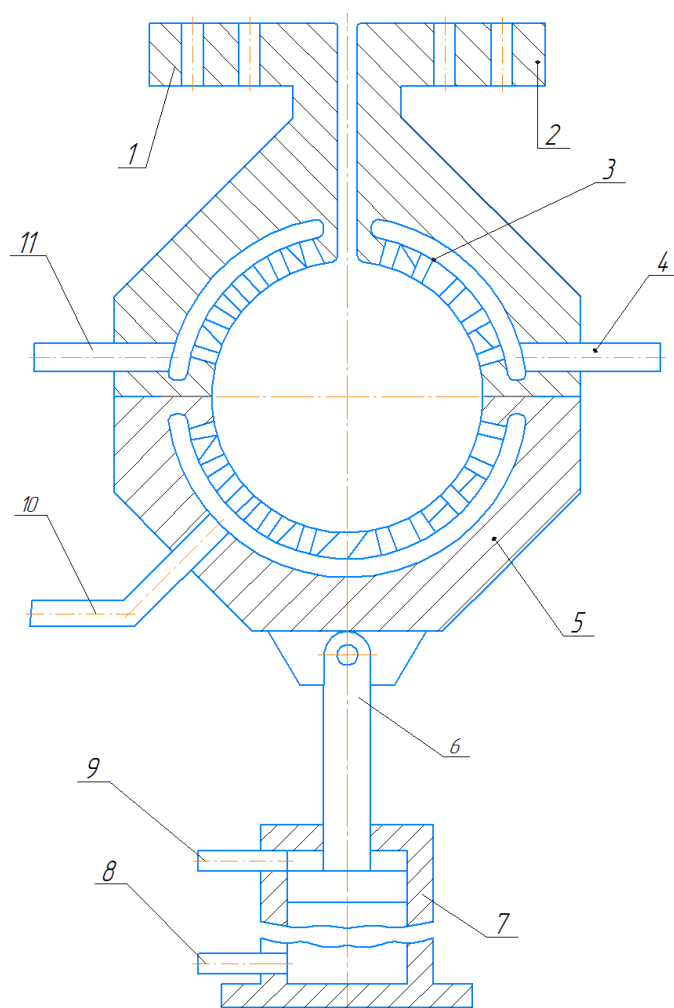
Xulosa, agar pressni ishlab chiqarishdagi samardorligi soatiga 90 dona bo‘lsa aylanasimon zagotovkani shtamplash uchun induktorni spiraling asosiy uzunligi 1150 mm, induktorni foydali ish quvvati 161 kVt teng bo‘lar ekan.

Induktorni qizdirish uchun elektr energiyani hisoblash

Yuqori chastotada qizdirish qurilmasining asosiy elementlaridan biri induktor hisoblanib, mis trubalardan tayyorlanadi. Induktor devorining qalinligi generatorning chastotasiga bog‘liqdir. 1000 gs chastota uchun induktor devorining qalinligi 2,7 mm ga teng, 8000 gs uchun 1,1 mm ga teng.

Induktorni qizdiriluvchi detal ko‘rinishiga mos keluvchi turi ishlatiladi. 6.13-rasmda ishlab chiqarish korxonalarida ko‘p qo‘llaniladigan ajraladigan induktorning sxemasi keltirilgan. Bunday induktorni ishlash davrida uni sovitish uchun ichidan oqib o‘tuvchi suvdan foydalaniladi. Ajraladigan induktorlar mashinali generatorlarga o‘rnatilishi mumkin, bu induktorlar yordamida yuza qismlarini qizdirish, avtomobil va traktor vallarini va boshqa zagotovkalarni qizdirib ishlov berishda qo‘llash mumkin.

Induktorni qizdiri qurilmalarida issiqligini hisoblash uchun detalga zarur bo‘lgan harorat rejimini ta‘minlovchi quvvatni aniqlash ham kiradi. Buning uchun quvvat balansi va shu bilan birgalikda issiqlikni qurilmaning hamma zvenolarida saqlanishi aniq bo‘lishi zarur, aks holda ishlov beruvchi detallarda nuqsonlar hosil bo‘lishi mumkin. Masalan, quvvatning yetishmasligi va shu bilan birgalikda haroratning tushib ketishi semeintatsiyalanuvchi detal yuzasida uglerodga to‘yinish talab qilingan qalinligida amalga oshmasligiga olib kelishi mumkin. Quvvatni, shu bilan birgalikda haroratning oshib ketishi detal yuzasidagi uglerodning kuyishi, strukturasi yomonlashishi, haroratning yuqori ko‘tarilishi, yuzada erish jarayonini hosil qilishi ham mumkin. Induktorni hisoblash uchun asosiy ma’lumotlar 6.2-jadvalda keltirilgan.



6.13-rasm. Ajraladigan qizdirish induktorning sxemasi: 1,2 – kontakt kolodkalar; 3 – qisqich; 4 – suv quvir; 5 – induktorni pastki ajraluvchi qismi; 6 – silindr tutgich; 7 – pnevmatik silindr; 8, 9 – shtutser; 10 – pastki quvir; 11 – suv quviri;

6.2-jadval

Induktorni hisoblash uchun asosiy ma'lumotlar

T/r	Ko'rsatkichlar	Belgilanishi	Belgilanish birligi	Qiymati
1	Qizdirish harorati	T	$^{\circ}\text{C}$	1200
2	Harorat tarqalishi	t_k	s	120
3	Ichki qoplama diametri	D_2	sm	18,3
4	Tishli g'ildirak pokovkaning diametri	D_1	sm	17,6
5	Tishli g'ildirakning og'irligi	G	kg	3,6
6	Tishli g'ildirak ishchi qismining balandligi	h	sm	3,0
7	Ikkita tishli g'ildirak orasidagi masofa	h_1	sm	1,5
8	Tish uchining diametri	d_m	dm	0,7
9	Tish pastining diametri	d_{ichki}	dm	0,48
10	Tish balandligi	h_2	dm	0,45
11	Qizdirish maydonidagi detallar soni	n_1	$dona$	6
12	Ishlov berish maydonidagi detallar soni	n_2	$dona$	15
13	Chastota	f	gs	2500
14	Kuchlanish	i	v	375

1. Maydonni qizdirish uchun sarf bo'lgan quvvatni aniqlash. Qizdirish maydonining uzunligi:

$$l_{may} = hn_1 + h_1(n_1 - 1) = 3 \times 6 + 1,5 \times 5 = 25,5 \text{ sm}; \quad (6.10)$$

Qurilmaning ishlab chiqarish samaradorligi:

$$N = \frac{G \cdot 3600}{t_k} = \frac{3,6 \cdot 3600}{120} = 108 \text{ kg/soat}; \quad (6.11)$$

Ishlab chiqarish samaradorligiga ega bo'lgan tishli g'ildirakni belgilangan haroratda qizdirish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = cN\Delta t = 0,17 \times 108 \times 1180 = 21700 \text{ kkal/soat}; \quad (6.12)$$

bu yerda $\Delta t = T_{pech} - T_{det} = 1200 - 20 = 1180 \text{ }^\circ\text{C}$ - haroratlar oralig'idagi farq.

Olingan qiymatni kilovattga o'tkazsak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$P_{det.qiz}^1 = \frac{Q}{860} = \frac{21700}{860} = 25,2 \text{ kVt}; \quad (6.13)$$

Qizdirish maydoni futerovkasidan chiqayotgan issiqlik uchun sarf bo'lgan quvvatni quyidagi formuladan hisoblash mumkin:

$$P_{q.may}^1 = \xi_0 \times S_{his} = 2,8 \times 735 = 2,06 \text{ kVt}; \quad (6.14)$$

bu yerda $\xi_0 = 2,8 \text{ Vt/sm}^2$, 1100 - 1200 $^\circ\text{C}$ haroratlar oralig'i uchun solishtirma sarf qiymati:

$$S_{his} = \pi d_{o'rtacha} \times l_{his} \quad (d_{o'rtacha} = D_2 = 18,3 \text{ sm})$$

$$l_{his} = 1/2 l_{may} = 0,5 \times 25,5 = 12,75 \text{ sm}$$

$$S_{his} = \pi \times 18,3 \times 12,75 = 735 \text{ sm}^2$$

Qizdirish maydoni uchun sarf bo'lgan quvvat, agar gaz-karbyurizatorlar yordamida qizdirilsa, konvektiv yo'qotishlarda ham shu usul bilan topiladi. Gaz sarfi $V = 6,5 \text{ m}^3/\text{soat} = 6500 \text{ l/soat}$ ga teng.

Gaz - karbyurizatorlarni alohida tashkil qiluvchilar uchun zarur bo‘lgan quvvat qiymatini quyidagi usul bilan aniqlash mumkin:

Hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$Q = mc_p (T_{tug} - T_{bosh}), \text{ kkal/soat}; \quad (6.15)$$

bu yerda Q - bir vaqtda gazni qizdirish uchun sarf bo‘lgan issiqlik qiymati;

m - gaz sarfi, $g/soatda$;

c_p - belgilangan harorat oralig‘ida doimiy bosim uchun gazning issiqlik sig‘imi, $kkal/kg.grad$;

T_{bosh} - qizdirilmagan gazning harorati, $^{\circ}C$;

T_{tug} - $1200^{\circ}C$.

Qizdirish quvvati (6.16): $P = \frac{Q}{860}, kVt$ ga teng.

Qizdirish maydoni va sementatsiya maydoni orasidagi konvektiv sarfni sementatsiya maydonidagi induktor uzunligi bilan aniqlaymiz:

$$l_s = hn_2 + h_1 (n_2 - 1) = 3 \times 15 + 1,5 \times 14 = 66 \text{ sm} \quad (6.17)$$

Ikkita induktor uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$l_{um} = l_{his} + l_s = 12,75 + 66 = 78,75 \text{ sm} \quad (6.18)$$

Konvektiv sarfning bir bo‘lagi bo‘lgan, qizdirish maydonidagi gazning qizdirish uchun ketgan quvvati quyidagicha topiladi:

$$P_{konv.g}^1 = \frac{P_{konv.g} \cdot l_{his}}{l_{um}} = \frac{3,29 \cdot 12,75}{78,75} = 0,53 \text{ kVt}; \quad (6.19)$$

bu yerda $P_{konv.g.} = 3,29 \text{ kVt}$ - gaz-karbyurizatorni qizdirish uchun sarf bo‘lgan konveksion yo‘qotish.

Qizdirish maydonidagi detalni qizdirish uchun induktorga yuboriladigan quvvatning umumiy yig‘indisini quyidagicha hisoblash mumkin (6.20):

$$P_{det.qiz} = P_{met.qiz}^l + P_{q.may}^l + P_{konv.g}^l = 25,2 + 2,06 + 0,53 = 27,79 \text{ kVt}$$

Xulosa qilib aytganda, po‘latlarning induktor yordamida 1200 °S haroratda qizdirib ishlovini berish uchun 27,29 kVt elektr energiyasi sarf bo‘lar ekan.

Nazorat savollari

1. Metallarni induksion qizdirish usuliga tushuncha bering?
2. Metallarni induksion qizdirishda metallning fizikaviy xossasini o‘zgarishini tushuntiring?
3. Induksion qizdirish usulida tok chastotasini tanlashda qaysi ko‘rsatkichlarga e’tibor berish kerak?
4. Induksion qurilmani ishlash holatiga tushuncha bering?
5. Induktorlarni hisoblashda qaysi ko‘rsatkichlar asosiy hisoblanadi?
6. To‘g‘ri kontaktda qizdirish sxemasini tushuntiring?
7. Qizdirish qurilmasini quvvatiga tushuncha bering?
8. Qizdirish vaqti va ishlab chiqarish samaradorlik orasidagi bog‘liqlikni tushuntiring?
9. Kontaktli qizdirishni qo‘llash to‘g‘risida ma’lumot bering?
10. Qizdirish elementlarni hisoblash usullarin tushuntiring?

7. METALLARNI QIZDIRISH PECHLARI VA ULARNING TUPLARI

7.1. Bolg‘alash va shtamplash uchun qizdirish pechlari

Qizdirish pechlarining umumiy tushunchasi

Metallarga bosim bilan ishlov berish uchun moslashtirilgan sexlarda metallarni bolg‘alash va shtamplash uchun qizdirishda, temirchilar uchun turli yoqilg‘ilarda ishlovchi pechlarning turli konstruksiyadagi tiplaridan keng foydalaniladi.

Pechlarni tanlashda zagotovkani va eritmani og‘irligini, undan tashqari bolg‘alash sexini zagotovkani ishlash quvvatini ham hisobga olish juda muhimdir.

Bolg‘alashdan oldin zagotovkani qizdirish uchun foydali pechlardan foydalanish kerak: mayda va o‘rta o‘lchamdagi uglerodli po‘latlar – kamerali pechda, legirlangan po‘latlaradan tayyorlangan pokovkalar – uzluksiz yuklanadigan kamerali va ketma ket kameralarga yuklanadigan ikki kamerali pechlardan foydalaniladi. Hozirgi kunda ishlab chiqarishda mexanizatsiyalashgan (konveyerli va suruvchi) pechlar, undan tashqari yarim uzluksiz (metodik) pechlar ko‘p qo‘llanilmoqda.

YUqori chastotali tok yordamida induksion elektr qizdirish qurilmasi o‘lchami 200 mm gacha bo‘lgan zagotovkalarni qizdirish uchun qo‘llaniladi.

Kamerali va metodik pechlar qizdirish turi bilan farqlanadi. Kamerali pechning ishchi maydonidagi harorat bir xildi bo‘ladi. Metodik pechlarda esa pechning ishchi maydonidagi uzunligi bo‘ylab harorat maqsadli o‘zgartiriladi.

Zagotovkani yuklash va chiqarib olish uslubiga ko‘ra pechlar davriy harakatli, masalan kamerali pechda, metall bitta darcha orqali yuklanadi va shu darcha orqali qaytarib chiqariladi.

Uzluksiz yuklanuvchi pechlarda metall yuklash maydonchasiga dastlab keltiriladi, jarayon o‘tkazilgach, chiqish joyigacha turli uslublarda: suruvchi qurilma orqali, roliklar yordamida kerakli joyga etkaziladi, maxsus qurilmalar yordamidan foydalaniladi va x.k.

Qizdirish pechlarining ishlash samaradorligi quyidagi shartlar asosida belgilanadi:

- 1) metallning bir tekisda qizdirilishi;
- 2) foydalaniladigan yonilg'ı sarfining minimal darajadagi sarfi;
- 3) metallning minimal darajada kuyushini ta`minlashi;
- 4) konstruktiv jihatdan oddiy va foydalanish qulayligi;
- 5) pechning asosiy elementlari chidamlilik darajasining yetarli bo'lishi;
- 6) bir tonna metallni qizdirish uchun minimal darajada ishchi maydoniga egaligi;
- 7) pechni qurishda kam xarajat sarf bo'lishi.

Qizdirish pechlari quyidagi xususiyatlarga ko'ra tasniflanadi:

1. pechlar ishlash uslubiga ko'ra: to'xtovsiz va davriy usul;
2. issiqlik hosil qilish uslubiga ko'ra: suyuq yoqilg'ili, gazli va elektr turlari;
3. pechga mahsulotni yuklash usuliga ko'ra: surish (metall surgich yordamida ishchi zona bilan aralashadi), konveyerli va boshqa usullar;
4. dimiqqan gaz haroratidan samarali foydalanish uchun qayta tiklash usuliga ko'ra: tiklagich va rekuperativ uslublari .

Pechlarning nomlarini qisqartirish maqsadida, har xil turdagi belgilanish qabul qilingan. Qisqartirib belgilashda jihozning nomi ko'rsatiladi, masalan, elektr pech, induksion qurilma, gazda (mazutda) qizdiriluvchi pech, yuvish mashinasi, sovitish baki va boshqalar.

Elektr pechlarni belgilashda birinchi harf qizdirish turini - Q (qarshilik), alangalanish pechidagi indeks - pech nomini, T - alangalanib toblash, Qi - alangalanib qizdirishni bildiradi;

Ikkinchi harf - pechning asosiy konstruktiv ko'rsatkich qismini ko'rsatadi, masalan, A - tag qism aylanuvchi (karuseli), B - barabanli, V - vannali, D - tag qismi harakatlanuvchi, E - konveyerda ko'tariluvchi, K - konveyerli, N - kamerali uzluksiz harakatlanuvchi, S - suruvchi, U - temirchilar uchun uslubiy pech, Sh - shaxtali, E - elevاتورli, Yu - tag qismi harakatlanuvchi va boshqalar;

Uchunchi harf - pechning ishchi bo'shlig'idagi holatini yoki atmosferani xarakterlaydi: *A* - azot, *V* - vakuum, *G* - metall, tuz, *H* - sun'iy (himoyali) atmosfera, *M* - moy, *O* - doimiy (oksidlanuvchi) atmosfera, *B* - suvli bug' yoki suv, *T* - tuz (selitra), *S* - sementatsiyalovchi gaz;

To'rtinchi harf - alohida belgilarni, masalan, elektr pechlarni belgilashda, *A* - oddiy agregatli ekanligini, *T* - tajribaviy pechligini va boshqalarni anglatadi.

Harflardan keyin qo'yiladigan raqamlar-chiziqcha bilan ajratilib yoziladi va har bir raqam orasiga nuqta qo'yilib ajratiladi:

birinchi raqam - pechning tag qismi aylanasiga eni, pol qismi harakatlanuvchi pechlar uchun - pol ishchi yuzasining ichki diametri;

ikkinchi raqam - pech polining uzunligi;

uchunchi raqam - pechning ishchi bo'shlig'i balandligi yoki yuklash oynasining maksimal balandligini belgilaydi.

Ayrim hollarda ikkita birinchi guruh qavsga olinadi va undan keyin alohida kameralar soni, sektori yoki pech xonalarining soni belgilanadi.

Raqamlardan keyin ishlash maydonining o'lchami ko'rsatiladi, chiziqcha qo'yilib, ruxsat etilgan qizdirish haroratining o'ndan bir ulushi belgilanadi, so'ngra chiziqcha qo'yilib, yordamchi belgilar qo'yiladi: masalan, alangali pechlar uchun yonilg'i turi: *G* - tabiiy gaz, *M* - mazut.

Pechlarni indekslash uchun namuna:

1300 °C haroratgacha qizdiruvchi, pol qismining o'lchami 3020 × 4988 *mm* bo'lib harakatlanadi, 2500 *mm* ishchi balandlikka ega va polga ruxsat etilgan yukning og'irligi 100 *t* bo'lib, tabiiy gazda qizdiriluvchi pech quyidagicha indekslanadi: «Gazda qizdiriluvchi pech *QDO* - 30.50.25/13-*G*-100».

Yordamchi jihozlarni indekslashda birinchi harf jihoz turini: *B* - sovitish baki, *Yu* - yuvish mashinasi, *S* - sovitgich (sovitish kamerasi);

ikkinchi va uchunchi harflar ham shunday belgilanadi.

Masalan, konveyerli toblash - bo'shatish agregatidagi uchunchi harf *S* - suv ekanligini; to'rtinchi harf (baklar uchun) - qaynoq modda. Raqamlar - ishchi

maydonning o'lchamlarini, dm : birinchi guruh - eni, ikkinchi guruh - uzunligini bildiradi.

Qizdirish pechlarini isitish tartibi

Alangali qizdirish pechlari ishchi zonasida ikkita issiqlik almashinuv usuliga (nurli va konvektiv) ega:

$$Q_{\Sigma} = Q_n - Q_k, \quad (7.1)$$

bu yerda Q_{Σ} , Q_n , Q_k - nurli va konvektiv issiqlik almashinuvining umumiy qiymati.

Nurli issiqlik almashinuvining aktivlashtirilishini kuchaytirish uchun yonilg'ining alangalanish haroratini oshirish bilan amalga oshirish mumkin. Alangalanish alangaga sochilgan mazutni, undan tashqari pechdagi uch atomli gaz (CO_2) yoki suvli par quritilganda o'sishi mumkin.

Konvektiv issiqlik almashinuvini aktivlashtirish uchun ham, alangalanish haroratini oshirish kerak, faqat nurli almashinuvga nisbatan kamroq darajada, undan tashqari ishchi yonilg'iga kompressorda yuborilayotgan havo orqali gazning harakatlanish tezligi o'sishi hisobiga issiqlik almashinuvining aktivlashtirilishini kuchaytirish mumkin.

Metall yuzasidagi issiqlik uning ichki qismiga issiqlik Q_t o'tishi hisobiga ortadi. Shuning hisobiga qizdiruvchi metallni fizikaviy xossasini o'zgartiruvchi ichki issiqlik almashinuvi hosil bo'ladi.

Hamma metallurgiya pechlari tashqi va ichki issiqlik almashinuviga bog'liqligi nuqtayi nazaridan uchta issiqlik almashinuv variantini ko'rish mumkin:

$$Q_{\Sigma} > Q_t; \quad Q_{\Sigma} = Q_t; \quad Q_{\Sigma} < Q_t;$$

bu yerda Q_t - mahsulotning ichki qismiga issiqlik o'tishining eng katta issiqlik miqdori.

Agar $Q_{\Sigma} > Q_t$ bo'lsa, hamma issiqlik qizdiriluvchi metallning ichki qismiga yetmaydi, yuza qismida asta-sekin issiqlik ortishi bilan shu qism cho'g'lanadi, bu esa shu yuzada erish paydo bo'lishiga olib keladi, shuning uchun bu variant qizdirish pechlari uchun ruxsat etilmaydi.

Agar $Q_{\Sigma} = Q_t$ bo'lsa, bunday issiqlik almashinuvi metallning issiqlik almashinuvini tiklaydi, hamma yuborilayotgan issiqlik qizdiruvchi metallning yuza qismidan o'rta qismigacha bir xilda yetib boradi va bu usul maqsadga yetishish uchun ancha yaqin.

$Q_{\Sigma} < Q_t$ bu jarayonda metallni issiqlik qabul qilish qobiliyatidan past darajada qizdiruvchi metall yuzaga issiqlik boradi. Bu variantni bartaraf qilishning ikkita usuli mavjud:

- 1) ichki issiqlik berishni oshirishning ruxsat etilgan haroratini o'stirish orqali;
- 2) alanga yorig'ligini o'stiruvchi, yonuvchi karbyurizatorlarni oshirish orqali (alangaga sochilgan mazutni qo'shish).

7.2. Qizdirish pechlarini loyihalash

Pechlarni loyihalash uchun ma'lumotlar

Pechlarni loyihalashga zarur ma'lumotlar asosida hisob kitoblarni bajarish va shu asosida pechni loyihalash kiradi. Hisoblarni bajarish uchun quydagi dastlabki ma'lumotlar to'planadi, natijada ishni texni topshirig'i hosil bo'ladi:

1. pechni qo'llash uchun texnologik jarayon (tutib turish harorati, qizdirish va sovitish tartibi, pechni texnologik muhitini tarkibi, harorat nazoratni aniqligi va x.k.);
2. bir martobali yoki jarayoni o'tkazishdagi va ish tartibidagi (bir, ikki yoki uch smena) qizdirishda pechni ishlab chiqarishdagi samardorligi;
3. issiqlikni hosil qilish manbasi (yoqilg'i va elektr energiya);
4. qizdirib ishlov berilishi mo'ljalangan zagotovkani xususiyati (qotishmani markasi, o'lchamlari yoki to'liq detal chizmasini eskizi);
5. qizdiruvchi zagotovkani pechga yuklash va chiqarish usuli, undan tashqari zagotovkani pechni ichiga yuklash uchun transport holati va x.k.

Pechni loyihalash uchun kuydagi ketma-ketlik tartibini buzmasdan amalga oshiri tavsiya etiladi:

1. tanlangan pech tipini texnologik jarayon va detalni xususiyatlarini hisobga olib isbotlash;
2. tanlangan yoqilg'ini, yoqilg'ini yonish jarayoni alanganlanishdan chiqadigan issiqlikni hisoblash bilan isbotlash;
3. belgilangan ishlab chiqarish, qizdirish vaqti va boshqa qo'shimacha ko'rsatkichlar asosida pechni asosiy o'lchamlarini aniqlash;
4. pechni eskizini tuzish, eskizda olovbardosh materiallar uchun pech devorlarini qalinligi, karkaslarni o'rnatilganligi ko'rsatiladi;
5. issiqlik balansi hisoblanadi, shu asosida pechni qizdirish uchun sarf bo'lgan yoqilg'i yoki elektr energiya sarfi, pechni FIK aniqlanadi;
6. ma'lumotnomalardan yoqilg'ini alangalatish qurilmalar tanlab olinadi yoki elektr energiyada ishlovchi pechlar uchun qizdirish elementlari hisoblanadi;
7. pechni mexanizatsiyalashtirish holati belgilanadi;
8. pechni chizmasini loyihalaniadi;
9. nazorat-o'lchov qurilmasi turi aniqlanadi;
10. pechni tan narhi va qizdirish uchun ketgan harajatlar hisoblanadi;
11. pech uchun yordamchi qurilmalar loyihalaniadi;
12. hisob-yozuv qismini shakllantiriladi.

Pechni konstruksiyasini loyihalashda xizmat ko'rsatish holatini va pechni boshqarish qulayligi, texnik xafsizlik qismlarini ham hisobga olish muhim hisoblanadi.

Qizdirish pechni hisoblashning umumiy usuli

Termik pechlarni hisoblashda, qizdiriladigan buyumlar o'lchamini, ularning pech bo'shlig'iga joylash tartibini va termik ishlov turini bilish kerak. Pechda buyumni qizdirish vaqti tegishli formulalar yordamida hisoblab topiladi yoki adabiyotlardan olingan ma'lumotlar asosida qabul qilinadi.

Pechning bo'yi, eni va balandligi hamda ishchi bo'shlig'ining asosiy o'lchamlari hisoblanadi. Ishchi bo'shlig'ining o'lchamlari pechning ish unumdorligi va metallning qizdirish vaqtini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Agar berilgan ish unumdorligini P , $kg/soat$ da, qizdirish vaqtini soatlarda belgilasak, bu ish unumdorligini ta'minlash uchun, pechda quyidagiga teng metall bo'lishi lozim:

$$G = D \times \tau, kg \quad (7.2)$$

Har doim qizdirilayotgan mahsulotlarning o'lchamlari va og'irligi ma'lum. Mahsulotlar og'irligini kg da belgilaymiz. Bunday holatda pechdagi mahsulotlar sonini aniqlash mumkin:

$$n = \frac{G}{g}, dona \quad (7.3)$$

Agar pechda mahsulotlar bir xilda tekis joylashtirilsa va ularning enini b orqali belgilasak (7.1-rasm), u holda uning uzunligi quyidagicha topiladi:

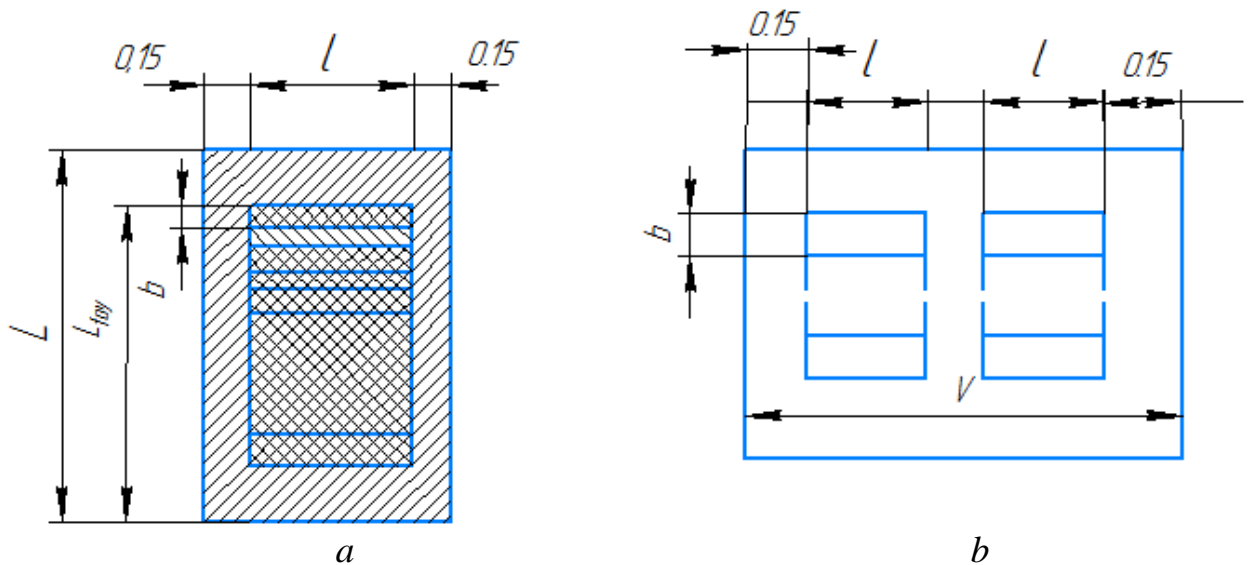
$$L = b \times n, m \quad (7.4)$$

Pechning ishchi bo'shlig'i umumiy L_{um} va foydali L_{foy} uzunliklarga bo'linadi. Foydali uzunlik deganda, qizdirilayotgan buyumlar egallagan qism tushuniladi.

Pechning umumiy uzunligi, uning foydali uzunligidan (0,2 - 0,3) m ga katta bo'ladi:

$$L_{um} = L_{foy} + (0,2 \div 0,3), m; \quad (7.5)$$

Buyumlar va ular bilan pech devorlari orasida ma'lum masofa qoldiriladi. Ko'pincha bu masofa 0,25 m ga teng deb qabul qilinadi. Agar buyumlar pechda bir qator joylashtirilmagan bo'lsa, u holda qatorlar orasida ham 0,25 m masofa qoldirilishi kerak.



