

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

«ЭНЕРГЕТИКА» ФАКУЛЬТЕТИ

**«Электр техникаси, электр
механикаси ва электр
технологиялари» кафедраси**

**«Электр техникаси, электр
механикаси ва электр
технологиялари» йўналиши
талабалари учун**

**«Электротехнология асослари»
фанидан амалий машғулотларни
бажариш бўйича**

УСИМУНИКУЛАНМА



ФАРҒОНА - 2013 йил

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

«ЭНЕРГЕТИКА» ФАКУЛЬТЕТИ

**«ЭЛЕКТР ТЕХНИКАСИ, ЭЛЕКТР МЕХАНИКАСИ ВА ЭЛЕКТР
ТЕХНОЛОГИЯСИ» КАФЕДРАСИ**

ЭЭЭ йўналиши талабалари учун

**«Электротехнология асослари»
фанидан амалий машғулотларни бажаришга мўлжалланган**

УСЛУБИЙ ҚЎЛЛАНМА

**ФарПИ услубий Кенгаши
томонидан тасдиқланган
№ _____ мажлис баёни
«_____» «_____» 2013 йил**

ФАРҒОНА – 2013

Услубий қўлланма «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологияси» йўналиши талабалари учун «Электротехнология асослари» фанидан амалий машғулотларини бажариш учун тузилган. Қўлланмада талабалар маъруза дарсларида олган билимларини мустахкамлаш учун мисол ва масалалар берилган, шу билан бир қаторда, ҳар бир амалиёт учун фойдаланиш маъқул бўлган адабиётлар рўйхати ҳам берилгандир.

Услубий қўлланма «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологияси» кафедрасининг услубий семинари йиғилишида «____» _____ й. кун муҳокама қилиниб, «№__» баёнида қайд этилди.

Услубий қўлланма энергетика факультетининг услубий комиссияси томонидан кўриб чиқилган ва у «____» «_____» й. кунидаги «№__» баёни бўйича босмахонада чоп этишга тавсия этилган.

Тузувчилар:

доц. Матбабаев М.М.
кат.ўқ. Усмонов Ш.Ю
асс. Қўчқорова Д.Т.

Тақризчи:

доц. Абдурахмонов С.

Кириш

Фаннинг мақсади – электр технологик қурилма ва тизимларни ишлаш асослари, турлари ва тавсифларини талабаларга ўргатишдир.

Фанни ўқитишнинг вазифаси талабаларнинг ишлаб чиқаришда қўлланиладиган электр технологик қурилма ва тизимларнинг ишлаш принципларининг назарай асосларини яратиш ва эксплуатация қилиш каби масалаларни ўрганишдан иборат.

Ушбу фанни ўрганишдан асосий мақсад электр таъминоти тизимига кирувчи турли электр технологик қурилмалар каби электр истеъмолчиларнинг тузилиши, ишлаш принципи, турлари, энергетик ва ишчи характеристикалар ва шу кабиларни ўрганишдан иборатдир.

Таълим йўналишининг ишчи режасида белгиланишига кўра фанга маъруза, амалий ва лаборатория машғулотлари учун тегишли миқдорда соатлар ажратилган. Фаннинг маъруза машғулотларида электротехнологик қурилмалар ва жараёнларнинг назарий асосларини ўрганиш ва амалий ва лаборатория машғулотларида назарий олинган билимларини электротехнологик қурилмалар намуналари ва уларда қўлланиладиган алоҳида элементларининг ишлаши, уларнинг характеристикаларини тажрибаларда мустахкамлаш кўзда тутилган.

Амалий машғулотларини ўтказиш давомида электротермик қурилмалар, уларда қиздириш режимлари, қурилманинг бир ва кўп қатламли ясси деворларида иссиқлик исрофини ҳисоблаш, электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби, “Қалпоқ” ва “Конвейер” каби типдаги печ параметрларини ҳисоблаш кўринишида ўқитилиши режалаштирилган.

1– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электротермик қурилмалар. Уларда қиздириш режимлари, қурилма ясси деворларида иссиқлик исрофини ҳисоблаш

Электротермик қурилмаларда иссиқлик алмашуви мавжуд бўлган барча усулларда, яъни иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нурли иссиқлик алмашуви усулларида амалга оширилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик усули –қаттиқ жисм ичида ёки ҳаракатда бўлмаган суюқликда (газда) амалга ошириладиган иссиқлик алмашуви усули бўлиб, бунда молекулалар – кинетик назарияга кўра жисмлар заррачаларининг (молекула, атом, электрон) иссиқлик таъсиридаги ҳаракати ва ўзаро таъсирлашуви оқибатида жисмнинг нисбатан юқори ҳароратга эга қисмидан камроқ қизиган қисмига қараб узатиш кўринишда намоён бўлади.

Фурье гипотезасига кўра узатилаётган иссиқлик энергияси миқдори:

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} d\tau \cdot dF \quad (1.1)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

λ - жисм ёки модданинг иссиқлик ўтказиш хусусиятига боғлиқ бўлган иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти;

$\frac{\partial t}{\partial n}$ – иссиқлик энергияси йўқолиши бўйича ҳарорат градиенти;

$d\tau$ - элементар вақт;

dF - иссиқлик оқимида перпендикуляр бўлган элементар юза.

Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда Фурье қонунига кўра қурилма ясси деворлари солиштирма иссиқлик оқими қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) \quad (1.2)$$

бу ерда:

λ - иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти;

δ - девор қалинлиги;

t_1, t_2 – чегаравий юза ҳароратлари.

Иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти кўпинча хом ашёни таркибига асосланган ҳолда жадвалдан ҳам олиниши мумкин.

Намунавий масала ечиш

Илова.1.

1м² юзага тенг бўлган бир қатламли ясси деворни иссиқлик исрофини (иссиқлик оқими) аниқланг. Ўрнатилган чегаравий юза хароратлари мос холда: $t_1=800^{\circ}\text{C}$, $t_2= 80^{\circ}\text{C}$. Деворнинг қалинлиги 500 мм бўлган енгил ғишдан иборат бўлиб, иссиқлик узатиш коэффиценти

$$\lambda = 0,5 + 0,00016 t_{\text{ўр}} \text{ Вт/ (м}^{\circ}\text{C)}.$$

Ечиш:

1) Деворнинг ўртача харорати

$$t_{\text{ўр}} = (t_1 + t_2) / 2 = (800 + 80) / 2 = 440^{\circ}\text{C}$$

2) Ўртача иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти

$$\lambda = 0,5 + 0,00016 \cdot 440 = 0,57 \text{ Вт/ (м}^{\circ}\text{C)}.$$

3) Солиштирма иссиқлик оқими

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = 820 \text{ Вт/м}^2$$

Мустақил ечиш учун масала

Ўлчанган хароратлар фарқи $0,75^{\circ}\text{C}$, лист қалинлиги 25 мм, солиштирма иссиқлик оқими эса 1500 Вт/м^2 бўлган, лист қопламаси пўлатдан иборат бўлган печнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти аниқланг.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Матбабаев М.М. “Электротехнологик қурилмалар” Фарғона.: 2002.
3. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 4.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 5.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

2– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электротермик қурилмаларда қиздириш режимлари, қурилманинг қўп қатламли ясси деворларида иссиқлик исрофини ва иссиқлик ўтказувчанликни ҳисоблаш.

Қўп қатламли ясси деворлар учун солиштирма иссиқлик оқими деворнинг ҳар бир қатламлари иссиқлик оқимлари йиғиндисига тенг бўлади. Мисол учун уч қатламли девор учун:

$$q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(t_1 - t_2); \quad q = \frac{\lambda_2}{\delta_2}(t_2 - t_3); \quad q = \frac{\lambda_3}{\delta_3}(t_3 - t_4), \quad (2.1)$$

Бундан

$$t_1 - t_2 = q\delta_1/\lambda_1; \quad t_2 - t_3 = q\delta_2/\lambda_2; \quad t_3 - t_4 = q\delta_3/\lambda_3; \quad (2.2)$$

Деворнинг ҳар бир қатламлар орасидаги ҳароратларини фарқлари йиғиндиси тўла ҳароратли босимни ташкил этади. Юқоридаги формулаларни ҳисобга олсак қуйидаги формула келиб чиқади:

$$t_1 - t_4 = q(\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3). \quad (2.3)$$

Бу формуладан солиштирма иссиқлик оқими формуласини келтириб чиқаришимиз мумкин

$$q = \frac{t_1 - t_4}{\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3} \quad (2.4)$$

n та қатламли деворлар учун:

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \dots + \delta_n/\lambda_n} \quad (2.5)$$

Деворнинг қатламларининг чегаравий ҳароратлари қуйидагича аниқланади:

$$t_2 = t_1 - q\delta_1/\lambda_1; \quad t_3 = t_2 - q\delta_2/\lambda_2; \quad t_n = t_{n-1} - q\delta_{n-1}/\lambda_{n-1}; \quad (2.6)$$

Юқоридагиларни ҳисобга олиб, иссиқлик ўтказувчанликни эквивалент қийматини қуйидагича ифодалашимиз мумкин:

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \dots + \delta_n/\lambda_n} = \frac{\lambda_{\text{эк}}}{\sum \delta} (t_1 - t_{n+1}) \quad (2.7)$$

бундан:

$$\lambda_{эк} = \frac{\sum \delta}{\delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \dots \delta_n / \lambda_n} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \dots \delta_n}{\delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \dots \delta_n / \lambda_n} \quad (2.8)$$

Намунавий масала ечиш

Илова.2.

Қуйидаги берилганларга асосланган ҳолда уч қатламли деворнинг эквивалент иссиқлик узатиш коэффициентини ва солиштирма иссиқлик оқимини аниқланг.

