

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

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

ISSIQLIK FIZIKASI VA ISSIQLIK ENERGETIKASI KAFEDRASI

“Himoyaga tavsiya etilsin”

Kasbiy ta’lim fakulteti

dekani_____dots.Y.Bobojonov

“_____” _____ 2012 y

Eshtemirov Numon Po‘latovichning

**5140900-Kasb ta’limi 5520100-“Issiqlik energetikasi” yo‘nalishi bitiruvchisi
bakalavr darajasini olish uchun**

**“Issiqlik almashinuvi apparatlarining konstruksiyasi, issiqlik tashuvchilar va
ularning energetik hisobi” mavzusida yozgan**

BITIRUV MALAKAVIY
ISHI

Ilmiy raxbar

**_____dots. T.Fayziyev
«_____» _____ 2012 yil**

Qarshi-2012 y.

*Ёқилғи–энергетика комплексини жадал
ривожлантирмай, мустаҳкам энергетика базасини
ташкил этмай туриб бирон бир тармоқни юксалтириб
бўлмайди.*

Ислон Каримов

*Не может развиваться ни одно отрасль без
опережающего развития важнейшего топливно-
энергетического комплекса.*

Ислам Каримов

*No industry can develop without forestall development of the
most important fuel-energy complex.*

Islam Karimov

MUNDARAJA

Kirish .Ishning dolzarblig, maqsadi va ilmiy amaliy ahamiyati	6-11
I -BOB Issiqlik almashinuvi jarayonlari	12-21
1.1 Issiqlik almashinish jarayonlari haqida umumiy tushunchalar	12-13
1.2. Tekis va silindrsimon davorning issiqlik o'tkazuvchanligi	14-18
1.3. Issiqlikning nurlanishi	19-21
II-BOB Issiqlik almashinuv apparatlari	22-34
2.1 Issiqlik almashinuv apparatlarining konstruksiyalar i va ularning qo'llanish sohalari	22-26
2.2. Zmeyevikli issiklik almashinish kurilmalari	27-29
2.3 Plastinali issiklik almashinish kurilmasi	30-32
2.4 Sirtiy va aralashtiruvchi kondensatorlar	33-34
III-BOB Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash	35-46
3.1 Issiqlik almashinuv apparatlarining texnologik jarayonlarda qo'llanish holatlari haqida umumiy ma'lumotlar	35-40
3.2. Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash	41-43
3.3. O'rtacha temperatura bosimini hisoblash	44-46
IV –BOB Issilik tashuvchilar va ularning energetik hisobi	47-66
4.1 Issiqlik tashuvchilar to'g'risida asosiy ma'lumotlar va ularning issiqlik fizikaviy xossalari	47-51
4.2. Suyuqlik va quruq to'yingan bug'ning asosiy parametrlari. Bug' hosil qilish issiqligi	52
4.3. O'ta qizigan bug'ning asosiy parametrlari	53-56
4.4. Suv bug'i holatining o'zgarishidagi asosiy termodinamik jarayonlar	57-61
Xulosa	62-64
Adabiyotlar	65-66

Kirish

Oʻrta asrlarda qurilgan suv inshootlariga Forish va Nurotadagi suv omborlari misol boʻla oladi. Bu suv omborlarining suv kiradigan qismi keng qilib ishlangan. Oʻsha zamonlarda quvurlardan foydalanish suvning dinamik bosimi haqida quruvchilar maʼlum tushunchaga ega ekanliklaridan darak beradi. Ammo loyqalarni chiqarib tashlash usullarini yoʻqligi ular loyqalarning choʻkish qonuniyatlaridan bexabar ekanliklaridan dalolat beradi. Bu inshootlarni hisoblash haqidagi maʼlumotlar saqlanmagan, bular asosan tajribalarga asoslanib qurilgan deb taxmin qilsa boʻladi.

Bizgacha yetib kelgan, gidravlikaga aloqador ilmiy ishlardan birinchisi Arximedning «Suzib yuruvchi jismlar haqida» nomli asaridir. Suyuqlikka oid qonunlarning ochilishi XVI-XVII asrlardan boshlanadi. Bularga Leonardo da Vinchining suyuqliklarning uzandagi va trubadagi harakati hamda jismlarning suzib yurishi, S. Stevining suyuqlikning idish tubiga va devorlariga taʼsir qiluvchi kuchi. G.Galileyning jismlarning suyuqliklardagi harakati va muvozanati, YE. Torichellining bosimning suyuqlikda uzatilishi, I.Nyutonning suyuqliklardagi ichki qarshiliklar qonuni haqidagi ishlar kiradi.

Keyinchalik suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlari ikki yoʻnalishda rivojlangan. Bulardan biri tajribaga asoslangan gidravlika boʻlsa, ikkinchisi nazariy mexanikaning mustaqil boʻlimi boʻlgan nazariy gidromexanika edi.

Nazariy gidromexanika aniq matematikaga tayangan boʻlib, suyuqlik qonunlarini differensial tenglamalar bilan ifodalash va ularni yechishga asoslanadi. Bu nazariy bilimlarning taraqqiy etishga XVII-XVIII asrlarda yashagan buyuk matematiklar L. Eyler, D. Bernulli va Lagrajning ilmiy asarlari asos boʻldi.

Gidromashinalar mexanik harakatini suyuqlikning harakatiga yoki suyuqlik harakatini mexanik harakatga aylantirib beruvchi qurilmadir.

Gidromashinalarning gidrouzatmalar deb ataluvchi turlarida esa mexanik harakat avval suyuqlikning harakatiga, soʻngra yana qaytadan mexanik harakatga aylantiradi.

Insoniyat tarixida suyuqlikning harakatini mexanik harakatga aylantirib beruvchi qurilma charxpalak boʻlib, uni Oʻrta Osiyo, Hindiston, Xitoy va Misrda qadim zamonlardayoq sugʻorish ishlarida va tegirmonlarda ishlatilgani maʼlum. Birinchi yaratilgan nasos porshenli nasos boʻlib, uni inson yoki hayvon kuchi bilan harakatga keltirilgan. Bu mashinalar Rossiyada qadimdan maʼlum edi. Buyuk rus olimi M. V. Lomonosov oʻz asarlarida chuqur shaxtalarda suvni tortib olishda ishlatilgan nasoslarning tuzilishini va konstruksiyalarni keltirgan. U bir

qancha qurilmalarni charxpalak yordamida harakatga keltirish usullari ustida ishladi va ularni hayotga tadbiq etdi.

XVIII- asr oʻrtalarida gidravlik qurilmalardan foydalanuvchi zavodlar Uralning oʻzida 150 dan ortiq edi. I. I. Polzunov kashf qilgan (1765 y.) bugʻ mashinasi porshinli nasoslarning harakatga keltirish uchun ishlatilgan. L. Eyler parrakli gidromashinalar ishini harakterlovchi muhim munosabatlarni aniqladi. Bu munosabatlardan A. A. Sablov kashf etgan markazdan qochirma nasosni, keyinchalik esa gidravalik trubinalarni loyhalashda foydalaniladi.

Mashhur rus olmi va injeniri akademik V. G. Shuxov neftni chuqur quduqlardan chiqarib olish uchun porshenli nasoslarning bir qancha kon konstruksiyalarni kashf etdi. N. YE. Jukovski va S. A. Chaplign qanotlarning harakati nazariyasini yaratdilar. Bu nazariya keyinchalik parraklarni, yoʻnaltiruvchi qurilmalarni, turli turbina va nasoslarni loyhalashda xizmat qiladi.

Prof. I. I. Kukolevskiy tomonidan dinamik oʻxshashlik qonunlaring markazdan qochirma nasoslarni loyihalashda qoʻllanishi nasoslar qurilishi boʻyicha laboratoriya tajribalarini ilmiy asosga qoʻydi.

Insoniyat elektr energiyasi haqida tushunchaga ega boʻlgandan keyin, gidromashinalardan elektr enegiyasi hosil qilish maqsadida foydalana boshladi. Dunyoda birinchi (quvvati 3000 ot kuchiga teng boʻlgan) gidroelektr stansiyani 1891-yili M. O. Dolivo-Dobrovolskiy Laufen shahrida ((Germaniya) qurgan edi.

A. A. Shchenenovich Rossiyada quvvati 1200 kVt, kuchlanishi 250 volʼtli birinchi gidroelektrstansiyani 1893 yili Novorossiyskda qurgan edi.

Oʻzbekistonda GOELRO plani asosida qurilgan birinchi Boʻzsuv gidroelektrstansiyasi 1926 yil 1 mayda ishga tushirildi.

Hozirgi vaqtda texnikaning energiyaga boʻlgan talabi oshib bormoqda.

Yoqilgʻi zapaslari cheklanganligi uchun koʻplab gidroelektr stansiyalar qurilishlar ahamiyat berilmoqda.