7.1-rasm. Pech eni bo'yicha detallar turlicha joyilashtrilganda uning ishchi bo'shlig'i uzunligini hisoblash sxemasi: *a* - mahsulot bittadan joyilashgan; *b* - mahsulot ikkitadan joyilashgan

Mahsulotlar uzunliklari yig'indisiga zarur tirqish masofalarini qo'shish orqali pechning eni topiladi:

$$V = l + 0,25 \quad (7.6)$$

Pechning foydali uzunligi - L_{foy} , uning eni bo'yicha joyilashtrilgan buyumlar uzunligi - l ning ko'paytmasiga teng. Buyumlar egallagan maydon, pech tagligining aktiv maydoni deyiladi va quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$S_{akt} = L_{foy} \times l, m^2 \quad (7.7)$$

Pechning umumiy uzunligi L - ning eniga ko'paytmasi, uning to'liq maydonini beradi:

$$S = L_{um} \times V, m^2 \quad (7.8)$$

Pech aktiv maydoni - S_{akt} ning to'liq maydonga nisbati uning taglik maydonining foydalanish koeffitsienti deb ataladi:

$$K = \frac{S_{akt}}{S} \quad (7.9)$$

Ko'pgina termik pechlar uchun bu koeffitsient 0,7 - 0,8 oralig'ida bo'ladi.

Ko‘pincha samarali ishlovchi pechlar tajribasidan kelib chiqqan holda, ularning balandligi konstruktiv aniqlanadi. Hisob yo‘li bilan pech balandligini rus olimi M.A. Glinkov formulasi yordamida aniqlash mumkin:

$$H = (A + 0,05 V) \times t_g \cdot 10^{-3}, m; \quad (7.10)$$

bu yerda A - pechda gaz harorati $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan kichik bo‘lganda $0,5$ ga, $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan katta bo‘lganda $0,6$ ga teng bo‘lgan koeffitsient;

V - pechning eni, m ;

t_g - balandligi aniqlanayotgan pechdagi gaz harorati, $^{\circ}\text{C}$.

Pech eskizini tuzish

Konstruktiv loyihalashi grafik qismida pechni umumiy ko‘rinishi kerakli o‘lchamlarda keltiriladi, pechni issiq bardoshligini ta‘minlash uchun turli xil qoplamalardan foydalaniladi. Bu qoplamalar pechni loyihalashda maxsus stanadrt asosida keltirilgan belgilar asosida loyihalanadi. 7.2-rasmda pechlarni loyihalashda qo‘llaniladigan maxsus materiallarni chizma belgilanishi keltirilgan.

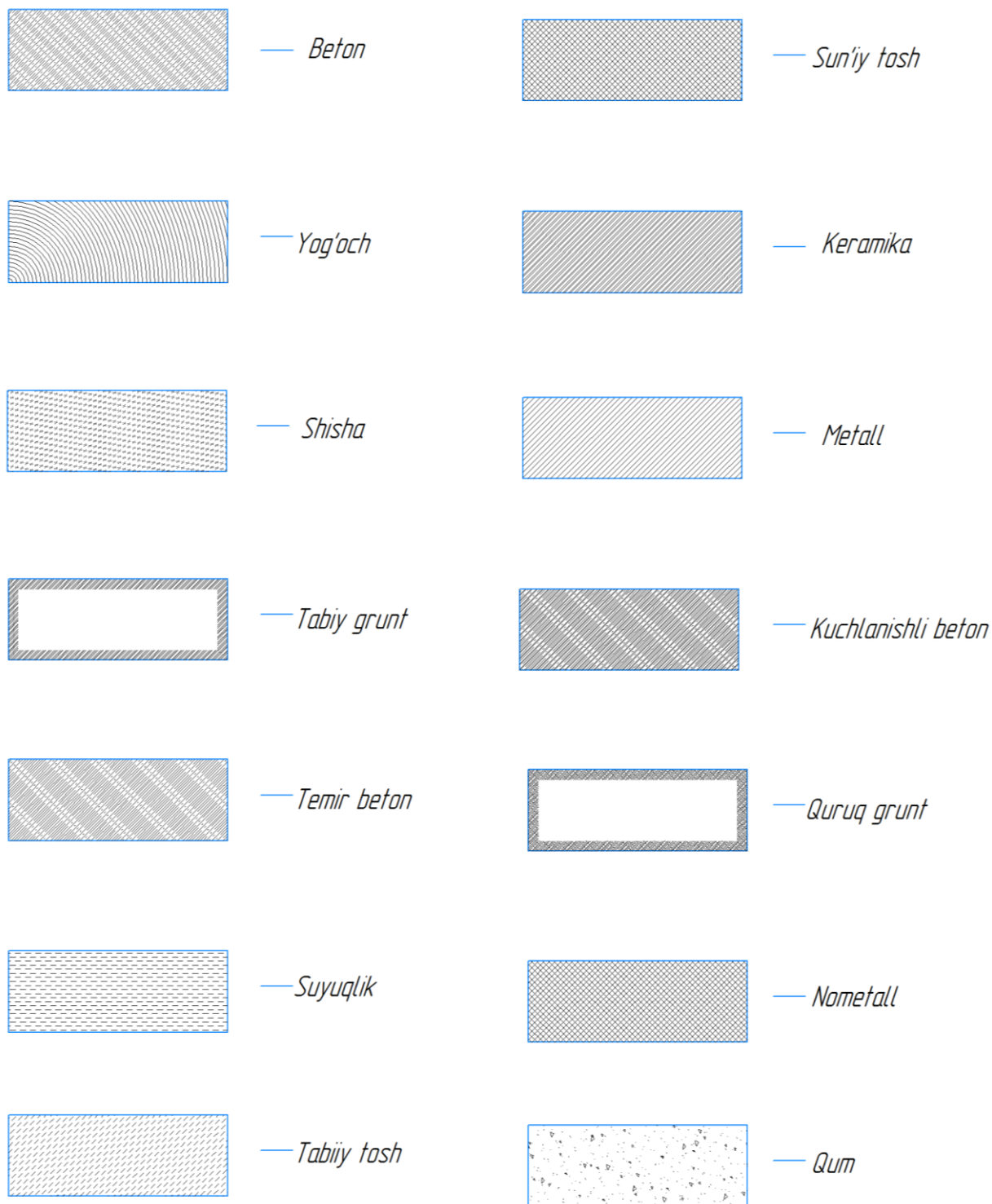
7.3. Mexanizatsiyalashmagan qizdirish pechlari

Davriy harakatlanuvchi mexanizatsiyalashmagan pechlarga metallarni qizdirib ishlov berish sexlarida zagotovkalarga qizdirib ishlov berishda bir martalik kam seriyali barcha zagotovka turlariga ishlov beruvchi qizdirish qurilmalari kiradi. Bunday sinf pechlariga quydagilar kiradi:

- pastki qismi haraktlanmaydigan kamerali pechlar;
- ikki yoki ko‘p kamerali pechlar;
- har xil tipdagi shaxtali pechlar;
- tuzli vannalar.

Mayda va o‘rtacha o‘lchamdagi mahsulotlarni bir martalik va seriyali ishlab chiqarishda metallarga qizdirib ishlov berish sexlarda suyuq, gazsimon yoqilg‘va hattoki, elektrenergiyada ishlovchi kamerali pechlardan ham foydalaniladi. Shunday pech turlariga mazut singari suyuq yoqilg‘ida ishlovchi pechlar keltirish mumkin,

uning yoqilg'sarfi 7 kg/soat, ishlab chiqarish samaradorligi 15 kg/soat, ishchi kameranig harorati 1300 °C ni tashkil qiladi.

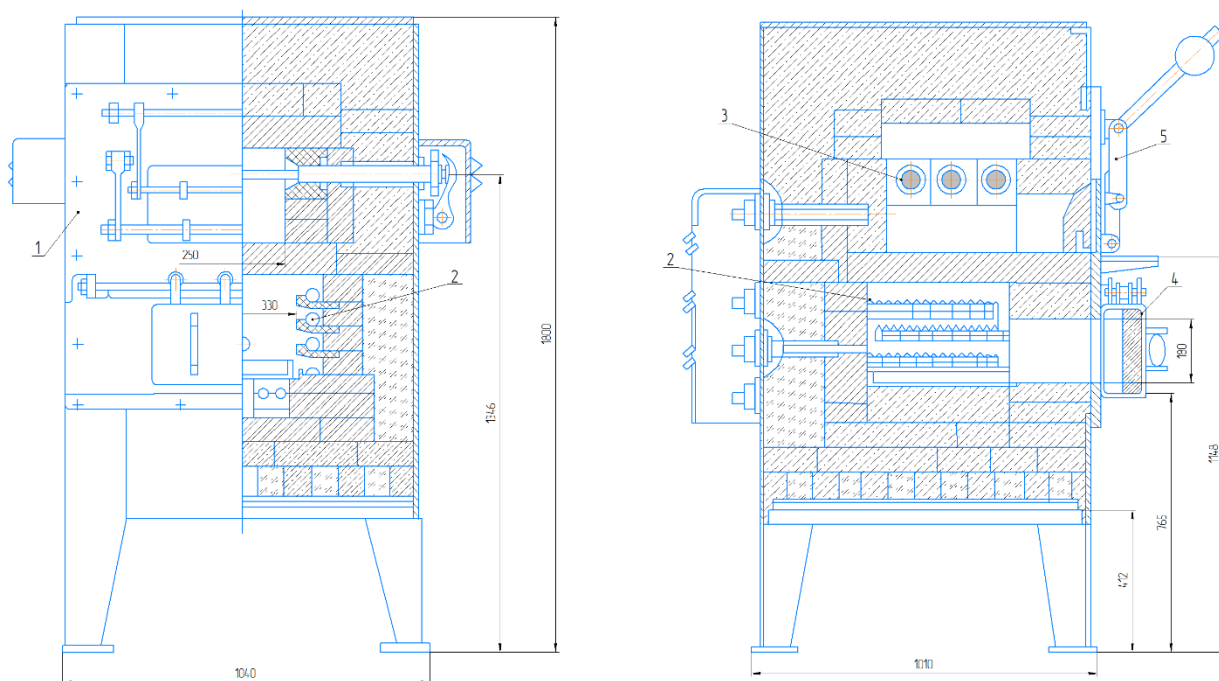


7.2-rasm. Pechlarni loyihalashda qo'llaniladigan belgilanishlar

Kamerali pechlar

Turli kamerali pechlarni shtamlarni 600 – 700 °C gacha bo‘shatishda, detallarga kimyoviy ishlov berish jarayonlarini o‘tqazishda va boshqa maqsadlarda ishlatish mumkin.

Ikki pog‘onada qizdirilishi talab qilinadigan tezkesar va yuqori xromli po‘latlardan tayyorlangan zagotovkalarni qizdirib ishlov berishda ikki kamerali pechdan foydalanish ancha qulay (7.3-rasm). Past qismdagi kamerada mahsulotni dastlabki qizdirish 850 °C gacha amalga oshirilishi mumkin, yuqori kamerada mahsulotni yakuniy 1300 °C gacha qizdirish imkoniyatlari mavjud. Ikkala kamera ham olovbardosh g‘isht bilan o‘ralgan.



7.3-rasm. Tezkesar va yuqori xromli po‘latlarni qizdirib ishlov berish uchun mo‘ljallangan ikki kamerali pech: 1 - pech qoplamasi; 2 – pastki kamerani qizdirish elementi; 3 – ustki kamerani qizdirish elementi; 4 – pastki kamera qopqog‘i; 5 – mexanizm yordamida ishlovchi ustki kamera qopqog‘i

Pastdagi kameraning qizdirish elementi H20N80 po‘lat qotishmasidan ishlab chiqilgan bo‘lib, devorning yon qismlariga o‘ralgan. Yuqori kameraga quyma qizdirgichlar o‘rnatilgan. Pastki kameraning qizdirish elementlari to‘g‘ridan - to‘g‘ri 380 V ga, yuqori kameraniki esa pasaytirish transformatorlari orqali ulanadi. Harorat

avtomatik boshqariladi, shuning uchun har bir kameraga alohida termoparalar oʻrnatilgan. Pechning ishlab chiqarish samaradorligi 25 – 30 kg/soat ga teng.

Pastki qismi haraktlanmaydigan mexanizatsiyalashmagan kamerali pechlarni avzaliklari:

- foydalanish qulay;
- konstruksiyasi oddiy;
- texnologik jarayon va zagotovkaga nisbatan universal;
- ishlab chiqarishdagi samardorligi yaxshi;
- elektr energiya sarfi nisbata kam;
- metall qizdirish elementini ish muddati yuqori;
- ishchi maydonda haroratni tarqalishshi bir xilda;

Pastki qismi haraktlanmaydigan mexanizatsiyalashmagan kamerali pechlarni kamchiligi:

- ishchi maydonni boʻsh holatida qizdirish vaqti uzoq;
- ishchi maydonni qizdirish davomiyligi yuqori (5..10 s);
- yuklash va chiqarish jarayonini mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish darajasi murakkab;
- himoya gazni solishtirma sarfi yuqori;
- xizmat xodimlariga bilim darajasi yuqori darajada boʻlishi talab qilinadi.

Shaxtali pechlar

Shaxtali pechlarni kamerali pechlardan farqi, bunday pechlarga zagotokalarni yuklash va chiqarish vertikal yoʻnalish boʻylab amalga oshiriladi. Shaxtali pechlarda har qanday shakladagi pakovkalariga, shu birga uzun mahsulotlar, masalan, oʻq vallariga oʻxshash detallarga qizdirib bosim ishlov berish uchun, vertikal holatda joylashtirib, masalan har xil turdagi maxsus moslamalar, setkali korzinlarga va boshqalarga joylashtirib qizdirib ishlov berish mumkin.

Shaxtali pechlar alangalib yonuvchi yoqilgʻilarda (suyuq va gazsimon) va havoni hamda suniy atmosferali elektr qizdiruvchi tiplariga boʻlinadi.

Uzun mahsulotlar, masalan, o'q, vollariga o'xshash detallarga gaz yoqilg'isida ishlovchi shaxtali pechlardan foydalanib qizdirib bosim bilan ishlov berish mumkin. Ularning balandligi 2000 va undan yuqori bo'lgan silindrsimon ko'rinishdagi shaxtali ko'rinishdagi tiplari mavjud.

Hozirgi vaqtda zamonaviy mashinasozlik ishlab chiqarish korxonalarida elektr energiyada ishlovchi shaxtali pechlardan keng foydalanilmoqda, masalan, Sh-35 va Sh-55 (7.4-rasm) (sh – shaxtali, 35, 55 - kilovattda). Pechga ipsimon va lentasimon ko'rinishdagi H15N60 va H25Yu5 po'lat qotishmalaridan tayyorlangan qizdirish elementlari o'rnatilgan. qizdirish elementlari devorning to'rtta yon qismlariga o'rnatilib, navbatma-navbat yoqiladi. Pechdagi harorat ikki yoki uch maydonda o'lchanadi. Termoparalar pechning yon tarafidan kiritiladi. Pechni metall kuyundilardan tozalash uchun pol qismiga maxsus darcha o'rnatilgan. Pechning ishchi maydonining uzunligi $300 \times 300 \times 1200 \text{ mm}$. Sh-55 pech ishchi maydonining chuqurligi 2000 mm . Shaxtali elektr pechi ko'pincha sexning pol qismiga o'rnatiladi.

Pechning past qismiga g'ishtli yoki betonli fundament o'rnatiladi. Sh-35 pechning ishlab chiqarish samaradorligi 125 kg/soat , Sh-55 pechniki 230 kg/soat ga teng.

Po'latlarda kimyoviy termik ishlovni o'tkazish uchun mufelsiz shaxtali pechlardan foydalanish mumkin (7.5-rasm). Sifatli qizdirish elementi sifatida EI595 dan foydalaniladi. Chunki amaliyotdagi tajribalar shuni ko'rsatadiki, EI595 qotishmaning chidamliligi nixromga nisbatan yuqori, kimyoviy termik ishlov berish ta'sirida uglerod kuymaydi. Mahsulotlar materiali issiqlikka chidamli bo'lgan qotishma H18N15C2 dan tayyorlangan maxsus moslamalarda pechga yuklanadi. Bu pechlarning QShS - 03.04/10, QShS - 04.06/10, QShS - 06.12/10 tuplari bor. Bu yerda Q - qizish, Sh - shaxtali, S - sementatsiya atmosferasi, birinchi ikkita harf - ishchi qism diametri, ikkinchi ikkita harf - ishchi qism balandligi va oxirgi ikkita harf ishchi maydondagi harorat belgisi ($1050 \text{ }^\circ\text{C}$).



7.4-rasm. Gazli sementatsiya jarayonini o'tkazishga mo'ljallangan mufelli shaxtali pechning umumiy ko'rinishi



7.5-rasm. Metallarni azotlash jarayonini o'tkazishga mo'ljallangan mufelsiz shaxtali pechning umumiy ko'rinishi

Mufelli shaxtali pechlar (QSHSM) – issiq bardosh qotishmadan tayyorlangan silindrik hajmi borligi, unga hafo purgagichni o'rtatilganligi bilan farqlanadi. Konstruksiyani bu o'zgarishi zagotovkalarga kimyoviya-termik ishlov berilishiga imkoniyat yaratadi, lekin pechning ishlab chiqarish samardorligini texnik-iqtisodiy ko'rsatkichini kamaytiradi.

Shaxtali pechlar quydagicha avzalliklari mavjud:

- mexanizatsiyalash darajasi yuqori;
- o'rnatish maydoni katta emas;
- konstruktiv jihatidan sodda va qulay;
- asosiy konstruktiv o'lchami shaxtali qilib o'rnatilishi foydalanishda qulaylikni keltirib chiqaradi;
- issiqlik sarfini miqdori past;
- pech zagotovkani yuklash va chiqarishda ko'tarish kranlaridan foydalanish qulay;

- ishchi maydonda haroratini tarqalishi bir xilda;
Shaxtali pechlar quydagicha kamchiligi mavjud:
- ishchi maydonni barcha balandligi bo‘ylab bir xilda haroratni olish murakkab;
- bir harorat tartibidan ikkinchi harorat tartibiga o‘tish jarayoni katta vaqtni oladi;
- pechni qopqog‘i ochilganda uni joylashtirish uchun maydon talab qilinadi;
- elektr energiya sarfi katta.

Vanna – pechlar

Tuzli elektr vanna pechlari asbobsozlik, avtomobilsozlik, traktor va boshqa ishlab chiqarishlarda keng ko‘lamda qo‘llaniladi. Ishlab chiqarishda qora va shu bilan birgalikda rangli metall va qotishmalarni 150 dan 1300 °C gacha qizdirib ishlov berishda, undan tashqari zagotovkalarga bosim ostida ishlov berish uchun qizdirishda tuzli elektr vannalardan foydalaniladi. Odatda tuzli vannalarning quvvati 20 -100 kVt atrofida bo‘ladi.

Boshqa qizdirish qurilmalaridan vanna-pechlarda zagotovkalarni qizdirishning alohida avzalligi shundaki, qizdiruvchi muhit bu pechlarda suyuqlik shaklida bo‘ladi.

Suyuq issiqlikni ta’minlash bir qancha texnologik avzaliklarni keltirib chiqaradi, masalan suyuqlikni issiqlik o‘tkazuvchi koeffitsenti, qizdirish vaqtida gazda qizdirishga nisbatan ancha yuqori. Yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsentini bo‘lganligi vannani butun ishchi maydoni bo‘ylab, hatoki juda katta vanalarda ham, bir xilda haroratni bo‘lishini ta’minlaydi, ishchi maydonda haroratni almashinishi ± 2 °C. Gaz alangasida qizdiruvchi pechlarda bu haroratni ± 10 °C saqlab turish ancha murakkab. Suyuqlikda metallarni qizdirib ishlov berishda havo bilan ta’sirlanishga kirishish holat mavjud bo‘lmaganligi uchun, himoyalangan muhitni yaratish shart emas, bu pechlarda zagotovkalarni 1300 °C gacha qizdirish mumkin.

Vanna - pechlar judayam tez oksidlanmasdan qizdirilishi talab qilanadigan mayda detal va asbob zagotovkalarini qizdirib ishlov berishda qo‘llaniladi. Vanna -

pechlarda bir qancha qizdirib ishlov berish jarayonlarini o‘tkazish mumkin: bolg‘alash va shtamlash hamda toblash uchun qizdirish, izotermik toblash, bo‘shatish, yumshatish, kimyoviy-termik ishlov berish (maxsus eritmalarda) va boshqa qizdirib ishlov berish turlarini o‘tkazish mumkin.

Issiqlik ta’minlovchi suyuqlik sifatida moy, xlorli, ftorli tuzlar, undan tashqari har xil ishqorlarni eritmaları qo‘llaniladi. Yuqori harorat ta’minlovchi ayrim tuzlar tarkibi 7.1-jadvalda keltirilgan.

7.1-jadval

Tuz aralashmasidan vannalarda foydalanish tarkibi

Tuz tarkibi	Harorat, °C	
	erish	qo‘llash
100 % BaCl ₂	960	1000 – 1400
95 % BaCl ₂ + 5 % MgF ₂	940	1200 – 1300
97 % BaCl ₂ + 3 % MgF ₂	950	1040 – 1060
50 % BaCl ₂ + 50 % NaCl.....	600	750 – 950

Issiq beruvchi suyuqlikni tarkibiga asosan tuzli, selitralli va ishqorli hamda moyli turlariga bo‘linadi.

Issiqlikni ta’minlovchini qizdirish turiga ko‘ra vanna ichiga o‘rtatilgan elektrodli va tigelli elektrik qizdiruvchi tiplariga bo‘linadi. Tigelni tashqi va ichki qismlariga elektr tokida qizdirish elementlari o‘rnatiladi.

Vanna – pechlarni boshqa qizdirish pechlariga nisbatan quydagicha avzaliklari mavjud:

- metallni butun tanasi bo‘ylab bir tekisda qizdiradi;
- metallni qizdirish tezligi juda yuqori;
- ishlab chiqarish saradorligi yuqori;
- vannadagi suyuqlikni tarkibini almashtirish bilan barcha turda qizdirib ishlov berish jarayonlarini o‘tkazish mumkin;
- metallarni oksidlanishdan saqlash uchun maxsus himoya shart emas;
- jarayoni avtomatlashtirish imokniyatlarini yuqori va boshqalar.

Vanna – pechlarni quydagicha kamchiliklar mavjud:

- vannani ishchi maydonini qotgan tuzlardan eritmalaridan tozalash ancha qiyin;
- vannadan katta miqdorda energiya sarfi hisobiga eritmani qizdirib turish uchun ko‘p miqdorda elektr energiya sarflanadi;
- pechni ishchi maydonidan katta miqdorda issiqlik chiqishi hisobiga ish sharoiti og‘ir va zararli;
- tigellarni chidamlilik darajasi yuqori bo‘maganligi uchun, doim nazorat qilish talab qilinadi va ko‘p marotaba vannani ta‘mirlashga to‘g‘ri keladi;
- qizib turgan vannaga qiritilmagan nam holatdagi jismni tushushi katta yong‘in sodir etishga olib kelishi mumkin va boshqalar.

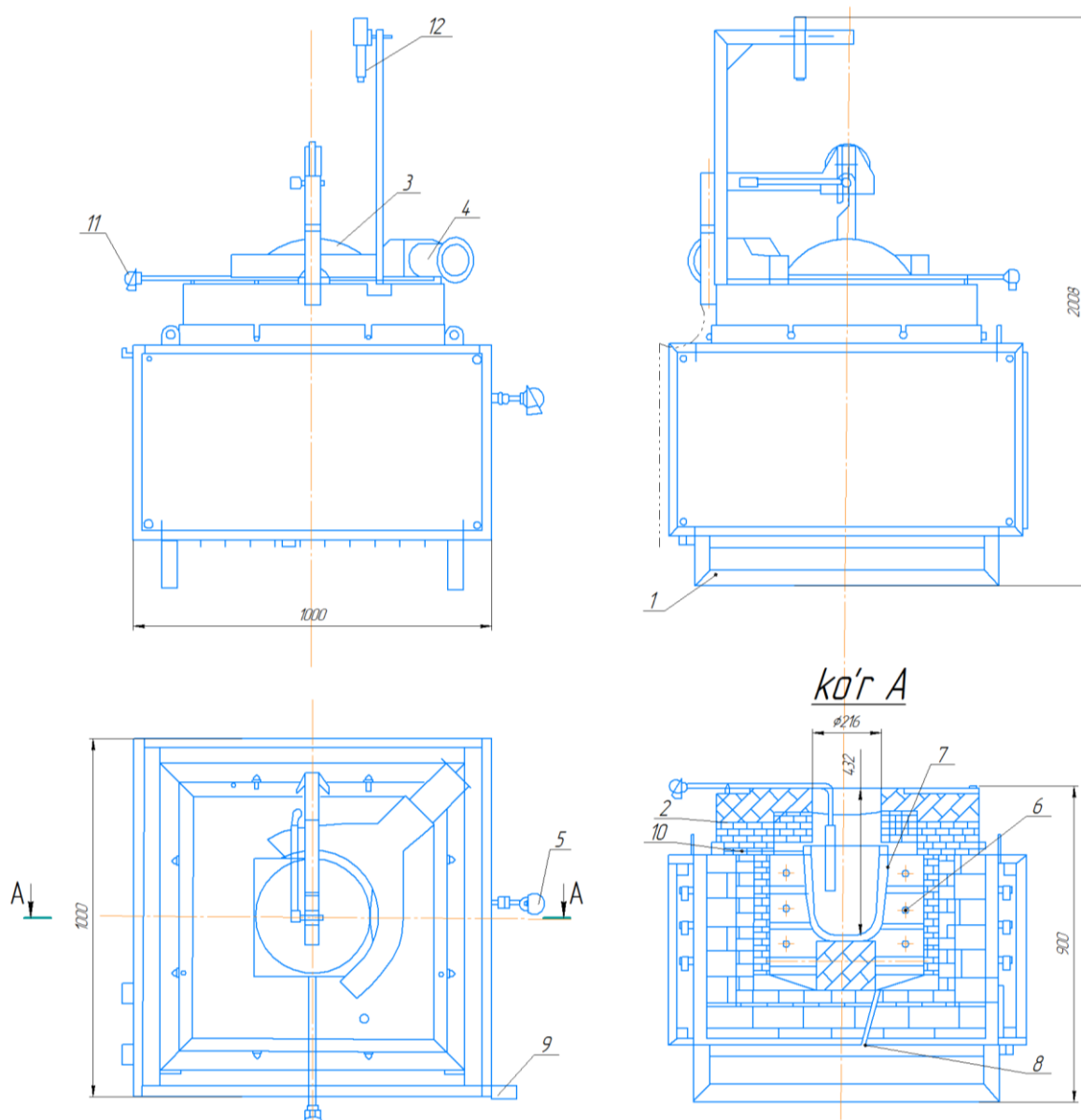
Vanna – pechlar quyidagi qizdirish haroratlari uchun qo‘llaniladi:

- 1) 650 °C gacha - po‘latli zagotovkalarni past haroratgacha qizdirishda, alyuminiy qotishmasini toblash uchun qizdirish va yumshatishda, tezkesar po‘latli zagotovalarni bo‘shatish va toblashda qizdirishning birinchi darajasida, past haroratli sianlash, azotlash va va boshqa qizdirish jarayonlarini o‘tkazishda;
- 2) 850 °C gacha - tezkesar po‘latli zagotovkalarni ikkinchi qizdirish darajasida, uglerodli po‘latli zagotovkalarni toblashda, o‘rta haroratli sianlashda, po‘lat va rangli metalli zagotovkalarni yumshatishda (7.6-rasm);
- 3) 1000 °C gacha - uglerodli va kam legirlangan po‘latli zagotovkalarni toblash uchun qizdirishda, cho‘yan quymalarga termik ishlov berishda, zagotovkalarni bolg‘alash, shtamplash uchun qizdirishda va boshqa qizdirish jarayonlarida (7.7-rasm);
- 4) 1300 °C gacha - tezkesar po‘latli zagotovkalarni toblashda, bolg‘alash, shtamplash uchun qizdirishda va boshqa qizdirish jarayonlarini o‘tkazishda foydalanish mumkin (7.8-rasm).

Bunday elektrvannalarni ishlab chiqarish uchun quyidagi texnik topshiriqlar bajarilishi lozim:

- ishchi maydonning to‘g‘ri birgalikda bo‘lishi;

- tuzni erishida elektromagnik maydonni ta'minlovchi, kvadrat ko'rinishdagi ikkita elektrodan tashkil topgan, bir fazali elektrod gururhidan foydalanish;
- elektrod maydonini keramik bloklar bilan, kichik o'lchamli elektr vannalarda keramik tigellar bilan berkitish;
- sifatli termoparalar o'rnatish;
- texnik xavfsizlik choralari bajarilishi va boshqalar.



7.6-rasm. QVT-2.8.3,5/8,5 tipidagi ichki tomonidan qizdiruvchi tuzli vannani sxemasi: 1 – karkas; 2 – qopqoqni dastlabki himoya qatlam; 3 – qopqoq qismi; 4 – yuqor havo suruvchi; 5 – termopara; 6 – qizdirish elementi; 7 – tigel; 8 – eritmani chiqarish kanali; 9 – o‘chirish va ulash pulti; 10 – dastlabki himoya qatlamini zichlagich; 11 – nazorat termoparasi; 12 – pirometr

QVT-2.8.3,5/8,5 tipidagi tuzli elektr vannali tiplari ishlab chiqarishda ko'p qo'llaniladi. Zagotovkalarini qizdirish yopilgan tigel ichidagi xlorli tuzning eritmasida amalga oshiriladi. Olovbardosh yopilgan qatlam ostida maxsus yuqori qum-tuproqli platalar joylashtirilgan. Elektr vanna bir fazali elektrod guruhi bilan jihozlangan. Kvadrat ko'rinishdagi elektrodlar vanna tigelingining bir tomoniga, bir - biriga yaqin masofada joylashtirilgan qizdiruvchi element bilan elektrod qisqa tutashuv hosil qilmasligi uchun elektrod guruhi ishchi maydon qismidan keramik plita bilan himoyalangan elektrod maydonining qolgan qismlari issiqlik yo'qotishni kamaytirish maqsadida shamotli plita bilan berkitilgan. Bu elektr vanna konstruktsiyasining afzalligi shundaki, tuz eritmasi to'qilmasdan elektrodni almashtirish imkoniyatiga ega.

