

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI  
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI

“AVTOMATIKA VA ELEKTROTEXNOLOGIYA ”  
FAKUL'TETI  
“Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi”  
kafedrası

“Qizdirish qurilmalari” fanidan

# KURS ISHI

Mavzu: Qolpoqli pech

---

BAJARDI:

Yo. Raxmatillaeva

Qabul qildi:

Z.Madaminov

Taqrizchi:

S.Atajonova

Kafedra mudiri:

Z.Madaminov

Andijon – 2015

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI  
ANDIJON MASHINASOZLIK INSTITUTI  
“AVTOMATIKA VA ELEKTROTEXNOLOGIYA ” FAKUL'TETI  
“Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyasi” kafedrası**

**“TASDIQLAYMAN”**

**Kafedra mudiri** \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ й

**KURS ISHINI BAJARISH UCHUN TOPSHIRIQ**

Talaba \_\_\_\_\_

(F.I.SH)

1. Kurs ishi mavzusi \_\_\_\_\_

**Hisob-tushuntirish hati tarkibi:** \_\_\_\_\_

2. Kerakli chizmalar ro'yxati \_\_\_\_\_

Kurs ishi rahbari: \_\_\_\_\_

(F.I.SH)

Foydalanadigan adabiyotlar ro'yhati \_\_\_\_\_

Topshiriqni oldim \_\_\_\_\_

(F.I.SH)

(imzo)

“ \_\_\_\_\_ ”  
fakul'tetining \_\_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ ” guruh talabasi  
\_\_\_\_\_ ning  
\_\_\_\_\_ mavzusida bajarilgan

Kurs ishiga  
**T A Q R I Z**

1. Ishning dolzarbligi \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Ishning ijobiy tomonlari \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Ishning salbiy tomonlari \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tushuntirish hatini rasmiylashtirish \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. Ishning grafik qismini rasmiylashtirish \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Hulosalar \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Taqriz \_\_\_\_\_

(imzo, familiyasi, ismi sharifi)

Lavozimi \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ish joyi \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 yil

## Кириш

Курс ишининг мақсади совук прокатли стан махсулотининг термик ишлов бериш қурилмасини танлаш ва хисоблаш хисобланади. Бунинг учун металлургия комбинатларининг 2030 станини танлаб оламиз.

Ушба станнинг тайёр махсулоти – 0,4 дан 3,0 мм гача қалинликка эга бўлган совутиб ўралган лента, у кейинчалик автолист ишлаб чиқариш учун шатмповка қилинади. Материали – камуглеродли сифати юқори бўлган 08Ю маркали пўлат.

Совук прокатка ва тозаловдан (ёғсизлантирилиш) сўнг углеродли пўлат қирқимларига термик ишлов бериш зарур – ёпишқоқликни олиш ва йирик донли металл структурасини олиш учун 720–750 °С /1/, температурада рекристалланган (оч) куйдирилиш. Бу жараён талаб этилаётган механик (оқувчанлик чегараси ва нисбий узаювчанликни) ҳамда технологик (штампланишни) хусусиятларни таъминлайди.

Куйдирилишдан сўнг қирқимга иккиламчи ишлов берилмаслиги сабабли унинг юзасида қипиқларнинг қолиши мумкин эмас. Шунинг учун, куйдирилиш 95% азот ва 5% водороддан иборат бўлган химоя атмосферасида ўтказилади /1/. Оч рангли куйдирилиш учун қалпоқли ва узлуксиз печлардан фойдаланилади.

Узлуксиз агрегатлар табиийки қиздирилиш сифати юқори бўлади (рулон узунлиги бўйлаб бир текисдаги қиздирилиш) ва махсулдорлиги (узлуксиз агрегатда қиздирилиш вақти 2 – 3 минутни ташкил этади) баланд бўлади (қалпоқли печларда эса бир неча ўн соат).