GES larning birlamchi dvigatellari sinxron gidrogeneratorlarni aylantiruvchi gidroturbinalardan iborat Hidroagregat hosil qiladigan quvvat suv bosimi N va suv sarfi α ga proporsional boʻladi.

GESlar qurishda energetika masalasi bilan bir qatorda xalq xoʻjaligining muhim masalalari: yersugʻorish,kema qatnovini rivojlantirish,yirik shahar va sanoat korxonalarini suv bilan taʼminlash va hakoza masalalar hal etiladi. GESlarda elektr energiyasi hosil qilmish texnologiyasi juda oddiy boʻlganligi uchun uni osongina avtomatlashtirish mumkin.GES agregatini ishga tushirish uchun koʻpi bilan 50 s vaqt sarflanadi, shuning uchun energosistemadagi rezerv quvvatni faqatgina shu agregatlar orqali taʼminlash maqsadga muvofiq boʻladi.

GES ning foydali ish koeffitsenti, odatda 85-90 % ga yaqin boʻladi.

Ekspluatatsiya xarajatlari kam bo'lganligi uchun GESlarda elektr energiyasining tannarxi, odatda issiqlik elektr stansiyalarnikiga qaraganda bir necha marotaba arzon bo'ladi.

Hozirgi energosistemada gidroakkumulyatsion stansiyalar (GAES) muhim rol o'ynaydi.

Ishning maqsadi: issiqlik generatorlarining ish samaradorligi issiqlik almashinuv apparatlarining takomillashganlik darajasi va unda harakatlanadigan issiqlik tashuvchining to'g'ri tanlashiga bevosita bog'liqligini inobatga olgan holda, ushbu bitiruv-malakaviy ishda issiqlik almashinuv apparatlarining konstruksiyalari, issiqlik tashuvchilarning issiqlik fizikaviy xossalari va ularning energetik hisobini bajarish ko'zda tutiladi.

Ishning maqsadidan kelib chiqqan holda quyidagi vazifalarni bajarish talab etiladi:

- Mamlakatimiz iqtisodiy mustahkamligini ta'minlashda energetik korxonalarning o'rni asoslanadi va uning rivojlanish etaplari tahlil etiladi, mavzuning dolzarbligi asoslanadi.
- Issiqlik generatorlarini samaradorligini oshirishda issiqlik almashinuv apparatlarining takomillashtirish hamda issiqlik tashuvchi ishchi jismni to'g'ri tanlanishi va uning issiqlik fizikaviy xossalari o'rganiladi.
- Issiqlik almashinuv apparatlarini tuzilish, ishlashi va ularni konstruksiyalari o'rganilib, ular ichidan eng optimal tanlanib, uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari hisoblanadi.

Ishning ilmiy va amaliy ahamiyati:

Ishning ilmiy va amaliy ahamiyati shu bilan xarakterlanadi, ishni bajarish jarayonida issiqlik almashinuv apparatlarini takomillashtirish va issiqlik tashuvchilarni issiqlik-fizikaviy xossalarini o'rganish natijada eng optimal konstruksiyaga ega bo'lgan issiqlik almashinuv apparati va eng yuqori xossaga ega bo'lgan issiqlik tashuvchi tanlanadi.

Ishning ilmiy va amaliy ahamiyati:

Ishning ilmiy va amaliy ahamiyati shu bilan xarakterlanadi, ishni bajarish jarayonida issiqlik almashinuv apparatlarini takomillashtirish va issiqlik tashuvchilarni issiqlik-fizikaviy xossalarini o'rganish natijada eng optimal konstruksiyaga ega bo'lgan issiqlik almashinuv apparati va eng yuqori xossaga ega bo'lgan issiqlik tashuvchi tanlanadi.

I-BOB

Issiqlik almashinuvi jarayonlari

1.1 Issiqlik almashinish jarayonlari haqida umumiy tushunchalar.

Har xil temperaturaga ega bo'lgan jismlarda issiqlik energiyasining biridan ikkinchisiga o'tishi **issiqlik almashinish jarayoni** deb ataladi. Issiq va sovuk jismlarning temperaturalari urtasidagi fark issiqlik almashinishning xarakatlantiruvchi kuchi xisoblanadi. Temperaturalar farki bulganda, termodinamikaning ikkinchi qonuniga kura issiqlik energiyasi temperaturasi yukori bulgan jismdan temperaturasi past bulgan jismga uz-uzidan utadi.

Jismlar urtasidagi issiqlik almashinishi erkin elektron, atom va molekulalarning uzaro energiya almashinishi xisobiga sodir buladi. Issiqlik almashinish jarayonida katnashadigan jismlar issiqlik tashuvchilar deb ataladi.

Issiqlik o'tkazish - issiqlik energiyasining tarkalish qonuniyatlarini urganuvchi fandir. Issiqlik o'tkazish jarayonlari (isitish, sovutish, buglarni kondensatsiyalash, buglatish) kimyo sanoatida keng tarkalgan. Issiqlik uch xil yul bilan tarkalishi mumkin: issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va issiqlikning nurlanishi.

Uzaro tegib turgan zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida issiqlikning tarkalish xodisasiga issiqlik o'tkazuvchanlik deyiladi. Kattik jismlarda va gaz yoki suyuqliklarning yupka katlamlarida issiqlik asosan ushbu usulda tarkaladi.

Gaz va suyuqliklarining makroskopik xajmlarining xarakati va ularni aralashtirish natijasida yuz beradigan issiqlikning tarkalishi konveksiya deyiladi. Konveksiya erkin va majburiy bulishi mumkin. Gaz yoki suyuqliklarning ayrim kismlaridagi zichliklar farki xisobiga ruy beradigan issiqlikning almashinishi erkin konveksiya deyiladi. Tashki kuchlar ta'sirida majburiy konveksiya yuz beradi.

Issiqlikning elektromagnit tulkinlar yordamida tarkalishiga issiqlikning nurlanishi deyiladi.

Real sharoitlarda issiqlik almashinish aloxida olingan biror usul bilan emas, balki bir necha usullar yordamida yuzaga keladi, ya'ni murakkab issiqlik o'tkazish jarayonlari amalga oshiriladi.

1.2. Tekis va silindrsimon davorning issiqlik o'tkazuvchanligi.

Bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida yuz beradigan issiqlikning utish jarayoni issiqlik o'tkazuvchanlik (yoki konduksiya) deyiladi. Gaz va tomchili

suyukliklarda molekulalarning xarakati natijasida yoki kattik jismlarda kristall panjaradagi atomlarning tebranishi ta'sirida yoxud metallarda erkin elektronlarning diffuziyasi okibatida issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni sodir buladi. Kattik jismlarda va gaz yoki suyukliklarning yupka katlamlarida issiqlik asosan issiqlik o'tkazuvchanlik orkali tarkaladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik usulida tarkalgan issiqlik miqdori Furye qonuni asosida aniqlanadi. Bu qonunga kura, issiqlik o'tkazuvchanlik orkali uzatilgan issiqlik miqdori dQ temperatura gradiyentiga, jarayon davomiyligiga va issiqlik okimi yunalishiga perpendikulyar bulgan tekislik yuzasiga proporsionaldir, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot dF \cdot d\tau \quad (1.2.1)$$

bu yerda:

λ - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, (Vt/m.grad);

dt/dn - temperatura gradiyenti;

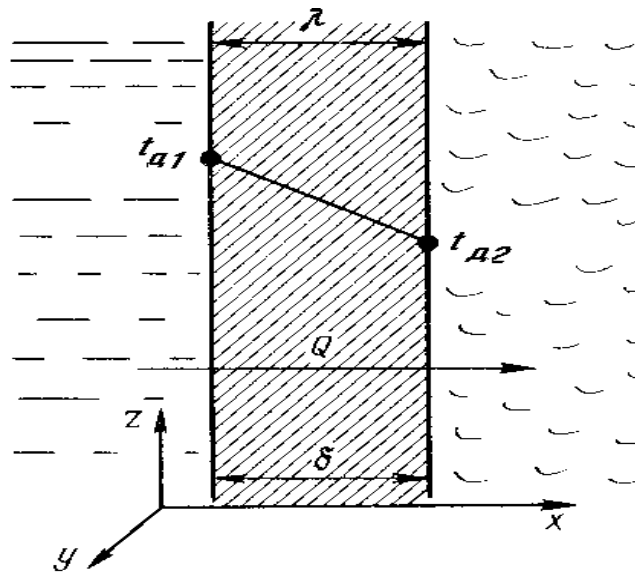
$d\tau$ - jarayon davomiyligi;

dF - issiqlik almashinish yuzasi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti issiqlik almashinish yuza birligidan vakt birligi davomida izotermik yuzaga normal bulgan uzunlik birligida temperatura 1 S ga pasayganda issiqlik o'tkazuvchanlik yuli bilan berilgan issiqlik miqdorini bildiradi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining kiymati moddaning tuzilishi va uning fizik-kimyoviy xossalariga, temperatura va boshka bir kator kattaliklarga boglik. Normal temperatura va bosimda metallar issiqlikni juda yaxshi, gazlar esa juda yomon utkazadi. Masalan, ayrim moddalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (Vt/m.grad birligida) kuyidagicha: toza mis - 394, CT3 markali pulat - 52, xavo - 0,027, tomchili suyukliklar - 0,1 - 0,7, gazlar- 0,006 - 0,165, termoizolyatsiya materiallari - 0,006 - 0,175.