Биринчи қатлам- оғир ғиштдан терилган: $\delta_1 = 230$ мм, $\lambda_1 = 1,0$ Вт/(м °С);

Иккинчи қатлам- енгил ғиштдан терилган: $\delta_2 = 230$ мм, $\lambda_2 = 0,6$ Вт/(м °С);

Учинчи қатлам- Иссиқликни химояловчи қатлам: $\delta_3 = 140$ мм, $\lambda_3 = 0,15$ Вт/(м °С);

Деворнинг чегаравий юза ҳароратлари: $t_1 = 1050^\circ\text{C}$, $t_2 = 70^\circ\text{C}$

Ечиш:

1) Иссиқлик узатиш коэффициентини эквивалент қиймати:

$$\lambda_{эк} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{\delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3} = \frac{0,23 + 0,23 + 0,14}{0,23/1 + 0,23/0,6 + 0,14/0,15} = \frac{0,6}{1,548} = 0,388 \text{ Вт/м}^0\text{C}$$

2) Уч қатламли деворнинг солиштирма иссиқлик оқими

$$q = \lambda_{эк}(t_1 - t_2) / \delta = 0,388 (1050 - 70) / 0,6 = 635 \text{ Вт/м}^0\text{C}$$

Мустақил ечиш учун масала

Қуйидаги бошланғич берилганларга асосланган ҳолда 4 қатламли деворнинг солиштирма иссиқлик оқимини аниқланг. Деворнинг гегаравий ҳароратлари $t_1 = 1000^\circ\text{C}$ и $t_5 = 50^\circ\text{C}$, қатлам қалинликлари $\delta_1 = 0,115$ м, $\delta_2 = 0,23$ м, $\delta_3 = 0,115$ м, $\delta_4 = 0,09$ м; қатламларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари: $\lambda_1 = 0,755 + 0,00058t_{12}$, $\lambda_2 = 0,5 + 0,00016t_{23}$, $\lambda_3 = 0,314 + 0,00035t_{34}$, $\lambda_4 = 0,255 + 0,00026t_{45}$

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Матбабаев М.М. “Электротехнологик қурилмалар” Фарғона.: 2002.
3. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 4.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 5.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

3– АМАЛИЙ МАШҲУЛОТ

Электротермик қурилмаларда қиздириш режимлари, қурилманинг кўп қатламли цилиндрик деворларида иссиқлик исрофини ва иссиқлик ўтказувчанликни ҳисоблаш

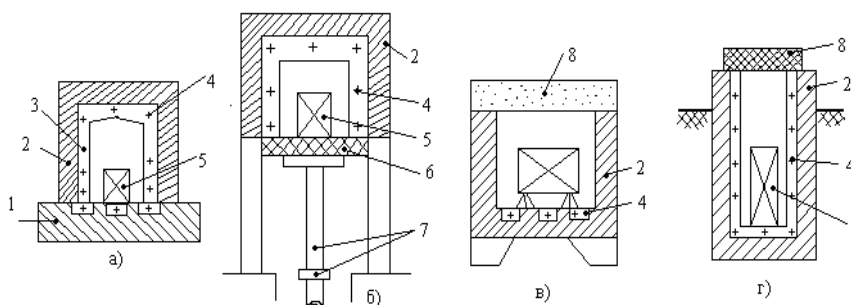
ЭҚП лар машинасозлик, металлургия, енгил ва кимё саноати, қурилиш ва коммунал хужаликда кенг қулланилиши муносабати билан улар турли хил конструкцияга эга. Улар турли курсаткичларига кура турларга булинади. Электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантирилиши усулига кура ЭҚП лар икки тоифага булинади, яҳни **билвосита ишловчи ЭҚП лар** ва **бевосита ишловчи ЭҚП лар**.

Билвосита иссиқлик ишлови берувчи ЭҚП лар.

1. Даврий режимда ишловчи электр қаршилик печлари.

Куйида 3.1 - расмда даврий режим ЭҚП ларнинг тузилиши келтирилган. Бунда а- калпок типдаги; б - элеватор типдаги ; в - камерали; г - шахта типдаги.

3.1-расмда куйидаги белгиланишлар қулланилган: 1 - махсулот урнатиладиган стенд; 2 -печь камераси ; 3 - юкори хароратга чидамли муфель ; 4 - киздирувчи элементлар; 5 - киздирилаётган махсулот; 6 - печнинг пастга тушириладиган туби; 7 - кутарувчи қурилма; 8 - печь копкоги.



Шахта типдаги печь - қуввати 300 - 400 кВт, ишчи харорати 1500°С га тенг бўлган юкори кисмида махсус механизм ёки кутариш крани ёрдамида очиладиган копкокка эга бўлган ва ишчи камераси ер тубига жойлаштирилган печни ифодалайди.

Шахта типдаги ЭҚП ларни кўпчилигини камераси цилиндрик кўринишида бўлади.

F- цилиндрик деворнинг кесим юзаси орқали иссиқлик оқими ўтади. Лекин доим бир хилда эмас, агар радиус кенгайса, иссиқлик оқими ҳам кенгайди.

Бир қатламли цилиндрик деворнинг иссиқлик оқимини куйидаги формула орқали аниқланади:

$$Q = \frac{(t_1 - t_2)}{\delta \varphi / \lambda F} \quad (3.1)$$

бу ерда, δ - деворнинг қалинлиги, у куйидагича аниқланади:

$$\delta = (d_1 - d_2) / 2 \text{ (м)} \quad (3.2)$$

F-деворнинг ўртача диаметри бўйича цилиндрик юза

$$F = \pi (d_1 + d_2)L / 2 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.3)$$

φ- коррекция коэффициенти, диаметрларнинг боғланишидан келиб чиққан.

Кўп қатламли цилиндрик деворнинг иссиқлик оқимини қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$Q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\delta_1 \varphi_1 / \lambda_1 F_1 + \delta_2 \varphi_2 / \lambda_2 F_2 + \delta_n \varphi_n / \lambda_n F_n} \quad (3.4)$$

бу ерда,

$$F_1 = \pi L (d_1 + d_2) / 2 \text{ (м}^2\text{)}; \quad F_2 = \pi L (d_1 + d_3) / 2 \text{ (м}^2\text{)}; \quad F_n = \pi L (d_n + d_{n+1}) / 2 \text{ (м}^2\text{)}$$

$\delta_1, \delta_2, \delta_n$ - девор қатламлари қалинлиги;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_n$ - иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_n$ - коррекция коэффициенти.

Кўпинча тажриба машғулотларда, электр печларининг иссиқлик хисобларида цилиндрик девор қатламларини диаметрлари нисбати 2 дан ошмайди. Коррекция коэффициенти эса иссиқлик исрофларини натижасини ошириб беради. Шунинг учун электр қаршилиқ печларини цилиндрик деворларини иссиқлик исрофи қуйидаги формуладан аниқлаш мақсадга мувофиқдир.

$$Q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\delta_1 / \lambda_1 F_1 + \delta_2 / \lambda_2 F_2 + \delta_n / \lambda_n F_n} \quad (3.5)$$

Намунавий масала ечиш

Илова.3.

Қуйидаги берилганларга асосланган ҳолда уч қатламли цилиндрик деворли шахта типдаги ЭҚП нинг иссиқлик ўтказувчанлик орқали иссиқлик оқимини аниқланг.

$L = 2000$ мм, $d_1 = 600$ мм, $d_2 = 800$ мм, $d_3 = 1050$ мм, $d_4 = 1750$ мм, $\lambda_1 = 1,35$ Вт/(м⁰С), $\lambda_2 = 0,55$ Вт/(м⁰С), $\lambda_3 = 0,35$ Вт/(м⁰С). Ички юза ҳарорати $t_1 = 1050^\circ\text{C}$, ташқи юза ҳарорати $t_4 = 70^\circ\text{C}$.

Ечиш:

1) Деворнинг қатлам қалинликлари ва юзаларини аниқлаймиз.

$$F_1 = \pi L (d_1 + d_2) / 2 = 3,14 \cdot 2(0,6 + 0,8) / 2 = 4,4 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$F_2 = \pi L (d_2 + d_3) / 2 = 3,14 \cdot 2(0,8 + 1,05) / 2 = 5,8 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$F_3 = \pi L (d_3 + d_4) / 2 = 3,14 \cdot 2(1,05 + 1,75) / 2 = 8,8 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$\delta_1 = (d_2 - d_1) / 2 = (0,8 - 0,6) / 2 = 0,1 \text{ (м)};$$

$$\delta_2 = (d_3 - d_2) / 2 = (1,05 - 0,8) / 2 = 0,125 \text{ (м)};$$

$$\delta_3 = (d_4 - d_3) / 2 = (1,75 - 1,05) / 2 = 0,35 \text{ (м)}.$$

2) Иссиқлик оқими

$$\begin{aligned} Q &= \frac{t_1 - t_4}{\delta_1 / \lambda_1 F_1 + \delta_2 / \lambda_2 F_2 + \delta_3 / \lambda_3 F_3} = \frac{1050 - 70}{0,1 / (1,35 \cdot 4,4) + 0,125 / (0,55 \cdot 5,8) + 0,35 / (0,35 \cdot 8,8)} \\ &= \frac{980}{0,01685 + 0,03920 + 0,11370} = \frac{980}{0,16975} = 5770 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Мустақил ечиш учун масала

Қуйидаги берилганларга асосланган ҳолда уч қатламли цилиндрик деворли шахта типидagi ЭҚП нинг иссиқлик ўтказувчанлик орқали иссиқлик оқимини аниқланг.

$L = 2500$ мм, $d_1 = 700$ мм, $d_2 = 900$ мм, $d_3 = 1150$ мм, $d_4 = 1850$ мм. Ички юза харорати $t_1 = 1150^\circ\text{C}$, ташқи юза харорати $t_4 = 90^\circ\text{C}$, қатламларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари: $\lambda_1 = 0,755 + 0,00058t_{12}$, $\lambda_2 = 0,5 + 0,00016t_{23}$, $\lambda_3 = 0,314 + 0,00035t_{34}$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Матбабаев М.М. “Электротехнологик қурилмалар” Фарғона.: 2002.
3. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 4.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 5.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011

4– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электр қаршилиқ печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Қалпоқ типидagi печ параметрларини ҳисоблаш

Электр печларининг иссиқлик ҳисоблари истеъмол қилинган ва белгиланган қувватлар, уларни иссиқлик параметрлари, яъни солиштирма электр энергия исрофи, иссиқлик бўйича ФИКи ва печни иситиш вақтини аниқлаш учун хизмат қилади. Умумий ҳолда ЭҚПларда энергия харажатлари таркиби:

- 1) Печдаги асосий фойдали энергия;
- 2) Ёрдамчи қурилмаларни қиздириш учун сарф бўлган энергия (тара, иссиқликка чидамли аравачалар ва х.з.);
- 3) Иссиқлик исрофлари (печдаги);
- 4) Футерофкага сарф бўлган энергия;
- 5) Электр йўқотиш (озрок).