Қалпоқли печларнинг асосий афзаллиги конструкциясининг соддалиги ва катта бўлмаган ўлчам хисобланади.

Қалпоқли печ қалпоқ ва бир неча стендлардан иборат бўлади. Бу технологик циклнинг узоқлиги билан боғлиқ. Стопанинг қалпоқ остида қиздирилиш вақтида, бошқа стендларда рулонларни юклаш, тушириш ва совутиш операциялари бажарилади. Битта қалпоқнинг махсулдорлиги соатига 1,2–2,0 тоннани ташкил этади /2/.

Қалпоқ инжекцион горелкалар ёрдамида коксодемен газ билан қиздирилади. Металлни қиздирилиш муфел ва рулон орасида конвектив ва нурли иссиқлик алмашинув усуллари хисобига амалга оширилади. Ковектив иссиқлик алмашинув интенсификацияси учун стен асосида жойлаштирилган марказдан қочувчи қанотли вентиляторлардан фойдаланган холда химоя газини циркуляцияси юзага келтирилади.

## 1. Бошланғич маълумотлар

муфел колпаковый печь

Печнинг йиллик махсулдорлиги ( $P$ ) – 1500 минг тонн/йил.

Печ ўлчамлари, м:

$D=2,85$ ;

$h=2,1$ .

Рулоннинг характеристикалари:

Рулоннинг ташқи диаметри ( $D_p$ ) – 2,00 м;

Рулоннинг ички диаметри ( $d_p$ ) – 0,60 м;

Рулон баландлиги ( $h_p$ ) – 1,50 м;

Стопадаги рулонлар миқдори ( $n_p$ ) – 1;

Рулоннинг тўлдирилиш коэффициенти ( $\eta$ ) – 0,97.

Металл характеристикалари:

Иссиқлик сиғими ( $c_m$ ) – 0,67 кДж/(кг·К);

зичлик ( $\rho$ ) – 7850 кг/м<sup>3</sup>;

иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ( $\lambda_m$ ) – 34,2 Вт/(м<sup>2</sup>·К);

радиал йўналишдаги эквивалент иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ( $\lambda_r$ ) – 7 Вт/(м<sup>2</sup>·К);

якуний температура – 720 °С;

температураларнинг рухсат этилган тушиши – 50 °С;

бошланғич температура – 60 °С.

Абсолют қора жисмнинг нурланиш коэффициенти ( $c_s$ ) – 5,77 Вт/(м<sup>2</sup>·К<sub>4</sub>).

Муфельнинг қоралик даражаси ( $\epsilon_m$ ) – 0,7.

Рулоннинг қоралик даражаси ( $\epsilon_p$ ) – 0,3.

коксодомен газининг энг паст ёниш температураси ( $Q_{н}^p$ ) – 11,75  
МДж/м<sup>3</sup>.

Печнинг ишлатилиш коэффициенти ( $k_{и}$ ) – 0,9.

Тўлдирилиш коэффициенти ( $k_3$ ) – 0,8.

Кладка:

Ички қатлам 100 мм – шамотный легковес ШЛ-1

Ташқи қатлам 80 мм – диатомит Д-500

## 2. Қалпоқли печ хисоби

### 2.1 Муфел остида қиздирилишдаги иссиқлик алмашинуви хисоби

Муфелнинг температураси °Сни бутун қиздирилиш жараёни учун доимий деб қабул қиламиз

$$t_{муф} = t_{кон} + 10 = 720 + 10 = 730 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Муфел диаметри

$$D_m = D_p + 0,35 = 2,00 + 0,35 = 2,35 \text{ м}$$

Муфел баландлиги

$$H_m = h_p \times n_p + 0,20 = 1,50 \times 1 + 0,20 = 1,70 \text{ м}$$

Нурланишнинг берилган иссиқлик узатиш коэффициенти куйидагига тенг деб оламиз:

$$C_{пр}^{нагр} = C_s \times \left[ \frac{1}{\epsilon_m} + \frac{D_m}{D_p} \times \left( \frac{1}{\epsilon_p} - 1 \right) \right]^{-1} = 5,77 \times \left[ \frac{1}{0,7} + \frac{2,35}{2,00} \times \left( \frac{1}{0,3} - 1 \right) \right]^{-1} = 1,38$$

Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>)

Рулоннинг ташқи ён сиртининг ўртача температурасини

$$t_{\bar{o}} = 0,9 \times t_{\text{муф}} = 0,9 \times 730 = 657 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Газнинг хисобий температураси

$$t_z = 0,7 \times t_{\text{муф}} = 0,7 \times 730 = 511 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Муфелдан нурланиш орқали рулоннинг ташқи ён сиртига иссиқлик  
узугилиш коэффициенти

$$\alpha_{\bar{o}}^{\text{изл}} = C_{np}^{\text{назр}} \times \frac{\left(\frac{t_z + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{t_{\bar{o}} + 273}{100}\right)^4}{t_z - t_{\bar{o}}} = 1,38 \times \frac{\left(\frac{511 + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{657 + 273}{100}\right)^4}{t_z - t_{\bar{o}}} = 25,36 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

Сиртларнинг юзалари, м<sup>2</sup>:

Ён сирт

$$F_{\bar{o}} = \pi \times D_p \times h_p \times n_p = 3,14 \times 2,00 \times 1,50 \times 1 = 9,42 ;$$

Торц сирти

$$F_m = \frac{\pi}{4} \times (D_p^2 - d_p^2) \times n_p = \frac{3,14}{4} \times (2,00^2 - 0,60^2) \times 1 = 2,86 ;$$

Ички сирт

$$F_{\bar{i}} = \pi \times d_p \times h_p \times n_p = 3,14 \times 0,60 \times 1,50 \times 1 = 2,83 ;$$

Муфел сирти

$$F_m = \pi \times D_m \times H_m = 3,14 \times 2,35 \times 1,7 = 12,54 .$$

Химоя газининг хақиқий тезлиги, м/с:

Пастки рулоннинг конвектор айланаларидаги

$$\varpi_m = \frac{0,3 \times 12500}{3600 \times 2,86} = 0,36$$

Рулоннинг ички зичлигидаги

$$\varpi_e = \frac{(-0,3) \times 12500}{3600 \times 3,14 \times \frac{0,60^4}{4}} = 8,60$$

Конвекция ёрдамида иссиқлик узтилиш коэффициентларини қуйидаги графиклар ёрдамида аниқлаймиз  $\alpha = f(\omega)$ , /3/, бунда сиртнинг туклилик коэффициентини ҳисобга оламиз, Вт/(м<sup>2</sup>·К):

$$\alpha_m = 24,75$$

$$\alpha_e = 25,25$$

келтирилиш коэффициенти

$$\chi = \frac{k}{k+1},$$

бу ерда  $k$  – коэффициент

$$k = \frac{\alpha_e \times (F_m + 0,8 \times F_e)}{\alpha_m \times F_m + \alpha_e \times F_e} = \frac{12 \times (2,54 + 0,8 \times 9,42)}{24,75 \times 2,86 + 25,25 \times 2,83} = 1,69$$

$$\chi = \frac{k}{k+1} = \frac{1,69}{1,69+1} = 0,63$$

Иссиқлик узтилишининг ўртача келтирилиш коэффициентлари, Вт/(м<sup>2</sup>·К):

$$\bar{\alpha}_e = \alpha_e^{uzn} + \chi \times \alpha_e = 25,36 + 0,63 \times 12 = 32,92$$

$$\bar{\alpha}_m = \chi \times \alpha_m = 0,63 \times 24,75 = 15,59$$

$$\bar{\alpha}_e = \chi \times \alpha_e = 0,63 \times 25,25 = 15,91$$

## 2.2 Рулондаги температурвий майдон ҳисоби

Рулондаги температуралар тақсимотини ва температураларинг рухсат этилган интервалини таъминлаш учун кетадиган қиздирилиш вақтини аниқлаш учун кетма – кет яқинлашув усулидан фойдаланамиз.