QVT-2.8.3,5/8,5 tuzli elektr vannaning termik xarakteristikasi:

O'rnatilgan quvvat, kVt 25

Maksimal ishchi harakat, °C ... 850

Ishlab chiqarish samaradorligi, kg/s ... 270

Ta'minlovchi elektr quvvati, V ... 380

Eruvchan tuz hajmi, m^3 ... 124

Elektr energiyasi solishtirma sarfi, $kVt.soat/kg$...0,113

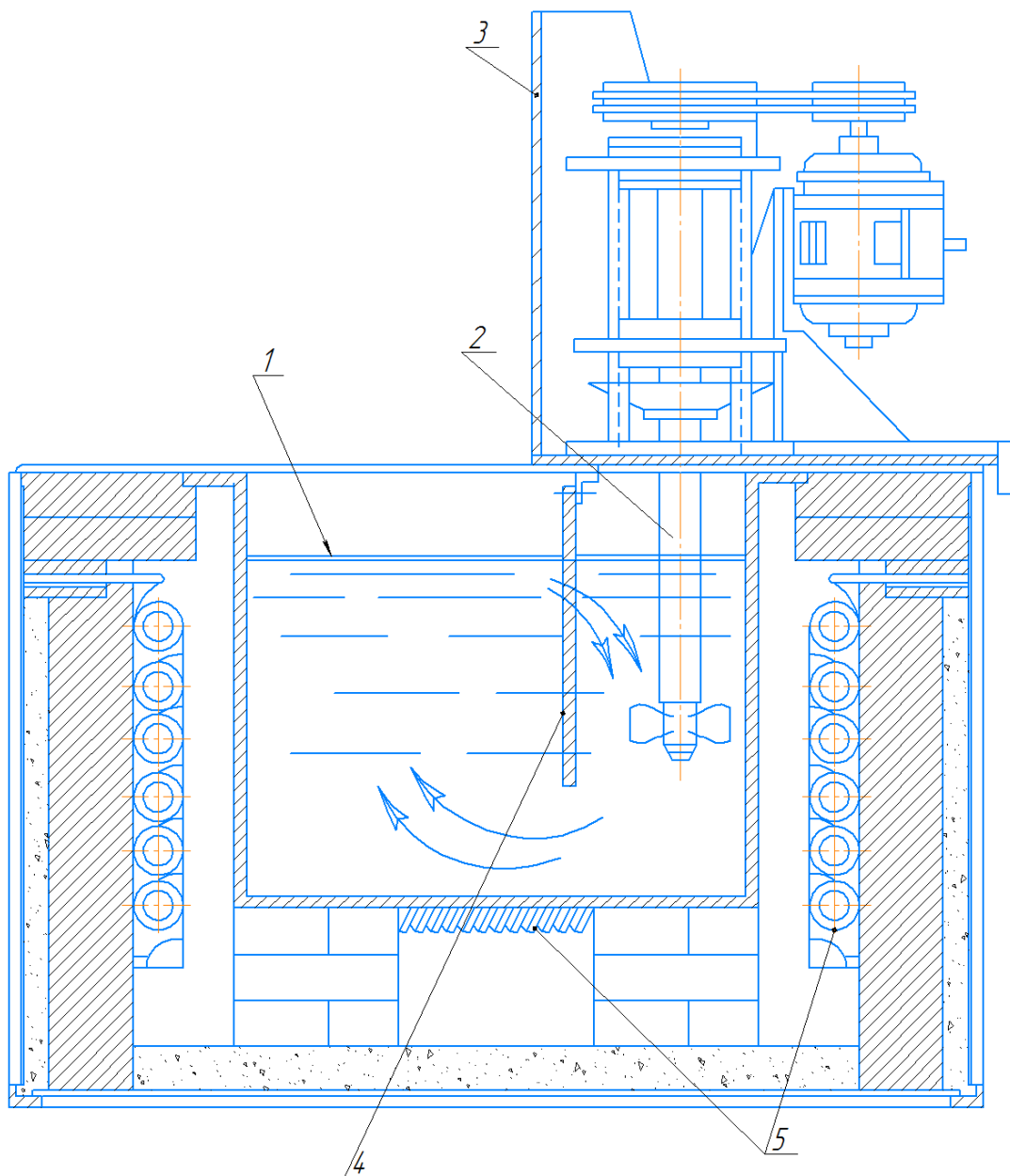
Sovitish uchun sarflangan suv, $m^3/soat$...0,3

Ishchi maydon o'lchami, mm ...200 × 800 × 350

O'rta haroratli qizdiruvchi vanna-pechlarda qizdirish elementni vannani tashqi qismiga o'rnatilgan bo'lib, oddiy shaxtali pech singari tigelga o'raladi, qizdirish harorati tigeldan o'tadi (7.7-rasm). Vannada eritilgan tuz 1000 °C gacha qizdiriladi, shuning uchun tigellar X18N9T, X18N25S2, X25N20S2, X15N60 va boshqa olovbardosh qotishmalardan ishlab chiqariladi. Tigelni ishlash davomiyligi 6-12 oy. Bunday tipdagi tuzli elektr vannaning ish quvvati 15...2000 kVt , ishlab chiqarishdagi samardorligi 250 kg/s teng.

Yuqori haroratgacha qizdiradigan elektrodli QVT - 35/13 tipidagi vann-pechni sxemasi 7.8-rasmda keltirilgan. Issiqlik elektrodni elektr tokiga qarshiligi hisobiga hosil bo'ladi. Elektrodlar kam uglerodli 10, 20 markali po'latlardan

tayyorlanadi. 1250 – 1300 °C ishchi haroratlarda 3 dan 6 oygacha ishlashi mumkin. Bunday elektrod guruxlarni konstruksiyasi tigelda tuzni elektrmagnit aylanishini ta'minlaydi. QVT - 35/13 tipidagi yuqori haroratga qizdiradigan tuzli elektr vannaning ish quvvati 100 kVt, ishlab chiqarishdagi samardorligi 330 kg/s teng.

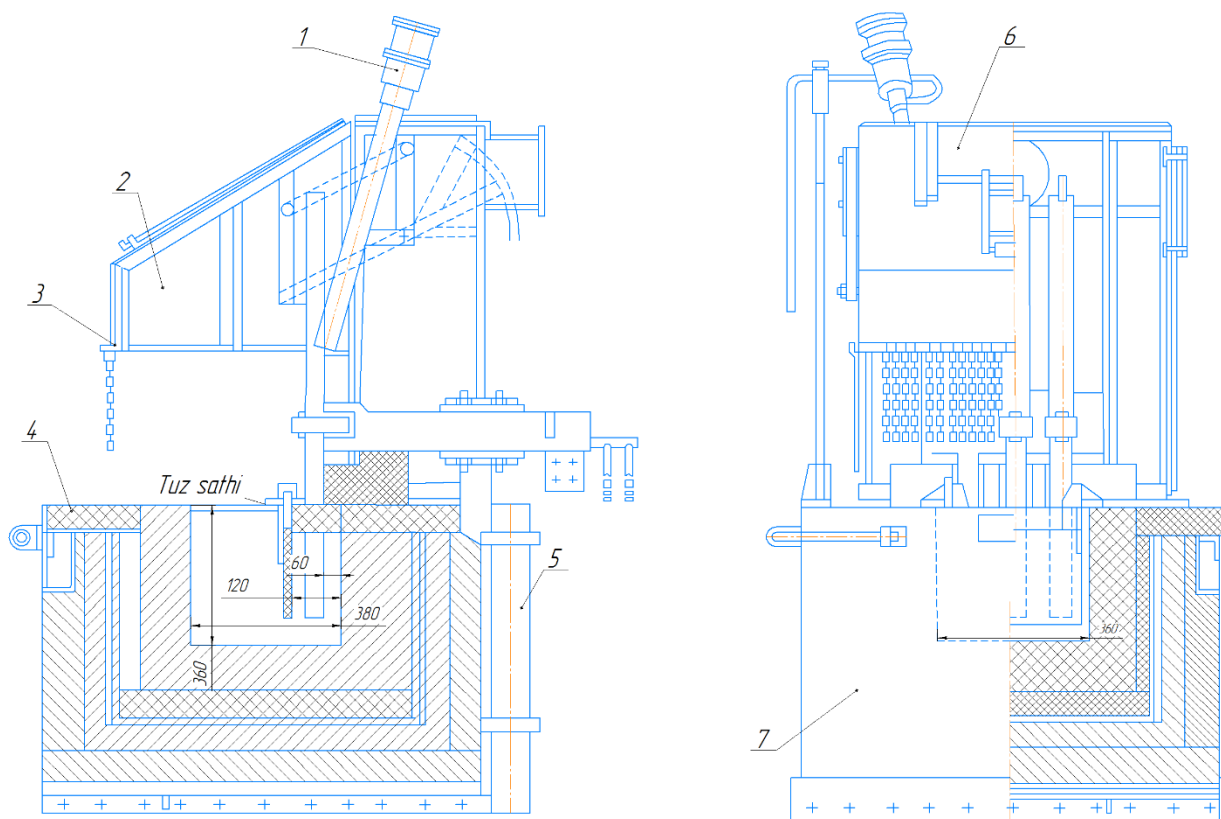


7.7-rasm. Tashqi tomondan qizdiruvchi tuzli vannani sxemasi: 1 – tuz miqdorini chegarasi; 2 – aralashtirgich; 3 – ekran; 4 – to'siq; 5 – spiralsimon qizdirish elementi

Ishlab chiqarishda yuqori haroratda zagotovkalarga bolg'alab va shtamplab ishlov berish uchun qizdirishda tuzli vannalarning QVT – 2.3.4/13, QVT – 1,5.2.4/13 va QVT – 1.1,5.4/13 tiplari ko'p ishlatiladi. Yuqori harorat hosil qilish uchun ftorli va xlorli tuzlarning eritmalaridan foydalaniladi.

Barcha qizdirish qurilmalari singari vanna-pechlarda ham amaliy qizdirish me'yori qabul qilingan, masalan, Rossiya davlatini Lixachov avtomobil zavodida suyuq vannada qizdirish uchun quyidagi me'yor qabul qilingan: uch va to'rt tigelli vannada tez kesar po'latlarni birinchi qizdirish (50 % kaliy xlor (KCl) + 50 % natriy xlor ($NaCl$)) 600 °C gacha amalga oshirilganda, qizdirish vaqti 36 *s/mm* ga, ikkinchi qizdirish (70 % bariy xlor ($BaCl$) + 30 % kaliy xlor (KCl)) 750 – 850 °C gacha amalga oshirilganda qizdirish vaqti 24 *s/mm* ga va uchinchi tugallangan qizdirish (100 % $BaCl$) 1200 – 1280 °C gacha o'tkazilganda qizdirish vaqti 12 *s/mm* ga teng bo'ladi.

Vanna - pechida asbobsozlik po'latlaridan tayyorlangan turli xil detallarni amaliy qizdirish me'yori 7.2 - 7.3-jadvallarda berilgan.



7.8-rasm. QVT - 35/13 tipidagi ichki tomonidan elektrod guruhlari yordamida qizdiruvchi tuzli vannani sxemasi: 1 – haroratni o'lchov asbobi; 2 – ustki himoya qismi; 3 – tushiq; 4 – qoplama; 5 – rostlagich; 6 – havo kanali; 7 – sirtqi qoplama; 8 – elektrod guruhi

U12A va 9XC po‘lat markalaridan tayyorlangan asboblarni vanna pechida qizdirish davri

Asbob	Po‘lat markasi	Qizdirish harorati, °C	Karbidlarni eritish uchun qizdirish va ushlab turishning umumiy vaqtini hisoblash formulasi, <i>min.</i>
Dastakli keskich	U12A	860	$\tau_{um} = 10 \left[\frac{Dl}{4l + 2D} \right]^{1,3} + 1$
Razvyortka (o‘yuvchi)	9XC	870	$\tau_{um} = 7,8 \left[\frac{Dl}{4l + 2D} \right]^{1,3} + 2$
Parma	9XC	870	$\tau_{um} = 5,6 \left[\frac{Dl}{4l + 2D} \right]^{1,3} + 2$

Bu yerda D - tashqi diametri, sm ; d - ichki diametri, sm ; l - asbobni qizdiruvchi qismi, sm ; tuzli vanna tarkibi 78 % $BaCl$, 22 % $NaCl$ dan tashkil topgan.

R9 va R18 po‘latlaridan tayyorlangan asboblarni dastlabki 860 °C qizdirishdan so‘ng, tuzli vannada tugallangan qizdirish va ushlab turish vaqti

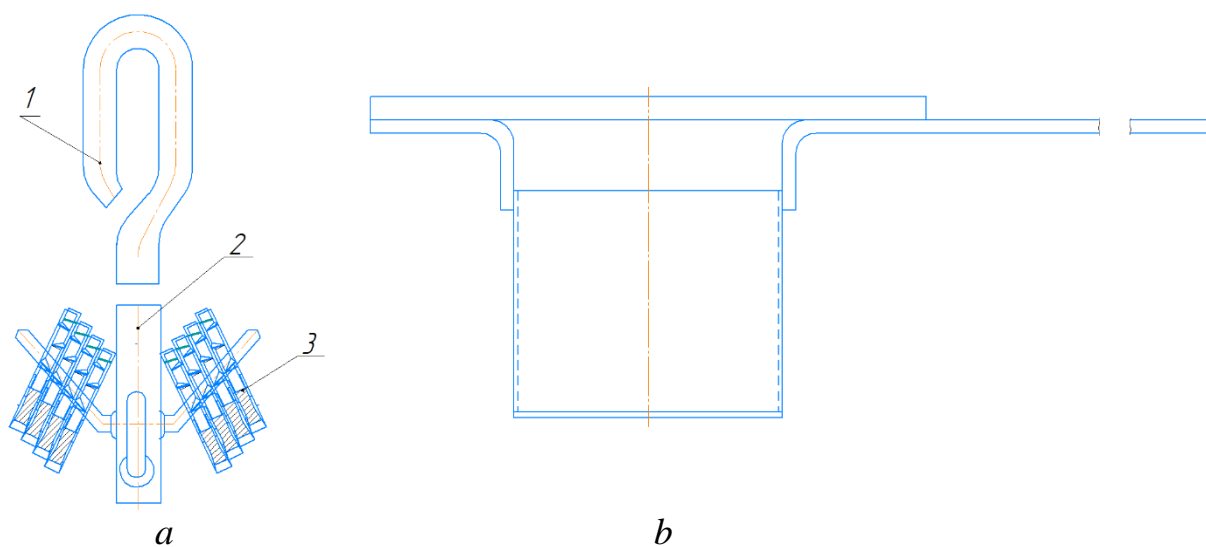
Asbob	Tashqi diametr, D, sm	Tugallangan qizdirish vaqti (qizdirish + ushlab turish)	
		R9 - 1230 °C	R18 - 1280 °C
Parma	15	1,44	1,86
	30	2,36	2,69
	50	3,75	3,93
Keskich	10	1,57	1,98
	30	2,63	2,98
	50	4,25	4,37

Tuzli pech-vannalardagi suyuq erimada zagotovkani qizdirish uchun cho‘ktirishda maxsus moslamalardan foydalaniladi. Bu moslamalar yuqori elektr karshlikga chidamli bo‘lgan po‘lat qotishmalaridan tayyorlanadi. Maxsus

moslamaga qizdiriluvchi zagotovka joylashtiriladi, tuzli vanna elektr tokidan uziladi va moslama eritilgan tuzga botiriladi, ma'lum vaqt ushlab turiladi, moslama bilan birga zagotovka kerakli haroratgacha qiziydi, vannadan moslama chiqarib olinadi, tuzli vannaga elektr tokiga ulanadi, shu tariqa qizdirib ishlov berish jarayoni davom etiriladi. 7.9-rasmda tuzli vannada zagotovkalarni qizdirish uchun maxsus moslama sxemalari keltirilgan.

7.4. Mexanizatsiyalashgan qizdirish pechlari

Davriy harakatlanuvchi mexanizatsiyalashgan pechlarda zagotovkalarni qizdirib ishlov berishda ishlab chiqarish korxonalarida ko'p qo'llaniladi. Bunday pechlar asosan pechni pastki qismini harakat bilan ajralib turadi. Bunday pechlarga: pechni pastki qisimi harakatlanuvchi, elevatorli (pechni tag qismi ko'tariluvchi), qizdirish kamerasi haraktlanuvchi, mexanizatsiyalashgan vann-pechlar va x.k.

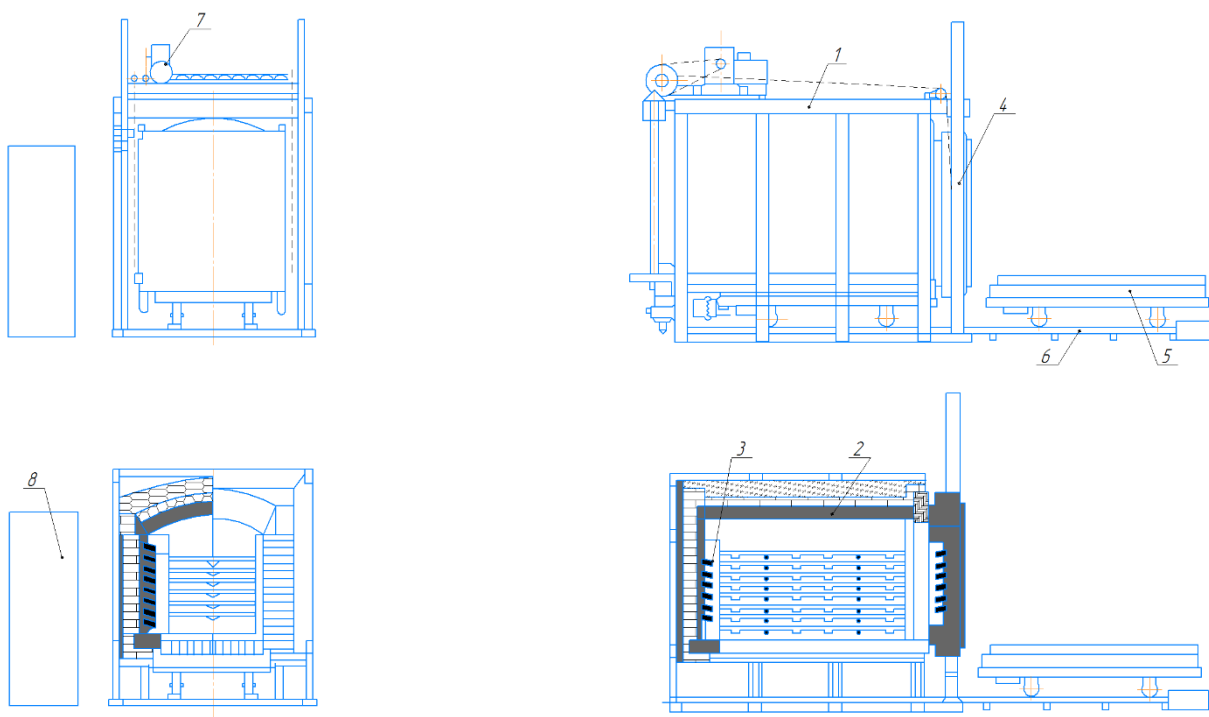


7.9 -rasm. Tuzli vannada zagotovkalarni qizdirish uchun maxsus moslamalarni sxemasi: *a* – ilgakli moslama: 1 – ilmoq; 2 – o‘zak; 3 – zagotovka; *b* – korzinali moslama

Pechni tag qisimi harakatlanuvchi kamerali pechlar

Tag qisimi harakatlanuvchi kamerali pechlarni avzalligi yuklovchi pastki qismni harakatlanishi hisoblanadi. 7.10-rasmda tag qisimi harakatlanuvchi zamonaviy PVP-1000/12.5M tipidagi kamerali elektr pechni konstruktiv chizmasi keltirilgan. PVP-1000/12.5M tipidagi kamerali pechda yirik o'lchamdagi va og'ir bo'lgan zagotovkalarga, quymalarga qizdirib ishlov berishning barcha turlari uchun

qo‘llash mumkin. Pech qizdirish kamerasi, harakatlanuvchi tag qism va uni harakatini ta’minlovchi mexanizmlardan tuzilgan. Yuqori qizdirish chidamli bo‘lgan qizdirish elementlari odatda kamerani yon deforlariga o‘rnatiladi. Zagotovkalarni pechga yuklash va ko‘tarib olish maxsus ko‘tarish kranlar orqali amalga oshiriladi. PVP-1000/12.5M tipidagi kamerali pech qizdirish harorati 1250 °C, quvvati 5000 kVt, ishlab chiqarishdagi samardorigi 11,5 t/s.



7.10-rasm. PVP-1000/12.5M tipidagi kamerali mexanizatsiyalashgan elektr pech: 1 – karkas; 2 – qoplama; 3 – elektroqizdirgich; 4 – eshik; 5 – teleshka; 6 – yo‘naltiruvchi rels; 7 – termopara; 8 – elektropechni boshqarish shkafi

Pastki qisimi harkatlanuvchi kamerali pechlar avzalliklari:

- konstruktiv jihatidan oddiy;
- foydalanish qulay;
- yirik va murakkab shalkdagi zagotovkalarga qizdirib ishlov berish mumkin;

Pechning kamchiliklari:

- pechga zagotovkani yuklash va chiqarish uchun ko‘p vaqt sarflanadi, bu pechni ishlab chiqarishdagi samardorligiga ta’sir qiladi;
- pechni ishchi maydonida bir xilda haroratni hosil qilish murkkab;
- elektr energiya sarfi katta;
- qo‘shimcha katta o‘lchamda maydon talab qilinadi;
- kuchli harakatlantiruvchi mexanizm talab qilinadi;

7.5. Uzüksiz qizdiruvchi pechlar

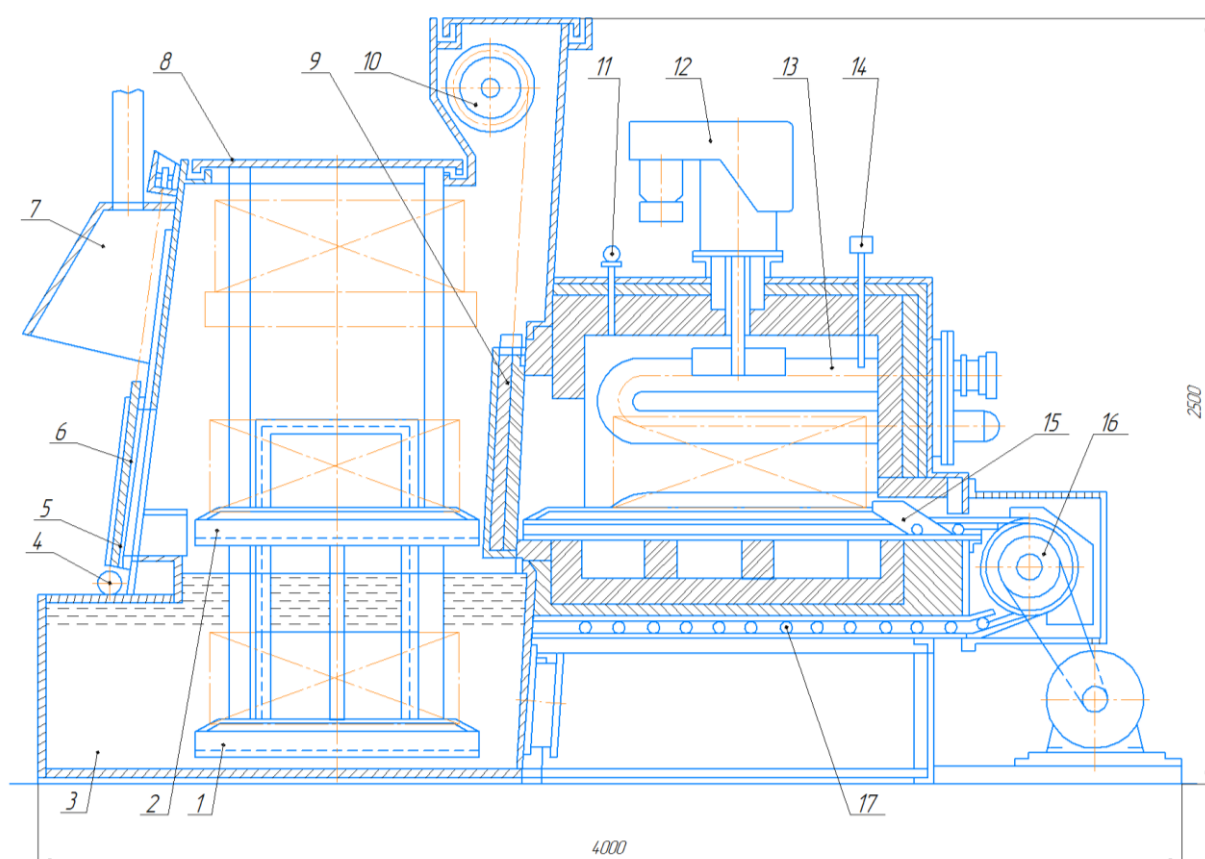
Uzüksiz qizdiruvchi pechlar to‘g‘risida umumiy tushuncha

Zamonaviy avtomobilsozlik, traktorsozlik va boshqa ishlab chiqarish korxonalarining rivojlanib borishi zagotovkalarga uzüksiz qizdirib ishlov berish pechlarni ishlab chiqishga asos bo‘lgan. Uzüksiz qizdiruvchi pechlarda qo‘llaniladigan jihozlarni barachasi mexanizatsiyalashgan qizdirish jihozlaridan tashkil topgan. Bunday tipdagi pechlarni agregat koplekslariga birlashtirishga ancha qulay bo‘lib, qizdirib ishlov berish jarayonlarini birlashtirish imkonini beradi. Natijada ishlab chiqarishdagi samardorlikni oshirishga, zagotovkalarga ishlov berish jarayonlarini sonini nisbatan kamaytirishga olib keladi.

7.11-rasmda zamonaviy mashinasozlik ishlab chiqarish korxonalarida an’anaviy ravishda ishlatiladigan universal kamerali pechning umumiy konstruktiv kesma chizmasi keltirilgan. Universal kamerali qizdirish pechi zagotovkalarni qizdirib ishlov berish barcha turlari uchun 950-1200 °C haroratgacha uzüksiz qizdirishda qo‘llaniladi. Yukni qabul qilishi 150-300 kg gacha, qizdirish davomiyligini tezligi 600 °C/s, bu pechlarda zagotovkalarni pechning qizigan ishchi maydoniga keltirishda maxsus olovbardosh materiallardan tayyorlangan

konveyerlarda amalga oshiriladi. Foydalanish jihatidan bunday pechlar qulay va samarali hisoblanadi.

Uzluksiz qizdiruvchi pechlardan ko‘p va katta seriyali ishlab chiqarishda qo‘llash ishlab chiqarishdagi samardorlikni oshiradi. Bunday pechlar zagotovkalarni pechga etkazib berish qurilmasi ishlash shakli bilan keskin farqlanadi, ular quyidagicha klassifikatsiyalanadi: konveyerli; turtuvchi, tunnelli, karuselli (aylanuvchi), barabanli va x.k.



7.11-rasm. Universal kamerali qizdirish pechini konstruktiv chizmasi: 1– qizdirish kamerasi; 2 – yuklash qism; 3 – sovitish baki; 4 – kollektor; 5 – darcha; 6 – zaslonka; 7 – himoya maydoni; 8 – ko‘traliluvchi qopqoq; 9 – yuklash darchasi; 10 – harakatlantiruvchi qism; 11 – suv; 12 – havo purgagich; 13 – pechni qizdirish tuzumi; 14 – termopara; 15 – suruvchi qism; 16 – xromnikelli zanjir; 17 – issiqbardosh qoplama

Konveyerli pechlar

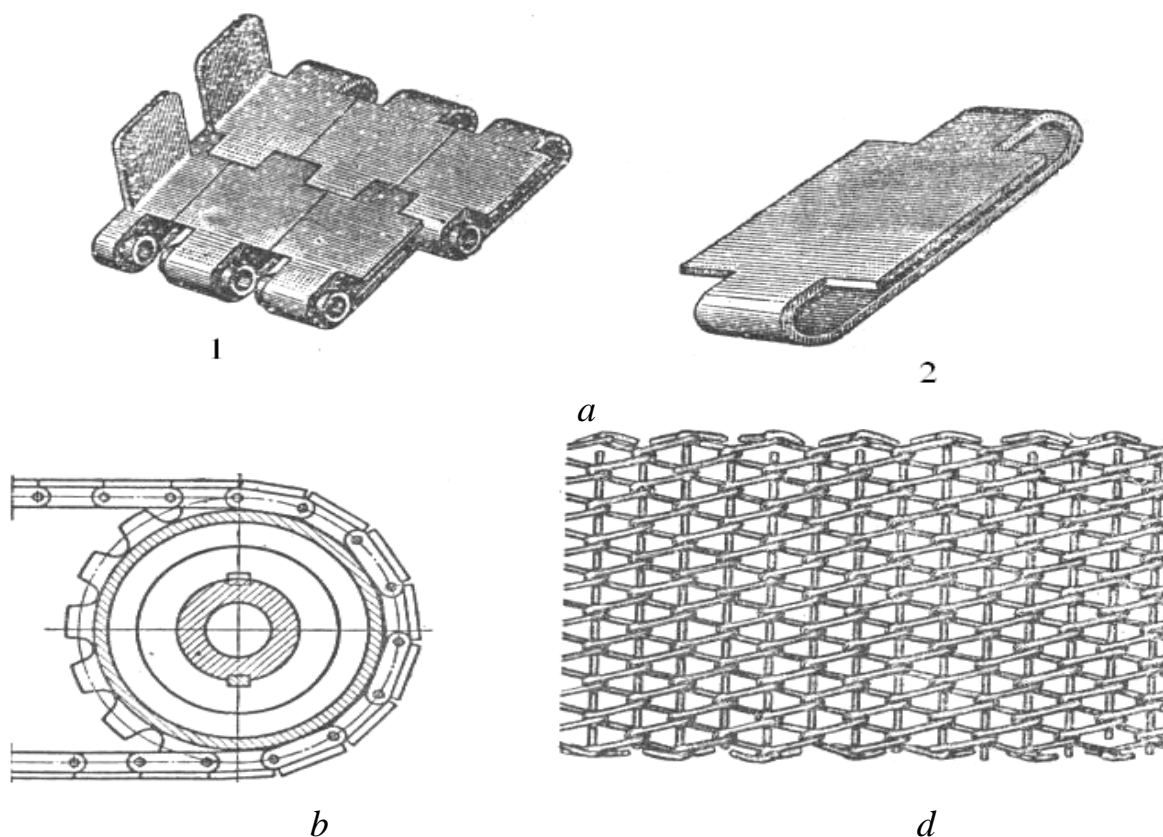
Konveyerli pechlarda mahsulotlarning harakatlanishi olovbardosh qotishmalardan tayyorlab tuzilgan konveyerlar yordamida amalga oshiriladi.