ЭҚПларда энергияни ташкил этувчилари қуйидагилар: а) ЭЭ; б) экзотермик реакция энергияси(яъни печни ва маҳсулотни қизитиш пайтидаги энергия); в) қўшимча иссиқлик манбалари энергияси(газ гарелкалари).

Даврий режимдаги электр печини иссиқлик мувозанати математик тарзда қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\Sigma W = W_{\text{фой}} + W_{\text{ёр}} + W_{\text{иср}} + W_{\text{ак}} + W_{\text{ээ иср}} \quad (4.1)$$

бу ерда ΣW - печни иш цикли бўйича умумий энергия келиш йиғиндиси;

$W_{\text{фой}}$ - фойдали энергия; $W_{\text{ёр}}$ - ёрдамчи қурилмаларни иситиш учун керак бўлган энергия; $W_{\text{иср}}$ - печни иссиқлик исрофлари йиғиндиси; $W_{\text{ак}}$ - футеровкани иситиш ёки қизитиш пайтидаг тўпланган энергия; $W_{\text{ээ иср}}$ - электр энергия исрофи.

Узлуксиз режимда ишловчи ЭҚП ларнинг иссиқлик мувозанати

$$\Sigma Q = Q_{\text{фой}} + Q_{\text{ёр}} + Q_{\text{иср}} + Q_{\text{эл.иср}} \quad (4.2)$$

формула орқали аниқланади.

ΣQ - келтирилган қувват йиғиндиси; $Q_{\text{фой}}$ - печни фойдали қуввати; $Q_{\text{ёр}}$ - ёрдамчи қурилмаларни қизитиш учун кетган қувват; $Q_{\text{иср}}$ - печни иссиқлик исрофлари йиғиндиси қуввати; $Q_{\text{эл.иср}}$ - печни электр исрофлари қуввати.

Даврий режимдаги печларни ФИК

$$\eta = \frac{W_{\text{фой}}}{\Sigma W} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

Узлуксиз режимдаги печларни ФИК

$$\eta = \frac{Q_{\text{фой}}}{\Sigma Q} \cdot 100\% \quad (4.4)$$

Даврий режимдаги печларни солиштирма энергия сарфи

$$\omega = \Sigma W / G \quad (4.5)$$

G - қиздирилиши лозим бўлган юк (кг ёки т).

Узлуксиз режимдаги печлар учун

$$\omega = \Sigma Q / g \quad (4.6)$$

g - печни фойдали унумдорлиги (кг/с, т/с).

Печларни ФИК ва солиштирма энергия сарфлари кўпинча техник иқтисодий ўлчовларни такомиллаштириш даражасини белгилайди. Лекин, ФИК дан ҳам солиштирма энергия сарфи кўпроқ ахамиятга эга.

Истеъмол қилинган қувватни аниқлаш учун (даврий режимдаги печни) иссиқлик мувозанати берган натижаларга кўра қайси вақтда энг кўп қувват истеъмол қилинаётганини билиш керак. Кўпинча бу вақт $\tau_{\text{қиз}}$ юкни қизитиш пайтидаги вақтга тўғри келади. Лекин бу вақтни ўзида ёрдамчи қурилмаларни қизитиш ёрдамида иссиқлик исрофларини компенсациялаб туриш керак, ёки совуб қолган футеровкани иситиб ёки қизитиб туриш ҳам мумкин.

Даврий режимдаги печни истеъмол қилган қуввати:

$$P^* = \Sigma W / \tau_{\text{қиз}} \quad (4.7)$$

Кўп ҳолларда даврий режимдаги печларни $W_{\text{ак}}$ қийматини чиқариб юбориш мумкин. Чунки бу қиймат футеровкани қизиши учун кетган энергия бўлиб, футеровкани юкни юклаган ёки тўкаётган пайтидаги вақтда қиздириб олиб

энергияни исрофини олдини олишимиз мумкин. Бу вақт оралиғида юкни юклашга кетган энергия, футерофкани қизиши учун ҳам етади.

Узлуксиз режимдаги печни истеъмол қуввати (электр исрофи 0 га тенг деб олгандаги):

$$P^* = Q_{\text{фой}} + Q_{\text{ёр}} + Q_{\text{иср}} \quad (4.8)$$

Энг кўп истеъмол қуввати ортиқча қувват коэффиценти K ни ҳисобга олиб, печни ўрнатилган қуввати аниқланади:

$$P = K \cdot P^* \quad (4.9)$$

K -ортиқча қувват коэффиценти.

Агар истеъмол қуввати 300 кВтдан юқори бўлса, $K=1,2 \div 1,4$ оралиқда қиймат олинади; агар 100-300кВтгача бўлса, $K=1,25 \div 1,5$; агар 100 кВтгача бўлса, $K=1,3 \div 1,6$ оралиқда қиймат олинади.

Намунавий масала ечиш

Илова.4.

Қалпоқ типдаги печни ўрнатилган қуввати ва солиштирма электр энергия сарфи аниқлансин. Печни ишлаш режими қуйидагича характерланади: ишчи хароратгача қиздирилган печнинг қалпоқ қисми қиздирилмаган стендга ўрнатилади. Махсулот қиздирилганда ва белгиланган хароратда тоблангандан сўнг печнинг қалпоқ қисми навбатдаги стендга ўтказилади.

Берилганлар: $W_{\text{фой}} = 11050$ кВт·с- 80 тонна юкни қизитиш учун кетган фойдали иссиқлик энергия; $W_{\text{ёр}} = 279$ кВт·с- иссиққа чидамли муфельни қизитиш учун кетган иссиқлик энергияси; $W_{\text{ак}} = 2330$ кВт·с- футеровкани қизитиш учун кетган иссиқлик энергия; $Q_1 = 87$ кВт – қалпоқни иссиқлик исрофи; $Q_2 = 18,6$ кВт – стенднинг ўрнатилган режимдаги иссиқлик исрофи; $\tau_{\text{киз}} = 48$ с– берилган хароратгача юкни қиздириш вақти; $\tau_{\text{уш}} = 6$ с– қалпоқ остида юкни ушлаш вақти.

Ечиш:

1) Печни иссиқлик мувозанатини аниқлаймиз

$$\Sigma W = W_{\text{фой}} + W_{\text{ёр}} + W_{\text{ак}} + Q_1(\tau_{\text{киз}} + \tau_{\text{уш}}) + 0,5Q_2 \cdot \tau_{\text{киз}} + Q_2 \cdot \tau_{\text{уш}} = 11050 + 279 + 2330 + 87(48 + 6) + 0,5 \cdot 18,6 \cdot 48 + 18,6 \cdot 6 = 18817 \text{ кВт·с}$$

2) Солиштирма энергия сарфи

$$\omega = \Sigma W / G = 18817 / 80 = 236 \text{ кВт·с/т}$$

3) Қалпоқни қиздирувчи элементларини истеъмол қилган қуввати

$$P_1^* = (W_{\text{фой}} + W_{\text{ёр}} + Q_1 \cdot \tau_{\text{киз}}) / \tau_{\text{киз}} = (11050 + 279 + 87 \cdot 48) / 48 = 324 \text{ кВт}$$

4) Қалпоқни қиздирувчи элементларини ўрнатилган қуввати K ортиқча коэффиценти билан бирга олинади. $K_1 = 1,3$

$$P_1 = K_1 \cdot P_1^* = 1,3 \cdot 324 = 420 \text{ кВт}$$

5) Стендни қиздирувчи элементларини истеъмол қуввати

$$P_2^* = (W_{ак} + 0,5Q_2 \cdot \tau_{қиз}) / \tau_{қиз} = (2330 + 0,5 \cdot 18,6 \cdot 48) / 48 = 57,8 \text{ кВт}$$

6) Стенди қиздирувчи элементларини ўрнатилган қуввати К билан бирга олинади. $K_2 = 1,4$

$$P_2 = K_2 \cdot P_2^* = 1,4 \cdot 57,8 = 80 \text{ кВт}$$

7) Печни ўрнатилган қувват йиғиндиси

$$P = P_1 + P_2 = 420 + 80 = 500 \text{ кВт}$$

8) Печни унумдорлиги

$$B = G / (\tau_{қиз} + \tau_{уш}) = 1,48 \text{ т/с}$$

Мустақил ечиш учун масала

Шахта типдаги печни ўрнатилган қуввати ва солиштирма электр энергия сарфи аниқлансин. Печни ишлаш режими бир мартали.

Берилганлар: $W_{фой} = 10000 \text{ кВт} \cdot \text{с}$ - 60 тонна юкни қизитиш учун кетган фойдали иссиқлик энергия; $W_{ёр} = 198 \text{ кВт} \cdot \text{с}$ - иссиққа чидамли муфелъни қизитиш учун кетган иссиқлик энергияси; $W_{ак} = 2200 \text{ кВт} \cdot \text{с}$ - футеровкани қизитиш учун кетган иссиқлик энергия; $W_{иср} = 28 \text{ кВт} \cdot \text{с}$ –иссиқлик исрофи; $\tau_{қиз} = 27 \text{ с}$ – берилган хароратгача юкни қиздириш вақти; $\tau_{уш} = 3 \text{ с}$ – шахта остида юкни ушлаш вақти.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

5– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Конвейер типдаги печ параметрларини ҳисоблаш

Конвейер типдаги печлар узлуксиз режимда ишловчи электр қаршилик печларига киради. Шунинг учун иссиқлик ҳисобларида фақатгина узлуксиз режимда ишловчи ЭҚП ларни формулаларидан фойдаланамиз.

Намунавий масала ечиш

Илова.5.

Пўлат буюмларни тобловчи Конвейер печини ўрнатилган қуввати ва солиштирма энергия сарфини аниқланг.

Берилганлар: печни унумдорлиги $g = 250$ кг/с, печни фойдали қуввати $Q_{\text{фой}} = 35$ кВт. Конвейер тасмасини қиздириш учун керак бўлган қувват $Q_{\text{ёр}} = 15$ кВт, печни иссиқлик исрофлари йиғиндиси $Q_{\text{иср}} = 25$ кВт.

Ечиш:

1) Печни истеъмол қуввати

$$P^* = Q_{\text{фой}} + Q_{\text{ёр}} + Q_{\text{иср}} = 35 + 15 + 25 = 75 \text{ кВт}$$

2) Солиштирма энергия сарфи

$$\omega = \Sigma Q / g = 75 / 250 = 0,3 \text{ кВтс/ кг} = 300 \text{ кВтс/ т}$$

Мустақил ечиш учун масала

Туннель печини ўрнатилган қуввати ва солиштирма электр энергия сарфини аниқланг.