Ўқли ва радиал йўналишдаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентларини қуйидагига тенг деб оламиз.

Био сонига:

$$Bi_1 = \frac{\bar{\alpha}_e \times (D_p - d_p)}{2 \times \lambda_r} = \frac{32,92 \times (2,00 - 0,60)}{2 \times 7} = 3,29$$

$$Bi_2 = \frac{\bar{\alpha}_e \times (D_p - d_p)}{2 \times \lambda_r} = \frac{15,91 \times (2,00 - 0,60)}{2 \times 7} = 1,59$$

$\mu$  экстремал нуктасининг нисбий жойлашуви [3], графиг бўйича диаметрлар ва Био сони нисбатига боғлиқ ҳолда аниқланади:

$$k = \frac{D_p}{d_p} = \frac{2,00}{0,60} = 3,33 \quad \frac{Bi_2}{Bi_1} = \frac{1,59}{3,29} = 0,48$$

$$\mu = 0,72$$

Шакл коэффициенти

$$\varphi_1 = \frac{\sqrt{0,5 \times (k^2 - 1) \ln k}}{k - 1} = \frac{\sqrt{0,5 \times (3,33^2 - 1) \ln 3,33}}{3,33 - 1} = 0,84$$

Йўналишдаги рулоннинг ҳисобий қалинлиги, м:

Радиал йўналишдаги

$$S_r = \varphi_1 \times \mu \times \frac{D_p - d_p}{2} = 0,84 \times 0,72 \times \frac{0,00 - 0,60}{2} = 0,42 ;$$

Ўқ йўналишидаги

$$S_z = 0,5 \times h_p = 0,5 \times 1,5 = 0,75 .$$

Йўналишдаги иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари, м<sup>2</sup>/с:

Радиал йўналишдаги

$$a_r = \frac{3,6 \times \lambda_r}{c_m \times \eta \times \rho_m} = \frac{3,6 \times 7}{0,67 \times 0,97 \times 7850} = 0,0049 ;$$

Ўқ йўналишидаги

$$a_z = \frac{3,6 \times \lambda_r}{c_m \times \rho_m} = \frac{3,6 \times 7}{0,67 \times 7850} = 0,0234 .$$

Йўналишдаги Био ва Фурье сонлари:

$$Bi = \frac{\alpha \times S}{\lambda_r} \quad Fo = \frac{a \times \tau}{S^2}$$

бу ерда  $\tau$  – қиздирилиш вақти, ч;

радиал йўналишдаги

$$Bi_r = \frac{\bar{\alpha}_o \times S_r}{\lambda_r} = \frac{32,92 \times 0,42}{7} = 11,20 \quad Fo_r = \frac{a_r \times \tau}{S_r^2} = \frac{0,0049 \times \tau}{0,42^2} = 0,028\tau$$

$$Bi_z = \frac{\bar{\alpha}_o \times S_z}{\lambda_z} = \frac{15,59 \times 0,75}{7} = 0,34 \quad Fo_z = \frac{a_z \times \tau}{S_z^2} = \frac{0,0234 \times \tau}{0,75^2} = 0,042\tau$$

## Рулондаги температуралар тақсимоти

Солиштирма температура

$$\theta = \frac{t_{\text{муф}} - t}{t_{\text{муф}} - t_{\text{нач}}}$$

$$\theta = \theta_r \times \theta_z$$

Рулондаги температуралар тақсимотининг ҳисоби 1 – жадвалда келтирилган.

Рулондаги температуралар тақсимоти. 1 – жадвал.