Kalinligi δ va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsenti λ bulgan, bir jinsli materialdan tayyorlangan tekis devorning issiqlik o'tkazish jarayonini kurib chikaylik. Devorning karama-karshi tomonlaridagi temperaturalar t_1 va t_2 ga teng bulib, $t_1 > t_2$ bulsin (1.2.1-rasm).



1.2.1 - rasm. Tekis devor orkali issiqlik o'tkazuvchanlik yuli bilan issiqlik o'tkazish sxemasi.

Agar issiqlik o'tkazish turgun rejimda borayotgan va fakat bir yunalishda tarkalsa, issiqlik o'tkazuvchanlikning differensial tenglamasi quyidagi kurinishga ega buladi.

$$\partial^2 t / \partial x^2 = 0 \quad (1.2.2)$$

Bu tenglamani integrallasak:

$$t = c_1 \cdot x + c_2 \quad (1.2.3)$$

bu yerda: c_1, c_2 - doimiy koeffitsiyentlar; x -issiqlikning tarkalish yunalishiga mos keluvchi koordinata .

Integrallash doimiysi $c_1 = dt/dx$ bulib, chegara shartlari ($x=0, x = \delta$ bulgan xolda $c_1 = (t_1 - t_2) / \delta$ buladi va buni xisobga olganda (6.1) tenglama quyidagi kurinishga keladi:

$$dQ = \lambda[(t_1 - t_2) / \delta] \cdot dF \cdot d\tau \quad (1.2.4)$$

yoki

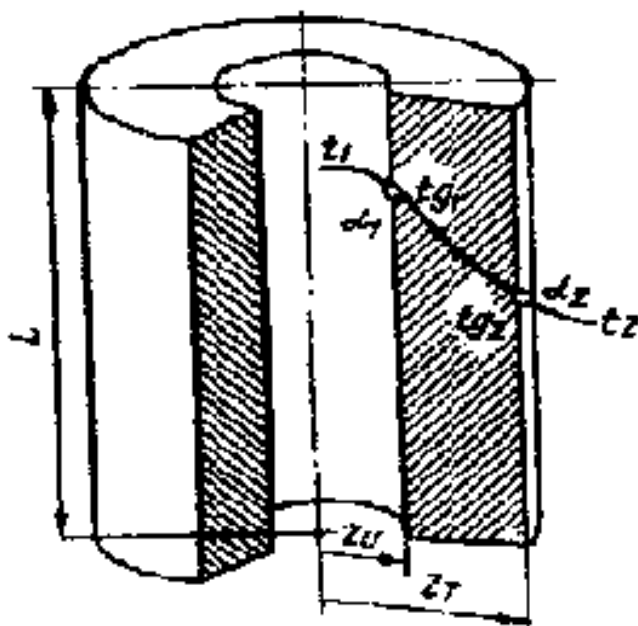
$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) F \cdot \tau \quad (1.2.5)$$

Demak, yuqoridagi shartlarni kanoatlantiruvchi tekis devorda temperatura tugri chizik bo'yicha uzgaradi va shunga mos xolda bir necha bir jinsli katlamlardan tashkil topgan devorda temperatura sinik tugri chizik bo'yicha uzgaradi.

Silindrsimon devor (6.2-rasm) uchun issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi quyidagi kurinishda yoziladi:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \tau \cdot (t_1 - t_2)}{\frac{1}{\lambda} \cdot 2,3 \cdot \lg(d_T / d_u)} \quad (1.2.6)$$

bu yerda: L - silindrsimon devor balandligi; τ - jarayon davomiyligi; t_1, t_2 - silindrsimon devorning ichki va tashki sirtining temperaturasi; λ -devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; d_t, d_i - silindrsimon devorning tashki va ichki diametrlari.



1.2.2 - rasm. Silindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini aniqlash.

Ushbu tenglamadan kurinib turibdiki, silindrsimon devorda temperatura egri chizik bo'yicha uzgaradi.

Agar silindrsimon devor bir necha bir jinsli katlamlardan tashkil topgan bulsa, (1.2.6) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$Q = \frac{2\pi \cdot L \cdot \tau \cdot (t_1 - t_n)}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{l}{\lambda_i} \cdot 2,3 \cdot \lg(d_{i+1} / d_i)} \quad (1.2.7)$$

i -katlamning tartib rakami; n -katamlar soni.

Kimyo sanoatida kulaniladigan silindrsimon devorli kupchilik issiqlik almashinish kurilmalarining diametri katta (500-2500 mm), devor kalinligi esa juda kichik (5-20mm). Bunday kurilmalar uchun issiqlik o'tkazuvchanlik jarayoni tahlil qilinganda 6.4 yoki 6.5 - tenglamalardan foydalanish mumkin.

1.3. Issiqlikning nurlanishi

Issiqlik energiyasining elektromagnit tulkinlar yordamida tarkalishi issiqlikning nurlanishi deb yuritiladi. Kar kandy jism uzidan energiyani nurlatish kobiliyatiga ega. Nurlangan energiya boshka jismga yutiladi va kaytadan issiqlikka aylanadi. Natijada nurlanish yuli bilan issiqlik almashinish jarayoni sodir bulib, u uz navbatida nur chiqarish va nur yutish jarayonlaridan tashkil topadi.

Uzaro parallel joylashgan, absolyut temperaturalari T_1 va T_2 bulgan tekis kattik jismlar urtasidagi nurlanish orkali utgan issiqlik miqdori kuyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{1-2} = C_{1-2} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot F \quad (1.3.1)$$

bu yerda: Q_{1-2} - birinchi jismdan ikkinchisiga nurlanish orkali berilgan issiqlik miqdori;
 $F = F_1 = F_2$ - jismlarning nur chikarayotgan va yutayotgan yuzalari, m^2 ;
 s_{1-2} - jismlar sistemasining keltirilgan nur chiqarish koefitsiyenti, $Vt/(m^2 K^4)$.

Keltirilgan nur chiqarish koefitsiyenti kuyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$C_{1-2} = 1 / \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} - \frac{1}{c_0} \right) \quad (1.3.2)$$

bu yerda: c_1 , c_2 , c_0 - mos xolda birinchi, ikkinchi va absolyut qora jismlarning nur chiqarish koefitsiyentlari.

Jism sirtiga tushgan Q_H miqdordagi nurlangan issiqlikning bir ulushi (Q_A) jism tomonidan yutiladi, boshka ulushi (Q_R) jism sirtidan kaytariladi, kolgan ulushi (Q_D) esa jismdan utib ketadi:

$$Q_H = Q_A + Q_R + Q_D \quad (1.3.3)$$

yoki:

$$\frac{Q_A}{Q_H} + \frac{Q_R}{Q_H} + \frac{Q_D}{Q_H} = 1 \quad (1.3.4)$$

(1.3.4) tenglamadagi birinchi bulinma jismning nurlangan issiqlikni yutish kobiliyati deyiladi va A xarfi bilan belgilanadi; ikkinchi bulinma nur kaytarish kobiliyati deyiladi va R xarfi bilan belgilanadi; uchinchi bulinma nurni utkazib yuborish kobiliyati deyiladi va D xarfi bilan belgilanadi.

Agar A=1 bulsa jism absolyut qora, R=1 bulsa, jism absolyut ok, D=1 bulsa jism diatermik jism deyiladi. Real jismlar uchun esa A, R va D birga teng bulmaydi va ular kulrang jismlar deyiladi.

Issiqlik nurlanishi tahlil qilinganda asosiy parametr bu jismlarning nur chiqarish kobiliyati xisoblanadi va u jism yuza birligidan vakt birligida tulkin uzunligining barcha intervali bo'yicha nurlangan energiyaning miqdorini bildiradi, bu kattalik absolyut qora jismlar uchun Stefan-Bolsman qonuni asosida aniqlanadi:

$$E_o = K_o \cdot T^4 \quad (1.3.5)$$

bu yerda: $K_o = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wt/(m}^2 \text{ K}^4)$ - absolyut qora jismning nur chiqarish doimiysi; T - uning absolyut temperaturasi.