Берилганлар: печни унумдорлиги $g = 200$ кг/с, печни фойдали қуввати $Q_{\text{фой}} = 30$ кВт, ёрдамчи қурилмаларни қиздириш учун сарфланган қувват $Q_{\text{ёр}} = 9$ кВт, печни иссиқлик исрофлари йиғиндиси $Q_{\text{иср}} = 13$ кВт.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

6– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Печни фойдали иссиқлик энергиясини ҳисоблаш

Фойдали иссиқликни агар вақтга боғлиқ бўлмаган ҳолда маълум бир маҳсулотни эритиш бўлса, маҳсулотни қизитиш учун сарфланган энергия кўринишида бўлиши мумкин, агар маҳсулотни маълум бир вақт оралиғида қизитилса, ушбу иссиқликни қувват кўринишида олишимиз ҳам мумкин.

Даврий режимда ишловчи печларни фойдали иссиқлиги қуйидаги формуладан аниқланади.

$$W_{\text{фой}} = Gc (t - t_0) \quad (6.1)$$

G- фойдали юкни массаси, кг; c- қизитиш бошланиши ва охиридаги ҳарорат диапазонидаги юк маиериалини ўртача солиштирма иссиқлик сифими; t- юкни қизитишдаги берилган ҳарорат; t_0 - бошланғич ҳарорат.

$$W_{\text{фой}} = G (j_t - j_0) \quad (6.2)$$

j_t - юкни солиштирма иссиқлик сифими; j_0 – юкни бошланғич ҳарорати.

Узлуксиз режимдаги печларни фойдали иссиқлиги кўпинча қувват кўринишида аниқланади.

$$Q_{\text{фой}} = g c (t - t_0); \quad Q_{\text{фой}} = g (j_t - j_0) \quad (6.3)$$

g- юкни фойдали массаси.

Намунавий масала ечиш

Илова.6.

250 кг алюминийни 800°C ҳароратгача ўта қизитиш ва эритиш учун керак бўладиган фойдали иссиқлик миқдори аниқлансин. Юкланган алюминийни дастлабки ҳарорати 20°C .

Ечиш:

1) 800°C да алюминийни иссиқлик миқдори (П9 жадвалдан олинади)

$$j_t = 1070 \text{ кДж/кг ёки } 1070/3600 = 0,297 \text{ кВтс/ кг}$$

2) 20°C да алюминийни иссиқлик миқдори (П9 жадвалдан олинади)

$$j_0 = 17,9 \text{ кДж/кг ёки } 17,9/3600 = 0,005 \text{ кВтс/ кг}$$

3) Фойдали иссиқлик миқдори

$$W_{\text{фой}} = G (j_t - j_0) = 250(0,297 - 0,005) = 73 \text{ кВтс}$$

Мустақил ечиш учун масала

300 кг мисни 700°C ҳароратгача ўта қизитиш ва эритиш учун керак бўладиган фойдали иссиқлик миқдори аниқлансин. Юкланган мисни дастлабки ҳарорати 15°C . $j_t = 308 \text{ кДж/кг}$, $j_0 = 7 \text{ кДж/кг}$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-I. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

7– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электр қаршилиқ печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Печнинг ёрдамчи қурилмаларини қиздиришга сарфланган иссиқлик миқдорини ҳисоблаш

Печ билан биргаликда қиздириладиган ёрдамчи қурилмалар таркибига қуйидагилар киради: тасма, роликлар, аравачалар, иссиққа чидамли занжирлар ва х.з. Ёрдамчи қурилмаларни қизитишга сарфланган иссиқлик миқдорини аниқлашда фойдали иссиқлик миқдорини аниқловчи формулалардан фойдаланилади. Фақатгина бу ерда ёрдамчи қурилмаларини иссиқлик миқдори ҳисобларида бир мунча ноаниқликларга дуч келишимиз мумкин. Буни олдини олишимиз учун печ камерасига кираётган ва чиқаётган ёрдамчи қурилмаларни ҳароратларини тажриба натижаларидан келиб чиққан ҳолда қабул қилиб олишимиз керак бўлади.

Хар қандай ҳолатларда ёрдамчи қурилмалар оғирлигини, ҳамда юкланаётган фойдали юкни оғирлигини тахминий ҳисобларини олиб боришимиз керак. Ёрдамчи қурилмалар оғирлиги маълум миқдорда печни иссиқлик бўйича самарасига таъсир кўрсатади.

Намунавий масала ечиш

Илова.7.

Ишчи ҳарорати $t = 850^{\circ}\text{C}$ ва фойдали унумдолиги $g = 400$ кг/с бўлган пўлат буюмларни тобловчи Конвейер типдаги печни лентасини қизитиш учун керак бўлган қувватни аниқланг. 1 кг маҳсулотни юклашдаги лента оғирлиги 0,5 кг. Конвейер лентаси печ камерасига $t_0 = 400^{\circ}\text{C}$ ҳарорат билан киради. Конвейер лентаси маркаси Н28 бўлган хромникелли пўлатдан ясалган. 400°C ҳароратда солиштирма иссиқлик сиғими $c_1=0,151$ Втс/ кг $^{\circ}\text{C}$, 850°C да эса солиштирма иссиқлик сиғими $c_2=0,163$ Втс/кг $^{\circ}\text{C}$ (П-6 жадвалдан олинган).

Ечиш:

- 1) 400°C дан 850°C диапазондаги ҳароратни штртача солиштирма иссиқлик сиғими

$$c_{\text{ўр}} = (c_1 + c_2) = (0,151 + 0,163)/2 = 0,157 \text{ Втс/кг}^0\text{С}$$

2) 1соат давомида печдан ўтадиган лента оғирлиги

$$g_k = g \cdot 0,5 = 200 \text{ кг/с}$$

3) Конвейер лентасини қиздириш учун сарфланган қувват

$$Q_k = g_k \cdot c_{\text{ўр}} (t - t_0) = 200 \cdot 0,157(850 - 400) = 14120 \text{ Вт (14,12 кВт)}.$$

Мустақил ечиш учун масала

Ишчи харорати $t=950^0\text{С}$ ва фойдали унумдорлиги $g=460 \text{ кг/с}$ бўлган пўлат буюмларни тобловчи конвейер типигаги печни лентасини қизитиш учун керак бўлган қувватни аниқланг. 1 кг махсулотни юклашдаги лента массаси 0,7 кгни ташкил этади. Конвейер лентаси печ камерасига $t_0=500^0\text{С}$ харорат билан киради. $c_1= 0,157 \text{ Втс/кг}^0\text{С}$, $c_2= 0,165 \text{ Втс/кг}^0\text{С}$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

8– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Турли кўринишдаги иссиқлик исрофлари миқдорини ҳисоблаш

I. Иссиқлик исрофлари турлари

Печларни иссиқлик исрофларини қуйидаги синфларга бўлиш мумкин:

- 1) футеровкадаги исроф;
- 2) футеровка тирқишларида бўладиган исрофлари;
- 3) иссиқлик қисқа туташуви пайтидаги иссиқлик исрофлари
- 4) печни тирқишларидаги исрофлар;
- 5) печдан чиқадиган газлар орқали бўладиган исрофлар.

Печлардаги асосий исрофлар футеровка орқали ва футеровка тирқишларидаги исрофлари ҳисобига бўлади.

Иссиқлик қисқа туташуви печни бирданига очилганда ичкаридаги ҳарорат ўта юқори ва ташқаридаги ҳарорат жуда паст бўлганда содир бўлади.

Печни конструктив тузилишига қараб печдан фойдаланилганида жуда катта миқдорда иссиқлик исрофи бўлади.

II. Футеровкадаги иссиқлик исрофлари

Ясси деворларни солиштирма иссиқлик исрофи

$$q_0 = \frac{t_1 - t_{n+1}}{S_1 / \lambda_1 + S_2 / \lambda_2 + \dots S_n / \lambda_n} \quad (8.1)$$

бу ерда: S -қалинлик, м

Печнинг иссиқлик исрофларини ҳисоблаш формуласи

$$Q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{S_1 / \lambda_1 F_{12} + S_2 / \lambda_2 F_{23} + \dots S_n / \lambda_n F_{n,n+1}} \quad (8.2)$$

бу ерда: F_{12} , F_{23} , $F_{n,n+1}$ - девор қатламларини ҳисобий юзалари, м²

Алоҳида девор қатламларини ҳисобий юзаси ўртача арифметик қиймат сифатида олиниши мумкин.

$$F_{12} = (F_1 + F_2) / 2; \quad F_{23} = (F_2 + F_3) / 2 \quad (8.3)$$

Тажрибаларга кўра ясси деворларни иссиқлик исрофлари қисқартирилган формула орқали ҳисоблашимиз мумкин.

$$Q = q \cdot F_{\text{хис}} \quad (8.4)$$

бу ерда: q - солиштирма иссиқлик исрофи; $F_{\text{хис}}$ – деворни ҳисобланган юзаси.

Печ футеровкаси орқали иссиқлик исрофларини амалий ҳисоблаш учун қуйидаги катталиклар хизмат қилади:

- 1) футеровкани барча ўлчамлари билан конструктив эскизи;
- 2) футеровкада ишлатиладиган иссиқликни изоляция қилувчи ҳамда иссиқликка чидамли материалларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари;

3) Печнинг ташқи юзасидан атроф-мухитга иссиқлик бериш коэффициенти қиймати.

(8.1) га тегишли қийматлар қуйидагича танланади: Иссиқлик исрофларини аниқлаш учун футеровкани иски юзасини харорати печни ишчи хароратига тенг деб олинади.

Футеровкани ташқи юзаси харорати дастлабки иссиқлик исрофларини аниқлангандан сўнг тақрибан қабул қилинади (t_{n+1}). (t_{n+1}) қийматни танлаш қуйидаги физик кетма-кетликдан иборат. t_1 қиймати ва иссиқлик қаршиликлари йиғиндиси $S_1/h_1 + S_2/h_2 + S_n/h_n$, ҳамда реал харорат шундай бўлиши керакки, девор юзасининг атроф- мухитга иссиқлик бериш t_0 харорати билан деворнинг q солиштирма иссиқлик оқими тенг бўлиши керак.

Намунавий масала ечиш

Илова.8.