$\tau$ , ч	$Fo_r$	$Bi_r$	$\theta_{\text{пов.r}}$	$\theta_{\text{extr.r}}$	$Fo_z$	$Bi_z$	$\theta_{\text{extr.z}}$	$\theta_{\text{пов}}$	$\theta_{\text{extr.}}$	$t_{\text{пов}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{extr}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t$ , $^\circ\text{C}$
2	0,056	11,20	0,500	0,980	0,084	0,34	0,990	0,495	0,970	398	80	348
10	0,280	11,20	0,281	0,720	0,420	0,34	0,900	0,253	0,648	561	296	265
20	0,560	11,20	0,057	0,387	0,840	0,34	0,817	0,046	0,316	699	518	181
30	0,840	11,20	0,030	0,227	1,260	0,34	0,707	0,021	0,161	716	622	94
35	0,980	11,20	0,023	0,176	1,470	0,34	0,667	0,015	0,117	720	651	69
40	1,120	11,20	0,017	0,138	1,680	0,34	0,612	0,010	0,084	724	673	51
45	1,260	11,20	0,013	0,092	1,890	0,34	0,580	0,008	0,053	725	694	31

## 2.3 Бўлимдаги преслар (стендлар) сонини аниқлаш

Бўлимнинг маҳсулдорлиги

$$P_{\text{омд}} = \frac{P}{360 \times 24} = \frac{1500000}{360 \times 24} = 173,61 \text{ т/ч}$$

Садка массаси

$$G = 0785 \times (\Phi_p^2 - d_p^2) \times \rho_m \times n_p \times 10^{-3} = 0785 \times (\Phi_{0,00^2} - 0,60^2) \times 7850 \times 1 \times 10^{-3} = 22,43 \text{ т}$$

Қиздириш ва ушлаб туриш вақти – 45 соат.

Совутилиш вақтини 70 соат деб қабул қиламиз.

Технологик цикл  $\tau=45+70+5=120$  соат.

Стенднинг маҳсулдорлиги

$$P_{cm} = \frac{P}{\tau} = \frac{173,61}{120} = 1,45 \text{ Т/ч}$$

Бўлимдаги стендлар сони куйидагича аниқланади

$$N = \frac{P_{om\partial}}{P_{cm}k_u k_z} = \frac{173,61}{1,45 \times 0,9 \times 0,8} = 167$$

Қиздириш қалпоқларининг сони

$$N_{кол} = \frac{N \times \tau_n}{\tau} = \frac{167 \times 45}{120} = 63$$

## 2.4 Иссиқлик баланси

**Иссиқликнинг кириши**

*Ёнилгининг кимёвий иссиқлиги*

$$Q_x = \frac{Q_n^p \times V_m}{3,6},$$

бу ерда  $V_m$  – ёнилғи сарфи, м<sup>3</sup>/с.

$$Q_x = \frac{Q_n^p \times V_m}{3,6} = \frac{11,75 \times V_m}{3,6} = 3,26V_m \text{ кВт}$$

**Иссиқлик сарфи**

**Металлнинг қиздирилиши**

Металлни қиздирилиш учун зарур бўлган иссиқликни циклнинг боши ва охири учун ҳисоблаб чиқамиз. Олинган натижалар ёрдамида печнинг иссиқлик қувватини (қиздирилишнинг бошланишида газни максимал

сарфлаб) ва ёнилғининг солиштирма сарфини (қиздирилиш даврининг якунидаги натижалардан фойдаланган ҳолда) аниқлаб олиш мумкин.

$$t_{\text{нач}}=60 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Қиздирилишнинг бошланғич ва кейинги моментларидаги металлнинг иссиқлик сиғимларини, /3/

$$c_0=0,485 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}; c_2=0,486 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}; c_{45}=0,620 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$$