Bu qonuniyat kulrang jismlar uchun quyidagicha yoziladi :

$$E = \varepsilon \cdot C_0 \cdot (T/100)^4 \quad (1.3.6)$$

bu yerda: ε - kulrang jismning nisbiy nur chiqarish ko'effitsiyenti; S_0 - absolyut qora jismning nur chiqarish ko'effitsiyenti.

Jismning nur chiqarish va nur yutish kobiliyatlari orasidagi boglanish Kirxgof qonuni bo'yicha aniqlanadi. Bunga asosan, ma'lum temperatura uchun ixtiyoriy bir jismning nur chiqarish kobiliyatini uning nur yutish kobiliyatiga bulgan nisbati uzgarmas miqdor bulib, bu miqdor absolyut qora jismning nur chiqarish kobiliyatiga teng:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_n}{A_n} = \frac{E_0}{A_0} = f(T) \quad (1.3.7)$$

II-BOB

Issiqlik almashinuv apparatlari

2.1 Issiqlik almashinuv apparatlarining konstruksiyalari va ularning qo'llanish sohalari.

Issiklik almashinish kurilmalari ishlash prinsipiga kura rekuperativ, regenerativ, aralashtiruvchi turlarga bulinadi.

Rekuperativ (yoki sirtiy) issiklik almashinish kurilmalarida issiklik tashuvchilar devor bilan ajratilgan bulib, issiklik shu devor orkali utkaziladi.

Regenerativ issiklik almashinish kurilmalarida kattik jismdan tashkil topgan birta yuza navbat bilan turli issiklik tashuvchi agentlar bilan kontaktda buladi, natijada bu jism bir issiklik tashuvchidan olgan issikligini ikkinchisiga beradi.

Aralashtiruvchi issiklik almashinish kurilmalarida ikki issiklik tashuvchi agent bir-biri bilan uzaro kontaktda buladi.

Sirtiyl issiklik almashinish kurilmalari uz navbatida kobik - trubali, "truba ichida truba" tipidagi, zmeyevikli, plastinali, gilofli, spiralsimon, kovurgali va boshka turlarga bulinadi.

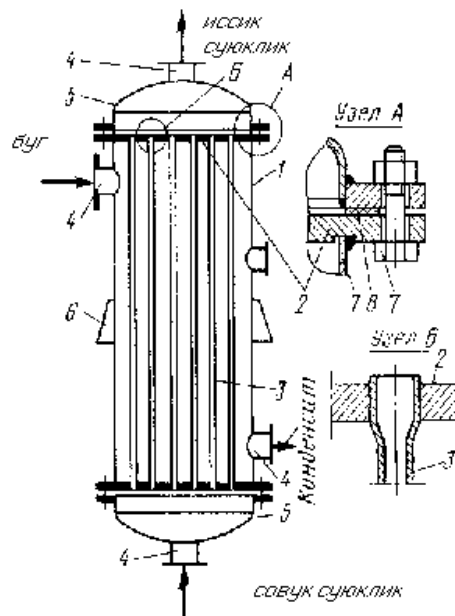
Kimyo sanoatida asosan sanab utilgan birinchi besh turdagi sirtiyl issiklik almashinish kurilmalari keng kullaniladi.

Kobik-trubali issiklik almashinish kurilmalari. Bu tur-dagi issiklik almashinish kurilmalari kobik ichida joylashgan trubalar tuplamidan tashkil topgan. Bunda trubalar ikki tomondan truba turiga kotirilgan buladi, natijada trubalar tashki sirti, kobik va truba turi bilan chegaralangan trubalar orasidagi bushlik xamda issiklik almashinish trubalarining ichki sirti va ikkita kopkok bilan chegaralangan trubalar ichki bushligi yuzaga keladi. Ushbu kurilmalarda issiklik trubalarning devori orkali uzatiladi. Truba orasidagi bushlikdan asosan yuzani ifloslantirmaydigan, chukma xosil kilmaydigan issiklik tashuvchilar yuboriladi. Trubalar ichki bushligidan esa asosan isitilayotgan yoki sovitilayotgan suyuklik yuboriladi. Issiklik tashuvchilarning xarakat tezligini oshirish yoki jarayonni intensivrok olib borish maksadida bu kurilmalarning ikkala bushligi xam kup xollarda bir necha yulli kilib tayyorlanadi. Bir yulli kobik-trubali issiklik almashinish kurilmai, kobik 1, truba turlari 2, trubalar 3, kopkok 4, issiklik tashuvchilar kiradigan va chikadigan patrulkalar 5, 6, bolt 7 va prokladka 8 dan iborat (2.1.1 - rasm).

Issiklik tashuvchilarning tezligini oshirish maksadida kup yulli isitkichlar ishlatiladi. Bu isitkichlarda suyuklikning sarfi kam bulganda ularning trubalardagi tezligi kichik bulib, natijada issiklik almashinish koefitsiyenti xam kam buladi.

Kup yulli isitkichlarda trubalarni seksiyalarga bulish uchun yoki muxitning xarakat yulining soniga karab, isitkichning kopkogi bilan truba turining orasiga kundalang tusiklar urnatiladi (2.1.1-rasm). Bunda xar bir seksiyadagi trubalarning soni bir xil bulishi kerak. Kup yulli isitkichlarda bir yulli isitkichlarga nisbatan muxitlarning tezligi yullarning soniga karab proporsional uzgaradi.

Kimyo sanoatida 4-6 yulli isitkichlar ishlatiladi, chunki yullarning soni ortib borishi bilan isitkichning gidravlik karshiligi ortib, kurilmaning konstruksiyasi murakkablashadi.

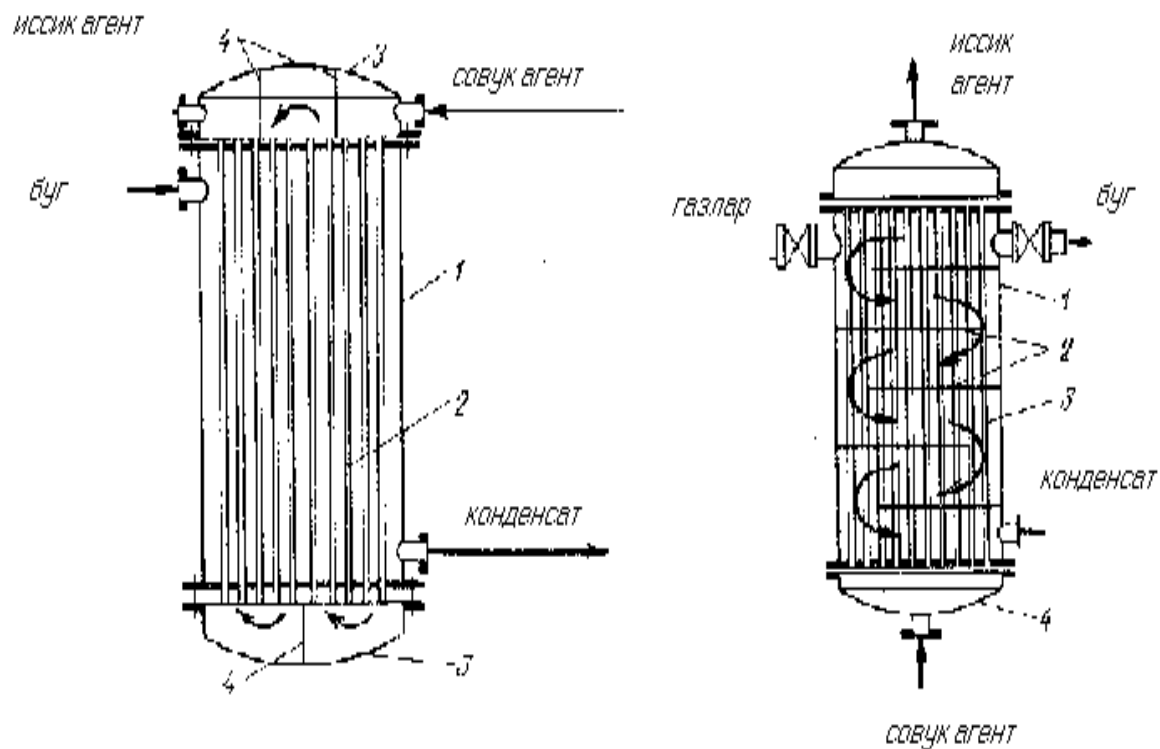


2.1.1- rasm. Bir yulli kobik trubali isitkichlar:

1- kobik; 2- truba turlari; 3 - trubalar; 4- kopkok; 5,6 - issiklik agentlari kiradigan va chikadigan shtuserlar; 7- bolt; 8- kistirma.