Ишчи харорати 950°C цилиндрик кўринишидаги шахта печининг ён деворлари орқали иссиқлик исрофлари аниқлансин. Печнинг футеровка материаллари қуйидагича тайёрланган: Ички ўтга чидамли қатлам ШБ маркали шамотдан тайёрланади, ташқи иссиқликни химояловчи қатлам ПД-350 маркали пенодиамитдан тайёрланган. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари 14,15-жадваллардан олинади. Атроф-мухит хароратини $t_0=20^\circ\text{C}$.

Ечиш:

1) Девор қатламларини ички ва ташқи хисобий юзаларини аниқлаймиз.

$$F_1 = \pi d_1 h_1 = 3,14 \cdot 1,2 \cdot 5 = 7,85 \text{ м}^2$$

$$F_2 = 10,35 \text{ м}^2 ; F_3 = 18,8 \text{ м}^2$$

$$F_{12} = (F_1 + F_2)/2 = 9,1 \text{ м}^2 ; F_{23} = (F_2 + F_3)/2 = 14,57 \text{ м}^2$$

2) Дастлабки хисобларда футеровкани ташқи юза хароратини $t_3 = 60^\circ\text{C}$ ва футеровка қатламлари орасидаги чегаравий юза хароратини $t_2 = 800^\circ\text{C}$ деб оламиз. Бу шартлар учун футеровкани ўтга чидамли ва иссиқликни химояловчи қатламларини иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентларини аниқлаймиз.

$$\lambda_1 = 0,9 + 0,3 \cdot 10^{-3} t_{\text{ўп}} = 0,9 + 0,3 \cdot 10^{-3} (t_1 + t_2)/2 = 0,9 + 0,3 \cdot 10^{-3} (950 + 800)/2 = 1,162$$

$$\lambda_2 = 0,081 + 0,186 \cdot 10^{-3} t_{\text{ўп}} = 0,081 + 0,186 \cdot 10^{-3} (t_2 + t_3)/2 = 1,161$$

3) Дастлабки иссиқлик исрофи

$$Q_1 = \frac{t_1 - t_3}{S_1 / \lambda_1 F_{12} + S_2 / \lambda_2 F_{23}} = \frac{950 - 60}{0,1 / 1,162 \cdot 9,1 + 0,3 / 1,161 \cdot 14,57} = 6475 \text{ Вт}$$

4) Дастлабки тақрибан қабул қилинган t_3 хароратни текшириш учун девор ташқи юзасининг атроф- мухитга иссиқлик беришини аниқлаймиз. 18-жадвалга кўра t_3 хароратда солиштирма иссиқлик бериш коэффициенти $q_0 = 482 \text{ Вт/м}^2$, F_3 юзасини иссиқлик бериши эса

$$Q_2 = q_0 \cdot F_3 = 482 \cdot 18,8 = 9060 \text{ Вт}$$

тенг. $Q_2 > Q_1$ бўлганлиги учун, ташқи юза харорати қабул қилинган 60°C дан кичик бўлиши керак.

Энди эса исрофларни ҳисоблаш учун хароратни $t_3' = 50^\circ\text{C}$ деб оламиз, шунингдек иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини аниқлаштириш учун футеровкани қатламлараро чегаравий юза хароратларини топамиз.

5) Футеровкани ўтга чидамли қатламдаги хароратлар фарқи

$$\Delta t = \Delta t_1 \cdot R_{t1} / R_t = (950 - 60) \cdot 0,0095 / 0,1375 = 61^\circ\text{C}$$

6) Чегаравий юза хароратлари

$$t_2 = t_1 - \Delta t_1 = 950 - 61 = 889^\circ\text{C}$$

7) Иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентлари

$$\lambda_3 = 0,9 + 0,3 \cdot 10^{-3} t_{\text{yp}} = 0,9 + 0,3 \cdot 10^{-3} (t_1 + t_2') / 2 = 0,9 + 0,3 \cdot 10^{-3} (950 + 889) / 2 = 1,176$$

$$\lambda_4 = 0,081 + 0,186 \cdot 10^{-3} t_{\text{yp}} = 0,081 + 0,186 \cdot 10^{-3} (t_2' + t_3) / 2 = 1,1694$$

8) $t_3' = 50^\circ\text{C}$ бўлгандаги иссиқлик исрофи

$$Q_3 = \frac{t_1 - t_3}{S_1 / \lambda_1 F_{12} + S_2 / \lambda_2 F_{23}} = \frac{950 - 50}{0,1 / 1,176 \cdot 9,1 + 0,3 / 1,1694 \cdot 14,57} = 6850 \text{ Вт}$$

Ташқи юза харорати $t_3' = 50^\circ\text{C}$ да солиштирма иссиқлик бериш коэффициенти $q_0 = 340 \text{ Вт/м}^2$, F_3 юзасини иссиқлик бериши эса

$$Q_4 = q_0 \cdot F_3 = 340 \cdot 18,8 = 6400 \text{ Вт}$$

Демак, Q_3 ва Q_4 қийматлари орасида озгина фарқ бўлганлиги учун ҳисоблар шу ерда тугатилади, иссиқлик исрофи $Q_4 = 6850 \text{ Вт}$ деб қабул қиламиз. Ҳисоблардан кўриниб турибдики, ташқи юза харорати 52°C атрофида бўлиши керак экан.

Мустақил ечиш учун масала

Ўлчамларга асосланган ҳолда ҳаракатдаги печнинг футеровкаси орқали иссиқлик исрофларини аниқланг. Печ қопламасини юза йиғиндиси 40 м^2 , ундан $F_1 = 10 \text{ м}^2$, харорати 120°C , $F_2 = 12 \text{ м}^2$ харорати 80°C , $F_3 = 18 \text{ м}^2$ харорати 60°C ; Хароратларга кўра солиштирма иссиқлик бериш коэффициенти куйидагиларга тенг: $q_1 = 1,46 \text{ кВт/м}^2$, $q_2 = 0,8 \text{ кВт/м}^2$, $q_3 = 0,482 \text{ кВт/м}^2$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г. “Электротехнологические установки”. М.: Высшая школа, 1988.
3. Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.

9– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Печни қиздириш вақтини аниқлаш

Печларни қиздириш вақтини билиш учун:

- 1) Совуқ ва қисман совуган печни белгиланган харорат режимига ўтиши учун тайёрланадиган вақт миқдорини аниқлаш керак;
- 2) Печни қиздириш учун сарф бўлган энергия миқдорини аниқлаш керак.

Печни қиздириш давомида футеровка ҳамда иссиқлик исрофларини компенсация қилувчи иссиқлик сиғимини таъминлашга етарли энергияни ҳисобга олиш зарур.

Совуқ ҳолдаги печни қиздиришни бошланғич ҳолатида унинг иссиқлик исрофлари 0 га тенг, қиздириш якунида эса у номинал қийматгача кўтарилади.

Қиздириш давомидаги иссиқлик мувозанатидан келиб чиқиб, қиздириш вақтини қуйидаги формула орқали аниқлаймиз:

$$\tau_p = W_{ак} / (P_{ўр} - Q_{ўр.ис.иср}) \quad (9.1)$$

бу ерда: $W_{ак}$ – печнинг қиздириш вақтидаги тўлиқ аккумуляция қилинган иссиқлик, кВтс; $P_{ўр}$ – қиздириш давомидаги қиздарувчи элементларни ўртача қуввати, кВт; $Q_{ўр.ис.иср}$ – печни қиздириш давомидаги ўртача иссиқлик исрофи, кВт.

Совуқ печни қиздириш вақтини ҳисоблашда иссиқлик исрофи $Q_{ўр.ис.иср}$ одатда печнинг ўрнатилган ишчи режимидаги иссиқлик исрофларини 50% га тенг деб қабул қилинади. Бунда печни тирқишларидан исроф бўладиган иссиқлик ҳисобга олинмайди. Чунки одатда печ эшиклари берк ҳолда қиздирилади.

Намунавий масала ечиш

Илова.9.

Совуқ режимдан ўрнатилган режимгача печни қиздириш вақтини аниқланг. Печни ўрнатилган қуввати $P=100$ кВт, $W_{ак}=802,8$ кВтс, ўрнатилган режимдаги печни иссиқлик исрофи $Q_{ис.иср}=10$ кВт. Қиздириш давомидаги ўртача печнинг қувватини ўрнатилган қувватни 65% ини ташкил қилади.

Ечиш:

- 1) Ўртача печнинг қуввати

$$P_{ўр} = 0,65 \cdot 100 = 65 \text{ кВт}$$

- 2) Печни қиздириш вақти

$$\tau_p = W_{ак} / (P_{ўр} - 0,5Q_{ис.иср}) = 802,8 / (65 - 0,5 \cdot 10) = 13,4 \text{ с.}$$

Мустақил ечиш учун масала

Совуқ режимдан ўрнатилган режимгача печни қиздириш вақтини аниқланг. Печни ўрнатилган қуввати $P=300$ кВт, $W_{ак}=1000$ кВтс, ўрнатилган режимдаги печни иссиқлик исрофи $Q_{ис.иср}=20$ кВт. Қиздириш давомидаги ўртача печнинг қувватини ўрнатилган қувватни 75% ини ташкил қилади.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-I. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

10– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Электр ёй печини эритиш жараёнида ажралиб чиқаётган иссиқлик қувватини ҳисоблаш

Пулат эритувчи ёй печи даврий таъсирга эга печ ҳисобланиб, ҳар хил эритиш даврида қувват истеъмоли турлича бўлади. Бундай печларда эритиш жараёни турлича характерланади:

- 1) эритиш жараёни;
- 2) оксидланиш жараёни;
- 3) металлни тозалаш жараёни;
- 4) эриш оралиғидаги давр.

Металл ва шлакларни қизитиш ва эритиш учун сарфланган фойдали энергияни аниқлаш

1 кг металлни ва шлакни берилган ҳароратда қизитиш, эритиш ва ўта қизитиш учун керак бўлган солиштирма энергия қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$Q_0 = c_1(t_{\text{эп}} - t_0) + \lambda + c_2(t_{\text{ўта.қиз}} - t_{\text{эп}}) \quad (10.1)$$

бу ерда: c_1 - бошланғич ҳароратда эритиш ҳароратигача бўлган оралиқдаги металл ўртача солиштирма иссиқлик сиғими; $t_{\text{эп}}$ - эритиш ҳарорати; t_0 - бошланғич ҳарорат; λ - эритиш иссиқлиги; c_2 - эритишдан ўта қизитишгача бўлган оралиқда суюқ металлнинг ўртача солиштирма иссиқлик сиғими; $t_{\text{ўта.қиз}}$ - берилган ўта қизитиш ҳарорати.