Konveyerli pechlarning quyidagi turlari mavjud:

1. Issiqqa chidamli zanjirlar (zanjirli konveyer);

2. Shtamplangan issiqqa chidamli bo'g'inlari zich yig'ilgan (7.12- rasm, *a*);
3. Zanjirga biriktirilgan, alohida shtamplangan yassi jismlari (plastinkasimon) konveyer (7.12- rasm, *b*);
4. Tor metalli (torli konveyer) (7.12- rasm, *d*).

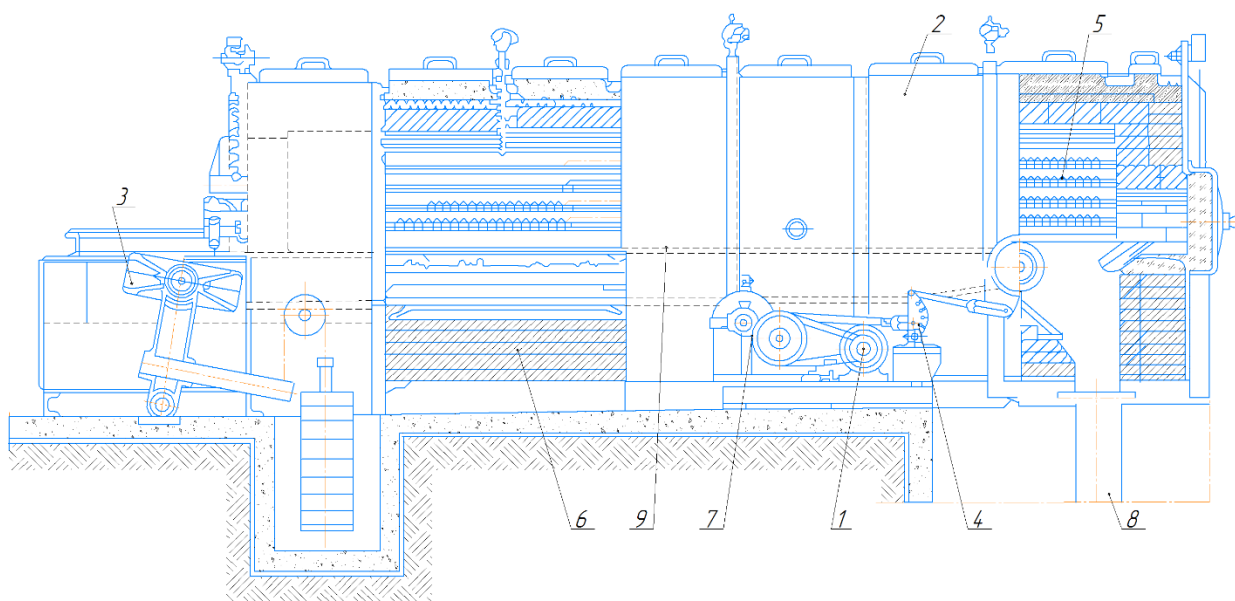
Konveyerli pechlarda yoqilg'usifatida mazut, gaz va elektr energiyadan foydalaniladi, bu pechlar mayda, uzun bo'lgan listlarni va boshqa zagotovkalarni qizdirib ishlab berish uchun qizdirishda ishlatiladi. Bunday pechlarning *K - 70*, *K - 120*, *K - 160*, *K - 90*, *K - 130*, *K - 170* tipidagi turlari ishlab chiqarishda ko'p qo'llaniladi, bu erda *K* - konveyer, son pechni quvvatini bildiradi, masalan 120 - pech quvvat 120 kilovatt, konveyerli lenta pechning pastki qismiga qarab harakatlanadi. Konveyerli lenta harakatini tishli, g'ildirakli boshqaruvchi baraban amalga oshiradi, bu g'ildirak ko'pgina hollarda pechga yuk tushirish joyining oxiriga o'rnatiladi, yuklash joyiga boshqariluvchi baraban o'rnatiladi. Pech konveyerlarini tayyorlash uchun H18N25C2, H25N20C2, H20N80 va H23N18 markali po'lat qotishmalaridan foydalaniladi.



7.12-rasm. Konveyer turlari: 1 – yig'ima holatda; 2 – quyma holatda;

7.13-rasmda *K-70* tipidagi konveyerli elektr pechni konstruktiv chizmasi keltirilgan. *K-70* tipidagi konveyerli elektr pechi zich biriktirilgan, metall karkaslar oʻrnatilgan, ishchi maydonning boshlangʻich qismi bilan metall karkas orasiga issiqqa bardoshli material qoplangan. Qizdirish elementlari simningqalinligi 4-5 *mm* boʻlgan H15N60 va H20N80 qotishmalaridan tayyorlanadi. Bu qizdirish elementlari pech ishchi maydonining yon tomonlariga va pechning pol qismiga oʻrnatiladi. Pech pol qismiga oʻrnatilgan qizdirish elementlari plita bilan biriktiriladi. Bu pechlardan zagotovkalarni qizdirib ishlov berishni toblash - boʻshatish agregatlarida qoʻllanishi mumkin.

K-70 tipidagi konveyerli elektro pechi qizdiruvchi ishchi maydonini oʻlchamlari 400×2050×415 *mm*, quvvati 70 *kVt*, ishlab chiqarish samaradorligi 120 *kg/s*, maksimal qizdirish harorat 1200 °C.



7.13-rasm. *K-70* konveyeri elektro pech: 1 – elektrodvigatel; 2 – metall karkas; 3 – baraban; 4 – surish mexanzmi; 5 – X15N60 markali elektr qizdirish elementi; 6 – plita; 7 – reduktor; 8 – sovitish bak uchun truba; 9 – konveyer

Qizdirish uchun moʻljallangan konveyerli elektr pechlarning zamonaviy turlariga *QKH-06.30.01/9* yoki *QKH-08.30.01/9*, *QKH-12.100.01/9* va boshqalarni misol qilib keltirish mumkin. Bu yerda *Q* – qarshilikda qizdirish, *K* - konveyerli, *H* - himoyalangan muhit.

Ishlab chiqarishda zagotovkalarga yuqori haroratda qizdirish tartibini amalga oshirish uchun *K - 45*, *K - 55*, *K - 65*, *K - 70*, *K - 95*, *K - 105*, *K - 125* va past haroratda

qizdirish tartibini amalga oshirish uchun *KB - 45, KB - 55A, KB - 75A, KB - 205* turlari ko'p qo'llaniladi.

Yuqori haroratda qizdiruvchi konveyer pechlar uchun asosan zanjirli, plastinkali konveyerlar past haroratda qizdiruvchi pechlari uchun zanjirli va torli konveyerlar ishlatiladi.

Konveyerli pechlarda yoqilg'isi sifatida mazut, gaz va elektr energiyadan foydalaniladi, bunday tipdagi pechlarda yuqori haroratda zagotovkalarni bolg'lash va shtamplash uchun qizdirishda qo'llash mumkin.

Konveyerli pechlarning avzalligi:

- metallarni qizdirib ishlov berishda butun tana bo'yicha bir xildagi harorat ta'minlanadi;
- murakkab shakldagi zagotovkalarga qizdirib ishlov berish mumkin;
- mexanizatsiyalashgan va avtomatlashtirilgan liniyalarda qo'llash mumkin;
- texnik – iqtisodiy samaradorligi yuqori;
- zagotovkani konteynerga yuklash qulay;
- foydalanish va xizmat ko'rsatish qulay va x.k.

Konveyerli pechlarda quydagicha kamchiliklari mavjud:

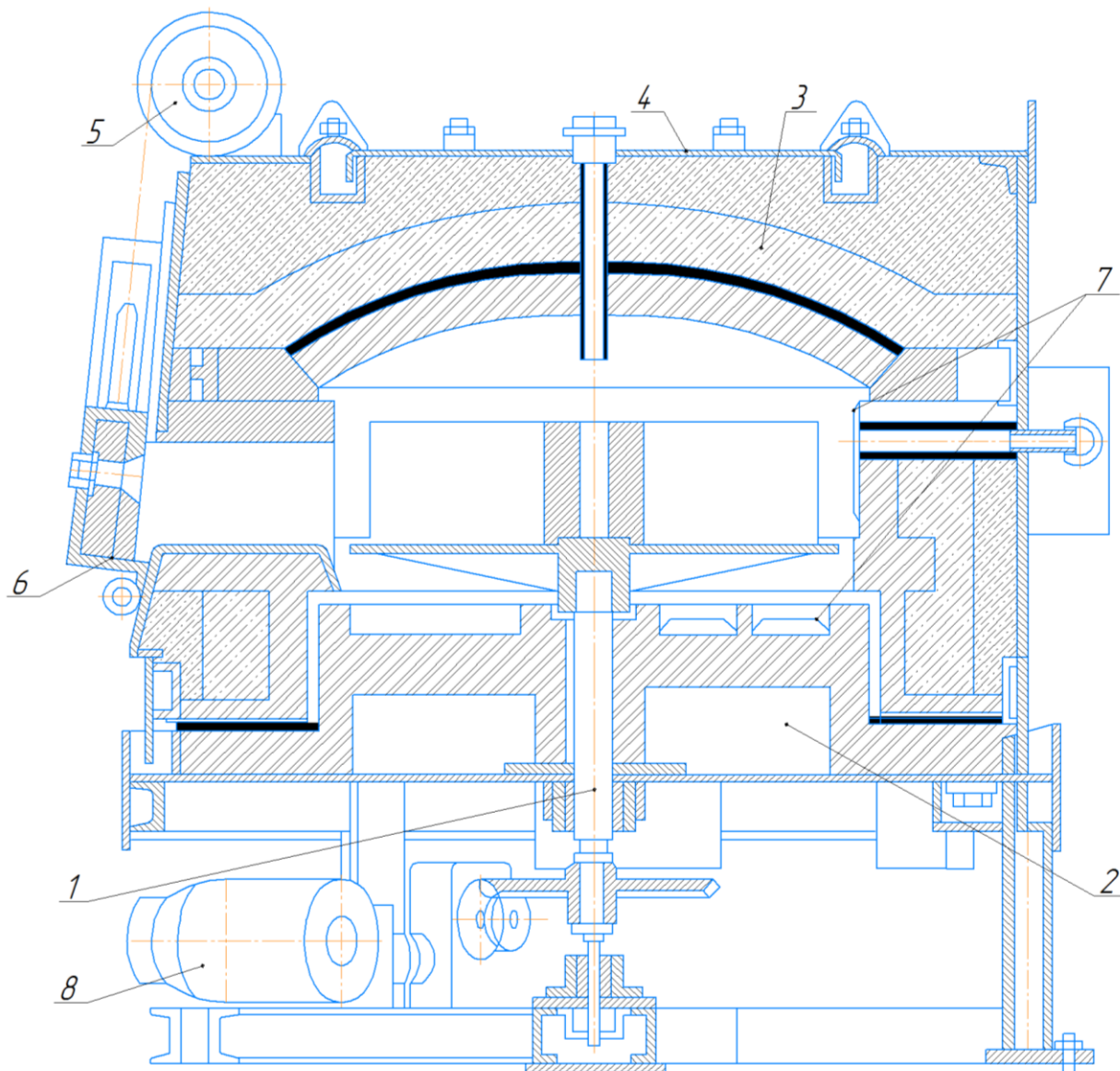
- konveyerlarni qayta-qayta qizdirilishi hisobiga issiqlik sarfini miqdori katta;
- mayda zagotovkalarga qizdirib ishlov berish pechni ish samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi;
- ishchi maydondan issiqlikni chiqib ketishini saqlab qolish murakkab;
- konveyerli pechlarda zanjirlari tez uziladi, yassi jismlari qiyshayadi va yeyilib ketadi.

Karuselli (aylanuvchi) pechlar

Karusel tipidagi pechlarda zagotovkalarni harakatlantiruvchi pastki qismi aylanasimon yoki halqasimon shaklida harakatlanadi, natijada zagotovka qizib turgan muhitga yaqin kelishi hisobiga ta'sirlanib qiziydi. Bunday pechlarni tag qismi va yuqori qismi aylanuvchi turlarga bo'linadi. Zagotovkalar pechning yon

qismlaridagi maxsus darcha orqali yuklatiladi. Karuselli pechlarga zagotovkalarni yuklash va chiqarish mexanizatsiyalashgan holatda amalga oshiraldi.

7.14-rasmda QMT - 11.5.3/12 tipdagi karuselli elektr pechni konstruktiv chizmasi keltirilgan. Bunday pechlarda zagotovkalarni toblash, yumshatish, normallash, bolg'alash, shtamlash va boshqa qizdirib ishlov berish jarayonlarini o'tkazish mumkin. Bu pechlarni qizdirish harorati $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, quvvati 3400 kVt , ishlab chiqarishdagi samardorligi 75 t/s .



7.14-rasm. QMT - 11.5.3/12 tipdagi karuselli elektropech: 1 – suv quvuri; 2 – aylanuvchi pol; 3 – ichki qoplama; 4 – tashqi qoplama; 5 – qopqoqni ko'tarish mexanizmi; 6 – qopqoq; 7 – elektr qizdirish elementi; 8 – ko'tarish mexanizmi

Karuselli tipdagi pechlarning avzalligi:

- yonili sarfi kam;

- pechni FIK yuqori;
- qo‘shimcha moslamalr talab qilinmaydi;
- har qanday shakldagi zagotovkalarga qizdirib ishlov berish mumkin;
- ishchi maydonda metalli qismlarni yo‘qligi, yuqori haroratni olish imkonini beradi;
- avtomatlashtirish qulay.

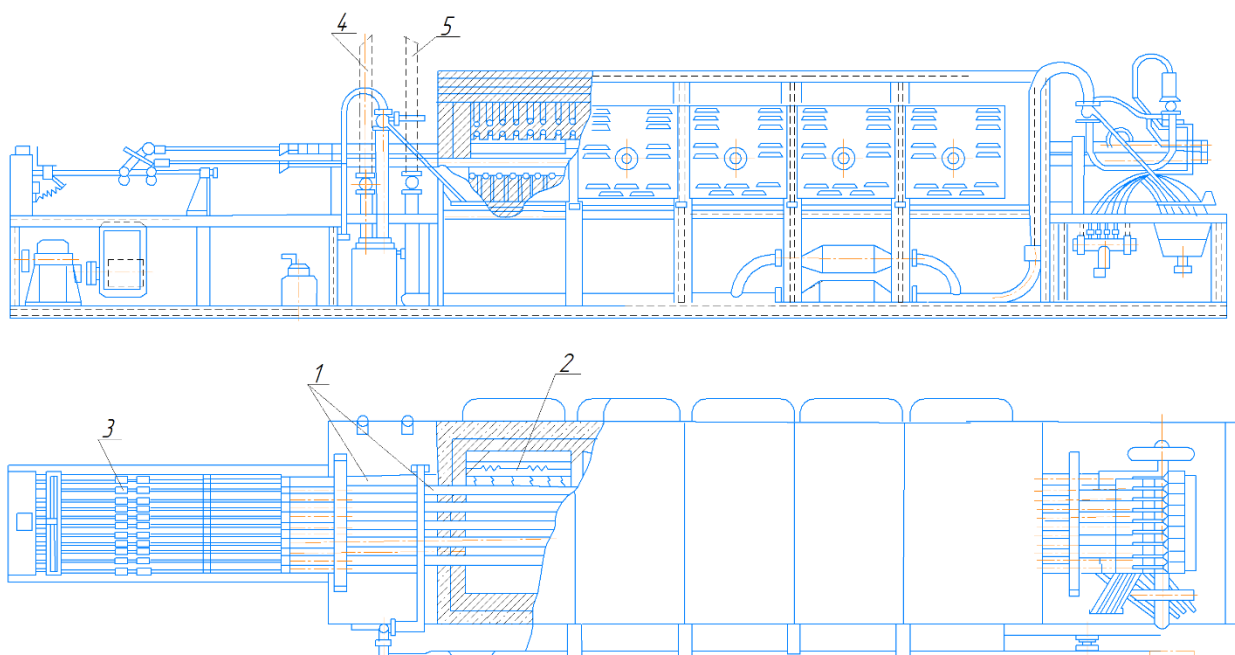
Karuselli tipdagi pechlarning kamchiliklari:

- zagotovkani pechga yuklash va chiqarishni mexanizatsiyalashtirish murakkab;
- ishchi maydonda barcha qismi bo‘yicha bir xilda haroratni shaklatirish murakkab;
- aylanuvchi pastki qismlarni mexanizmlarini uzatmalarini murakkabligi.

Suruvchi pechlar

Uzluksiz zagotovkalarni qizdirish pechlarni tiplari har xil konstruksiyali suruvchi pechlar tashkil qiladi. Suruvchi tipidagi pechlarda yoqilg‘i sifatida mazut, gaz, elektr tok energiyasidan foydalaniladi va ayrim vaqtlarda agregatlarga biriktiriladi. 7.15-rasmda agregatlarga biriktirilishi qullay bo‘lgan kamerali mufelli suruvchi elektr pechning konstruktiv chizmasi keltirilgan. Agregatga biriktirilgan kamerali mufelli suruvchi elektr pech yordamida bolg‘alash-termik sexlarida har xil o‘lchamdagi o‘qlar, yarim o‘qlar, tishli g‘ildiraklar, tirsakli val zagotovkalarga qizirib ishlov berishning yaxshilash, normalash va nomallash bilan bo‘shatish, yumshatish va boshqa termik ishlov berish jarayonlarini o‘tkazish mumkin. Pechning alanganish maydoni 370×360 va 1250×360 mm. Katta o‘lchamdagi maydonda bir qatorga ikkita yonma yon, kichik o‘lchamdagi maydonda bir qatorga zagotovkalar joylashtiriladi. Zagotovkalarni yonish maydoniga surilishi X18N25C2 olovbardosh po‘lat qotishmalardan tayyorlangan yo‘naltiruvchi maxsus qurilma yordamida amalga oshiriladi. Yo‘naltiruvchi detal haraktga keltirish elektrodvigatel, gidravlik yoki pnevmatik mexanizmdan kuch olib harakatlanuvchi suruvchi qismlar orqali boshqariladi. Pechlarni suruvchi qism oddiy boshqaruv qurilma yordamida

boshqariladi, pechlarni ishchi qismidagi haroratni nazorat qilish uchun ikki-uchta haroratni o‘lchash asboblari o‘rtanilgan. Ko‘pgina hollarda pechlardagi harorat avtomatik boshqarilib turiladi.



7.15-rasm. Kamerali mufelli suruvchi pechning konstruktiv chizmasi: 1 – mufel; 2 – qizdirish elementi; 3 – suruvchi qism; 4 – havoni kirituvchi quvur; 5 – havoni chiqaruvchi quvur

Nazorat savollari

1. Qizdirish pechlari haqida umumiy tushuncha bering?
2. Qizdirish pechlarining ishlab chiqarishdagi samaradorligi qanday aniqlanadi?
3. Qizdirish pechlari qanday xususiyatlarga ko‘ra tasniflanadi?
4. Pechlarning nomlarini qisqartirishda qanday ko‘rsatkichlar hisobga olinadi?
5. QDO - 30.50.25/13-G-100 qizdiriluvchi pechni qo‘llash bo‘yicha tushuncha bering?
6. Qizdirish pechlarini isitish tartibi tushuncha bering?
7. Pechlarni loyihalash bo‘yicha tushuncha bering?
8. Qizdirish pechni umumiy hisoblash qandan ko‘rsatkichlar asosida o‘tkaziladi?
9. Pech eskizini tuzishda qanday belgilanishlar kiritilgan?
10. Mexanizatsiyalashmagan qizdirish pechlari haqida tushuncha bering?
11. Kamerali qizdirish pechlari to‘g‘risida ma’lumot bering?

12. Shaxtali qizdirish pechlari to'g'risida ma'lumot bering?
13. Vanna - pechlar to'g'risida ma'lumot bering?
14. Mexanizatsiyalashgan qizdirish pechlari haqida tushuncha bering?
15. Tag qisimi harkatlanuvchi kamerali pechlar haqida tushuncha bering?
16. Uzuksiz qizdiruvchi pechlar haqida tushuncha bering?
17. Konveyerli pechlar haqida tushuncha bering?
18. Karuselli (aylanuvchi) pechlar haqida tushuncha bering?
19. Suruvchi pechlar haqida tushuncha bering?
20. Uzuksiz qizdiruvchi pechlarni boshqa tipdagi pechlarga nisbatan avzalliklari va kamchiliklarini tushuntirib bering?

8. VAKUUMLI PECHDA QIZDIRIB ISHLOV BERISH

8.1. Vakuumli pechda zagotovkalarini qizdirish

Vakuumli pechda zagotovkalarini qizdirish ishlov berish bo'yicha umumiy tushuncha

Zamonaviy mashinasozlikni rivojlantirishda yuqori darajadagi fizika-mexanik xususiyatga ega bo'lgan detallarni olish uchun faqatgina yangi materiallarni izlab topish emas, balki zagotovkalarini olishning yangi texnologik jarayonlarini ishlab chiqish juda ham muhim hisoblandi.

XX asr oxirlari va XXI asr boshlariga kelib tadqiqotchilarda yangi tarkibdagi ma'lum bo'lgan materiallarni fizik-mexanik xususiyati yuqori bo'lgan materialni yaratishga bo'lgan e'tibor nisbatan ancha o'zgardi. Oxirgi ellik yillarda olimlar tomonidan D.I.Menndellevni kimyoviy elementlar jadvalidagi ko'p komponentli qotishma tarkibini holat diagrammasi tuzilib, kimyoviya tarkibi asosida elementlarni fizik-mexanik xususiyatlarini bog'liqligi, olish usuli va qizdirib ishlov berish usullari ko'rsatilgan.

Olingan natijalar asosida metall materiallarni legirlash jarayoni loyihalagan, qo'llash joyiga qarab aniq tarkib ishlab chiqilgan va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi o'zlashtirilgan.

Ilmiy tadqiqotchi olimlarni yuqori darajadagi yangi materiallarni yaratishi mashinasozlikni qaysidir qismida yangi texnologiya va konstruktorlikni muammolarini hal etadi.

Masalan, asbobsozlik po'latlarida qatqilikni 1-2 *HRC* qiymatga oshirish asbobni foydalanish xususiyatini 10-20 % oshradi.

Hozirgi holatda ham, mashinasozlik sanoatida hal etilmagan muammoli masalalar baroki, ya'ni metallardan tayyorlangan zagotovkalar, qattiq qotishmalarni, asosi misdan tayyorlangan qotishmalarni, undan tashqari toblashda, payvanlashda, pishirish uchun qizdirishlarda va eyilishga bardosh qoplamalarni qoplashda,

metallar materiallarni bilan zagotovka yuzalari orasida kimyoviy o‘zaro ta’sirlanish yuzaga keladi.

Havoni qizdiruvchi pechlarda foydalanilganda zagotovkani yuzalarida o‘zaro ta’sirlanishni hosil bo‘lmasligini tashkil qilish mumkin, agarda oksidlanmasdan vakuumli-qizdirish jarayonini hosil qilinsa.

Mavjud bo‘lgan rivojlantirish va yuqori fizik-mexanik xususiyatga ega bo‘lgan zagotovkani va qo‘yilayotgan talablarga javob beradigan yangi material olishni texnologik jarayonini tashkil qilishni vakkumli texnologiyani rivojlanishi bilan hamda oxirgi avlod vakuumi jihozlarini avtomatlashtirilishni hosil qilinishi bilan imkoniyatlar yanada ortdi.

Zagotovkalarni vakuumda qizdirib ishlov berish o‘tgan asrning 60 yillarida juda tez rivojlandi. Vakuumli qizdirib ishlov berish jihozlarini takomillashgani va avtomatlashtirilgani bugungi kunga kelib sezilarli darajada rivojlanib, zagotovkalarga qizdirib ishlov berishda katta o‘zgarish bo‘ldi. Agar 1975 yillarda vakuumli qizdirib ishlov berish 1 % ni tashkil qilgan bo‘lsa, 1980 yil 3 % ga, 1995 yil – 20 % umumiy qizdirib ishlov berishga nisbatan oshdi. SHuning uchun hozirgi kunda 90 % asbobsozlik po‘latlari, masalan sverla, metchiklar, turli xildagi shtamplar rivojlangan chet el firmalarida faqatgina vakuumli pechlarida qizdirib ishlov berish orqali olishmoqda.

Po‘lat va qotishmalarni vakuum usulida qizdirib ishlov berishda quydagi avzalliklarga ega:

- ishlov berilayotgan zagotovkani xususiyati yuqori darajada moslanishi;
- uglerodsizlanish va legirsizlanish qatlami hosil bo‘lmaydi;
- deformatsiyalanishni kamayishi;
- zagotovkani ishlash qobiliyati va chidamliligini oshishi;
- yuza qismni toz va yaltiragan holatda olinishi;
- tashqi muhitlar hisobiga ifloslanish va ish shartoitini yaxshiligi;
- elektr energiyani iqtisod qilishi;
- zaruriy saqlanish binosini zaruratini bo‘lmasligi.

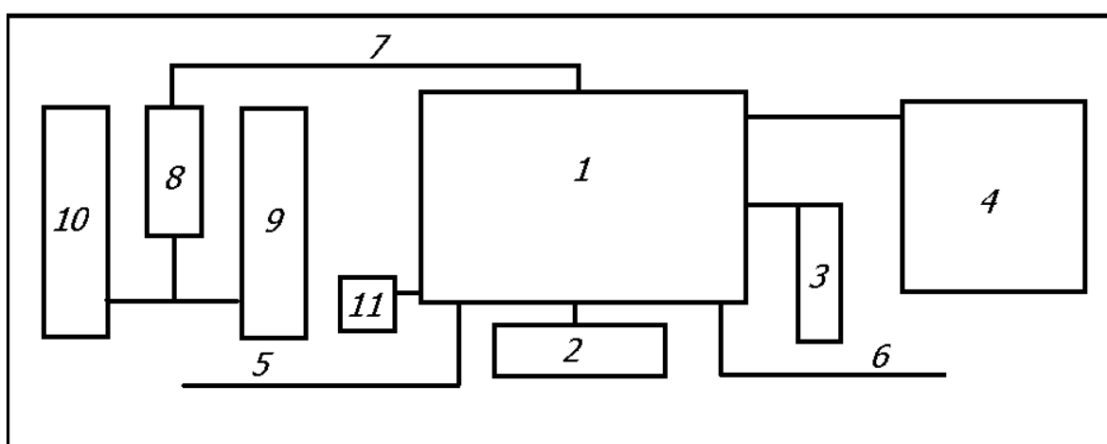
Shu bilan birga quydagi kamchiliklar ham mavjud: tan narxi sezilarli darajada yuqori va vakuum jihozini ishlatishda doimiy suv oqimi zarur bo‘ladi.

8.2. Vakuumda qizdirib ishlov berish uchun jihozlar

Vakuumda qizdirib ishlov berish uchun pechlar

Zagotovkani vakuumda qizdirib ishlov berib tayyorlash texnologik sxemasida toblash, bo‘shatish, normallash, payvanlash va pishirishlar qo‘llaniladi.

Zamonaviy vakuumda qizdirib ishlov berish jihozlari murakkab konstruksiyaga ega bo‘lib, bu jihozda yuqorida keltirilgan texnologik jarayonlarni to‘liq o‘tkazish mumkin. Ularni safiga barcha jarayonlarni avtomatlashtirish tuzilmasi va avariya holatida murojat qilish, vakuumlash, qizdirish va sovitish, suvni yuborish, gaz va havoni qizdirish kiradi. Barcha jarayonlarni bajarish mumkin bo‘lgan vakuum qurilmasini ishlash sxematik shakli 8.1- rasmda keltirilgan.