Қиздирилишнинг бошланиши (2 соат)

$$t_{m2} = 0,2 \times (t_{\text{нов}} + t_{\text{extr}}) = 0,2 \times (98 + 80) = 112 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$T_{yx}=600 \text{ }^{\circ}\text{C}$  – чиқиб кетаётган газларнинг температураси

$$Q_{m2} = \frac{G}{3.6 \times \tau} \times (c_2 \times t_{m2} - c_0 \times t_{m0}) = \frac{22,43}{3.6 \times 2} \times (0,486 \times 112 - 0,485 \times 60) = 78,92 \text{ кВт}$$

Қиздирилишнинг якуни (45 соат)

$$t_{m45} = \frac{1}{3} \times t_{\text{нов}} + \frac{2}{3} \times t_{\text{extr}} = \frac{1}{3} \times 725 + \frac{2}{3} \times 694 = 704 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{yx}=t_{\text{муф}}+120+50=730+120+50=900 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{m45} = \frac{G}{3.6 \times \tau} \times (c_{45} \times t_{m45} - c_0 \times t_{m0}) = \frac{22,43}{3.6 \times 45} \times (0,620 \times 704 - 0,485 \times 60) = 56,40 \text{ кВт}$$

### ***Тахламлар орқали йўқотиладиган иссиқлик***

Тахламлар орқали йўқотиладиган иссиқликни қуйидаги формула орқали аниқлаймиз

$$Q_{\text{кл}} = q_{\text{кл}} \times F_{\text{кл}},$$

бу ерда  $q_{\text{кл}}$  – тахламнинг иссиқлик оқими,  $q_{\text{кл}}=0,5 \text{ кВт/м}^2$  (/3/ графиклар ёрдамида аниқлаймиз);

$F_{кл}$  – тахлам сиртининг юзаси.

$$Q_{кл} = q_{кл} \times F_{кл} = q_{кл} \times \left( 2 \times \frac{\pi \times D^2}{4} + \pi \times D \times h \right) = 0,5 \times \left( 2 \times \frac{3,14 \times 2,85^2}{4} + 3,14 \times 2,85 \times 2,1 \right) = 15,77 \text{ кВт}$$

**Чиқиб кетётган газларнинг иссиқлиги**

$$Q_{yx} = \frac{i_{yx}}{3,6} \times V_m,$$

бу ерда  $i_{yx}$  – тутун газларининг энтальпияси

$$i_{600} = 3,5 \text{ МДж/м}^3,$$

$$i_{900} = 4,5 \text{ МДж/м}^3$$

$$Q_{yx600} = \frac{i_{yx}}{3,6} \times V_m = \frac{3,5}{3,6} \times V_m = 0,97V_m$$

$$Q_{yx900} = \frac{i_{yx}}{3,6} \times V_m = \frac{4,5}{3,6} \times V_m = 1,25V_m$$

Деворнинг солиштирма иссиқлик йўқотишларини аниқлаш

$$g_0 = \frac{t_1 - t_2}{\frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_{л+к}}}, \text{ бу ерда}$$

$t_1, t_2$  – футеровка сиртининг ички ва ташқи температуралари

$S_1, S_2$  – футеровка қатламларининг қалинлиги

$\lambda_1, \lambda_2$  – алоҳида қатламларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти.

Футеровка қатламлари иссиқлик қаршилигини аниқлаб олами. 1м икки қатламли тахлам учун шамот қатламининг ўртача температураси қуйидагига тенг бўлади:

$$t_c = 0,5 (810 - 20) = 365^\circ\text{C}$$

$$t_{cp} = 0,5 (t_{ички} + t_c) = 0,5 (810 + 365) = 557,5^\circ\text{C}$$

бу ерда  $t_{\text{ички}}$  – ички тахлам температураси

$t_{\text{хаво}}$  – цехдаги хаво температураси

$$t_{\text{ср}} = 0,5 (t_{\text{с}} + t_{\text{в}}) = 0,5 (557,5 + 20) = 288,75^{\circ}\text{C}$$