Металлни эритиш, қизитиш ва ўта қизитиш учун керак бўлган солиштирма иссиқлик сиғимларини тажрибаларда қуйидагича қабул қилинади. Агар $t_{\text{эп}} = 1510^\circ\text{C}$ атрофида бўлса, $c_1 = 0,194 \text{ Втс/кг}^\circ\text{C}$ олинади. Агар $t_0 = 10^\circ\text{C}$ атрофида бўлса, $c_2 = 0,232 \text{ Втс/кг}^\circ\text{C}$ олинади, $\lambda_m = 79 \text{ Втс/кг}$ олинади. Ҳисобларда шлакли металлларни эритилаётган бўлса, унинг ўртача солиштирма иссиқлик сиғими қуйидагича қабул қилинган: $c_{\text{шл}} = 0,34 \text{ Втс/кг}^\circ\text{C}$, $\lambda_{\text{шл}} = 58 \text{ Втс/кг}$.

Металларни ёй печларда қизитиш ва эритиш жараёнида маълум бир миқдорда куйиндилар ҳосил бўлади. Одатда куйинди юкланган металларни 5-6 % ини ташкил этади. Шунинг учун керакли миқдорда суюқ металл олиш учун катта миқдорда скрапни юкланади.

$$G_{\text{юкл.скрап}} = \frac{G_c}{1 - K_{\text{ут}}/100\%} \quad (10.2)$$

бу ерда: $G_{\text{юкл}}$ - печга юкланган скрап, G_c - олинадиган суюқ металл оғирлиги, $K_{\text{ут}}$ - куюнди оғирлиги, %.

Тажрибаларда йўқотишларни ҳисобга олган ҳолда суюқ металл оғирлигини ортиқча коэффицент K билан олиш мумкин, албатта юкланаётган скрап миқдори ҳам ҳисобга олинади.

$$G_{\text{юкл}} = G_c \cdot K = G_c (1 + K_{\text{ут}}/100\%). \quad (10.3)$$

Намунавий масала ечиш

Илова.10.

Оғир металларни эритувчи, сиғими 300т бўлган пўлат эритувчи ёй печининг эритиш жараёнидаги фойдали энергиясини аниқланг. Технологик жараёнларга кўра эритишнинг охириги даври бошланғич оксидланиш даври билан яқунланади. Эритишнинг сўнгида металл ва шлакларни ўта қизитилади. Олиниши керак бўлган суюқ металл оғирлиги $G_c = 300\text{т}$, шлак оғирлиги юкланган скрап оғирлигини $G_{\text{ш}} = 6\%$ ини ташкил этади, Куюнди $K_{\text{ут}} = 5\%$, металлни эритиш ҳарорати $t_{\text{эп}} = 1510^\circ\text{C}$, металл ва шлакларни ўта қизитиш ҳарорати $t_{\text{ўта.қиз}} = 1560^\circ\text{C}$, Печга юкланаётган скрап ҳарорати $t_0 = 10^\circ\text{C}$

Ечиш:

1) Печга юкланаётган скрап миқдорини куюндини ҳисобга олган ҳолда аниқлаймиз

$$G_{\text{юкл}} = G_c (1 + K_{\text{ут}}/100\%) = 300(1 + 5/100\%) = 315 \text{ т.}$$

2) Скрапни қизитиш ва эритиш учун керак бўлган энергия

$$W_1 = G_{\text{юкл}} \cdot c_1 (t_{\text{эп}} - t_0) + G_c \cdot \lambda_m = 315000 \cdot 0,194 (1510 - 10) + 300000 \cdot 79 = 115,3 \cdot 10^6 \text{ Втс} (115300 \text{ кВтс}).$$

3) Эритилган металлни ўта қизитиш учун керак бўлган энергия

$$W_2 = G_c \cdot c_2 (t_{\text{ўта.қиз}} - t_{\text{эп}}) = 300000 \cdot 0,232 (1560 - 1510) = 3,48 \cdot 10^6 \text{ Втс} (3480 \text{ кВтс}).$$

4) Эритиш давридаги шлак миқдори

$$G_{\text{ш}} = 0,06 \cdot G_c = 0,06 \cdot 300 = 18 \text{ т.}$$

5) Шлакни қизитиш, эритиш ва ўта қизитиш учун керак бўлган энергия

$$W_3 = G_{\text{ш}} (c_{\text{ш}} (t_{\text{ўта.қиз}} - t_0) + \lambda_{\text{ш}}) = 18000 (0,34(1560 - 10) + 58) = 10,53 \cdot 10^6 \text{ Втс} (10530 \text{ кВтс}).$$

6) Эритиш давридаги фойдали энергия йиғиндиси

$$W_{\text{фой}} = W_1 + W_2 + W_3 = 129310 \text{ кВтс.}$$

7) Солиштира фойдали энергия

а) 1т скрап учун:

$$\omega_1 = W_{\text{фой}} / G_{\text{юкл}} = 129310/315 = 411 \text{ кВтс/т}$$

б) 1т суюқ металл учун

$$\omega_2 = W_{\text{фой}} / G_c = 129310/300 = 431 \text{ кВтс/т} .$$

8) 1 т скрапни қизитиш ва эритишда сарфланган солиштира фойдали энергия миқдори (ўта қизитилмаганда).

а) 1т скрап учун:

$$\omega_3 = W_1 / G_{\text{юкл}} = 115300/315 = 366 \text{ кВтс/т}$$

б) 1т суюқ металл учун

$$\omega_4 = W_1 / G_c = 115300/300 = 384 \text{ кВтс/т} .$$

Печнинг тўлиқ исрофларини аниқлаш учун печ камерасини ички ва ташқи ўлчамларини ва футеровкасига сарфланган исрофларни аниқлаш керак бўлади.

Мустақил ечиш учун масала

Пўлат эритувчи ёй печида 350 т юкни эритишга сарфланган фойдали энергияни аниқланг. Эритиш охирида керак бўлган суюқ метал миқдори $G_c=350$ т, Шлак массаси юкланиётган юкни $G_{\text{ш}}=6\%$ ини ташкил этади, метал куюндиси $K_{\text{ут}}= 5,2 \%$, метални эритиш харорати $t_{\text{эр}}=1580^{\circ}\text{C}$, металл ва шлакни ўта қизитиш харорати $t_{\text{ўт.киз}}=1590^{\circ}\text{C}$ бошланғич харорат $t_0=11^{\circ}\text{C}$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

11– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Пўлат эритиш ёй печи камерасининг ташқи ва ички ўлчамларини хисоблаш

Уч фазали пўлат эритувчи ёй печининг ваннаси сифатида конус ўқи билан асос ўртасида бурчакка эга бўлган сферик конуссимон ванналар кенг тарқалган (қўлланади). Ушбу бурчак 45^0 ни ташкил этади.

Бундай ванна учун суюқ металлнинг сатх ойнасининг диаметри куйидаги тенгламадан топилади.

$$D = 2000 C \sqrt[3]{V} \quad (11.1)$$

бу ерда: V - суюқ металл хажми (микдори), m^3 ; C - сатх коэффиценти.

Ваннанинг сферик сигмент доирасидаги баландлиги H_c одатда суюқ металлнинг умумий чуқурлигини 20% га тенг деб олинади.

C коэффицент куйидаги формуладан аниқланади:

$$C = 0,875 + 0.042a \quad (11.2)$$

бу ерда: $a = D/H$

$a = 4 \div 7$

$a = D/H$	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6.5	7,0
C	1,043	1,064	1,085	1,106	1,127	1,149	1,169

Агар H_c 25% ни ташкил этса, у холда C ни куйидаги формула орқали аниқлаймиз:

$$C = 0,9 + 0.04a \quad (11.3)$$

бу ерда: a - металл сатхи диаметрини металл чуқурлигига боғлиқлик коэффиценти.

Диаметрни куйидаги формула орқали аниқласа ҳам бўлади

$$D = \frac{1750}{1/\sqrt[3]{V} - 84/H} \quad (11.4)$$

бу ерда: H - металл чуқурлиги, мм.

Суюқ металл хажми куйидагича аниқланади

$$V = v \cdot G \quad (11.5)$$

бу ерда: v - суюқ металлнинг солиштира хажми, m^3/t ; G - печ сигими, т.

Суюқ пўлат учун одатда $v = 0,145 m^3/t$ деб қабул қилинади.

Хар қандай металл эритилганда ундан албатта шлак ажралиб қолади.

Шлак қатламини баландлиги куйидаги формула орқали аниқланади:

$$H_{ш} = \frac{1000 \cdot V_{ш}}{0,785 \cdot D^2} \quad (11.6)$$

бу ерда: $V_{ш}$ - шлак хажми, m^3 ; D - металл сатхи диаметри, м

Намунавий масала ечиш

Илова.11.