8.1-rasm. Qizdirib ishlov berish uchun vakuumli qurilmasini ishlash sxemasi: 1 – ishchi kamera; 2 – vakuum nasosi; 3 – transformator; 4 – boshqarish shkafi; 5 – suv yuborigich; 6 – havo yuborigich; 7 – inert gazi; 8 – inet gaz uchun maxsus balon; 9 – bak; 10 – gazifikator; 11 – yuklash qurilmasi

Vakuumli pechini ishchi kamerasi konstruksiyasiga ko‘ra bir qacha holatdagi kameralarga bo‘linadi, masalan, yuklash kamerasi, qizdirish kamerasi va sovitish kameralari. Kameralar alohida vakuumlash sistemasiga ega, bir kameradan ikkinchi kameraga o‘tish germetik holatdagi berkitkich ochilishi bilan avtomatik tartibda sodir bo‘ladi.

Universal vakuumli pechi ikki yoki uch kamerali bo‘ladi, bittasi zagotovkani qizdirish, boshqasi sovitish uchun, uchunchisi zagotovkani yuklab ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun xizmat qiladi. Bunday konstruksiyaga ega bo‘lgan vakuum pechida pastki qismni sovitish inert gaz va moyda sovitiladi.

Hozir kunda zamonaviy ishlab chiqarishlarda tezkesar po‘latlardan tayyorlangan asboblarni qizdirib ishlov berish uchun bir kamerali gorizontal vakuum pechlaridan foydalanilmoqda.

Mashinasozlikda kichik va o‘rta korxonadagi ishlab chiqarishlar orasida eng ko‘p foydalanilayotgani pech bir kamera konstuksiyali vakuum pechidir, unda qizdirib ishlov berishning to‘liq sikillarini amalga oshirish mumkin, masalan, tez kesar po‘latlardan tayyorlangan asboblarni toblash va 2-3 marotoba qisqa bo‘shatish ishchi maydondan ajratib olinmasdan turib bajarilishi mumkin. Bunday jarayon konvektiv usul bilan qizdirish va yuqori bosimli gaz bilan sovituvchi vakuumli pechlarda amalga oshiriladi.

Barcha vakuumli pechlarni konstruksiyasi bo‘yicha pech korpusi suv bilan sovitish, undan tashqari ishchi kameraga joylashtirilgan sovitgichlardan foydalaniladi.

Shamolatish tizimi yordamida qizdirish va sovitish ishchi kamerasiga keladigan inert gazlarni ochish va berkitish mexanizmi orqali boshqaradi.

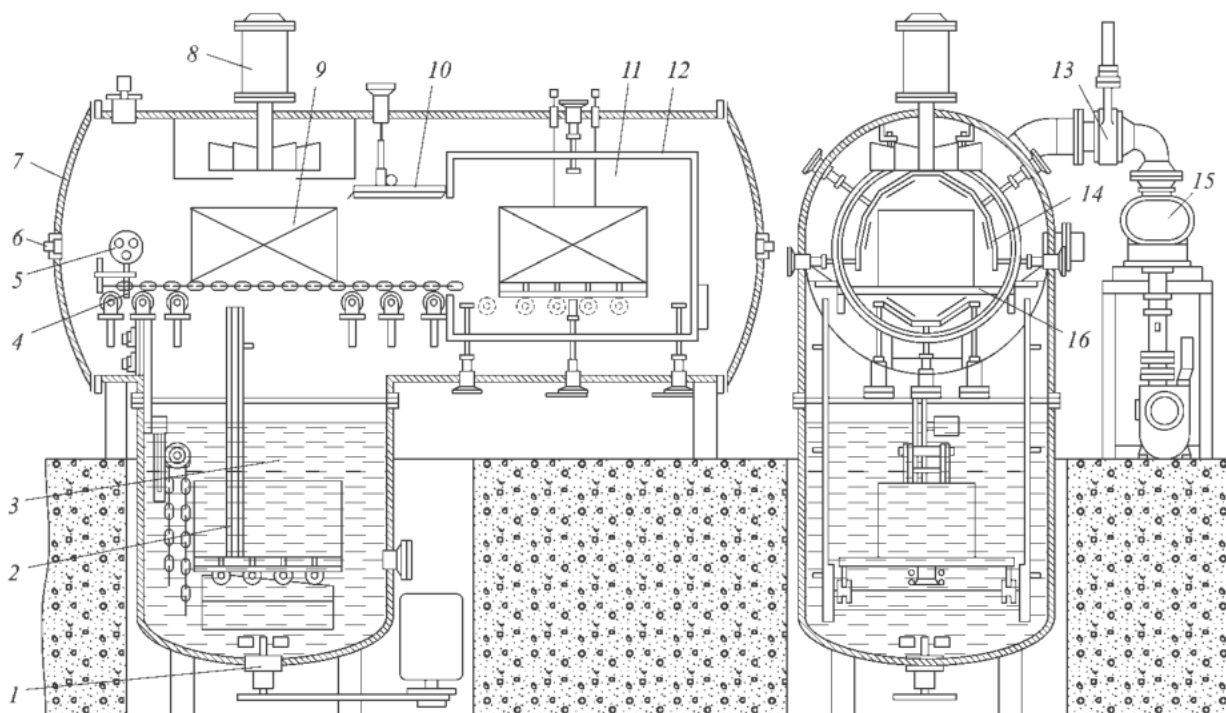
Inet gazi ishchi kameraga maxsus balondan trubaka orqali keltiriladi, zarurat bo‘lganda qo‘llanshi mumkin.

Universal vakuumli pech

Universal vakuumli pechlar asosiy mexanik, asbob va yordamchi ishlab chiqarish bo‘limiga xizmat ko‘rsatadigan umumiy issiqlik moslamalari uchun juda mos keladi. Bundan tashqari, universal vakuumli pechlar bir qator muhandislik korxonalarida asosiy ishlab chiqarish mahsulotlarini issiqlik bilan ishlov berish uchun ishlatiladi. Ushbu turdagi ko‘p funktsiyali pechlarda qayta ishlanadigan mahsulotlar turiga konstruksion, qovushqoqliq darajasi katta bo‘lmagan, masalan

9XF, V2F markali po‘latlardan hamda R6M5, R18 va R12M4K8 markali tez kesar po‘latlardan tayorlangan zagotovkalar kiradi.

Universal vakuumli ko'p kamerali pechlarda nominal qizdirish harorati 1100 °C va 1320 °C ni tashkil qiladi (8.2-rasm). Qizdirish kamerasidagi vakuumni qizdirish maydoni va sovutish kameralari o'rasida germetik havo o'tkizmaydigan qoplam ta'minlaydi. Bundan tashqari qoplamlar, sovutish gazining ortiqcha sarf bo'lishini ta'minlaydi.



8.2-rasm. Universal vakuumli ko'p kamerali pechni konstruktiv chizmasi: 1 – moy aralastirgich, 2 – harakatlanuvchi toblash stoli; 3 – toblash baki; 4 – suruvchi mexanizm; 5 – termopara; 6 – nazorat darchasi; 7 – vakkum koplamasi; 8 – shamol purgagich; 9 – gaz bilan sovutish qismi; 10 – qizdirish qamerasini haroratini nazorat asbobi; 11 – qizdirish kamerasi; 12 – qizdirish kamerasini issiqlik saqlovchi qoplamasi; 13 – vakuumni hosil qilish klapni; 14 – qizdirish elementi; 15 – vakuumni hosil qilish nasosi; 16 – pechni tag qismi

Vakuumli pechlarning ko'p kamerali konstruksiyasi kerakli maydoni sovutishning quyidagi variantlarini amalga oshirishga imkon beradi:

- vakuumda sovutish;
- inert gazda konvektiv sovutish;
- shamolatish yordamida majburiy aylanishi bilan inert gazda tez sovutish;
- moyni vakuumda sovutish;

- moyni inert gaz bosimi ostida sovutish;
- moyli-gazli aralashtirilgan sovutish.

Mavjud sovutish variantlari, shuningdek inert gaz bosimini boshqarish qobiliyati imkoniyati sovutish tezligini o'zgartirish uchun keng imkoniyatlarni yaratadi.

Qizdirish - sovutish jarayonining dasturlashtirilgan va avtomatlashtirilgan sikli, pechni ichida ishchi qislarni joyidan qo'zg'atilishini, shuningdek vakuum holatni saqlab turish uchun texnik xizmat ko'rsatishni osonlashtiradi va qayta ishlashni aniqlik darajasini ta'minlaydi.

Qizdirish kamerasi yuqori darajadagi maxsus keramik tolalar bilan izolyatsiya qilingan. Qizdirish kamerasining ichki yuzasi yupqa listli molibden bilan qoplangan.

Pechni qizdirish kamerasiga bir xil holatda joylashtirilgan grafitli qizdirish elementlari nurli qizdirish shaklida kerkali maydonni qizishini ta'minlaydi.

Inert gazning shamolatish orqali majburiy aylanishini shaklatiruvchi kamera gaz oqimi yo'naltiruvchi va yuqori samarali issiqlik almashinuvchilari bilan jihozlangan.

Toblash vannasiga ega sovutish kamerasi aralashtrgich va yog'ini issituvchi, issiqlik almashinuvchilari va inert gazning majburiy aylanishini keltirib chiqaradi shamollatgich bilan jihozlangan. Toblash vannasidagi harorati avtomatik ravishda 80 °C gacha bo'lgan haroratda moslashtirilib turiladi.

Rivojlangan davlatlarni metallurgiya zavodlarida qizdirish kamerasi va toblash vannasi bo'lgan sovutish kamerali RVFOQ tipidagi pechlar (8.1-jadval) turlaridan keng foydalanmoqda. Zagotovkani yuklash va tushirish toblash vannadagi kamera orqali amalga oshiriladi. Ushbu turdagi pechlar zagotovkani moyda sovitib toblashga, shuningdek, zaruriyat bo'lganda moy vannasini usti qismidagi kamerada inert gaz bilan sovutishga ham imkon beradi.

Ushbu tipdagi pechlar zagotovkalarga seriyali qizdirib ishlov beruvchi sexlarda qo'llashga tavsiya etiladi, undan tashqari har xil markali po'lat qotishmalaridan tayorlangan murakkab shakldagi va og'ir matritsalariga qizdirib ishlov berishda, ilmiy-tadqiqot yo'nalishlaridagi izlanishlarda qo'llash mumkin.

Universal vakuum pechini texnik xususiyatlari

Ishlab chiqarilgan joyi	Belgilanishi	Ishchi maydoni o'lchamlari, mm			Ishchi yuzani og'irligi, kg	Quvvati, kVt
		e'ni	balandligi	uzunligi		
ELBIERMA, Polsha	RVFOQ-2.24R	380	300	610	180	50
AQSH	RVFOQ-4.24R	500	300	500	100	50

Vakuumda termik ishlov berish avzali

Vakuumda termik ishlov berish asboblarni tuzli vannada ishlov berish klassik texnologiyasini inkor etadi, ya'ni toblangan detallarni yuzasidan tuzlarni tozalab olishda qo'llaniladigan, undan tashqari qoplamalarni qoplasha tayyorgarlik uchun qo'llaniladigan bir qancha murakkab jarayonlarni bekor qiladi.

Ma'lumki, tuzli vannalarda qizdirib ishlov berish texnologiyasi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- $BaCl$ (asosiy), $NaCl$, MgF_2 tarkibdagi tuzlar aralashmasida qizdirish bilan toblash;
- $BaCl$, $NaCl$, KCl (KNO_3 , $NaNO_2$) tarkibdagi tuzlar aralashmasida toblash;
- $BaCl$, $NaCl$, $CaCl$ (KNO_3 , NOH) tarkibdagi tuzlar aralashmasidagi bo'shatish.

Tuzli vannalarda qizdirib ishlov berishdan so'ng, zagotovkalar yuzasida olib tashlash kerak bo'lgan kuyundi va tuz aralashmalari paydo bo'ladi. Bulardan sirt yuzanini tozalash uchun quyidagi usullar qo'llaniladi:

- 70 - 80 °C da $NaOH$ va $NaSiO_2$ bo'lgan muhitda yuvish;
- 90 - 100 °C haroratda kulda qaynatish;
- 20 % HO bo'lgan muhitda kimyoviy ta'sir etirish;
- 2 % Na_2CO_3 bo'lgan muhitda neytrallashtirish;

- abraziv - suyuqlikda ishlov berish.

Agar zagotovkani yuzasiga eyilishga bardoshli qoplama qo'llanilsa, bunday hollarda texnologik jarayonda yuzani qismni tugallangan qayta tayyorlash jarayoni to'liq ko'rib chiqiladi:

- uchetenli yoki to'rtxlorli uglerodli sifatli tozalovchilardan foydalanib yuzadagi moylardan qayta tozalash;

- soda va natriy fosfat yordamida ultratovushli tozalash;

- atsetonli spirt bilan yuvish va x.k.;

Yuqoridagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, bunday texnologiya juda murakkab, vaqt talab qiladigan va juda zaharli.

Bundan tashqari, tuzlar aralashmasida zagotovkalarni qizdirish tezligining yuqoriligi sirt va o'rta qism o'rtasida yuqori haroratli farqini hosil bo'lishiga olib keladi, bu yuqori darajadagi termik zo'riqishini va natijada zagotovkalarning deformatsiyasiga saba bo'ladi.

Yuqori tezlikda qizdirish darajasi austenitizatsiyalanishda va tugalangan toblashda har xil o'lcham donasidagi strukturani hosil qiladi.

Tuzli aralashmalarda zagotovkalarga qizdirib ishlov berishda diyarli sirt yuzalardagi uglerodsizlanishdan va legirovchi elementlardan yo'qotishdan qutilishni iloji yo'q.

Nazorat savollari

1. Vakuimli pechda zagotovkalarni qizdirib ishlov berish bo'yicha umumiy tushuncha bering?

2. Vakuimli pechda zagotovkalarni qizdirib ishlov berishda qanday o'zgarishlar bo'lishini tushuntiring?

3. Po'lat va qotishmalarni vakuum usulida qizdirib ishlov berishda qanday avzalliklari bor?

4. Vakuumda qizdirib ishlov berish uchun qo'llaniladigan pechlar haqida ma'lumot bering?

5. Universal vakuumli pechlar haqida ma'lumot bering?

6. Rivojlangan davlatlarni metallurgiya zavodlarida qoʻlanilayotgan qanday vakuumli pechlarni bilsiz?
7. Vakuumda termik ishlov berish avzaligi tushuntiring?

9. METALLARNI QIZDIRISH UCHUN YORDAMCHI JIHOZLAR

9.1. Nazoratlanuvchi muhitni olish

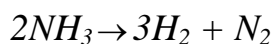
Qizdirish uchun qo‘shimcha qurilmalarga nazoratlanuvchi muhitida konveyerli qizdirish elektr pechlar, konveyerli sovitish baki, uzluksiz harakatlanuvchi yuvish baki va konveyerli elektr pechlaridan tuzilgan. Nazoratlanuvchi muhit olish uchun qo‘shimcha qurilmaga o‘rnatilgan maxsus generatorlardan foydalaniladi. Generatorlardan tashqari, ko‘rsatilgan jihozlar bitta liniyaga o‘rnatiladi.

Hamma turdagi nazoratlanuvchi muhitni bir necha guruhlariga bo‘lish mumkin:

1. $H_2 - H_2O - N_2$;
2. $CO - CO_2 - N_2$;
3. $CO - CO_2 - N_2 - H_2 - H_2O$;
4. $CO - CO_2 - N_2 - CH_4 - H_2$.

Birinchi guruhga yoki sistemaga quyidagi ikkita muhit kiradi:

1. PA (parchalangan ammiak) gaz ammiakni quyidagi reaksiyaga binoan parchalash hisobiga hosil qilinadi:



natijada 75 % vodorod hosil bo‘ladi va u portlashga xavfli hisoblanadi.

2. AAM-0,8 (qoldiq havo koefitsienti $\alpha = 0,7 \div 0,9$ ga teng bo‘lganda ammiakni alangalovchi mahsulot) gaz. Bunda vodorod 1-15 % atrofida bo‘lib, qolganini azot tashkil qiladi. Bu gaz portlashga xavfli hisoblanmaydi hamda kam uglerodli po‘latlarda yumshatish jarayonini o‘tkazishda, kavsharlash uchun qizdirishda ishlatilishi mumkin.

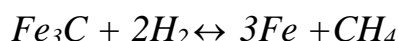
Birinchi guruh muhitlari suv bug‘i bilan aralashish hisobiga oksidlovchi bo‘lishi mumkin. Shuning uchun pechga gazni yuborishdan oldin gaz aralashmasi haroratini tushirish yo‘li bilan quritish talab qilinadi. Natijada aralashmaning

namligi kamayadi va suv bug‘i tarkibining og‘irligi pasayadi. Gaz aralashmasidagi suv bug‘i kondensatsiyalanishini (bug‘ni suyuqlik holatiga o‘tkazish) boshlanish haroratining o‘shish nuqtasi deb ataladi. Bu qiymat qanchalik kichik bo‘lsa, gaz aralashmasidagi namlik shunchalik kam bo‘ladi. Yumshatish jarayonini o‘tkazishda ruxsat etilgan namlik 0,01 % ga teng, bu miqdor o‘shish nuqtasida - 40 °C ni tashkil qiladi.

Namlik hisobiga oksidlanish quyidagi reaksiya hisobiga amalga oshadi:



AAM-08 gazi o‘rta va yuqori uglerodli po‘latlarda qo‘llanilsa, uglerodning kuyish jarayoni sodir bo‘ladi. Uglerodsizlanish jarayoni gaz sistemasidagi qoldiq vodorod hisobiga sodir bo‘lib, quyidagi reaksiyaning yo‘naltirilishiga bog‘liq:



Ikkinchi guruh $CO - CO_2 - N_2$ muhiti generator gazidan tashkil topgan. Bu gaz gaz generatorlari yordamida olinadi. Bu guruh muhitining tarkibi 9.1-jadvalda keltirilgan.

9.1-jadval

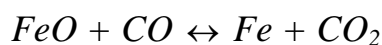
Ikkinchi guruh $CO - CO_2 - N_2$ muhiti tarkibi

Gazning belgilanishi	CO_2	CO	H_2	CH_4	O_2	H_2O	N_2	Quritilgandan keyingi o‘shish nuqtasi, °C
QG-G	4-6	24-26	12-13	1-2	0,2-0,3	0,7-0,8	qolgani	+ 2 dan + 4 gacha
GG	7 gacha	24-30	4-6	1-2	-	2,3	qolgani	+ 20
TQ-GG	0.5	32-34	talabga qarab	-	-	0,06	qolgani	- 25

QG-G (quritilgan generator gaz) - ancha sodda generator gazi bo‘lib, hamma turdagi po‘lat turlarini bo‘shatish jarayoni, kam uglerodli po‘latlarda normallashtirish jarayonini o‘tkazishda va ferritli bolg‘alanuvchan cho‘yan olishda ishlatilishi mumkin.

TQ-GG (generatorni tashqarisidan qizdirish usuli bilan olingan generator gazi) – uglerodli va legirlangan po‘latlarda normallashtirish jarayonini va toblash uchun qizdirishda hamda rangli metallarni yumshatish jarayonlarida ishlatilishi mumkin.

Oksidlanmasdan qizdirish jarayonini amalga oshirish uchun CO_2 ning gazda hosil bo'lish qiymatini minimal darajada (0,5 % gacha) bo'lishini ta'minlash kerak, unda quyidagi reaksiya chapdan o'ngga qarab amalga oshadi:



Uglerodsizlanish jarayoni sodir bo'lmasligi uchun gazdan CO_2 ni tozalash va tugallangan quritish jarayonini o'tkazish kerak. Bunday tozalangan generator gaz T-GG deb belgilanadi va o'rta uglerodli hamda yuqori uglerodli po'latlarda toblash va normallashtirish jarayonlarini o'tkazishda juda samarali gaz hisoblanadi.

Uchunchi guruh $CO - CO_2 - N_2 - H_2 - H_2O$ tekshiriladigan muhit termik ishlov berish amaliyotida ko'p tarqalgan.

1. TAM-99 gazida havoning qoldiq koeffitsienti $\alpha = 9$ ga teng bo'lib, CO_2 dan tozalangan, o'sish nuqtasi $-40\text{ }^\circ\text{C}$ ga teng. Tarkibida $CO_2 = 0,1\%$, $CO = 1 - 3\%$, $H_2 = 1 - 3\%$, $H_2O = 0,01\%$ qolgani N_2 dan tashkil topgan bo'lib, bu gaz zanglamas po'lat sinflaridan tashqari, hamma turdagi po'latlarda yumshatish jarayonini o'tkazishda hamda uglerodli, legirlangan va tezkesar po'latlarda toblash va normallashtirish, sementatsiya termik ishlov berish usullarini bajarishda qo'llanilishi mumkin.

2. QAM-06 gazida havoning qoldiq koeffitsienti $\alpha = 0,5 \div 0,65$ bo'lib, o'sish nuqtasi $+4\text{ }^\circ\text{C}$. Gaz quyidagi tarkibdan tashkil topgan: $CO_2 = 6\%$, $CO = 10\%$, $H_2 = 15\%$, $CH_4 = 0,5\%$, $H_2O = 0,8\%$, qolgani N_2 , bu gazni kam uglerodli po'latlarda yumshatish, sementatsiya jarayonlarini o'tkazishda qo'llash mumkin.

Hamma turdagi boshqariluvchi muhitni qizdirib ishlov berish jarayonlarida qo'llanilishi 9.2- jadvalda keltirilgan.

Ammiakdan AAM-08 nazoratlanuvchi muhitni olish uchun quyidagicha ish bajariladi: ballondagi suyuq ammiak bug'latgichga yuboriladi va shu yerda gazsimon holatga aylanadi. Gazsimon ammiak shu yerdan parchalanish joyiga kelib tushadi va vodorod hamda azotga ajraladi. Jarayon katalizator – temir qirindilarni $600 - 650\text{ }^\circ\text{C}$ haroratga qizdirilganda amalga oshadi. Parchalangan gazning bir qismi yonish uchun kameraga kiritiladi. Bir qismining yonishi $900\text{ }^\circ\text{C}$ katalizator - nikel

kukunli issiqbardosh g'isht ishtirokida amalga oshadi. Yonishda havo va gazning aniq taqsimlanishiga rioya qilish zarur. Hamda skubber, refrijerator va silikagelli adsorberdagi gazning sovishi va quritilishini nazorat qilib, undan keyingina gaz pechga yuboriladi.

9.2-jadval

Termik ishlov berish jarayonlarini o'tkazish uchun nazoratlanuvchi muhitni tanlash

Termik ishlov berish turi	Kam uglerodli po'latlar	O'rta va yuqori uglerodli po'latlar	O'rta va yuqori legirlangan po'latlar	Tezkesar po'latlar	Bolg'alanuvchan cho'yan	
					Perlitli	Ferritli
Yumshatish	PA, AAM-08, QAM-06, TAM-06, TAM-09	TO-GG, TAM-06, TAM-09, Endogaz,		TAM-06 TAM-09	TQ-GG, TAM-06, TAM-09, TA-E KG-TQ	GG, QG-G, QAM-09
Normallash	AAM-08, OG-G, QAM-06	T-GG, Endogaz TAM-06, TAM-09		-	-	-
Toblash	-	GG-TQ, TAM-09, KG-TG, Endogaz		TQ-GG, TAM-06, KG-TQ	-	-
Bo'shatish	-	QAM-06, QG-G		-	-	-

Skubberda sovitish vaqtida namlik 2,3 % ni, refrijeratorda oxirgi sovitishda namlik darajasi 0,7 % ga kamayadi. Gazni quritish gazni soviganligi va namlikni me'yorga yetganligi uchun shu yerda amalga oshadi.

Gazni tugallangan quritish silikagelli adsorberda bajariladi. Adsorber silikagel bilan to'ldirilgan ikkita almashinib ishlovchi kolonkadan tashkil topgan. Namlikning yutilish jarayoni silikagelga yuborilayotgan issiqlik hisobiga amalga oshadi, shuning uchun ishlovchi kolonka tashqi tomonidan suv bilan sovutilib turiladi. Bu vaqtda ishlamayotgan kolonkada silikagelni tiklash jarayoni bajariladi.

Bu jarayonni o'tkazish uchun silikagel 250 – 300 °C qizdirilgan havo bilan 2,5 soat davomida puflanadi. Havo puflagichdan chiqqan havoning bir qismi yonishi uchun kameraga va adsorber qizdirgichga yuboriladi. Zarur hollarda gazni atrof-

muhitga suvli tamba orqali chiqarib yuborish mumkin. Gazlarni kiritish uslublarining tavsif ma'lumotlari 9.3-jadvalda keltirilgan.

9.3-jadval

Gazlarni kiritish uslublarining tavsif ma'lumotlari

Quritish usuli	To'yinish kamerasi, °C	Quruq gazda H_2O ning miqdori		Namlikni quritish miqdori, g/m^3
		g/m^3	%	
Truba sovitgich	+70 dan +20 gacha	361, 19	45 2,3	342
Sovitish qurilmasi	+30 dan +2 gacha	35, 5,6	4,4, 0,7	29,4
Silikagelli adsorber	+5 dan -40 gacha	7, 0,1	0,86, 0,01	6,9
Alyumogelli adsorber	+5 dan -55 gacha	7, 0,016	0,86, 0,002	6,98

Qurilmani, ishlash turiga qarab, quyidagi turlarga bo'lish mumkin:

- tugallangan yonishsiz ammiakning parchalanishi;
- qisman yonishda quritilgan yoki quritilmagan ammiakning parchalanishi;
- texnik azotni tozalash uchun;
- quritilgan yoki quritilmagan vodorodning qisman yonishi uchun.

Bu qurilma 25 *kVt* quvvatda, 380/220 V kuchlanishda ishlaydi, ishlab chiqarishdagi samaradorligi 20 $m^3/soat$.

Daraxt bo'laklaridan olinadigan himoyalovchi gaz kam uglerodli va yuqori uglerodli po'latlarni toza va rangli qizdirish uchun ishlatiladi. Generator gazining tarkibi gazlashtirish haroratiga bog'liq bo'lib, u qanchalik yuqori bo'lsa, gazda CO_2 ning miqdori shunchalik kam, CO miqdori esa shunchalik ko'p bo'ladi. Karbonat angidrid gazi po'latni oksidlaydi, shuning uchun gazda bo'lishi maqsadga muvofiq emas. CO_2 ni gaz tarkibidan tozalash uchun absorber (CO_2 ni yutib qoluvchi 50 % monoetanolaminning suvdagi qorishmasi) yoki qizdirilgan bo'laklardan o'tkazish kerak. Gazning namligi uning xossasiga juda katta zarar keltiradi. Namlik gaz tarkibida qanchalik kam bo'lsa, shu gazdan foydalanilganda po'latni uglerodga

boyitish shuncha yuqori bo'lishi mumkin. Gazlarni namlikdan ozod qilish uchun sovitgichdan va maxsus yutuvchi adsorberdan o'tkazish zarur.

9.2. Sovitish baklari va jihozlari, ularni hisobi

Sovitish baklari va jihozlari to'g'risida umumiy tushuncha

Ko'pgina hollarda zagotovkalariga termik ishlov berishda, sovitish moddasi - suv, tuzning suvdagi eritmasi yoki moy, toblash baklarida bo'ladi.

Zagotovkalar toblash bakiga qopqoq orqali avtomatik ravishda yuklanadi va olovbardosh trubadan toblash bakiga suv yoki moy keltiriladi. Ayrim qo'shimcha qurilmalarda ikkita toblash baki mavjud bo'lib, biri suv, ikkinchisi moy bilan to'ldiriladi.

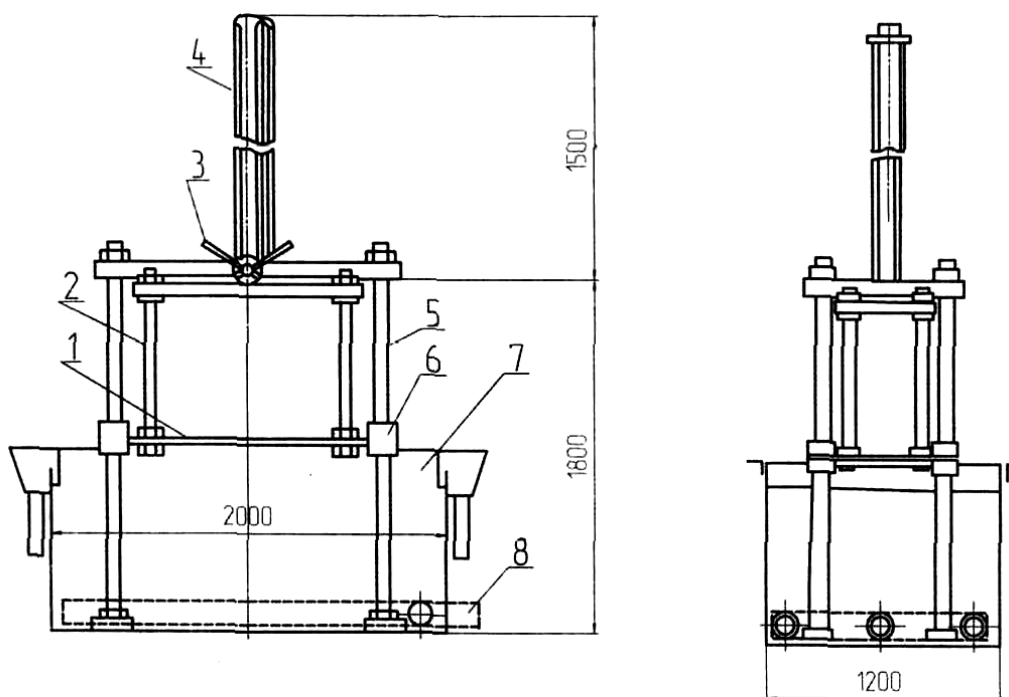
Zagotovkalar toblash bakidan konveyer yordamida havoga chiqadi va yuvish mashinasini konveyerga o'tkaziladi, yuvilgan mahsulotlar bo'shatish elektrpechi konveyeriga tushadi. Bo'shatish pechidan chiqqan mahsulotlar idishga yoki suv bilan to'ldirilgan sovitish bakiga tushadi.