Kobik-trubali isitkichlarda kobik bilan trubalar orasidagi temperaturalarining farkiga karab truba va kobikning uzayishi xar xil buladi. Shuning uchun kobik trubali isitkichlar konstruksiyasiga kura ikki xil buladi: 1) kuzgalmas turli isitkichlar; 2) kompensatorli isitkichlar.

Kuzgalmas turli isitkichlarda issiklik ta'sirida trubalar va kobik xar xil uzayadi, shu sababli bunday isitkichlar trubalar va kobik urtasidagi temperaturalar farki katta bulmaganda (50 S gacha) ishlatiladi.



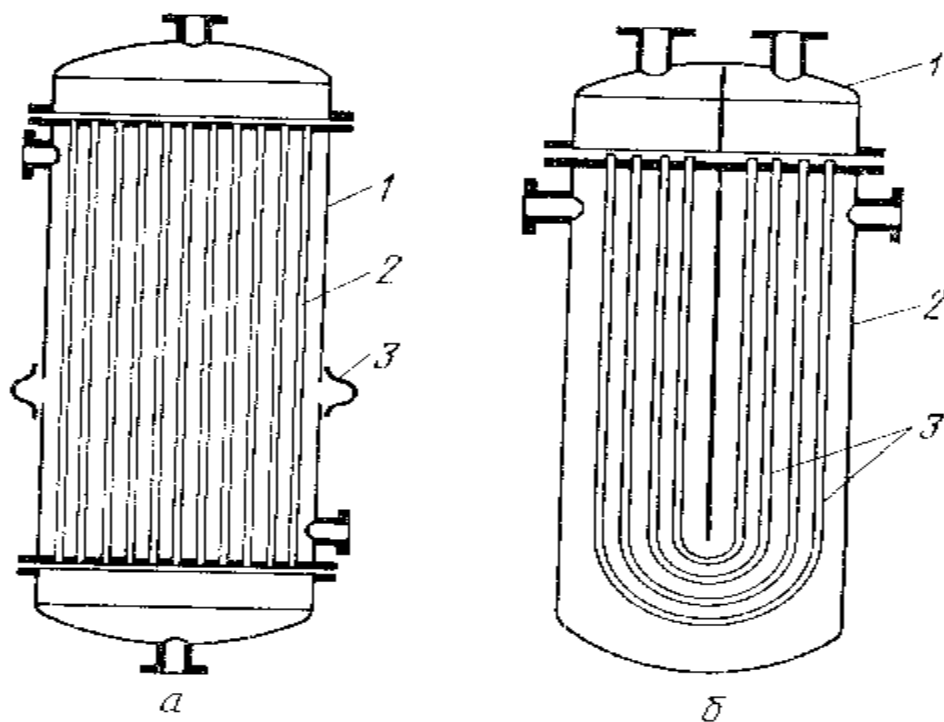
2.1.2 - rasm. Kup yulli kobik trubali isitkichlar:

a) ikki yulli; b) turt yulli. I - II - issiklik tashuvchi agentlar; 1 - kopkok; 2- kundalang tusiklar.

Temperaturalar farki 50°S dan katta bulganda trubalar va kobikning xar xil uzayishini kompensatsiyalash maksadida linzali kompensatorli (2.1.3 - rasm, a) va U - simon trubali (2.1.3 - rasm, b) kobik trubali isitkichlar ishlatiladi.

Linzali kompensator isitish trubalari va kurilma devori urtasidagi bosim $6 \cdot 10^5 \text{ H} / \text{M}^2$ gacha bulganda ishlatiladi.

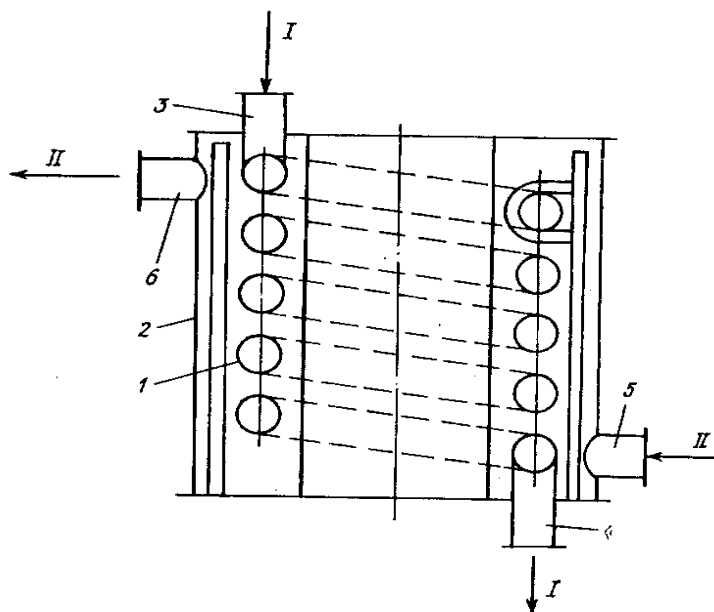
U - simon kobik trubali isitkichlarda issiklik ta'sirida trubalarning uzayishidagi kompensatsiyani truba kurilmalarining uzi bajaradi.



2.1.3.- rasm. Temperatura yukori bulganda kobik va trubalarni uzaytirishni xisobga oluvchi kobik-trubali isitkichlar: a) linza kompensatorli; b) U - simon trubali.

2.2. Zmeyevikli issiklik almashinish kurilmalari.

Bu turdagi kurilmalar silindrsimon kobik ichida joylashgan spiralsimon zmeyevikdan iborat. Bunda zmeyevik asosan 25-75 mm li trubalardan tayyorlanadi. Zmeyevik trubalaridan gaz yoki bug xarakatlanadi (2.2.1- rasm).



2.2.1- rasm. Zmeyevikli isitkich.

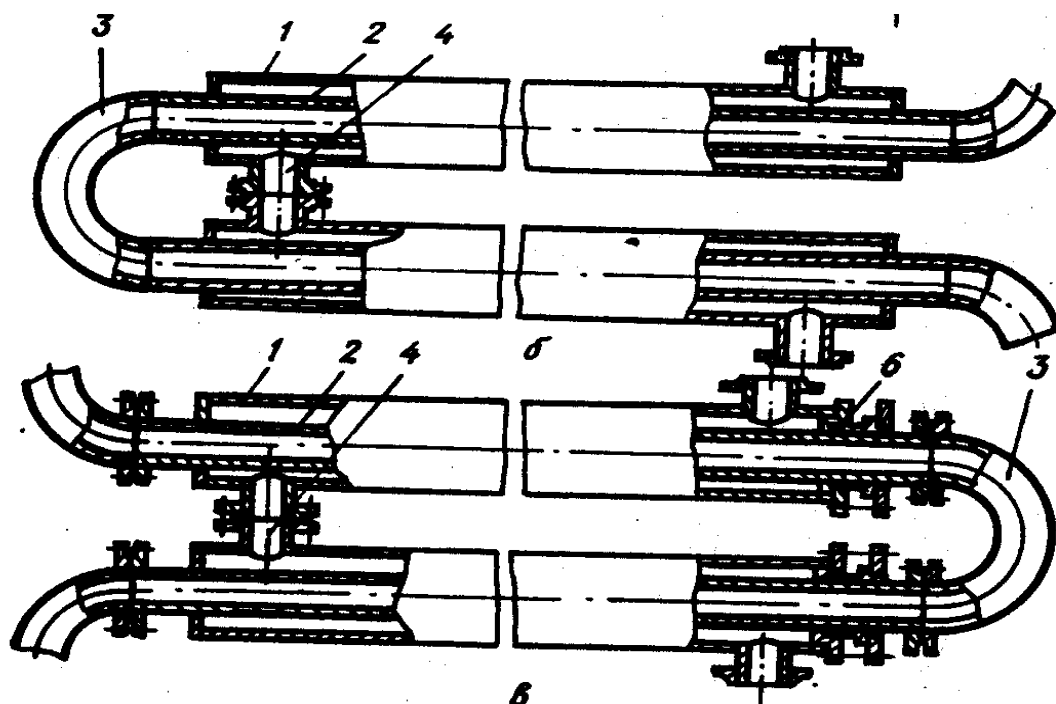
Suyuklik bilan tuldirilgan idishning xajmi katta bulgani va idish ichidagi suyuklikning tezligi juda kichik bulgani uchun zmeyevikning tashki devori tomonidagi bug bilan suyuklik orasida issiklik berish koeffitsiyenti xam kichik buladi. Kurilmaning xajmini kamaytirish va suyuklikning tezligini oshirish uchun uning ichiga stakanga uxshash idish joylashtiriladi.