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП камерасини ички ва ташқи ўлчамларини аниқланг. $G= 300$ т, $a= D/H= 5,25$, $v= 0,145$ м³/т

Ечиш:

1) Суюқ металл хажми

$$V= v \cdot G= 0,145 \cdot 300= 43,5 \text{ м}^3$$

2) Сатх коэффициентини аниқлаймиз

$$C= 0,875+ 0.042a= 0,875+ 0.042 \cdot 5,25= 1,096$$

3) Суюқ металлнинг сатх диаметри

$$D = 2000 C \sqrt[3]{V} = 2000 \cdot 1,096 \sqrt[3]{43,5} = 2192 \cdot 3,51= 7700 \text{ мм}$$

4) Ванна чуқурлигини суюқ металл бўйича

$$H = D/ a= 7700/ 5,25= 1470 \text{ мм}$$

5) Шлак хажми суюқ металлнинг 10% ини ташкил этишини хисобга олиб

$$V_{ш}= 0,1 \cdot V= 0,1 \cdot 43,5= 4,35 \text{ м}^3$$

6) Шлак қатламини баландлиги

$$H_{ш} = \frac{1000 \cdot V_{ш}}{0,785 \cdot D^2} = \frac{1000 \cdot 4,35}{0,785 \cdot 7,7^2} = 95,mm$$

7) Шлак сатхи диаметри

$$D_{ш}= D + 2V_{ш}= 7700+ 2 \cdot 95= 7890 \text{ мм}$$

Мустақил ечиш учун масала

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП камерасини ички ва ташқи ўлчамларини аниқланг. $G= 300$ т, $a= D/H= 6,75$, $v= 0,145$ м³/т.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

12– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Пўлат эритиш ёй печининг ишчи ойнаси орқали иссиқлик исрофларини аниқлаш

ПЭЁП ларнинг умумий иссиқлик исрофларининг катта қисмини унинг ишчи ойналари орқали исрофлар ташкил этади. Бунинг сабаби шундаки, печга хизмат кўрсатиш эҳтиёжига кўра ишчи ойна катта ўлчамда ясашиб, ишчи ойнанинг эшиги сув билан совитилувчи қилиб ясалади, шунингдек футеровка тезда ишдан чиқмаслиги учун ишчи ойна атрофи П шаклида сув билан совитилувчиром билан таъминланган бўлади. Бундай шароитда ишчи ойнадан нурланиш орқали иссиқлик исрофлари печ камераси юзасидан, шунингдек иссиқликни ўзига сингдирувчи ишчи ойна эшиги ва роми юзаларидан нурланаётган иссиқликнинг ўртача харорати билан аниқланади. Бунда ишчи ойна эшиги ойнани тўлиқ ёпса ёки ёпмаса ҳам ушбу исрофлар мавжуд бўлади. Агарда эшик ишчи ойнани ёпмаса иссиқлик эшик юзасига эмас, балки ташқи мухитга йўналаган бўлади.

Ишчи ойна сув билан совитилувчи ром билан таъминланган холлар учун, иссиқлик исрофларни аниқлашда, ойна тирқиши учун диафрагмалаш коэффициенти 1,0 га тенг деб қабул қилинади.

Печ камераси орқали нурланишни қабул қилувчи юза қуйидаги формула орқали топилади

$$F = (B + 2S)(h + S) \quad (12.1)$$

бу ерда: B , h – ойна ўлчамлари, мм; S – ён томон юзаси, м

Ишчи ойнадан нурланиш орқали иссиқлик исрофи футеровка орқали иссиқлик исрофини 70% ини ташкил этади. Бу исрофни камайтириш учун печни ички юзасига иссиққа чидамли сурков қатламли. Сув билан совитилувчи ром бўлиши керак. Шунинг хисобига бу исрофни 2-3 мартагача камайитишга эришса бўлади.

Намунавий масала ечиш

Илова.12.

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП нинг сув билан совитилувчи ром билан таъминланган ишчи ойнадан нурланиш орқали иссиқлик исрофлари аниқлансин. $B \times h = 1600 \times 1600$ мм, ён томон юзаси 150 мм. Эритиш давридаги ўртача харорат 1450°C , нурланиш орқали солиштирма исроф $q_{\text{нур}} = 408 \text{ кВт/м}^2$ га тенг.

Ечиш:

1) Печ камераси орқали нурланишни қабул қилувчи юза

$$F = (B + 2S)(h + S) = (1,6 + 2 \cdot 0,15)(1,6 + 0,15) = 3,32 \text{ м}^2$$

2) Нурланиш орқали иссиқлик исрофи

$$Q = q_{\text{нур}} \cdot F = 408 \cdot 3,32 = 1355 \text{ кВт}$$

Мустақил ечиш учун масала

Сифими 200 т бўлган ПЭЁП нинг сув билан совитилувчи ром билан таъминланган ишчи ойнадан нурланиш орқали иссиқлик исрофлари аниқлансин. $B \times h = 800 \times 800$ мм, ён томон юзаси 100 мм. Эритиш давридаги ўртача харорат 1250°C , нурланиш орқали солиштирма исроф $q_{\text{нур}} = 208 \text{ кВт/м}^2$ га тенг.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-I. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

13– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Пўлат эритиш ёй печини газлар орқали иссиқлик исрофларини аниқлаш

Газлар орқали иссиқлик исрофларини аниқлаш учун эритиш жараёнининг турли босқичларида печга сўриб олинаётган хавонинг тажриба орқали аниқланган миқдорларига асосланилади.

Замонавий катта ўлчамдаги ПЭЁП ларида газларни сўриб олиш печнинг юқори қисмидаги махсус тирқиш орқали амалга оширилади, газларни тозалаш тизимига ифлосланган (чангланган) газларни сўриб олиш эса юқори ишлаб чиқарувчанликка эга бўлган катта қувватдаги вентиляторлар ёрдамида амалга оширилади.

Печ камерасига сўриб олинаётган хавонинг тахминий миқдори аниқ бўлган холлар учун газлар орқали иссиқлик исрофларини қуйидагича аниқласа бўлади.

$$Q_x = g \cdot c \cdot (t - t_0) \quad (13.1)$$

бу ерда: c - хавонинг солиштирма иссиқлик сифими, $\text{Втс/кг}^{\circ}\text{C}$.

Печ орқали ўтаётган хаво массаси

$$g = v \cdot \gamma_0 \quad (13.2)$$

бу ерда: v - печга сўриб олинаётган хаво, $\text{м}^3/\text{с}$, γ_0 - хаво зичлиги, кг/м^3 .

Намунавий масала ечиш

Илова.13.

Печга сўрилувчи совуқ хавонинг нормал ҳолатдаги қиймати $v=10750$ м³/с бўлгандаги сиғими 300 т бўлган ПЭЁП нинг газ орқали иссиқлик исрофи аниқлансин. Печдан чиқаётган газларнинг ўртача ҳарорати 1500⁰С, бошланғич ҳарорати 20⁰С, хавонинг солиштирма иссиқлик сиғими 0,316 Втс/кг⁰С, хавонинг зичлиги 1,293 кг/ м³.

Ечиш:

1) Печ орқали ўтаётган ҳаво массаси

$$g = v \cdot \gamma_0 = 10750 \cdot 1,293 = 13900 \text{ кг/с}$$

2) Газ орқали иссиқлик исрофи

$$Q_x = g \cdot c \cdot (t - t_0) = 6520 \text{ кВт}$$

Мустақил ечиш учун масала

Печга сўрилувчи совуқ хавонинг нормал ҳолатдаги қиймати $v=8750$ м³/с бўлгандаги сиғими 100 т бўлган ПЭЁП нинг газ орқали иссиқлик исрофи аниқлансин. Печдан чиқаётган газларнинг ўртача ҳарорати 700⁰С, бошланғич ҳарорати 10⁰С, хавонинг солиштирма иссиқлик сиғими 0,216 Втс/кг⁰С, хавонинг зичлиги 0,293 кг/ м³.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

14– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташларда иссиқлик исрофларини аниқлаш

Эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташ даврида ПЭЁП ларидаги иссиқлик исрофлари қуйидагилар йиғиндисидан иборат бўлади: футеровка орқали иссиқлик исрофлари; ишчи ойнадан нурланиш орқали иссиқлик исрофлари; газлар орқали иссиқлик исрофлари; печга янги маҳсулот юклашдаги очилган қопқоқ орқали иссиқлик исрофлари.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташ даври учун иссиқлик исрофи қуйидагича аниқланиши мумкин

$$Q_{\text{тўх}} = (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{нур}} + 0,5Q_{\text{в}}) K_{\text{н}} \quad (14.1)$$

бу ерда: $Q_{\text{ф}}$ – эритиш давридаги футеровка орқали исроф, кВт; $Q_{\text{нур}}$ – эритиш давридаги ишчи ойнадан нурланиш орқали исроф, кВт; $Q_{\text{в}}$ – эритиш давридаги печнинг гарлар орқали исроф, кВт; $K_{\text{н}}$ – ҳисобга олинмаган исрофлар коэффиценти, $K_{\text{н}} = 1,1 \div 1,2$.

Намунавий масала ечиш

Илова.14.

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП нинг эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташларда иссиқлик исрофлари қувватини аниқланг. $K_{\text{н}} = 1,15$, $Q_{\text{ф}} = 1961$ кВт, $Q_{\text{нур}} = 1355$ кВт, $Q_{\text{в}} = 6520$ кВт.

Ечиш:

$$1) Q_{\text{тўх}} = (Q_{\text{ф}} + Q_{\text{нур}} + 0,5Q_{\text{в}}) K_{\text{н}} = (1961 + 1355 + 0,5 \cdot 6520) 1,15 = 7560 \text{ кВт}$$

Мустақил ечиш учун масала

Сифими 100 т бўлган ПЭЁП нинг эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташларда иссиқлик исрофлари қувватини аниқланг. $K_{\text{н}} = 1,1$, $Q_{\text{ф}} = 1300$ кВт, $Q_{\text{нур}} = 955$ кВт, $Q_{\text{в}} = 4500$ кВт.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011.

15– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Эритиш давридаги энергетик мувозанат

Эритиш даврида ПЭЁП га ажратилган электр энергия йиғиндисини қуйидаги формула орқали аниқлаймиз

$$W_{эл} = \frac{[W_{фой} + (Q_{ф} + Q_{нур} + Q_{в})\tau_p + Q_{тўх} \cdot \tau_{пр} - W_{экз}]}{\eta_{эл}} \quad (15.1)$$

бу ерда: τ_p - эритиш даври давомийлиги, с; $\tau_{пр}$ - эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташлар давомийлиги, с; $W_{экз}$ - эритиш давридаги экзотермик реакциялар энергияси, кВт с.

Намунавий масала ечиш

Илова.15.

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП нинг электр энергия йиғиндисини аниқланг. $\tau_p = 1,75$ с; $\tau_{пр} = 40$ мин; экзотермик реакциялар энергияси фойдали энергияларнинг 20%ини ташкил этади; $W_{фой} = 129310$ кВтс; $Q_{ф} = 1961$ кВт, $Q_{нур} = 1355$ кВт, $Q_{в} = 6520$ кВт; $Q_{тўх} = 7560$ кВт; $\eta = 0,9$.