Sovitish baki uchta turga bo'linadi: mexanizatsiyalashmagan (9.1-rasm), konveyersiz mexanizatsiyalashgan (9.2-rasm) va konveyerli mexanizatsiyalashgan (9.3-rasm).

9.1-rasmdagi mexanizatsiyalashmagan sovitish baki stol (1), shtanga (2), kran (3), silindir (4), boshqarish o'qi (5), stol vtulkasi (6), vak (7) va suv oquvchi (8) trubalardan tuzilgan.

Zagotovkani havoda sovitish uchun yetkazib beruvchi maxsus uskunasi bo'lmagan baklar mexanizatsiyalashmagan deyiladi. Bu baklar qalinligi 4-6 *mm* bo'lgan kam uglerodli po'lat listlardan payvandlash usulida tayyorlanib, to'g'ri burchakli, kvadrat yoki silindrik ko'rinishda tayyorlanadi. Bakning o'lchami toblanuvchi mahsulotlar o'lchami bilan aniqlanadi. Mexanizatsiyalashmagan toblash bakining o'lchamlari, mayda va o'rtacha toblangan mahsulotlarga bog'liq bo'lib, 1200 × 700 × 800 yoki 600 × 700 × 800 *mm* bo'lishi mumkin.

9.2-rasmda yuqori haroratda ishlov berish uchun qizdirilgan legirlangan zagotovkarni termik ishlashda sovitish uchun SV-16.13.7/06 tipdagi mexanizatsiyalashagan moyda sovitish vannasini sxemasi keltirilgan. Vannaga zagotovkani yuklash og'irligi 50 kg, vannai ishchi quvvati - 11 kVt, sovitish suyuqligi sifatidan moy qo'llaniladi. SV-16.13.7/06 tipdagi mexanizatsiyalashagan moyda sovitish vannasini suyuqliq saqlash bo'shliqi (1), oqish kanali (2), qizdiruvchi qism (3), filtr (4), nasos (5), manometr (6), haroratni o'lchash asbobi (7), qarshlik termometri (8), suyuqlik me'yorini belgilash asbobi (9), qorishtirgich (10) qismlaridan tuzilgan.

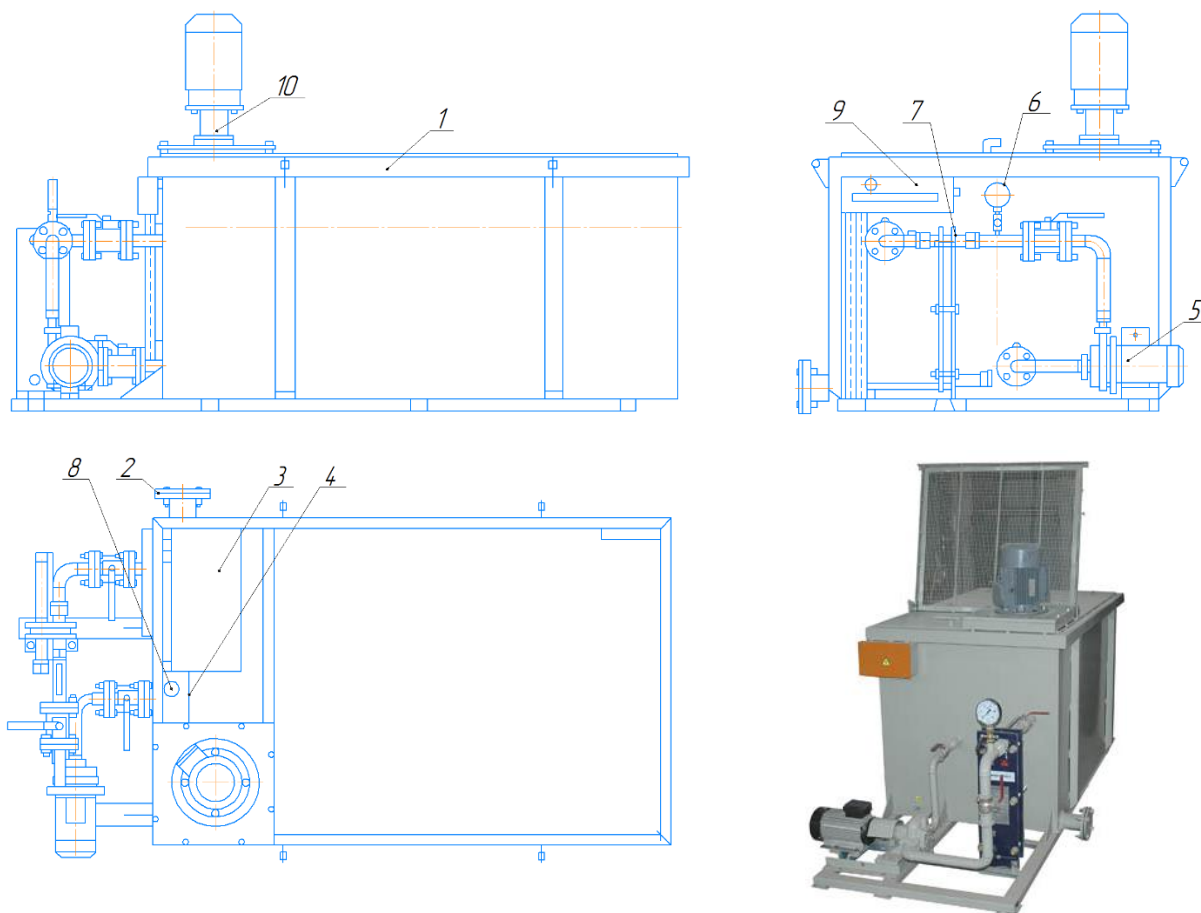


9.1-rasm. Mexanizatsiyalashmagan sovitish baki umumiy chizmasi

9.3-rasmda ko'rsatilgan konveyerli mexanizatsiyalashagan sovitish baki tayanch rama (1), konveyer (2), surish qismi (3), sovitish suyuqligi (4), bak ustuni (5), qabul stoli (6), ajraluvchi qopqoq (7), aralashtirgich (8), haraktlantiruvchi mexanizm (9), kuyindidan tozalash mexanizmi (10), bak egilgan tub qismi (11), shnek (12), sovitish baki (13), chiqarish mexanizmi (14) qismlardan tuzilgan.

Suruvchi pechlarda gazli sementatsiya jarayonini o'tkazib toblash termik ishlovi bajarilganda mexanizatsiyalangan konveyersiz toblash bakidan foydalaniladi. Bu bak teshigi qopqoq stoliga o'rnatilgan oddiy toblash baki bo'lib,

pnevmatik ko‘targich yordamida stol to‘rtta o‘q xizmatidan foydalanib ko‘tarilishi va tushirilishi mumkin.



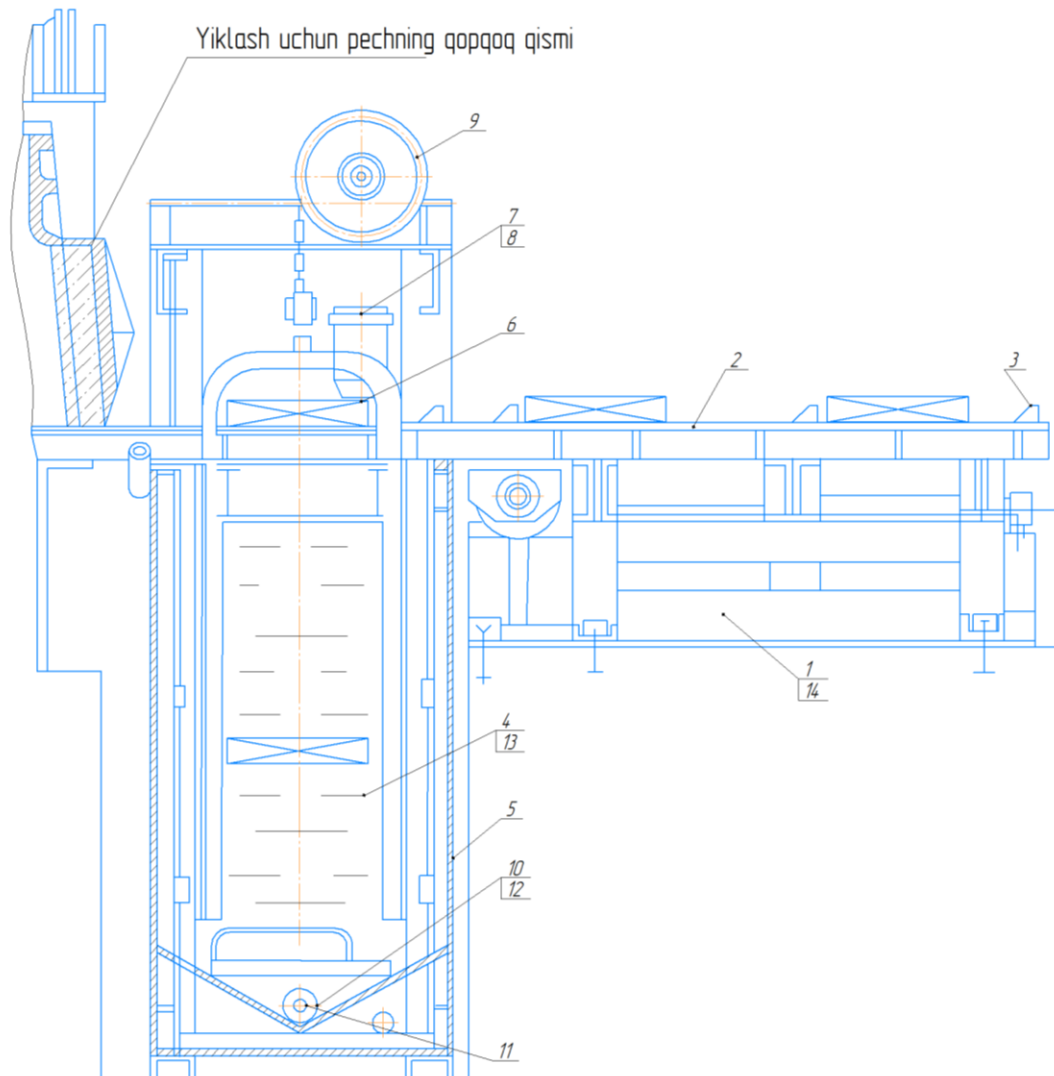
9.2-rasm. SV-16.13.7/06 tipdagi moyda sovituvchi mexanizatsiyalashagan vannani konstruktiv chizmasi

Mexanizatsiyalashgan bakda detalni sovitish quyidagicha amalga oshiriladi. Poddon qizdirilgan detal bilan stolga o‘rnatiladi hamda silindrdagi havo chiqarilib yuboriladi va stol moyga tushadi. Detal sovitilgandan keyin silindrga havo yuborilib stol ko‘tariladi. Bu bakning ishlab chiqarishdagi samaradorligi 225 – 300 *kg/soat* ga teng, kompressor havo bosimi 5 - 6 *at* bo‘lib, sarfi 0,6 *m³/soat* ga teng.

Toblash bakining hisoblash

Toblash bakining o‘lchamlarini quyidagicha usul bilan hisoblash mumkin: faraz qilaylik, toblash bakida uzunligi 1000 *mm*, diametri 100 *mm* va og‘irligi 67,5 *kg* bo‘lgan o‘rta uglerodli po‘latdan tayyorlangan val sovitilmoqda. Toblashdagi qizdirish harorati 850 °C, toblashdan keyingi valning sirtqi qatlamidagi harorat 40

°C, markazda esa 200 °C. Demak, valning o‘rtacha haroratini 100 °C ga teng deb qabul qilish mumkin.



9.3-rasm. Konveyerli mexanizatsiyalashgan sovitish baki konstruksieasi: 1- tayanch rama; 2 – yonaltiruvchi balka; 3 – surish reyikasi; 4 – moyli toblash suyuqligi; 5 – bak karkasi; 6 – qabul stoli; 7 – ajraluvchi qopqoq; 8 – qorishtirgich; 9 - qabul stol yiritmasi; 10 – kuyindidan tozalash mexanizmi; 11 – bakni egri tubi; 12 – shnek; 13 – toblash baki; 14 – chiqarish mexanizmi

Valni toblashda suvga quyidagi miqdorda issiqlik ajraladi:

$$Q = g (c_o^b t_o^b - c_o^t t_o^t), \text{ kkal} \quad (9.1)$$

bu yerda g - valning og‘irligi, kg ;

t_o^b - valning toblashdan oldingi boshlang‘ich o‘rtacha harorati, 850 °C;

t_o^t - valning sovitish bakidan chiqqandan keyingi tugallangan o‘rtacha harorati, 100 °C;

c_o^b , - 0 va 850 °C oralig'ida po'latning o'rtacha issiqlik sig'imi, 0,17 kkal/kg grad;
 c_o^t , - 0 va 100 °C oralig'ida po'latning o'rtacha issiqlik sig'imi, 0,12 kkal/kg grad.

Shunday qilib:

$$Q = 67,5 (0,17 \cdot 850 - 0,12 \cdot 100) = 67,5 (144,5 - 12) = 8944 \text{ kall}$$

Bu issiqlikni sovitish moddasi yutadi, sovitgichni, ya'ni suv miqdorini quyidagi tenglik asosida hisoblash mumkin:

$$Q = g_o (c_s^t t_s^t - c_s^b t_s^b), \text{ kkal} \quad (9.2)$$

bu yerda g_o - sovitgich miqdori, kg

t_s^b - sovitgichning boshlang'ich harorati (suv uchun 20 °C)

t_s^t - sovitgichning tugallangan harorati (suv uchun 40 °C)

c_s^b, c_s^t - 20 va 40 orasidagi sovitgichga tegishli o'rtacha issiqlik sig'imi; suv uchun 1 deb qabul qilingan.

Shunday qilib:

$$Q = g_o (40 - 20) \text{ kkal} \quad (9.3)$$

(9.2) - va (9.3) - formulani o'rniga qo'yib, toblash baki uchun issiqlik balansiga ega bo'lamiz:

$$8944 = g_o \times 20 \quad (9.4)$$

$$g_o = \frac{8944}{20} = 985,47 \text{ lbs yoki } l$$

buning uchun quyidagi hajmli idish yetarli:

$$V = 0.447 \text{ m}^3$$

Ko'rilgan namuna uchun vertikal silindrik bak olish ancha qulay. Bakning balandligini quyidagi ma'lumotlardan aniqlash mumkin: valning uzunligi 1000 mm, valning pastki qismi ham, boshlang'ich qismi ham suvning ostida bo'lishi kerak, ya'ni 100 mm. Demak, bak o'lchami 1000 + 100 + 100 = 1200 mm bo'lishi shart.

Bakning tashqi diametrini quyidagicha hisoblash mumkin. Bak balandligi va hajmi ma'lum bo'lganda, quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$V_{bak} = 1,2 \frac{\pi D^2}{4} = 0,447, m^3$$

bu yerdan

$$D^2 = \frac{0,447 \cdot 4}{1,2 \cdot 3,14} = 0,53 m^2 \text{ yoki } D = \sqrt{0,53} = 0,75 m$$

Shunday qilib, valni toblash bakning quyidagi o'lchamdagisi yetarli: $D = 750 mm$ va $h = 1200 mm$.

Ammo bakning chuqurligini yanada uzaytirish kerak, sababi to'ldirilgan suv valni berkitishi zarur, undan tashqari to'ldirilgan suv miqdori doim bakning eng yuqori chekkasidan kamida $100 mm$ pastda bo'lishi kerak.

Valning hajmi quyidagicha hisoblanadi:

$$V = \frac{l\pi d^2}{4} = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,008 m^3;$$

Demak, val shuncha hajmdagi suvni siqib chiqaradi, agar val hajmini bakning ko'ndalang kesim maydoniga ajratadigan bo'lsak, u quyidagiga teng bo'ladi:

$$S_b = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 0,008 m^2;$$

Olingan qiymatlar bak balandligini hisoblash imkonini beradi, ya'ni

$$0,008/0,008=0,018 m \text{ yoki } 18 mm$$

Shunday qilib, bakning umumiy balandligini aniqlash mumkin:

$$1200 + 18 + 100 = 1318 mm.$$

Demak, berilgan valni toblash uchun ishlatiladigan bakning o'lchami quyidagicha bo'lishi kerak: $\varnothing 750 \times 1320 mm$.

Chuqur sovitish uchun jihozlar, past harorat olish uslublari

Hozirgi vaqtda termik sexlarda sovuq ishlov berish jarayoni keng tarqalgan bo'lib, 0 °C dan past haroratda po'latlarga termik ishlov berish qoldiq austenitning martensitga aylanishiga imkon beradi. Natijada po'lat xossasi o'zgaradi, qattqlik ortadi, magnit xossasi esa pasayadi.

Past harorat olishning bir qancha usullari mavjud. Eng oddiy usuli: yaxshi issiqlik izolyatsiyali, taxtali, quti – latunli, yoki misli idishga joylashtiriladi. Unga qattiq muz yuklanadi, ustiga esa chuqur sovitish zarur bo'lgan mahsulot tashlanib, muz bilan ko'miladi. Bu usulda sovitish harorati -65 dan -75 °C gacha oralig'ida amalga oshadi.

Ikkinchi usuli: mahsulotlar suyuq havoda, suyuq kislorodda yoki suyuq azotda sovitiladi; harorat -180 dan -190 °C gacha bo'lgani uchun sovish darajasi ancha chuqur bo'lib, ayrim po'lat uchun bu ortiqcha hisoblanadi.

Uchunchi usulda, maxsus uskunalardan foydalaniladi, ya'ni suyuq havo yoki kislorod ilon izi singari sirkulyatsiya qilib turiladi.

Tozalash jihozlari

Termik ishlov berilgan mahsulotlarni tuzdan, moy va ifloslardan yuvish uchun ishqorli vannadan foydalaniladi. Issiq ishqorli suv tarkibi 3 - 10 % kaustik yoki kalsiy bo'lgan qorishmadan tashkil topgan. Uning uchun yuvish baki yoki mashinalari o'rnatilgan.

Eritmalar sirkulyatsiya qilinmaydigan yuvish baklari oddiy toblash baklaridan farq qilmaydi. Yuvish bakiga suv va eritmani qizdirish uchun par o'tkazilgan. Par bakning ichki devoridan ilon izisimon ko'rinishda o'tkazilgan. Qorishmaning harorati 80 – 90 °C atrofida ushlab turliladi. Idishdagi mahsulot 5 - 10 *min.* davomida yuviladi va havo bilan quritiladi. Ishlatilishiga qarab har 5 - 10 kunda bak tozalanib, qorishma almashtiriladi.

Zamonaviy termik sexlarda mahsulotlarni yuvish uchun yuvish mashinalaridan foydalaniladi. Bu mashinalarni doimiy ishlab chiqarishda to'xtovsiz harakatlanuvchi konveyerli turlari ko'p ishlatiladi. Termik sexlarda yuvish

mashinalarining YuM - 400K va YuM - 600K (400, 600 - konveyer lenta mashinasi enining o'lchami, *mm*) turlari qo'llaniladi. Bu mashinalardan yuvish uchun alohida jihoz, shu bilan birgalikda termik ishlov uchun qurilma sifatida foydalanish mumkin.

Mahsulotlarni metall kuyundilardan va zanglardan tozalash uchun qum purkash va pitra (drob) otish qurilmalaridan, yedirish vannalaridan foydalaniladi. Bu usullar mahsulotlardagi tashqi nuqson yoriqlarni va boshqa nuqsonlarni aniqlash imkonini beradi.

Temirlarni termik sexlarda termik ishlovdan keyingi nuqsonlardan tozalash uchun kimyoviy yedirish usulidan foydalaniladi. Bu usulning ishlab chiqarishda keng tarqalgan turi ko'tarish-aylanish krani yordamida maxsus yedirish mashinasidir. Bu mashina par yoki siqilgan havo yordamida harakatlanuvchi silindirli, porshenli plunjerdan tuzilgan. Havoning bosimi 5 - 6 *at* ga teng. Plunjerning yuqorisida to'rtta balka o'rnatilgan bo'lib, kranning uchida mahsulot solingan idish osilib turadi. Plunjer idishni ko'tarish va tushirishga moslashgan. Idish ko'tarilganda 90 °C ga burilishi mumkin. Idishning qarama - qarshisiga uchta bak o'rnatilgan. Birinchi bakka kislota eritmasi, boshqasiga issiq suv, uchinchisiga esa sovuq suv to'ldirilgan.

Kislotali yedirish baki taxtali, tashqi qismidan kislotaga chidamli beton, rezina qoplangan materiallardan tayyorlanadi, bu baklarning metalli kislotaga chidamli g'isht va rezina bilan qoplangan turlari ham ishlatiladi.

Yedirish mashinasiga yuklaniladigan og'irligiga qarab (ya'ni og'irligi 400, 900, 1800 *kg* li yuk har bir idishda bo'ladi) har xil diametrli 300, 500 va 800 *mm* silindrlar ishlatiladi. Yedirish davri 30 minutga teng mashinaning ishlab chiqarish samaradorligi yukka qarab 0,9; 1,8 va 3,6 *t/soat* ni tashkil qiladi.

Ayrim tozaligi yuqori termik sex va asbobsozlik termik sexlarida elektrolitik yedirish turi ishlatiladi. Yedirishning bu usuli yedirish mumkin bo'lgan hamma imkoniyatlarni bajaradi va hattoki juda kichik mahsulotlardagi kichik rezbalarni ham tozalay oladi.

Hozirgi vaqtda ultratovush metall zagotovkalarining moylarini yo'qotish va tozalash uchun ishlatilmoqda. Ultratovushli tebranish idishga to'ldirilgan

suyuqlikdan keladi. Suyuqlikdagi ultratovush to‘lqinli harakatidan kavitatsiya paydo bo‘ladi. Kuchli gidravlik ta’sir natijasida tozalanuvchi mahsulotlarga ta’sir qiladi. Metallga yopishgan moy yoki ifloslar molekulaning kuchi sustlashadi va metall yuzasidan ketadi. Metall mahsulotlar iflosdan, moydan, zang va metall maydalaridan to‘liq tozalanadi.

Ultratovush yordamida tozalovchi jihozlar, asosan, uchta elementdan tuziladi. Elektro-magnit to‘lqinli generator, elektromexanik uzatgich va tozalanuvchi mahsulotni tashish uchun qurilma.

Ultratovush yordamida tozalovchi jihozlar UTA-1 va UTA-2 uskunalari ishlab chiqarishda ko‘p ishlatiladi. UTA-1 uskunasi mayda mahsulotlarni, UTA-2 uskunasi yirik mahsulotlarni tozalashga moslashgan.

9.3. Haroratni o‘lchash asboblari

Haroratni o‘lchash asboblarini umumiy tushuncha

Haroratni kinetik nazariyaga asosan, molekulalarning ilgarlanma harakati kinetik energiyasini o‘lchami sifatida aniqlanadi. Bundan harorat deb nomlangan shartli statistik kattalik molekulalarning o‘rtacha kinetik energiyasiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi.

Inson jismning qiziganlik holatini tahminan qilishi sovuq, iliq, issiq, qiziganligi (yuqori haroratlarda qizigan jismning nur tarqatishi rangiga nisbatan). Shuningdek haroratni o‘lchash uchun bilvosita usullardan foydalaniladi, masalan, jismlarning fizikaviy xossalari o‘lchanadi, chunki ular harorat bilan bog‘liq bo‘lib, ularni sanoatda o‘nlab turli moslamalari mavjud, ulardan sanoatda ilmiy izlanishlarda va maxsus maqsadlar uchun qo‘llaniladi. 9.4-jadvalda eng ko‘p tarqalgan haroratlarini o‘lchash va ularning qo‘llash chegaralari berilgan.

Hamma harorat asboblari bir xil yo‘l bilan (ayrimlardan tashqari) shakllantirilgan: 2 ta (eng kami) muhim reper nuqtalar asosida (toza moddalarning haroratni faza o‘zgarishi qaytarilishi oson va atmosfera bosimida o‘zgarmas) va ularga raqamli miqdorlar berilgan va ko‘rinadigan haroratni xossa qo‘llanilayotgan

termometr moddasi harorat bilan chiziqli bogʻlanishni hosil qilishini Farengeyt (1715 y.), Reomyur (1730 y.), Selsiy (1742 y.), Kelvin (1848 y.) tadqiqotchilar nazarda tutishgan. Selsiy shkalasida suvning muzlashi 0 °S, qaynashi 100 °C, Reomyur shkalasida bu nuqtalar 0 °C dan 80 °C ga teng, Farengeyt shkalasida muz erishi harorati 32 °C, qaynash harorati 212 °C va ular oraligʻi 180 °C teng masofaga ajratilgan. V.Tompson (Lord Kelvin) haroratning aniqlanishni moddaning termometrik xosasiga bogʻliq boʻlmagan prinsipial imkoniyatini koʻrsatib berdi. Bu ikkinchi termodinamika qonuniga asoslangan. Kelvin shkalasida 0 °C sirtida molekulalarning issiqlik harakatini toʻxtashi qabul qilingan, muzning erish harorati absolyut termodinamik shkala boʻyicha 273.15 °K ga teng. Kelvin shkalasining gradusi Selsiyning 100 °C li shkalasi gradusiga aynan teng.

9.4-jadval

Haroratni oʻlchash moslamalari va ularning qoʻllanilishining amaliy chegaralari

Termometrik xossa	Moslama nomi	Uzoq vaqt qoʻllanilishi chegarasi, °C	
		pastki	yuqori
Xajmiy kengayish	Suyuqlik shisha termometr	- 190	600
Berk xajmda bosimning oʻzgarishi	Manometrik termometrlar	- 60	550
Elektr qarshiligining oʻzgarishi	Elektrik qarshilik termometrlari	- 200	500
(TEYUK) paydo boʻlishi	Termoelektrik pirometrlar (termoparalar)	- 270	2500
Issiqlik kuchlanishi	Optik pirometrlar	700	6000
	Radiatsion pirometrlar	20	3000
	Fotoelektrik pirometrlar	600	4000
	Rangli pirometrlar	1400	2800

Shuning uchun $T = t + 273.15$ °K deb qabul qilingan. XX asr boshlarida Selsiy va Reomyur shkalasi ilmiy ishlarda qoʻllanilib kelingan. Shuning uchun 1968 yilda Xalqaro amaliy harorat shkalasini qabul qilingan. Xalqaro amaliy harorat shkala

(XAHSH – 68) qaytariladigan haroratlarga asoslangan. Bularga reper nuqtalari, raqamli belgilari berilgan.

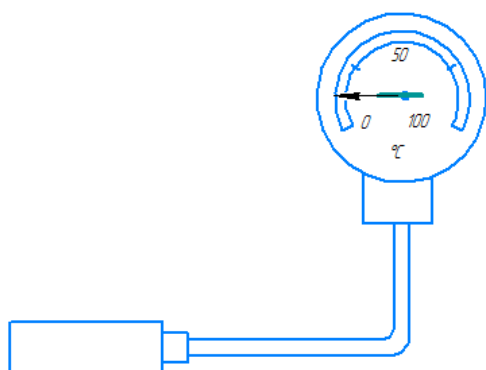
Dilatometrik termometrlar

Hajmiy kengayish termometrlar keng ommalashgan bo‘lib – suyuqlik shisha termometrlar va monometrik termometrlardir. Chiziqlar kengayish haroratlar sterjenli va bimetallic termometrlar o‘lchov asboblari sifatida qurilarda qo‘llanilmaydi, ular harorat regulyatorlarida datchik o‘rnida ishlatiladi.

Termometrlar ichida eng aniq harorat o‘lchovida ishlatiladigan suyuq shisha termometrlari bo‘lib - ular da moddani issiqlikdan kengayish xossasidan foydalaniladi. Termometrning ishi termometrik moddanning va qobiqning issiqlikdan kengayishini farqi tufayli sodir bo‘ladi. (qobiq shisha yoki kvars). Afzalligi: qo‘llanishining soddaligi, o‘nglashning engiligi, arzonligi, datchikning issiqlik energiyasi haroratlar o‘lchov diapazonining chegaralanganligi.

Texnik termometrlar $0.5 \div 1.0$ dan $5 \div 10$ °C gacha shkala bo‘limlari bilan ishlab chiqariladi ($+300 \dots +500$ °C gacha), ruxsat etilgan hatoligi ± 1 dan ± 10 °C harortgacha yuqori chegaraga bog‘liq. Ular elektrik va alangali pechlarda qo‘llanilmaydi.

Manometrik termometrlar (9.4-rasm) moddanning bosimning haroratga bog‘liqligi asosida ishlaydi. Harorat o‘zgarganda o‘zgarimas xajmda ta’sirchan elementga bo‘layotgan bosim o‘zgarib monometr shkalasidagi mil yoki patqalam u yoki boshqa tomonga siljitadi. SHkala graduslarga bo‘lingan bo‘ladi.

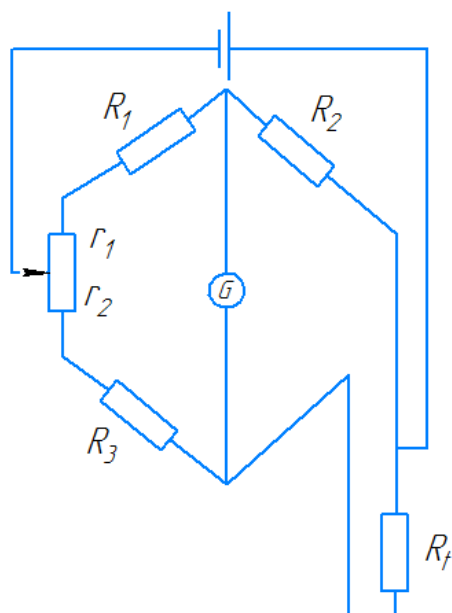


9.4-rasm. Manometrik termometr

Monometrik termometrlar avtomatik ravishda haroratning boshqarishni avtomatik tizimlarda, shkalasiz ma’lumotlar beruchi moslamasi sifatida ishlatiladi, elektrik va alangali pechlarda qo‘llanilmaydi.