Agar issiklik tashuvchinig mikdori katta bulsa, bir necha parallel seksiyalardan iborat bulgan zmeyeviklar urnatiladi. Seksiyalar bunday parallel ulanganda, muxitning tezligi va xarakat yuli kamayishi natijasida kurilmaning gidravlik karshiligi xam kam buladi. Bu kurilmalarda isitilayotgan suyuklik asosan kichik tezlikda xarakatlanganligi sababli zmeyevik devoridan issiklik erkin konveksiya usulida utkaziladi. Ularning kamchiligi shundaki, issiklik almashinish yuzasi va issiklik berish koeffitsiyenti nisbatan kichik, lekin ularni ta'mirlash oson.

"Truba ichida truba" tipidagi issiklik almashinish kurilmasi. Bu turdagi kurilmalar bir-biri bilan konsentrik joylashgan ichki va tashki trubadan tashkil topgan. Bularda isitilayotgan yoki sovitilayotgan maxsulot asosan ichki truba orkali uzatiladi. Trubalar orasidagi bushlikdan esa yuzani ifloslantirmaydigan issiklik tashuvchi yuboriladi.

Bu tipdagi isitkichlar yukori bosimda va issiklik tashuvchilarnig sarfi kam bulganda xam ishlaydi. Bunday kurilmalarning afzalligi shundaki, ularni tayyorlash oson. Kamchiligi: issiklik almashinish yuzasi nisbatan kichik. Ishlab chikarish yuzasini iktisod kilish maksadida bular bir-biri bilan kalach va patrubkalar yordamida tutashtirilgan bir necha elementli va bir necha seksiyali kilib tayyorlanadi. «Truba ichida truba» tipidagi issiklik almashinish kurilmaining

sxemasi 10.5 - rasmda keltirilgan bulib, kurilma ichki truba 1, tashki truba 2, kalach 3 va birlashtiruvchi patrubka 4 dan iborat. (I, II issiklik tashuvchi agentlar).



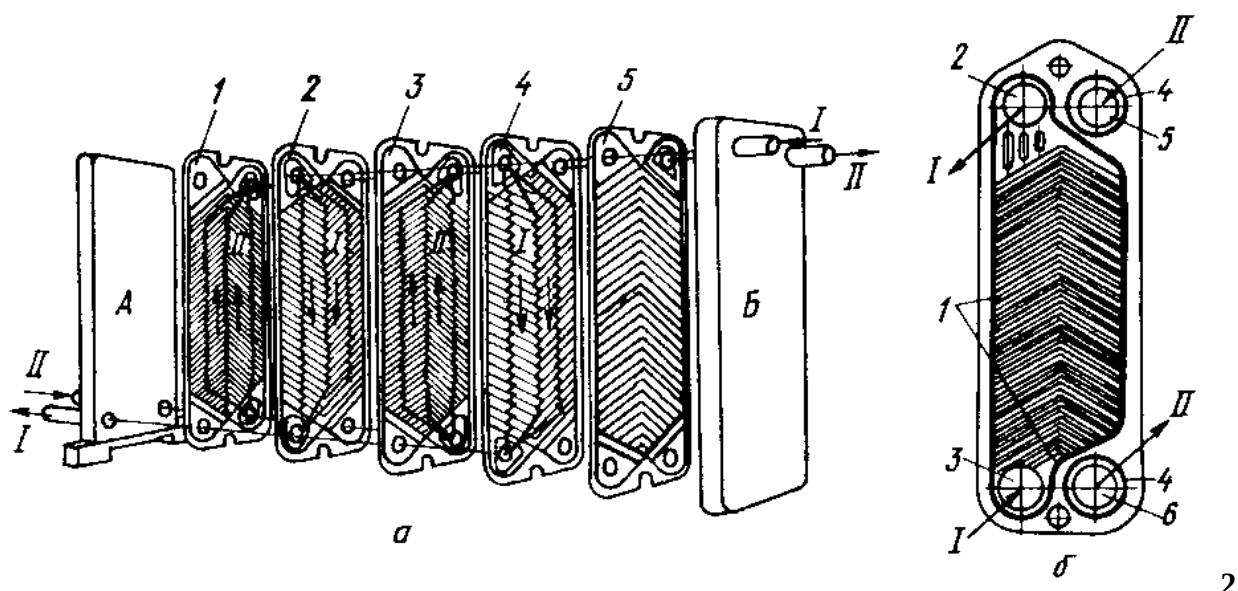
2.2.2 - rasm. «Truba ichida truba» tipidagi isitkich:

I - II - issiklik tashuvchi agentlar; 1 - ichki truba; 2 - tashki truba; 3 - kalach; 4 - birlashtiruvchi patrubka.

2.3 Plastinali issiklik almashinish kurilmasi.

Bunday kurilmalar yupka metall listlardan tayyorlangan bir necha kator parallel gofrirlangan plastinalardan tuzilgan. Plastinalar orasida xosil kilingan kanallar ikki guruxga bulinadi: Birinchi gurux kanallardan issiklik tashuvchi, ikkinchisidan esa issiklik kabul kiluvchi agent xarakat kiladi. Plastinalar kuzgaluvchi va kuzgalmas plitalar orasida vintlar yordamida sikiladi. Ushbu kurulmaning afzallik tomoni shundaki, plastina yupka ($d=1-1,5\text{mm}$) listdan tayyorlanganligi, okimlar tezligining kattaligi sababli issiklik utkazish koeffitsiyenti katta kiymatga ega.

Plastinali issiklik almashinish kurilmasining umumiy kurinishi 2.3.1 - rasmda kursatilgan bulib, unda isitgich sxemasi (a), isitgich plastinasining tuzilishi (b) tasvirlangan. Kurilma juft plastinalar 1, tok plastinalar 2, issiklik tashuvchi agentlarning kirish va chikish shtuserlari 3, 4, (I - suyuqlik uchun); shtuserlar 5, 6 (II - suyuqlik uchun); kuzgalmas plita 7, xarakatlanuvchi plita 8, tortish vinti 9, prokladka 1, 4; suyuqlik teshiklari 2, 3 (I - suyuqlik uchun); teshiklar 5, 6 (II - suyuqlik uchun).

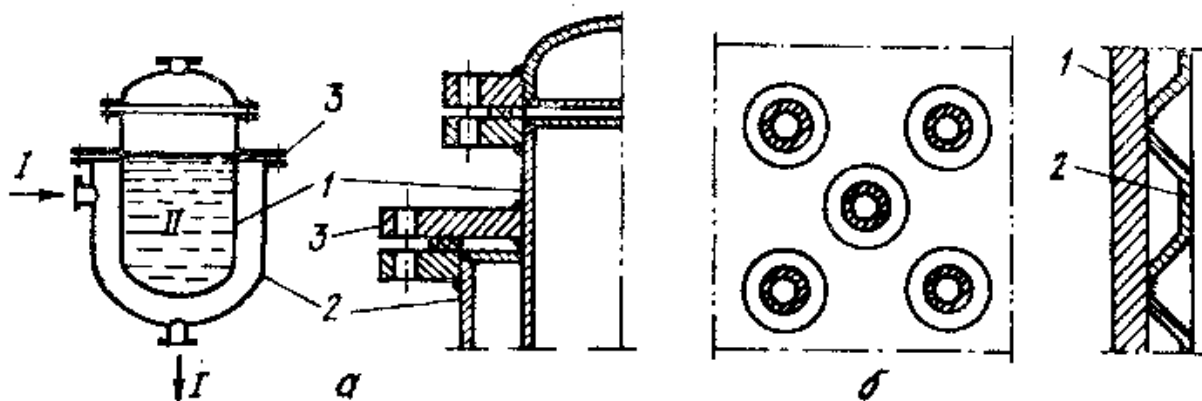


2

.3.1 - rasm. Plastinali isitkich:
a) isitkich sxemasi; b) isitkich plastinaning tuzilishi.

Kamchiligi: kurilmaning yukori bosimda ishlatish va plastinalarni ta'mirlagach, ular orasida tegishli zichlikni ta'minlash imkoniyati yuk.

Gilofli issiklik almashinish kurilmasi. Ish unumdorligi kichik, davriy ishlaydigan korxonalarda kovushkoklik katta bulgan suyuqliklarni isitish uchun asosan gilofli issiklik almashinish kurilmalari ishlatiladi. Bu kurilmalarning ish xajmi asosan sferik taglikka ega bulgan silindr shaklida bulib, u tashki tomondan gilof bilan koplangan. Gilofga berilgan suv bugi silindr tashki devorida kondensatsiyalanib, issiklik devor orkali kurilmada isitilayotgan suyuqlikka yuboriladi. Issiklik utkazish koefitsiyentining kiymatini oshirish maksadida bu kurilmalar kup xollarda aralashtirgich bilan ta'minlangan buladi. Filofli issiklik almashinish kurilmai 2.3.2 - rasmda keltirilgan bulib, kurilma korpus 1, bug kobigi 2 va flanets 3 dan iborat (a-past bosimlar uchun; b-yukori bosimlar uchun).