Шамотли  $\lambda_1 = 0,96 \text{ Вт/м}^2\text{К}$

Диатомитли  $\lambda_2 = 0,16 \text{ Вт/м}^2\text{К}$

Бундан тахламнинг йиғиндивий иссиқлик қаршилиги:

$$R_{\text{л}} = \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2}, \text{ бу ерда}$$

$S_1$  ва  $S_2$  – қатламлар қалинлиги 232мм

$$R_{\text{л}} = \frac{0,520}{0,96} + \frac{0,520}{0,16} = 1,69 \left( \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ср}}{\text{Втм}} \right)$$

$\alpha_{\text{л+к}} = 70,1 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ;  $1/\alpha_{\text{л+к}} = 1/70,1 = 0,01$

$$g_0 = \frac{810 - 20}{1,69 + 0,01} = 429 \text{ Вт/м}^2$$

Хисоб сиртларини аниқлаш

а)  $F_{1_{\text{ён}}} \cdot \text{ср} = 2,21,2 = 4,73 \text{ м}^2$

б)  $F_{1_{\text{под}}} = 3,140,62 = 1,13 \text{ м}^2$

в)  $F_{1_{\text{торц}}} = 3,140,62 = 1,13 \text{ м}^2$

$$F_{\text{умумий хисоб}} = F_{\text{а}} + F_{\text{б}} + F_{\text{в}} = 2,64 + 1,13 + 1,13 = 4,9 \text{ м}^2$$

Бундан келиб чиқадики

$$Q_6 = 3124,9 = 1,5 \text{ кВт}$$

Тешиқлар орқали йўқотишларни аниқлаш

$$Q_5 = C_{прив} \cdot F_{акт} \left[ \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right], \text{ бу ерда}$$

$F_{акт}$  – актив сирт

$$F_{акт} = F_{отв} K_v$$

$K_v$  – ойна тешигининг дифракция коэффициенти

$$K_v = 0,4, F_{отв} = ВН$$

(ойна ўлчамларини конструктив жихатдан танланади)

$$F_{акт} = ВН K_v = 0,90,50,4 = 0,18 \text{ м}^2$$

$$C_{прив} = 16,72$$

$$Q_5 = 16,72 \cdot 0,18 \left[ \left( \frac{993}{100} \right)^4 - \left( \frac{293}{100} \right)^4 \right] = 8,25 \text{ кВт}$$

**Хисобга олинмаган йўқотишлар**

Хисобга олинмаган йўқотишларни 10% деб қабул қиламиз

$$Q_{неучт} = 0,1 \times (Q_m + Q_{кл})$$

$$Q_{неучт}^2 = 0,1 \times (8,92 + 15,77) = 9,45 \text{ кВт}$$

$$Q_{неучт}^{45} = 0,1 \times (6,46 + 15,77) = 7,22 \text{ кВт}$$

**Иссиқлик баланси**

Қиздирилишнинг бошланиши

$$3,26 V_m = 78,92 + 15,77 + 0,97 V_m + 9,45$$

$$V_m = 45,5 \text{ м}^3/\text{соат}$$

$$\text{Печнинг иссиқлик қуввати } 45,5 \cdot 3,26 = 148,25 \text{ кВт}$$

Қиздирилишнинг тугаши

$$3,26 V_m = 56,46 + 15,77 + 1,25 V_m + 7,22$$

$$V_m = 39,5 \text{ м}^3/\text{соат}$$

Ёнилғининг солиштирма сарфи

$$q = 3,6 \times \frac{Q_i \times \tau}{G} = 3,6 \times \frac{3,26 \times 39,5 \times 45}{22,43} = 930 \text{ кДж/кг}$$

### **Фойдаланилган адабиётлар**

1. Королев А.А. Механическое оборудование прокатных и трубных цехов. - М.: Metallurgy, 1987;
2. Кривандин В.А., Марков Б.Л. Metallurgical печи. - М.: Metallurgy, 1977;
3. Тымчак В.М., Гусовский В.Л. Расчет нагревательных и термических печей. - М.: Metallurgy, 1983.