Elektr qarshiligi termometrlari

Zamonaviy metallurgiya ishlab chiqarish amaliyotida 650 °C gacha bo'lgan haroratlarni qarshilik termometrlarda o'lchash qabul qilingan. 9.5-rasmda hozirgi kunda ko'p qo'llanilayotgan elektrik termometrning sxemasi keltirilgan. Shu prinsip moddaning haroratining uning qarshiligining o'zgartirish bilan o'lchanadi.



9.5-rasm. Uch simli muvofiqlashtirilgan ko'prik sxemasi

Ushbu bog'liqlikni aniqlab termometrning qarshiligini o'zgarishi bilan harorat o'zgarishi haqida ma'lumot beriladi. Natijada chiqish parametri elektrik kattalik bo'lib juda aniqlik bilan o'lchanadi. (0,02 °C gacha) va uzoq masofaga uzatilishi va avtomatik boshqarish tizimlarida ishlatilishi mumkin. Ta'sirchan element sifatida toza metallardan foydalaniladi, platina, mis, nikel, temir va yarim o'tkazgichlardan tayyorlanadi.

Termoelektrik pirometrlar (termoparalar)

Metallurgiya sanoatida haroratni o'lchashda termoelektrik pirometrlar keng ishlatiladi. Pirometrlarning harorat o'lchash intervali – 200 °C dan + 2500 °C gacha (kerak bo'lganda undan yuqori ham bo'lishi mumkin).

Bu moslamalar yuqori aniqlik va ishonchliligi bilan tavsiflanadi va ularni avtomatik boshqarish va nazorat qilish tizimiga o'rnatish mumkin. Termoelektrik usul termoparaning bir uchi qiziganda E.Yu.K. (elektr yurituvchi kuch) paydo bo'ladi, chunki uning ikkinchi uchi (sovuq ulanish) past haroratga odatda xona haroratiga ega bo'ladi. Paydo bo'lgan E.Yu.K. o'lchash uchun, uni boshqa o'tkazgichning E.Yu.K. bilan solishtirishlari, ular birinchi o'tkazgich bilan termoelektrik juftlik hosil qiladi va zanjirda tok paydo bo'ladi. Bu xodisa 1821 yilda Zeebek tomonidan ochilgan va uning nomi bilan yuritiladi.

Termoelektrodlar materiallari quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- 1) yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lishi, termo E.Yu.K. va haroratga proporsional tavsif bo'yicha o'zgarishi zarur;
- 2) olovbardosh bo'lishi;
- 3) vaqt oralig'ida fizikaviy xossalarning muhimligini ta'minlashi va haroratlarning o'zgarishiga mos bo'lishi talab qilinadi;
- 4) haroratlarning qarshilik ko'rsatish koeffitsienti katta bo'lmashligi.

Muhim fizikaviy xossalari bilan katta hajmda ishlab chiqarish imkoniyati bo'lishi kerak. Termoelektrodlar sifatida diametri $0,5 \div 3,0$ mm bo'lgan simlar ishlatiladi. Ikkita elektrodning bog'lanishi – payvand, o'rab biriktirish volfram molibden termoparalar uchun qo'llaniladi. Ishlab chiqarishda qo'p qo'llaniladigan termoparalarni ko'rib chiqamiz:

Platinarodiy-platina termoparasi (PP):

+ elektrod – 90 % Pt va 10 % Rh qotishma;

– elektrod – 100 % Pt «ekstra».

Bu termoparalar etalon termopara sifatida qo'llaniladi va ilmiy izlanishlarda ishlatiladi. Uzoq vaqt mobaynida 1300 °C gacha bo'lgan haroratlarda qisqa vaqt ichida 1600 °C ishlashi mumkin. 1000 °C termo E.Yu.K. – $9,566$ mV, 1600 °C – $16,76$ mV.

Xromel-alyumel termopara (XA):

+ elektrod – xrom qotishmasi: 89 % Cr; 9,8 % Ni; 1,0 % Fe va 0,2 % Mn;

– elektrod – alyumel: 94 % Ni; 0,5 % Fe; 2,0 % Al; 2,5 % Mn va 1 % Si.

Bunday termoparalar $3,2$ mm va undan yupqa simlardan tayyorlanadi. Uzoq vaqt davomida 1000 °C haroratda qisqa muddatda 1300 °C haroratda qo'llash mumkin. 1000 °C haroratda $41,3$ mV.

Xromel-kopel termopara (XK):

+ elektrod – xrom qotishmasi: 89 % Cr; 9,8 % Ni; 1,0 % Fe va 0,2 % Mn;

– elektrod – kopel qotishmasi: $43 \div 44$ % Ni; $56 \div 57$ % Cu.

Uzoq vaqt 600 °C, haroratda, qisqa vaqt 800 °C haroratda ishlashi mumkin. Termo E.Yu.K. 500 °C haroratda $40,15$ mV.

Termoelektrik termometr (*TT*) – o‘lchov o‘zgartiruvchisi ta’sirchan elementi termopara - maxsus himoya qobig‘idan bajarilgan armaturaga ega. Bu qobiq termoparaning termoelektrodlarini mexanik buzilishlardan va o‘lchanayotgan muhit ta’siridan saqlaydi. Armatura ichiga himoya qobig‘i va armatura usti qismi kiradi. Ichkarisida esa qotirish moslamasi bo‘lib termoelektrodlarni o‘lovchi simlar bilan kontakt hosil qiladi va termometrlar butun qobiq bo‘ylab keramik munchoqlar bilan bir - biridan ajratilgan. Himoya qobig‘i gaz o‘tkazmaydigan materiallardan tayyorlanib, yuqori harorat va agressiv muhit ta’siridan saqlaydi. Termo E.Yu.K. o‘lchanayotgan termoparaning ozod tugunlari turli haroratlarda o‘lchanadi. Termo E.Yu.K. ni ko‘tarib yuriladigan potensiometr yordamida o‘lchanadi. Xatoligi 0,1 mV dan ko‘p bo‘lmasligi lozim. O‘lchashlar ushbu haroratda 10 *minut* tutib turib, so‘ng bajariladi.

Nurlanish pirometrlari

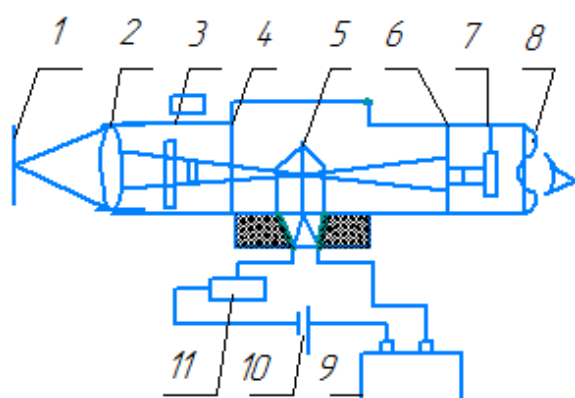
Issiqlik nurlanishi o‘lchashga asoslangan termometr pirometrlar deb ataladi. Ular 100 dan 6000 °C va undan yuqori haroratni nazorat qilish imkonini beradi. Ularning asosiy afzalligi shundaki o‘lchash vaqtida qizdirilgan jism harorat maydoniga o‘lchovchi vositaning ta’sirida bo‘lmaydi. Bu termometrlar kontaktsiz deb nomlanadi. Nurlanish qonunlari asosida pirometrlarning quyidagi nurlari:

- optik pirometrlar;
- radiatsion pirometrlar;
- spekt nisbatlar pirometrlari;
- fotoelektrik pirometrlar.

Optik pirometrlarning ish prinsipi monoxromatik nurlanishning oqim zichligini haroratga bog‘liqligiga asoslangan. 9.6-rasmda optik pirometrning “yo‘qolib ketuvchi ipli” sxemasi keltirilgan, uning ish prinsipi o‘lchanayotgan ob’ektning yorqinligi bilan gradirovka qilingan nurlanish manbaining yorqinligini bilan solishtirish orqali o‘lchanadi. Manbaining nurlanishi (1) linza (4) “ip” tekisligida shaklga kiradi. Operator diafragma (6) va nurfiltri (7) orqali qizdirilgan jism fonida lampa ipini ko‘radi. Operator reostat muruvatini (11) siljitib, lampa

orqali o'tayotgan tok kuchini o'zgartiradi va ip yorqinligini jism yorqinligi bilan tenglashtiradi. Agar ip yorqinligi jism yorqinligidan kam bo'lsa, jism yorqinligi fonida ip qora chiziq bo'lib ko'rinadi.

Agar jism yorqinligidan ortiq bo'lsa oq chiziq bo'lib ko'rinadi, jism va ip yorqinliklari teng bo'lganda ip ko'rinmay qoladi va bu vaqtda yorqinlik haroratlari ham tengligini bildiradi. Lampa batareyadan (10) kuchlanish olib ishlaydi.



9.6-rasm Optik pirometr sxemasi

Qurilma (9) o'lchash zanjiridan oldindan graduslarga bo'lingan bo'lib tok kuchi va yorqinlik haroratga bog'liq va natijaviy sanoqda bo'lishligini ta'minlaydi.

Bu tipdagi pirometrlar haroratni 700 °C dan 8000 °C gacha o'lchash shkalani beradi.

Sanoatda ishlatilayotgan pirometrlar 1200 ÷ 2000 °C issiqlik oraliq haroratlarini o'lchaydi va ruxsat etilgan xatoligi ±20 °C.

Pirometrlarning aniqlik sifatiga qoralik darajasining noaniqligi va uning spektri ta'siriga nurlanishning o'zgarishi, oraliq muhitning nurlanishining kamayishi ham ta'sir etadi.

Radiatsion priometrlar boshqa pirometrlarga qaraganda aniqligi kam, hosil bo'lgan xatoliklar, teleskopning noto'g'ri ravishda nurlanish manbaiga yo'naltirilganda, devorning nurlanish ta'sirida (pechdan metallning haroratini aniqlashda) hosil bo'ladi.

CO₂ va suv bug'larining energiya yutishi, shuning uchun o'lchash masofasi 2,8-1,3 m hisoblanadi. Linza materialining ko'rinishi o'lchanayotgan haroratlar oralig'ini aniqlashga va graduirovka tavsifini beradi. Flyuorit shishasi past temperaturarlarni o'lchash imkonini beradi -100 °C haroratdan boshlab kvars shishasi 400 ÷ 1500 °C haroratlarda o'lchashda foydalaniladi. Optik shisha esa 950 °C va undan yuqori haroratlarni o'lchash imkonini beradi. Sanoat pirometrlarning ruxsat

etilgan 20 taligi haroratning yuqori chegarasini oshishi bilan bog‘liq, 1000, 2000 va 3000 °C haroratlar uchun tegishli ravishda, ± 12 ; ± 20 va ± 35 °C haroratlarga teng.

Fotoelektrik pirometrlar - haroratning avtomatik ravishda uzluksiz o‘lchash va qayd imkoniyatini beradi. Ularning ish prinsipi nurlanish intensivligining haroratga bog‘liqligi spektrning juda tor intervalidagi to‘lqin uzunligini o‘lchashga asoslangan. Bu moslamalarda qabul qilish uchun fotodiodlar, fotoqarshiliklar, fotoelementlar va fotoko‘paytirgichlar qo‘llaniladi. Xususiy nurlanish fotoelektrik pirometrlar 2 ta guruhga bo‘linadi:

1. harorat o‘lchami qabul qiluvchiga bevosita fotooqimning miqdorining tushishi bilan o‘lchanadi;
2. stabil nurlanish manbaiga ega pirometrlar, fotoqabul qiluvchi ob‘ekt va ushbu manbaning yorqinligining tengligi ko‘rsatuvchi indikator bo‘lib xizmat qiladi.

Fotoelektrik pirometrlarning o‘lchash chegaralari 500 dan 1100 °C bo‘lganda kislorodli - seziyli fotoelementli, 800 ÷ 4000 °C ga esa vakuumli surma - seziyli pirometr qo‘llaniladi. Bu pirometrga qizil rang filtri turida $0,65 \pm 0,01$ *mkm*, effektiv to‘lqin uzunligini pirometrlar vizual optik pirometrning ko‘rsatkichlariga mos tushadi.

Spektral nisbat pirometrlari - pirometrlar ob‘ektining haroratining rangini spektrining ma’lum 2 ochiq uchastkasida nurlanish intensivligini o‘lchami bilan aniqlanadi.

Spektral pirometrlar qattiq va erigan metallning keng haroratlar intervalida 300 do 2200 °C o‘lchaydi va 1 va 1,5 aniqlik sinfiga ega (o‘lchash chegarasiga bog‘liq). Ushbu pirometrlar 3 ÷ 5 marotaba xatolikka ega bo‘lib, nurlanuvchining qoralik darajasi o‘zarishga bog‘liq. Ularning ko‘rsatkichlariga oraliq muhitning nur yutishi kam ta’sir etadi. Lekin ayrim xollarda ob‘ekt shu haroratda selektiv nurlanishining, ya’ni to‘lqin uzunligi o‘zgarishi bilan shu haroratda keskin o‘zgarishi natijasida qoralik darajasi ham o‘zgarishi holatlari sodir bo‘ladi. Xatolik boshqa pirometrlarga nisbatan ancha oshadi. Spektral pirometrlar juda murakkab, ishonchliligi ancha kam.

9.4. Issiqlikdan foydalanishda ekologiya muammolar

Yonish mahsulotlari issiqlik texnikaviy qurilmalarning energetik va ekologik jihatlariga ta'sir ko'rsatadi. Ammo bundan tashqari bunday mahsulotlarning yonishidan bir qator boshqa moddalar hosil bo'lishi va ularning miqdori ancha kam bo'lganligi uchun energetik hisoblashlarda inobatga olinmaydi, lekin pech, pechlarning yonuvchi ishchi qismlari va issiqlik dvigatellarida va boshqa zamonaviy energetik kurilmalarining ekologik ko'rsatkichlariga ta'sir o'tkazadi. Ekologik zararli mahsulotlar sifatida birinchi navbatda toksik gazlarni ko'rsatish mumkin. Toksik deb inson organizmiga va tabiiatga sal'biy ta'sir o'tkazadigan moddalarga aytiladi. Asosiy toksik gazlar NO_2 - azot oksidi, CO -uglerod (II) oksidi, turli uglevodorodlar va qo'rg'oshin, oltingugurt va qurum moddalarining birikmalari xisoblanadi.

Azot oksidlari yonishda asosan azot oksidi NO hosil bo'lib, havoda NO_2 gacha oksidlanadi. NO miqdori harorat ko'tarilgan sari ko'payib boradi va uglevodorodli tarkibdan tashqari kislorod konsentratsiyasi hisobiga oshadi. Atmosfera tarkibidagi NO_2 gazi qizg'ish qo'ng'ir tUSDagi gaz bo'lib, katta konsentratsiyalarda bo'g'ish xususiyatlariga ega. NO_2 gazi ko'z pardalariga sal'biy ta'sir etadi.

Uglerod (II) oksidi, (CO) kislorod etishmasligi holatidagi gaz bo'lib, nafas olganda havo bilan o'pkadagi qonga surilib qon tarkibidagi gemoglobin bilan intensiv ravishda birikib, organizmni kislorod bilan ta'minotini susaytiradi. SO gazi bilan zaharlanish alomatlari bosh og'rig'i, yurak urishining tezlashuvi, nafas olishning qiyinlashuvi va ko'ngil aynishi xisoblanadi

Uglevodorodlar (CN) – yoqilg'ining asli yoki parchalangan radikallaridan tashkil topgan va yonish jarayonida ishtirok etmagan molekulalar hisoblanadi, asosan ichki yonuv dvigatellarining ishlab chiqqan gazlari tarkibida uchraydi. Asosan dvigatel o'chirilganda yonish kameralarining sovuq devorlari yonida, porshen va silindr kompressori xalqalarning yuqori qismi orasidan chiqib ketadi. Dizel motorlarida uglevodorodlar o'ta boyitilgan gaz aralashmalari maydonlarida hosil bo'lib, asosan yoqilg'i molekulalarining pirolizidan hosil bo'ladi. Agar

kengayish vaqtida bu maydonlarga etarli darajada kislorod berilmasa, unda *CN* ishlab chiqqan gazlar tarkibida atmosferaga chiqib ketadi. Turli uglevodorodlar soni 200 dan ortiq toksik gazlar hosil qilishi mumkin. *CN* konsentratsiyasi (ayniqsa intensiv transport oqimi bo'lgan joylarda) havo tarkibida bo'lganda bevosita inson salomatligiga zarar etkazmasada, shunday reaksiyalarni boshlanishiga turtki bo'ladi, bu hosil bo'lgan moddalarning eng kichik konsentratsiyasi ham zaharli bo'lishi mumkin. Masalan, uglevodorodlar quyosh nurlari ta'sirida *NO* bilan birikib biologik aktiv moddalar hosil qilishi va atmosferada *SMOG* deb nomlangan gaz va atmosferadagi namlik bilan aralashma hosil qilishi mumkin. Ayniqsa benzol, toluol, politsiklik aromatik uglevodorodlar (*PAU*) va birinchi navbatda benzpiren ($C_{20}H_{12}$) nihoyatda xavflidir. Yuqori toksik moddalarning bu guruhi engil va o'rtacha fraksiyali yoqilg'ining 600 - 700 °C haroratda pirolizi tufayli hosil bo'ladi. Bunday sharoitlar silindrning sovuq sirtlari atrofida yonmay qolgan uglevodorodlar hisobiga hosil bo'ladi. Ishlab chiqqan gazlar tarkibida *PAU*lar qancha ko'p bo'lsa, yonmay qolgan yoqilg'i tarkibida benzol ham shuncha ko'p bo'ladi. *PAU*lar kanserogen moddalar sirasiga kiradi va inson organizmidan chiqmaydi, organizmda yig'ilib borish xususiyatiga ega va turli zararli o'smalarning hosil bo'lishiga omil bo'ladi.

Qurum – qattiq mahsulot bo'lib, asosan ugleroddan tashkil topgan. Ugleroddan tashqari qurum tarkibida 1.3 % (og'irligi bo'yicha) vodorod ham bo'lishi mumkin. Qurum 1500 *K* haroratdan yuqori haroratda, yoqilg'ining kislorodning katta miqdorda etishmasdan yonishi va jarayonning borishida hajmiy termik parchalanish (piroliz) natijasida hosil bo'ladi. Uglerod atomlari bir xil bo'lganida qurum tushish (kislorod tanqisligidan) moyilligi quyidagi tartibda uglevodorodlar qatori joylashgan: parafinlar, olefinlar, aromatiklar. Dizel motorining ishlab chiqqan gazlari tarkibida qurumning mavjudligi uning qora tutuniga qarab bilsa bo'ladi. Qurum og'iz-burun bo'shlig'ini ifloslantiruvchi mexanik aralashma bo'lib boshqa kanserogen moddalarni yig'ish xususiyatiga ega bo'lib, qurumdan tashqari qattiq moddalar - oltingugurt, aerosol sifatida moy va yonmay qolgan yoqilg'ilarni ham qattiq moddalarini yig'ishi mumkin. Maxsus filtrlarda tutib qoluvchi moddalar – zarrachalar deb umumiy nomga egadirlar. Ishlab

chiqqan gazlar to'la yonmasdan qolgan yoqilg'i mahsulotlari (CO , CN , qurum va oltingugurt) nafaqat toksikali moddalar ekanligi, balkim to'la yonmaslik orqali issiqlikni to'la ajralib chiqmasligi ham qo'shilgan bo'lib, bu holat qizdirish qurilmalarining iqtisodiy ko'rsatkichlariga ham ta'sir ko'rsatadi.

Qo'rg'oshin va oltingugurt. Qo'rg'oshinning benzindagi taxminan 50...70 % qismi ishlab chiqqan gazlar orqali atmosferaga o'tib, qo'rg'oshin tuzlari hosil qiladi, ularning diametr o'lchamlari 1 *mkm* dan kichik. Ushbu zarrachalar havo va teri orqali inson organizmiga tushadi, qo'rg'oshin tuzlari inson organizmidan chiqib ketmaydi, yig'ilish xususiyatiga ega va o'ta zaharlidir. Qo'rg'oshin markaziy nerv tizimiga salbiy ta'sir etib, turli xil nevrologik va psixologik o'zgarishlarga olib keladi. Dizel yoqilg'isi, mazut, tosh ko'mir tarkibidagi oltingugurt yonganidan so'ng yonish mahsulotlarida oltingugurt dioksidi CO_2 hosil bo'ladi. CO_2 o'simliklar uchun xavfli bo'lib, yomg'ir bilan birikib sulfidlar CO_2 va yashin urishida kislorod bilan birikib sulfatlar hosil qiladi va "kislotali yomg'ir" sifatida tushishi mumkin. Ishlab chiqarilgan gazlar tarkibida qo'rg'oshin va oltingugurtning mavjudligi uchun katalitik moddalar bilan ularni neytrallashning imkonini bermaydi. Ba'zi toksik gazlar atmosferada boshqa turdagi moddalarga aylanib, ularni neytrallash juda muammoli masalaga aylangan. Masalan, atmosferaga aralashgan uglevodorodlar (yoki ularning radikallari), azot oksidi va uglerod (II) oksidi, kislorodning quyosh nurlari ta'sirida O_3 - azonga aylangan formasi bilan birikib o'ta zaharli moddalar hosil qilishi mumkin. O_3 - azonning o'zi ham juda kuchli oksidlovchi bo'lib, ma'lum konsentratsiyalarda inson salomatligiga yomon ta'sir ko'rsatadi. Kam harakatchan va nam atmosferada NO_2 , O_3 va CN yuqori konsentratsiyasida qo'ng'ir tusdagi tuman hosil bo'lib, inglizchada "Smog" nomini olgan zaharli aralashma hosil qiladi. Smog – gazzimon moddalarning suyuq aralashmasi bo'lib, ko'z va ko'zning pardalarini yalliqalaydi, uning qo'ng'ir tusi yo'llardagi ko'rish darajasini yomonlashtiradi. Toksik mahsulotlarning asosiy manbai avtomobillar, sanoat korxonalarini, issiqlik va elektr stansiyalari hisoblanadi. Shahar va uning atrofida bunday gazlarning konsentratsiyasi ruxsat etilgan konsentratsiyadan bir necha o'n barobar ko'p bo'lishligi hozirda yaqqol ayon bo'lib qolgan.

Toksik chiqindilarning konsentratsiyalarini baholash uchun ularning haqiqiy miqdorini chegaraviy ruxsat etilgan konsentratsiyalarini solishtirish bilan aniqlanadi (maksimal bir marotabali, o'rtacha sutkali, o'rtacha - yillik). Ko'plab epidemiologik va toksikologik izlanishlar asosida xar bir zararli komponentning muayyan holda salbiy ta'sir etuvchi holatlarni keltirib chiqarishi aniqlangan.

CO-uglerod (II) oksidi (atmosfera da 2...42 oygacha turg'un bo'lishi mumkin) asab tizimiga ta'sir etib, xushdan ketish xolatlariga olib kelishi bilan tasniflanadi, chunki nafas olganda qondagi gemoglobin bilan kislorod o'rniga ta'sirga kirishadi. Atmosfera tarkibidagi konsentratsiyasiga qarab ta'sir etish darajasi turlicha. Nafas olish to'xtaganda gemoglobin bilan birikkan *CO* gazining, sog'lom odam qoni 50 % gacha har 3-4 soatda tozalanadi. *CO* gazining markaziy asab tizimiga ta'siri, ko'zning rang va nur qabul qilish sezgirlini susaytirish bilan yo'l – transport holatlarini ko'payishiga olib kelish ehtimolligini kuchaytiradi. Maksimal bir marotaba - chegaraviy ruxsat etilgan konsentratsiyasi bu modda uchun aholi yashash punktlarida 3 mg/m^3 , masalan AQSHda - 10 mg/m^3 8 soatlik ta'sir uchun belgilangan.

Avtomagistrallar ustidagi atmosfera havosi tarkibida asosan *NO*, *NO*₂ uchraydi. *NO* azot oksidlari orasida turg'un bo'lmagan oksid bo'lib (havodagi konsentratsiyasiga qarab) 0,5 - 3 soatdan 100 soatgacha oraliq vaqtda *NO*₂ gacha oksidlanishi mumkin. *NO*₂ gazining toksikligi *NO* toksikligiga qaraganda 7 barobar kuchli. *NO*₂ inson organizmiga ta'sir etuvchi konsentratsiya miqdori 15 mg/m^3 o'tkir bezovta kiluvchi, $200...300 \text{ mg/m}^3$ konsentratsiyalarda esa nafas olish paralichini keltirib chiqaradi. Atmosfera namligi ta'sirida, azot oksidi azot kislotasi hosil qilib, metallar korroziyasini keltirib chiqaradi, o'simliklarni nobud qiladi va x.k. Azot oksidlari fotokimyoviy SMOG ning eng xavfli aktiv komponenti bo'lib yuzaga chiqadi. Aholi yashash joylarida azot oksidlarining atmosferadagi chegaraviy ruxsat etilgan konsentratsiyasi – $0,085 \text{ mg/m}^3$.

Gazosimon quyimolekulyar uglevodorodlar inson organizmiga narkotik singari ta'sir etib, eyforiya holatini keltirib chiqaradi va yo'l-trasport hodisalarini ko'payishiga sababchi bo'ladi. Ularning toksikligi quyosh nurlari radiatsiyasi

ta'sirida yanada kuchayib smogning fotokimyoviy oksidantlarga aylanish ehtimolini kuchaytiradi. Ularning ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyasi 5 mg/m dan oshmasligi kerak.

Politsiklik aromatik uglevodorodlar dvigatellar ishlab chiqargan gazlar tarkibida bo'lib kanserogen hisoblanadi. Ular orasida eng xavflisi va aktivi benzpiren ($C_{20}H_{12}$) hisoblanadi. Uning chegaraviy ruxsat etilgan miqdori $0,1 \text{ mkg}/100 \text{ m}^3$ havo tarkibida hisoblanadi.

Ishlab chiqqan gazlar tarkibida qurum oddiy changa qaraganda ancha toksik xisoblanadi. Qurum zarrachalari kanserogen moddalarini adsorbsiyalash xususiyatiga ega bo'lib, uning chegaraviy miqdori $130 \text{ mg}/\text{m}^3$ dan oshmagan bo'lishi kerak. Qurum zarrachalarining o'lchamlari $0,19\text{-}0,54 \text{ mkm}$ atrofida bo'lib o'pkagacha etib borishi yoki burun bo'shlig'ida, traxeya yoki bronxlarda o'tirib qolishi mumkin.

Oltinugurt oksidlarining juda kichik konsentratsiyasi ham nafas yo'llariga ta'sir etadi. $0,01 \%$ konsentratsiyasida bir necha minutda inson zaharlanishi mumkin. Atmosfera tarkibida CO_2 ko'payishi fotosintez jarayoniga to'sqinlik qiladi, nafas yo'llarini bo'g'adi. CO_2 miqdori $0,9 \text{ mg}/\text{m}^3$ dan oshgan konsentratsiyasida daraxtlar sarg'ayib, barglari erta tushadi. CO_2 va CO gaz aralashmasining uzoq vaqt ta'sirida organizmning genetik funksiyalarining ishdan chiqishi kuzatilgan. CO_2 gazining ruxsat etilgan chegarasi $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ etib belgilangan.

Qo'rg'oshin birikmalari bosh og'rig'i, charchash alomatlari, uyquning buzilishi, tirik organizmlarning oqsillarining fermentativ aktivligiga ta'sir o'tkazadi. Qo'rg'oshinning sutkali ruxsat etilgan chegaraviy me'yori $0,0003 \text{ mg}/\text{m}^3$ bo'lsada, qo'rg'oshinning organizmda yig'ilishi asab va qon –tomir tizini og'ir oqibatlariga olib keluvchi faktor sifatida juda xavfli hisoblanadi. Avtomobillarning ishlab chiqqan gazlari tarkibidagi qo'rg'oshin insonga ichimlik suvi, oziq ovqat mahsulotlari orqali ham ta'sir etadi. Transport vositalarining ishlash vaqtidagi shovqin, elektromagnit nurlanishlari ham inson salomatligiga salbiy ta'sir o'tkazadi.