2.3.2. rasm. Gilofli isitkich:

a) past bosimlar uchun; b) yukori bosimlar uchun.

Agar issiklik tashuvchilardan birining issiklik berish koeffitsiyenti ikkinchisidan ancha kichik bulsa, u xolda α ning kiymati kichik bulgan tomondagi issiklik almashinish yuzasi kattalashtiriladi.

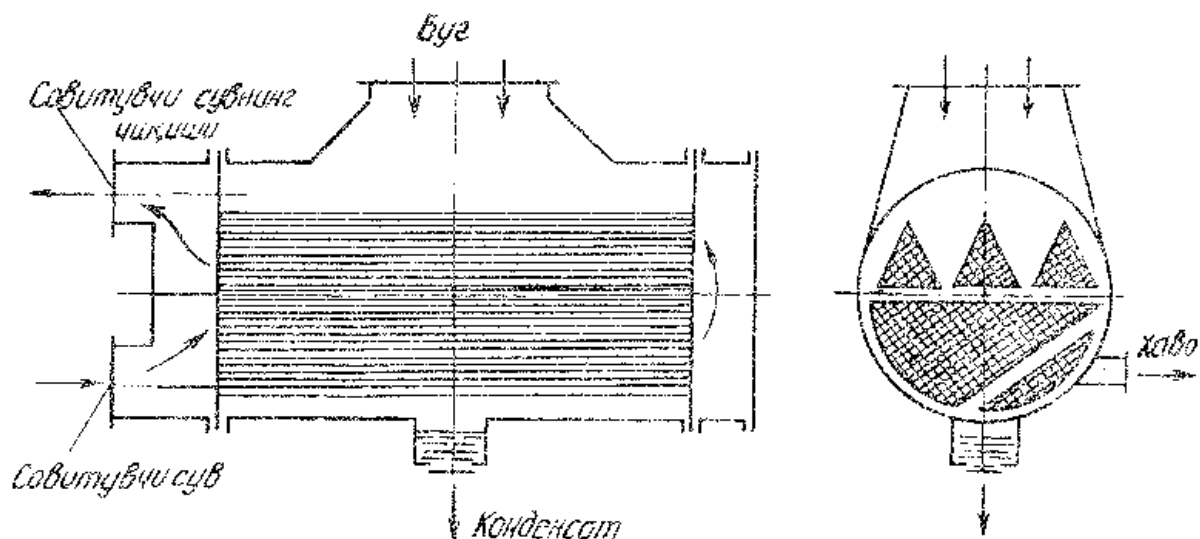
2.4 Sirtiy va aralashtiruvchi kondensatorlar.

Kondensatsiya jarayonini amalga oshiruvchi kurilmalar kondensatorlar deyiladi. Bu kurilmalarda sovituvchi agent sifatida kupincha suv, ayrim xollarda maxsus moddalar ishlatiladi.

Kondensatorlar sirtiy va aralashtiruvchi buladi.

Sirtiy kondensatorlarda kondensatsiyalanayotgan bug va sovituvchi agent uzaro issiklik utkazuvchi devor orkali ajratilgan buladi, aralashtiruvchi kondensatorlarda esa bug va sovituvchi agent bir-biriga aralashadi.

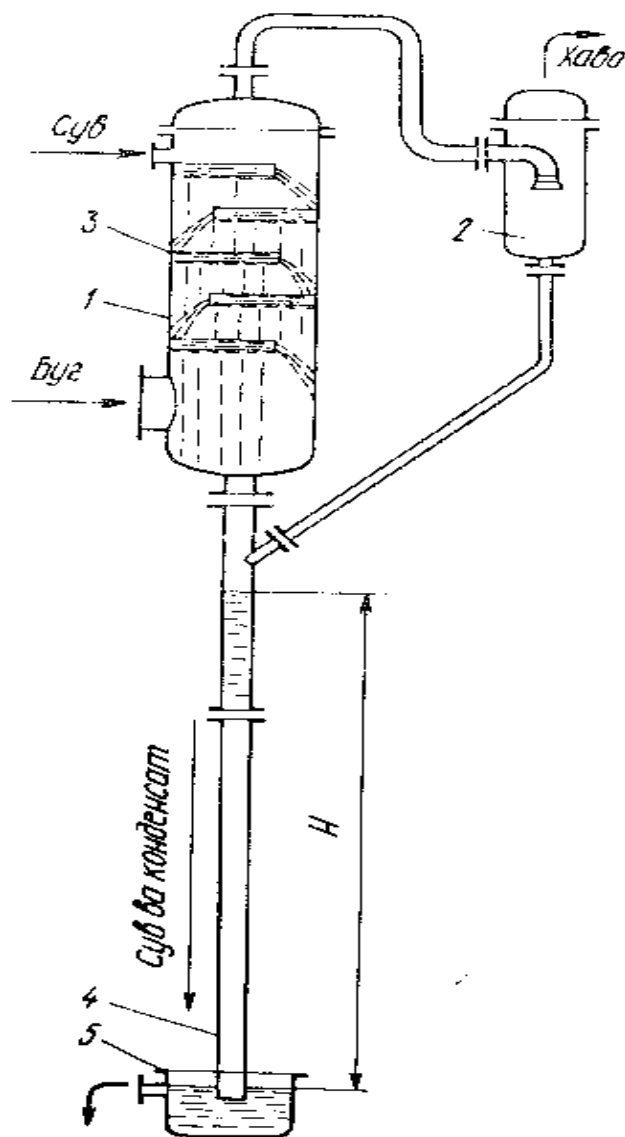
Sirtiy kondensatorlar sifatida sirtiy issiklik almashinish kurilmalari, asosan kobik-trubali, "truba ichida truba" tipidagi va yuvilib turuvchi kurilmalar kullaniladi. 2.4.1 - rasmda gorizonta kobik- trubali kondensator tasvirlangan.



2.4.1 -rasm. Gorizontali kobik trubali kondensator.

Kondensatorga bug bilan kirgan va oddiy temperaturalarda kondensatsiyalanmaydigan gazlarni chikarib turish uchun aloxida shtuser urnatiladi. Bunday kurilmalarda kondensat aloxida ajratib olinadi.

Aralashtiruvchi kondensatorlar vakuum ostida ishlaydigan kurilmalarda siyraklanish xosil kilish uchun ishlatiladi. Bug va suvning uzaro xarakatiga kura aralashtiruvchi kondensatorlar tugri va karama-karshi yunalishli buladi. 2.4.2 - rasmda karama-karshi yunalishli barometrik kondensator tasvirlangan.



2.4.2.- rasm. Barometrik kondensator:

1 - kondensator; 2 - tomchi ushlagich; 3 - tokchalar; 4 - barometrik truba; 5 - gidravlik zatvor.

Kondensatorning ichki xajmida 5 yoki 7 ta tokcha urnatilgan bulib, ular bug va sovituvchi agentning bir necha marta kontaktda bulishini va bugning tulik kondensatsiyalanishini ta'minlaydi. Kondensatorga suv tokchalar yukorisidan berilib, u tokchalar orkali birin-ketin xarakatlanib pastga tushadi. Bunda tokcha ustida 40 mm atrofida suv satxining bulishi ta'minlanadi. Kondensatorga berilayotgan bug tokchalar ostidan berilib, yukoriga xarakatlanishi natijasida uz energiyasini suvga berib kondensatsiyalanadi va xosil bulgan kondensat suv bilan birga barometrik trubaga tushadi. Barometrik trubadagi suv satxi kondensatorida talab kilingan siyraklanishni ta'minlaydi. Barometrik kondensator kondensator kobigi 1, tomchi ushlagich 2, tokchalar 3, barometrik truba 4 va gidravlik zatvor 5 dan iborat.

Kondensatsiyalanmagan gazlar tomchi ushlagich orkali vakuum- nasos yordamida surib olib turiladi.

III-BOB

ISSIQLIK ALMASHINUV APPARATLARINI HISOBLASH

3.1. Issiqlik almashinuv apparatlarining texnologik jarayonlarda qo'llanish holatlari haqida umumiy ma'lumotlar.

Issiqlik tashuvchini qizdirish yoki sovitish uchun mo'ljalangan qurilma issiqlik almashinuv apparati (IAA) deyiladi. Issiqlik tashuvchi sifatida suyuqlik yoki gaz ishlatiladi. Issiqlik tashuvchilar isituvchi va isitiladigan tashuvchilarga bo'linadi. Masalan, qozon ichida qizigan gaz isituvchi issiqlik tashuvchi, qozondagi suv esa isitiladigan issiqlik tashuvchi

hisoblanadi. Isitish radiatoridagi suv isituvchi issiqlik tashuvi, xonaga issiqlikni tarkatadigan havo esa, isitiladigan issiqlik tashuvchi hisoblanadi.