Ечиш:

1) Электр энергия йиғиндисини

$$W_{эл} = \frac{[W_{фой} + (Q_{ф} + Q_{нур} + Q_{в})\tau_p + Q_{тўх} \cdot \tau_{пр} - W_{экз}]}{\eta_{эл}} = 139700 \text{ кВтс.}$$

Мустақил ечиш учун масала

Сифими 200 т бўлган ПЭЁП нинг электр энергия йиғиндисини аниқланг. $\tau_p = 1,25$ с; $\tau_{пр} = 20$ мин; экзотермик реакциялар энергияси фойдали энергияларнинг 20%ини ташкил этади; $W_{фой} = 119310$ кВтс; $Q_{ф} = 1661$ кВт, $Q_{нур} = 1155$ кВт, $Q_{в} = 5520$ кВт; $Q_{тўх} = 6560$ кВт; $\eta = 0,7$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-I. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011

16– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Печ трансформаторини қувватини аниқлаш

ПЭЁП трансформатор қуввати печнинг асосан иш жараёнида истеъмол қиладиган электр энегия микдорига қараб танланади. Печнинг ўртача актив қуввати “ток остида” эритиш давомийлигидаги сарфланган йиғинди электр энергия сарфи билан аниқланади.

$$P_{\text{ў.ак.қув}} = W_{\text{эл}} / \tau_{\text{э.д}} \quad (16.1)$$

бу ерда: $\tau_{\text{э.д}}$ - “ток остида” эритиш давомийлиги, с; $W_{\text{эл}}$ - эритиш давридаги электр энегия исрофлари йиғиндиси, кВт с.

Эритиш давридаги ўртача актив қувватни билган холда керак бўлган печ трансформаторининг қувватини аниқлаш мумкин.

$$S = P_{\text{ў.ак.қув}} / (K_{\text{исп}} \cdot \cos\varphi) \quad (16.2)$$

бу ерда: $K_{\text{исп}}$ - эритиш давридаги печ трансформаторининг қувватдан фойдаланиш коэффициенти; $\cos\varphi$ - эритиш давридаги электропеч ускунасининг ўртача қувват коэффициенти.

Замонавий, юқори қувватли, катта хажмли металл эритувчи ёй печларининг ўртача қувват коэффициенти $0,72 \div 0,68$ оралиғида бўлади.

Трансформаторнинг қувватдан фойдаланиш коэффициенти эритиш даврида максимал қувватдан фойдаланмаслик ёки ишлатилмаслигини ҳисобга олинади. Шунингдек, печ истеъмол қилаётган қувват автоматик ростланганди кучланиш тебранишини олдини олиш учун максимал қувватда фойдаланмаслик керак. Одатда печ лойихаланганда бу коэффициент $0,8 \div 0,9$ оралиғида қабул қилинади.

Намунавий масала ечиш

Илова.16.

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП нинг трансформатор қувватини аниқланг.
 $W_{\text{эл}} = 139700$ кВтс; $\cos\varphi = 0,7$; $K_{\text{исп}} = 0,85$; $\tau_{\text{э.д}} = 1,5$ с.

Ечиш:

1) Печнинг ўртача актив қуввати

$$P_{\text{ў.ак.қув}} = W_{\text{эл}} / \tau_{\text{э.д}} = 93200 \text{ кВт}$$

2) Печ трансформаторини қуввати

$$S = P_{\text{ў.ак.қув}} / (K_{\text{исп}} \cdot \cos\varphi) = 157000 \text{ кВ А}$$

Мустақил ечиш учун масала

Сифими 100 т бўлган ПЭЁП нинг трансформатор қувватини аниқланг.
 $\tau_p = 1,65$ с; $\tau_{пр} = 15$ мин; экзотермик реакциялар энергияси фойдали энергияларнинг 20% ини ташкил этади; $W_{фой} = 100310$ кВтс; $Q_{ф} = 1461$ кВт, $Q_{нур} = 1055$ кВт, $Q_{в} = 4520$ кВт; $Q_{тўх} = 4560$ кВт; $\eta = 0,9$; $\cos\phi = 0,71$; $K_{исп} = 0,88$, $\tau_{э,д} = 0,7$ с.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-I. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011

17– АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ

Эритиш давомидаги энергетик мувозанатни тузишни соддалаштирилган усули

ПЭЁП нинг энегетик мувозанатини тузишда ва печ трансформаторини қувватини аниқлашда энергия исрофлари ҳамда экзотермик реакция энергияларини катталикларини аниқламаслик мураккаблиklar туғдиради.

Шунинг учун печнинг дастлабки энергетик мувозанатини аниқлашда соддалаштирилган усуллардан фойдаланилади. Бунда экзотермик реакция энергияси (эритиш давомида) печнинг электр исрофлари ва газлар орқали иссиқлик исрофлари йиғиндисига тенг деб олинади.

$$W_{экз} = W_{эл.иср} + Q_{в} \cdot \tau_p \quad (17.1)$$

Бунда эритиш давомида печ орқали ўтувчи хаво миқдори ва экзотермик реакция энергияси миқдорини бериш шарт эмас. Эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташларда иссиқлик исрофларини аниқлашда газ орқали иссиқлик исрофи хисобга олинмайди.

У холда эритиш давомидаги энергетик мувозанатни қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$W_{эл} = W_{фой} + (Q_{ф} + Q_{нур})\tau_p + Q_{тўх} \tau_{пр} \quad (17.2)$$

Бундай соддалаштирилган усулни қуйидаги намунада кўриш мумкин.

Намунавий масала ечиш

Илова.17.

Сифими 300 т бўлган ПЭЁП нинг трансформаторини электр энергия исрофлари йиғиндисини ва истеъмол қувватини аниқланг. $\cos\varphi = 0,7$; $K_{исп}=0,85$; $\tau_{э,д}= 1,5$ с; $W_{фой}= 129310$ кВтс; $Q_{\phi}= 1961$ кВт; $Q_{нур}= 1355$ кВт; $K_n= 1,15$; $G_c= 315$; $\tau_p= 1,75$ с; $\tau_{пр}= 0,667$.

Ечиш:

1) Эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташларда иссиқлик исрофлари қуввати

$$Q_{тўх} = (Q_{\phi} + Q_{нур}) K_n = 3810 \text{ кВт}$$

2) Эритиш давомидаги энергетик мувозанатни соддалаштирилган йўл орқали аниқлаймиз

$$W_{эл} = W_{фой} + (Q_{\phi} + Q_{нур})\tau_p + Q_{тўх} \tau_{пр} = 137650 \text{ кВтс}$$

3) 1т суюқ металл учун солиштирма электр энергия исрофи

$$\omega_1 = W_{эл} / G = 459 \text{ кВтс}$$

4) 1т скрапп учун солиштирма электр энергия исрофи

$$\omega_2 = W_{эл} / G_c = 437 \text{ кВтс}$$

1) Печнинг ўртача актив қуввати

$$P_{\dot{y}.ак.кув} = W_{эл} / \tau_{э,д} = 92000 \text{ кВт}$$

2) Печ трансформаторини қуввати

$$S = P_{\dot{y}.ак.кув} / (K_{исп} \cdot \cos\varphi) = 154500 \text{ кВ А}$$

Мустақил ечиш учун масала

Сифими 250 т бўлган ПЭЁП нинг трансформаторини электр энергия исрофлари йиғиндисини ва истеъмол қувватини аниқланг. $\cos\varphi = 0,69$; $K_{исп}=0,88$; $\tau_{э,д}= 1,3$ с; $W_{фой}= 125310$ кВтс; $Q_{\phi}= 1861$ кВт; $Q_{нур}= 1255$ кВт; $K_n= 1,05$; $G_c= 305$; $\tau_p= 1,65$ с; $\tau_{пр}= 0,657$.

Тавсия этилган адабиётлар

1. Кацевич Л.С. “Теория теплопередачи и тепловые расчеты электрических печей” М.: Энергия. 1977
2. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
- 3.Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч-І. М.: Энергия. 1977.
- 4.Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона. 2011

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Миронова А.Н. “Электрооборудование и электроснабжение плазменных и лучевых установок”. М.: Энергоатомиздат. 1991
2. Матбабаев М.М. “Электротехнологик қурилмалар” Фарғона.: 2002.
3. Болотов А., Шепель Г.”Электротехнологические установки”.М.: Высшая школа, 1988.
4. Евтюкова И.П. “Электротехнологические промышленные установки”. М.: Энергоиздат. 1982.
5. Свенчанский А.Д. “Электрические промышленные печи”. Ч.І-ІІ. М.: Энергия. 1977.
6. Джурабаев М., Матбабаев М.М., Мамадалиева Л.К. “Электротехнология асослари, қурилмалар ва тизимлар” Фарғона.: 2011.
7. Михеев М.А., Михеева И.М. “Основы теплопередачи” М.: Энергия. 1973.

Мундарижа

1. Электротермик қурилмалар. Уларда қиздириш режимлари, қурилма ясси деворларида иссиқлик исрофини ҳисоблаш.....	6
2. Электротермик қурилмаларда қиздириш режимлари, қурилманинг кўп қатламли ясси деворларида иссиқлик исрофини ва иссиқлик ўтказувчанликни ҳисоблаш.....	8
3. Электротермик қурилмаларда қиздириш режимлари, қурилманинг кўп қатламли цилиндрик деворларида иссиқлик исрофини ва иссиқлик ўтказувчанликни ҳисоблаш.....	10
4. Электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Қалпоқ типдаги печ параметрларини ҳисоблаш.....	12
5. Электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Конвейер типдаги печ параметрларини ҳисоблаш.....	16
6. Электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Печни фойдали иссиқлик энергиясини ҳисоблаш.....	17
7. Электр қаршилик печларининг қиздириш режимини ўрганиш ва унинг иссиқлик ҳисоби. Печнинг ёрдамчи қурилмаларини қиздиришга сарфланган иссиқлик миқдорини ҳисоблаш.....	18
8. Турли кўринишдаги иссиқлик исрофлари миқдорини ҳисоблаш.....	20
9. Печни қиздириш вақтини аниқлаш	23
10. Электр ёй печини эритиш жараёнида ажралиб чиқаётган иссиқлик қувватини ҳисоблаш.....	24
11. Пулат эритиш ёй печи камерасининг ташқи ва ички ўлчамларини ҳисоблаш.....	27
12. Пулат эритиш ёй печининг ишчи ойнаси орқали иссиқлик исрофларини аниқлаш.....	29
13. Пулат эритиш ёй печини газлар орқали иссиқлик исрофларни аниқлаш..	30
14. Эритиш жараёнлари оралиғидаги тўхташларда иссиқлик исрофларини аниқлаш.....	32
15. Эритиш давридаги энергетик мувозанат.....	33

16. Печ трансформаторини қувватини аниқлаш.....	34
17. Эритиш давомидаги энергетик мувозанатни тузишни соддалаштирилган усули.....	35