Yonish mahsulotlarining asosiy komponenti uglerod dioksidi CO_2 bo'lib, toksik gazlar sirasiga kirmaydi. CO_2 gazining yillik emissiyasi $130..1100 \text{ mlrd t/y}$

to'g'ri keladi. CO_2 asosiy manbai tabiiy bo'lib, faqat 1-3 % insoniyat texnika vositalari ulushiga teng. Lekin shu 1-3 % atmosferadagi muvozanatga putur etkazishi va "issiqxona" effektiga sabab bo'ladi. Atmosferaning yuqori qatlamlarida hamma vaqt gazlarning aralashmasi 60-90 % suv bug'lari sifatida bo'lib kelgan. Gazlarning bu aralashmasi Er sayyorasidan issiqlik chiqib ketishiga to'skinlik qilib, Erning o'rtacha haroratining $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ li intervalini ta'minlab beradi ($-18+15^{\circ}\text{C}$). Er atmosferasining o'rtacha haroratining bunday darajadali hayotning paydo bo'lishi omillaridan biri bo'lib kelgan, lekin oxirgi 100 yil ichida, inson faoliyatining texnikaga asoslangan davrida, stratosfera va troposfera qatlamlarida CO_2 , CH_4 galogenli uglevodorodlar, ozon va azot gemoksidi (NO_2) yig'ilib borishi haroratning o'rtacha miqdordan $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ oshishiga, iqlim nazoratsiz darajada issib ketishidan muzliklarning erishiga olib isishiga va "issiqxona" effektining vujudga kelishiga sababchi bo'lmoqda. Iqlim issiq kelishi va global darajadagi qaytarib bo'lmas jarayonlarning ishga tushish xavfini kuchaytirmoqda Antropogen gazlar orasida "issiqxona" effektining kuchayishiga CO_2 gazining o'rni va roli kattadir. CO_2 gazinig atmosferaga etkazib berishda: issiqlik va elektr stansiyalari 27 %, sanoat 20 %, uy-joylarning issitilishi va kichik energetika 20 %, transport 17 % tashkil etadi Antropogen chiqindilarning kamaytirish muammosi o'tkir ekologik masalaga aylanib bormoqda. Shuning uchun CO_2 gazinig atmosferaga chiqarishni kamaytirish uchun yangi texnologik jarayonlar vositasida ishlab chiqarish va yangi energiya manbaalari, jumladan:

- uglevodorod yoqilg'isida ishlovchi issiqlik texnikasining CO_2 gazini kamroq ishlab chiqarish usullarini joriy etish, ya'ni issiqlik qurilmalari, issiqlik dvigatellarining tejamkor ishlash qobiliyatini oshirish;
- C - uglerod miqdori kam bo'lgan yoqilg'i manbaalaridan foydalanish (suyultirilgan gaz, spirt va efirlar);
- vodoroddan foydalanish;
- alternativ energiya manbaalarining joriy etish qaytalanuvchi –shamol, quyosh energiyalaridan foydalanishni ko'paytirish, yadro va atom energetikasi borasidagi

izlanishlarni kuchaytirish va atom energetikasining xavfsiz texnologiyalarini joriy etish va x.k.

Nazorat savollari:

1. Tozalash jihozlarining qanday turlarini bilasiz?
2. Ultratovush yordamida mahsulotlarni tozalash usulini tushuntiring?
3. Toblash baki qanday hisoblanadi?
4. Chuqur sovitish uchun qanday jihozlarni bilasiz?
5. Baklarni hisoblash uchun qanday qiymatlar kerak?
6. Nazoratlanuvchi muhit olish uchun qanday gazlar turlarini bilasiz?
7. TAM- 99 nazoratlanuvchi muhit haqida ma'lumot bering?
8. QAM- 06 nazoratlanuvchi muhit haqida ma'lumot bering?
9. Tezkesar po'latlarni toblashda qanday nazoratlanuvchi muhitdan foyidalanamiz?
10. Yonish mahsulotlarining toksik ta'siri tushuncha bering?
11. Asosiy toksik gazlar haqida tushuncha bering?
12. Qo'rg'oshin va oltingugurtni eklogiyaga ta'sirini tushuntiring?
13. Gazsimon quyimolekulyar uglevodorodlar to'g'risda tushuncha bering?
14. Atmosferaga chiqindi chiqarishni kamaytirish usullariga tushuncha bering?

GLOSSARIY

Absolyut harorat – turli haroratda atomlar va molekulari harakatini to‘xtagan haroratsi bo‘lib, bu harorat – 273 °C ga teng bo‘ladi va u Kelvinda (K) o‘lchanadi.

Absorbtsiya (lat. absorptio absorbeo – yutish) – gazlar, aralashmasidan moddalarning oraliqa (suyuqlikka) yutilishi.

Adsorbsiya (lat. ad – ustida, yonida va sorbeo yutaman) – moddalarning eritmalardan yoki gazlardan qattiq jismlar sirtiga yoki suyuqlikka yutilishi.

Agregat (lat. aggrego – ulayman) – mashinaning o‘zaro birlashtiradigan, unifakastiya qilingan qismi bo‘lib, texnologik jarayonda ma’lum vazifani bajaradi.

Alangali pech – mahsulotlarni zaruriy haroratgacha qizdirishda foydalaniladigan alangali pech. Bu pechlarda mahsulotlarni qizishi yoqilg‘ining, yonish mahsulotlarining issiqligi va pech devorlar issiqligi ta’sirida qiziydi.

Anod (grek. anods, ano – yuqoriga va nodos – harakat) – elektr tok manbaining musbat qutubli elektrodi.

Antrostit (grek. anthravits – ko‘mir) – qora rangli, zich, yaltiroq ko‘mir bo‘lib, 1 kg ni yondirilgan 33,9 – 34,8 *DJ* (8100 – 8350 *kcal*) issiqlik ajraladi.

Argon (grek. argos – sust) – inertgazlar guruhidagi kimyoviy element, belgilanishi Ar.

Asbest (grek. asbestos – yonmayidigan, olovbardosh) – magniy, temir, kalsiy, natriylarning suvli silikatlaridan tashkil topgan egiluvchi tolali ma’danlar gruppaga kiruvchi material. Bu material issiqqa, ishqorga chidamli bo‘lib, issiqlikni, elektr va tovushni yomon o‘tkazadi.

Atmosfera (grek. atmos – bug‘ va sphaira – shar) – er sharini o‘rab turgan gaz (havo) qobig‘i.

Avtomatik liniya – mahsulotlar ishlab chiqarish yoki qayta ishlashda barcha jarayonlarni ma’lum ketma – ketlikda avtomatik bajaruvchi mashinalar sistemasi.

Avtomatik nazorat – mahsulotlarni ishlab chiqarish jarayonida sifatini ishchi avtomatik ta’minlab turish.

Azotlash – po‘latlardan tayyorlangan detallarning eyilishga va korroziyaga bardoshligini oshirish maqsadida sirt yuzalarini azot bilan to‘yintirish.

Benzin (nem. beasta) – neft, slanst va tosh ko‘mirlarni qayta ishlashdan olingan turli tuzilishli uglevodorodlar aralashmasi bolgan rangsiz suyuqlik. Uning zichligi $700 - 780 \text{ kg/m}^3$ oralig‘ida, $t_{\text{qayn}} = 30 - 205 \text{ }^\circ\text{C}$, undan metallarni benzin alangada qirqish apparatlarida, ichki yonuv dvigatelli avtomobil va boshqa joylarda yoqilg‘i sifatida keng foydalaniladi.

Brak (polsk. brak – ishga yaroqsiz) – texnik talabga javob bermaydigan mahsulot.

Domna gazi – domna pechlarida ajratiladigan gaz. Bu gaz tarkibida 56 – 68 % N_2 , 26 – 32 % CO , 8 – 10 % CO_2 , 2 – 4 % H_2 , 0,2 – 0,4 % CH_4 bo‘ladi.

Elektr izolyatori – juda yuqori solishtirma elektr qarshiligiga ega bo‘lgan buyum.

Elektr kabeli – bir yoki bir nechta o‘zaro izolyastiyalangan qobiqli simlar bo‘lib, elektr energiyani bir erdan ikkinchi erga uzatishga xizmat qiladi.

Elektr pechi – bu pechlar elektr hodisasining issiqlik effektidan foydalanib qiziydi.

Gaz (fran. gaz) – moddalarning agregat holatlaridan biri. Uning zarrachalari o‘zaro molekulyar tortishish kuchlari bilan bog‘lanmay betartib harakatda bo‘ladi.

Gaz generatori (gaz va lat. generator) – yonuvchi gazlarni ishlab chiqaradigan qurilma.

Generator (lat. generator) – biror mahsulot ishlab chiqaradigan qurilmasi. Ishlab chiqaradigan mahsulot turiga ko‘ra astetilen, bug‘, elektr, yorug‘lik yoki boshqa generatorlarga ajratiladi.

Generator gazi – generatorlarda ko‘mir, torf va boshqa yoqilg‘ilardan olingan gaz.

Gorelka – gazsimon, suyuq yoki changsimon yoqilg‘ilarning havo yoki kislorod bilan aralashmasini hosil qilib, ularni yoqish joyiga uzatadigan qurilma. Unga gaz gorelkalari, forsunkalari va changsimon yoqilg‘ini yoqish qurilmalari kiradi.

Havo – er atmosferasidagi gazlar aralashmasi. Uning hajmi bo‘yicha 78,08 % azot, 20,91 % kislorod, 0,94 % inert gazlar, 0,03 % uglerod IV oksidi, qismi suv bug‘lari va tasodifan o‘tgan qo‘shimcha gazlardan iborat bo‘ladi.

Havo qizdirgich – domna pechlariga haydaladigan havoni 900 – 1000 °C haroratga qizdirib beradigan qurilma.

Halqasimon pech – tag qismi aylanadigan pech. Bu pechlarda bosim bilan ishlanadigan kichik va o‘rtacha mahsulotlar qizdiriladi

Himoya muhiti – metallarni pechlarda qizdirishda sirt yuzalarining oksidlanishidan saqlash maqsadida pech kamerasiga haydaluvchi himoya gazlar atmosferasi.

Inert gazlar (lat. iners – ta’sirsiz) – elementlar davriy tizimining VIII guruhiga kirgan geliy (*He*), neon (*Ne*), argon (*Ar*), kripton (*Kr*), ksenon (*Xe*), radon (*Rn*) elementlari.

Induktor (lat. inductor) - elektr magnitli qurilma bo‘lib, metall yarim mahsulotlarni induktsion qizdirishda foydalaniladi. U o‘zgaruvchan magnit maydonni hosil etuvchi va unga tok manбайдan tokni uzatuvchi tok uzatkichdan iborat bo‘ladi.

Izotermik toblash (grek. isos – teng) – po‘lat yarim mahsulotni zaruriy haroratgacha qizdirib, shu haroratda ma’lum vaqt saqlangach, ularni o‘zgarmas haroratli muhitda o‘tkazib, u erda to‘la sovitish. Bu ishlovdan hosil bo‘luvchi ichki kuchlanish suvga tushirib toblashga qaraganda deyarli kamayadi.

Is gazi – uglerod II oksid (*CO*) gazi.

Kamerali pech – metallarni turli ishlovlar uchun qizdirishda foydalaniladigan pech bo‘lib, bo‘yi, eni va uzunligi bir – biriga yaqin bo‘lishi bilan, hamma joylarida harorat bir xil bo‘lishi bilan ajralib turadi. Bu pechlar qattiq, suyuq, gaz yoqilg‘ilarda va elektr energiyada ishlaydi.

Karbyurizator (nem. karburie - uglerod bilan to‘yintirmoq) – ma’lum sharoitda boshqa moddaga uglerodini beradigan qattiq, suyuq yoki gaz holatidagi modda. Karbyurizatorlardan kam uglerodli po‘lat detallarni stementitlashda foydalaniladi.

Keramika (grek. keramike) – gilga ma’lum miqdorda ma’danlar, shuningdek oksidlar va boshqa noorganik birikmalar aralashtirib tayyorlanadigan sopol buyumlar.

Koks (nem. koks - yadro) – toshko‘mir, torf va boshqa organik moddalarni havosiz 950 – 1050 °C haroratda qizdirishda olingan mahsulot. Metallurgiyada asoij yoqilg‘i bo‘ladi. Chunki unda 96 – 98 % uglerod bo‘lib, 1 kg yonganda kamida 29 Dj (7000 kkal) issiqlik beradi.

Koks gazi – toshko‘mirdan koks olishda ajraladigan yonuvchi gaz. Bu gaz tarkibida 55 – 60 % vodorod, 20 – 30 % metan, 5 – 7 % uglerod oksidi bo‘ladi. Agar 1 m³ gaz yondirilsa, kamida 17,2 – 18,8 Dj (4100 – 4500 kkal) issiqlik ajraladi. Undan yoqilg‘i sifatida pechlarni qizdirishda, kimyo sanoatida xom ashyo sifatida foydalaniladi.

Konveyer pechi – pech kamerasiga kiritilgan mahsulotlarni zaruriy haroratgacha qizdirishda ularni kamera bo‘yi bo‘ylab asta qizdiruvchi lentali pech.

Kul – yoqilg‘ini yonganda yonmay qoladigan moddalar qoldig‘i bo‘lib, tarkibida SiO_2 , Al_2O_2 , CaO , MgO , Fe_2O_3 va boshqa birikmalar bo‘ladi.

Metallar (grek. metal, metallon – shaxta, ruda, metall) – o‘zidan issiqlikni va elektr tokini yaxshi o‘tkazadigan plastik, puxta kristall modda. Bu xossa elementlarning 80 dan ortig‘iga ega.

Metallarning oksidlanishi – metallarning kislorod bilan birikish jarayoni.

Metan (ing. methane - metil va an suffiksidan tashkil topgan to‘yingan uglevodorod birikmasi) – rangsiz va xidsiz uglevodorod (CH_4) gazi bo‘lib, $t_{alan} = 650 - 750$ °C. Metan tabiiy gazning hajmi bo‘yicha 77 – 89 % ni tashkil etadi, undan kimyo sanoatida xom ashyo sifatida va xo‘jalikda yoqilg‘i sifatida foydalaniladi.

Mexanik xossalar – materiallarni tashqi kuchlar ta’sirida yorilmay, sinmay qarshilik ko‘rsatish xossasi. Metallarning asosiy mexanik xossalariga mustahkamlik, plastiklikligi, qattiqligi, zarbiy qovushqoqligi va boshqa ko‘rsatkichlari kiradi.

Mo‘ri – metallaurgiya pechlarda ajaraluvchi gazlarni tashqariga chiqaruvchi mo‘ri.

Nazorat qilinadigan atmosfera – pechlarda po‘lat yarim mahsulotlarni qizdirishda ularning oksidlanish yoki uglerodsizlanishi nazorat qilinadigan muhit.

Neytiral atmosfera – metallarni oksidlanishdan, uglerodsizlanishdan himoya etuvchi atmosfera. Bu atmosfera hosil etuvchi muhit sifatida azot, argon yoki geliy gazlaridan foydalanadi.

Nitrostatementlash – po‘lat va cho‘yan detallarni kam eyiladigan qilish maqsadida sirtlarini 500 – 880 °C haroratli (azot va uglerodga boy muhitida) azot va uglerod bilan 0,25 – 1,5 mm qalinlikda diffuzion to‘yintirish.

Normallash (fran. normalization - normallash) – po‘latlarni 750 – 950 °C haroratgacha ma‘lum vaqt saqlab, keyin havoda sovitib ishlash. Natijada uning strukturasi tekislanib, donalari maydalanib, mexanik xossalari va kesib ishlanuvchanligi yaxshilanadi.

Ohaktosh – asosi kalstiy ma‘dan ($CaCO_3$) dan iborat bo‘lgan cho‘kma tog‘ jinsi bo‘lib, siqilishga mustahkamligi 250 – 300 MPa. Undan metallurgiyada flyus sifatida keng foydalaniladi.

Oksidlash – alyuminiy va magniy qotishmalaridan olingan buyumlarni korroziyadan saqlash maqsadida sirt yuzalariga kimyoviy yoki elektrokimyoviy usullarda oksid parda qoplash.

Otashbardoshlik – metallarning yuqori haroratda yorilmay, sinmay mustahkamlikni saqlash xossasi.

Pech – yoqilg‘i yondirilganda yoki elektr energiyasi ajratgan issiqlik hisobiga qiziydigan qurilma.

Regenerator (lat. regenerativ – tiklovchi) – davriy ravishda issiqlikni almashib ishlaydigan qurilma.

Rekuperator (lat. recuperator) – ajraluvchi gazlarning issiqligidan o‘zi qizib olib, devorlari orqali issiqlikni uzatuvchi apparat.

Ruda – metall olinadigan ma‘danlar.

Tagi aylanadigan pech – metallarni zaruriy haroratgacha qizdirishda foydalaniladigan pech bo‘lib, tagligi zarur tezlikda aylanadi.

Termik pech – metall buyumlarni termik ishlovda foydalanuvchi pech.

Texnologiya (grek. *techne* – masterlik maxorat sanoat va *logos* ilm) – materiallarni ishlab chiqarishda va ulardan aniq shaklli va oʻlchamli buyumlar tayyorlash bilan bogʻliq boʻlgan texnologik jarayonlarni oʻrganish ilmi.

Tezkesar poʻlat – uglerodli asbobsozlik poʻlatlarni tarkibiga ataylab maʼlum miqdorda xrom, volfram, molibden va boshqa elementlar kiritib olingan poʻlat. Bu poʻlatlar yuqori qattqlik, puxtaligi, otashbardoshligi, kesuvchanligi va kam eyilishi sababli ularning, aytaylik, *R9*, *R18*, *R12F3* markalaridan keskichlar tayyorlanadi.

Tigel (nem. *tigel*) – turli materiallarni eritish yoki qizdirishga moʻljallangan oʻtga chidamli materiallardan tayyorlangan sopol idish.

Toblash – materiallarni termik ishlashning bir turi boʻlib, bunda metall yarim mahsulotlarning puxtaligini va qattqligini oshirish maqsadida toblanadi. Buning uchun ular xiliga, markasiga qarab maʼlum haroratga qadar qizdiriladi. Bu haroratda zarur vaqt saqlab, tez sovitiladi. Natijada metallning muvozanat strukturasi nomuvozanat strukturaga oʻtadi.

Toshkoʻmir – er bagʻridan oʻsimliklar qoldiqlaridan hosil boʻlgan qora rangli yonuvchi qazilma boʻlib, tarkibida koʻmir, grafit elektrodlar, tom va yoʻl qoplama materiallari tayyorlashda foydalaniladi.

Tok manbai – turli energiyalarni elektr energiyaga oʻtkazuvchi qurilma.

Torf (nem. *torf*) – tabiiy oʻsimliklarning havosiz, nam erda chirishidan hosil boʻlgan yoqilgʻi turi.

Turtgich – mashina yoki mexanizmlar detali boʻlib, u detallariga yoki tizimga harakat uzatadi.

Uglerod anhidrid – uglerod IV oksidi (CO_2) gazi.

Uglerod – kimyoviy element. Belgisi – *C*, atom *r.* 6, atom *m.* 12,011. Uglerodning asosiy maʼdanlari karbonatlardir. Uglerodning allotropik xillari olmos va grafitdir.

Uglerodlantirish – suyuq poʻlatga maʼlum miqdorda qattiq yoki suyuq choʻyan, koks, antrastit, pistakoʻmir kiritib, uglerodga toʻyintirish.

Vakuum (lat. vacuum – boshliq) – bosim atmosfera bosimidan anchagina past bo‘lgan, idishga qamalgan gaz holati.

Vakkum pech – metallarni vakuum sharoitida qizdiradigan pech.

Yarimavtomat – to‘la bir ish stiklini mustaqil suratda bajaruvchi mashina apparat bo‘lib, stiklni takrorlash uchun tashqaridan ishchining aralashishini talab etadi.

Yog‘och – turli xil daraxt materiallar. Yog‘ochlardan texnikada, asosan qurilishda, stellyulozlar, qog‘ozlar olishda foydalaniladi.

Yonuvchi slanstar – qo‘ng‘ir rangli, gilli yoki ohakgilli tog‘ jinsi bo‘lib, unda 60 – 70 % gacha organik moddalar bo‘ladi. U yondirilsa 4,9 – 11 *Dj/kg* issiqlik beradi. Undan sanoatda yoqilg‘i va kimyoviy xomashyo sifatida foydalaniladi.

Yoqilg‘i – yonganda ma’lum miqdorda issiqlik ajratuvchi modda.

Yuk ko‘tarish krani – sanoatning turli sohalarida keng qo‘llaniladigan turli konstruktsiyali yuk ko‘taruvchi qurilma.

O‘txona – pechlarning yoqilg‘i yoqadigan qismi.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

1. *Ульянов В.А., Гуцин В.Н., Черныщов Е.А.* Нагрев и нагревательные устройства: учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений. -М.: Издательской центр “Академия”, 2010. -256 с.
2. *Околович Г.А.* Нагрев и нагревательные устройства. Учебное пособие. - Барнаул: Изд-во Алт ГТУ, 2010. -172 с.
3. *Чередниченко В.С., Бородачев А.С., Артемьев В.Д.* Электрические печи сопротивления. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. -572 с.
4. *Гусовский В.Л., Лифшиц А.Е.* Методики и расчета нагревательных и термических печей: учебно-справ. Изд. М.: Теплотехник, 2004. -400 с.
5. *Рустем С.Л.* Оборудование и проектирование термических цехов: учеб. для машиностроит, вузов и факультетов. М.:Машгиз, 1989. -588 с.
6. *Телегина А.С.* Теплотехнические расчеты металлургических печей. М.:Металлургия, 1992. -380 с.
7. *Соколов К.Н.* Механизация и автоматизация в термических печах. М.: Свердловск. М.:Машгиз, 1986. -295 с.
8. *Иофее Х.М., Пивоваров Ф.И., Прохоренко А.П., Цун А.М., Цун И.М.* Нагрев металла. М.:Металлургия, 1981. -280 с.
9. *Логачев М.В.* Расчеты нагревательных устройств: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-36 01 05 «Машины и технология обработки металлов давлением» – Минск: БНТУ, 2008. -75 с.
10. *Каримов Ш.А.* Материалларга иссиқлайин ишлов бериш жиҳозлари ва жараёнлари: ўқув кўлланма. –Тошкент, 2019. -201 б.

MUNDARIJA

Kirish	4
1. YOQILG‘I VA UNING YONISHI	6
1.1. Yoqilg‘i tasnifi.....	6
1.2. Yoqilg‘ini yonishidagi issiqlik.....	11
1.3. Havo va yoqilg‘ining sarfini aniqlash.....	15
Amaliy topshiriqlar.....	19
Nazorat savollari.....	20
2. ISSIQLIKNI UZATILISHI	21
2.1. Konvektiv va nurli issiqlik almashinuvi.....	21
2.2. Qattiq jismlarda issiqlik o‘tkazuvchanligi.....	23
2.3. Olovbardosh ashyolar tasnifi va xossalari, turlari.....	27
Nazorat savollari.....	29
3. METALLNI QIZDIRISH	31
3.1. Metallni qizdirishda jarayonidagi o‘zgarishlar.....	31
3.2. Qizdirish tartibi.....	39
Amaliy topshiriqlar.....	56
Nazorat savollari.....	56
4. POKOVKALARGA TERMIK ISHLOV BERISH	58
4.1. Po‘latli pokovkalarga qizdirish va sovitish.....	58
4.2. Tartibsiz ichki darzni batarf qilish uchun termik ishlash.....	61
4.3. Pokovaklarga termik va termomexanik ishlov berish.....	65
Nazorat savollari.....	75
5. METALLARNI QIZDIRISH QURILMLARI VA ULARNI HISOBI..	76
5.1. Alangali yoqilg‘ida qizdirish jarayonlari.....	76
5.2. Suyuq yoqilg‘i pechlarini hisoblash.....	79
5.3. Alangali pechlarni issiqlik muovazanati.....	84
5.4. Alangali pechlarning yordamchi jihozlari.....	92

5.5.	Elektrokontakt usuli bilan metallarni qizdirish.....	99
5.6.	Qizdirish elementlarini pechga o‘rnatish va uni hisobi.....	107
	Nazorat savollari.....	114
6. METALLARNI INDUKSION QIZDIRISH.....		116
6.1.	Metallarni induksion qizdirish jarayonlari.....	116
6.2.	Induksion qizdirish qurilmasini tuzilishi va turlari.....	125
	Nazorat savollari.....	136
7. METALLARNI QIZDIRISH PECHLARI VA ULARNING TIPLARI.....		137
7.1.	Bolg‘alash va shtamplash uchun qizdirish pechlari.....	137
7.2.	Qizdirish pechlarini loyihalash.....	141
7.3.	Mexanizatsiyalashmagan qizdirish pechlari.....	145
7.4.	Mexanizatsiyalashgan qizdirish pechlari.....	159
7.5.	Uzüksiz qizdiruvchi pechlar.....	161
	Nazorat savollari.....	168
8. VAKUUMLI PECHDA QIZDIRIB ISHLOV BERISH.....		170
8.1.	Vakuumli pechda zagotovkalarini qizdirish.....	170
8.2.	Vakuumda qizdirib ishlov berish uchun jihozlar.....	172
	Nazorat savollari.....	177
9. METALLARNI QIZDIRISH UCHUN YORDAMCHI JIHOZLAR...		179
9.1.	Nazoratlanuvchi muhitni olish.....	179
9.2.	Sovitish baklari va jihozlari , ularni hisobi.....	184
9.3.	Haroratni o‘lchash uskunalari.....	192
9.4.	Issiqlikdan foydalanishda ekologiya muammolar.....	200
	Nazorat savollari.....	206
	Glossariy.....	207
	Foydalangan adabiyotlar.....	214

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....		4
1. ТОПЛИВА И РАСЧЕТЫ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА		6
1.1.	Классификация видов топлива.....	6
1.2.	Теплота сгорания топлива.....	11
1.3.	Определение расход топлива и воздуха.....	15
	Практические задание.....	19
	Контрольные вопросы.....	20
2. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ.....		21
2.1.	Конвективный и теплообмен излучением.....	21
2.2.	Теплопроводность на твердых телах.....	23
2.3.	Огнеупорные материалы, их свойства и физические характеристики.....	27
	Контрольные вопросы.....	29
3. НАГРЕВ МЕТАЛЛА		31
3.1.	Явления, происходящие в металле при нагреве.....	31
3.2.	Порядок нагрева.....	39
	Практические задания.....	56
	Контрольные вопросы.....	56
4. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОКОВОК		58
4.1.	Нагрев и охлаждение стальных поковок.....	58
4.2.	Противофлоккенная обработка.....	61
4.3.	Окончательная термическая и термомеханическая обработка поковок.....	65
	Контрольные вопросы.....	75
5. НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ИХ РАСЧЕТЫ.....		76
5.1.	Нагревательные процессы пламенных печей.....	76
5.2.	Расчеты жидкотопливные печи.....	79

5.3.	Тепловой баланс пламенной печи.....	84
5.4.	Вспомогательное оборудование пламенной печи.....	92
5.5.	Нагрев металла электрическим печи сопротивлением.....	99
5.6.	Установка нагревательных элементов и их расчеты.....	107
	Контрольные вопросы.....	114
6. ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ МЕТАЛЛА.....		116
6.1.	Процесс индукционный нагрев металла.....	116
6.2.	Устройство и виды индукционных установок.....	125
	Контрольные вопросы.....	136
7. ПЕЧИ ДЛЯ НАГРЕВА МЕТАЛЛА И ИХ ВИДЫ.....		137
7.1.	Нагревательные печи дляковки	137
7.2.	Проектирование нагревательных печей.....	141
7.3.	Печи периодического действия немеханизированные.....	145
7.4.	Печи периодического действия механизированные.....	159
7.5.	Печи непрерывного действия.....	161
	Контрольные вопросы.....	168
8. НАГРЕВ ВАКУУМНЫЕ ПЕЧИ.....		170
8.1.	Нагрев заготовок на вакуумном печи.....	170
8.2.	Оборудование для на вакуумной нагревательной обработки.....	172
	Контрольные вопросы.....	177
9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАГРЕВА МЕТАЛЛА.....		179
9.1.	Контролируемые атмосферы.....	179
9.2.	Охлаждающие баки и оборудование, их расчеты.....	184
9.3.	Приборы измерение температуры.....	192
9.4.	Вопросы экологии при использовании теплоты.....	200
	Контрольные вопросы.....	206
	Глоссарий	207
	Использованная литература.....	214

CONTENT

Introduction		4
1. FUEL AND COMBUSTION CALCULATIONS FUELS		6
1.1.	Classification of fuels.....	6
1.2.	Heat of combustion of fuel.....	11
1.3.	Determination of fuel and air consumption.....	15
	Practical tasks	19
	Control questions.....	20
2. THERMAL CONDUCTIVITY		21
2.1.	Convective and heat exchange by radiation.....	21
2.2.	Thermal conductivity on solids.....	23
2.3.	Refractory materials, their properties and the physical characteristics.....	27
	Control questions.....	29
3. HEATING OF THE METAL		31
3.1.	Phenomena that occur in metal when heated.....	31
3.2.	Heating mode.....	39
	Practical tasks.....	56
	Control questions.....	56
4. HEAT TREATMENT OF FORGINGS		58
4.1.	Heating and cooling of steel forgings.....	79
4.2.	Anti-freeze treatment.....	61
4.3.	Final thermal and thermomechanical processing of forgings.....	65
	Control questions.....	75
5. HEATING DEVICES AND THEIR CALCULATIONS		76
5.1.	The heating processes of the fiery furnaces.....	76
5.2.	Calculations of liquid fuel furnaces.....	79
5.3.	Heat balance of the flame furnace.....	84

5.4.	Auxiliary equipment of the flame furnace.....	92
5.5.	Heating of metal by electric resistance furnace.....	99
5.6.	Installation of heating elements and insulation.....	107
	Control questions.....	114
6. INDUCTION HEATING OF METAL.....		116
6.1.	The process of induction heating of the metal.....	116
6.2.	The device and the types of induction units.....	125
	Control questions.....	136
7. FURNACES FOR HEATING METAL AND THEIR TYPES.....		137
7.1.	Heating furnaces for forging.....	137
7.2.	Design of heating furnaces.....	141
7.3.	Non-mechanized batch furnaces.....	145
7.4.	Batch furnaces, mechanized.....	159
7.5.	Continuous operation furnaces.....	161
	Control questions.....	168
8. HEATING VACUUM FURNACES.....		170
8.1.	Heating of workpieces in a vacuum oven.....	170
8.2.	Equipment for vacuum heating treatment.....	172
	Control questions.....	177
9. AUXILIARY EQUIPMENT FOR METAL HEATING.....		179
9.1.	Controlled atmosphere.....	179
9.2.	Cooling tanks and equipment, their calculations.....	184
9.3.	Devices temperature measurement.....	192
9.4.	Environmental issues when using heat.....	200
	Control questions.....	206
	Glossary.....	207
	References.....	214