IAA lariga bug‘ qozonlari, kondensatorlar, bug‘ qizdirgichlar, havo isitkichlar, markaziy isitish asboblari, radiatorlar va shu kabilar misol bo‘la oladi.

IAA lari o‘zining shakli va o‘lchamlari bilan hamda ishlatilayotgan ishchi jismi bilan bir – biridan katta farq kiladi. IAA lari xilma xil bo‘lsada, issiqlik hisobining asosiy qoidalari ular uchun umumiy bo‘lib qoladi. IAA lari texnikada nixoyatda keng tarqalgan, hozirgi vaqtda ularning aniq bir tasnifi yo‘q. Quyida keltirilgan tasnif eng ko‘p qo‘llanilayotgan IAA lariga ta’luqlidir. IAA larini quyidagi belgilariga qarab tasniflash mumkin.

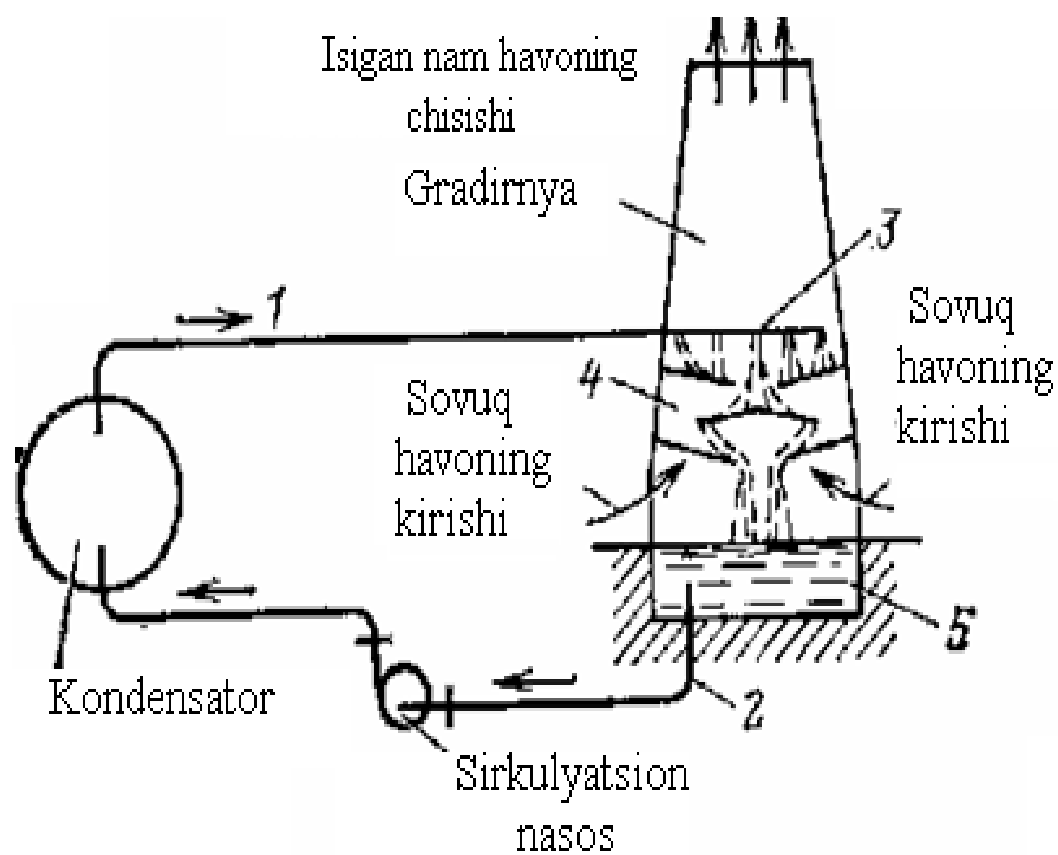
Issiqlik almashinuv usuliga qarab

Aralashtirgichli. Bunday IAA larida issiq va sovuq issiqlik tashuvchi bir – biriga bevosita tegadi va keyin aralashib ketadilar. Masalan, qozon agregatidan chiqadigan yuqori temperaturali bug‘ yo suv sovuq yoki iliq suv bilan aralashtiriladi, so‘ngra iste’molchilarga uzatiladi. Bunday IAA lariga gradirnyalar, deaeratorlar, skrubberlar va boshqa qurilmalar kiradi.

Gradirnyada (3.1.1-rasm) minoradan yomg‘irdek tushayotgan suv havo bilan aralashadi va natijada suv soviydi, havo esa isib yuqoriga ko‘tariladi.

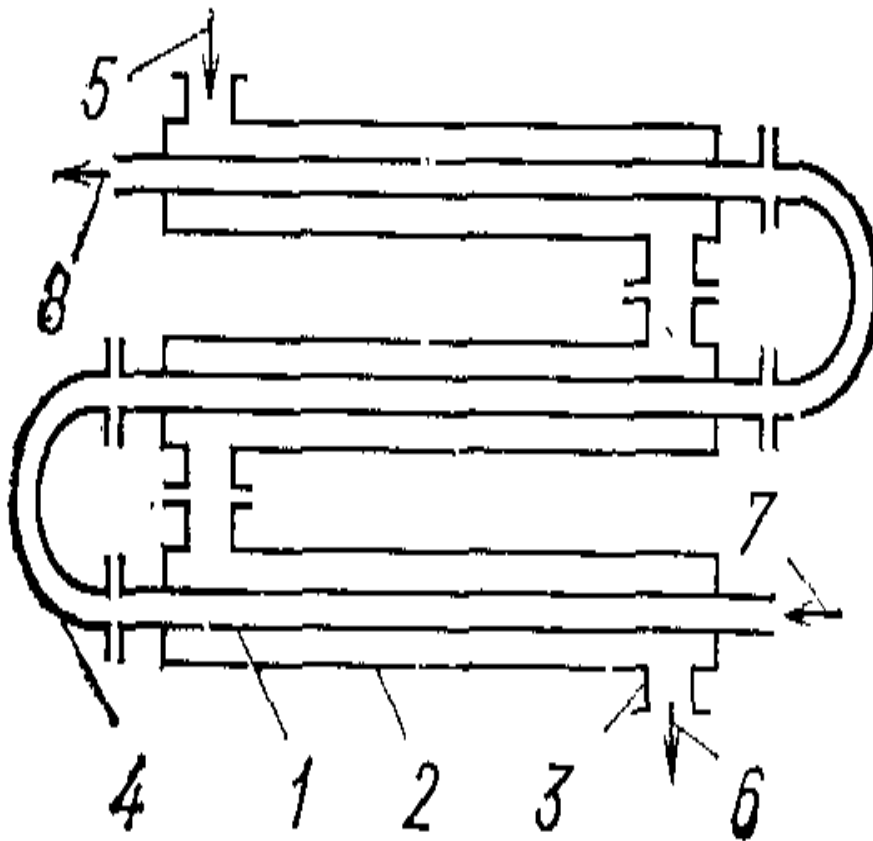
Rekuperativli. Bunday IAA larida issiqlik ajratuvchi devor (odatda metall) orqali uzatiladi. Bunday apparatlarga bug‘ generatorlari, bug‘ qizdirgichlari suv isitkichlari, havo isitkichlari va turli xil bug‘latgich apparatlari kiradi.

Hozirgi paytda rekuperativ apparatlar eng ko‘p tarqalgan. Ular tuzilishi juda sodda, ixcham va issiqlik tashuvchilarning temperaturasi har doim o‘zgarmasligini ta’minlaydi.



3.1.1- rasm.

1- suvni keltirilishi; 2-suvni olib ketilishi; 3- taqsimlash tarnovi; 4- sugʻorish qurilmasi; 5- basseyn.



3.1.2- rasm

1- ichki quvur; 2- tashqi quvur; 3- ulash patrulkasi; 4- egilgan joy; 5-6 - birinchi issiqlik tashuvchining kirishi va chiqishi; 7- 8 ikkinchi issiqlik tashuvchini kirishi va chiqishi

Rekuperativ apparatlar asosan metaldan ishlangan. Temperaturasi $400-450^{\circ}\text{S}$ bo'ladigan issiqlik tashuvchilar uchun esa quvurlar uglerodli po'latdan, temperaturasi $500-700^{\circ}\text{S}$ bo'ladigan issiqlik tashuvchilar uchun esa legirlangan po'latdan tayyorlanadi.

Regenerativli. Bunday IAA larida isitish (yoki sovutish) sirtining uzi vaqt – vaqti bilan goh issiq, goh sovuq issiqlik tashuvchi bilan yuvilib turiladi.

Dastlab regenerator panellaridan qizigan issiqlik tashuvchi – domno va marten pechlari, vagrankalar va boshqalardagi yonish mahsulotlari yuboriladi.

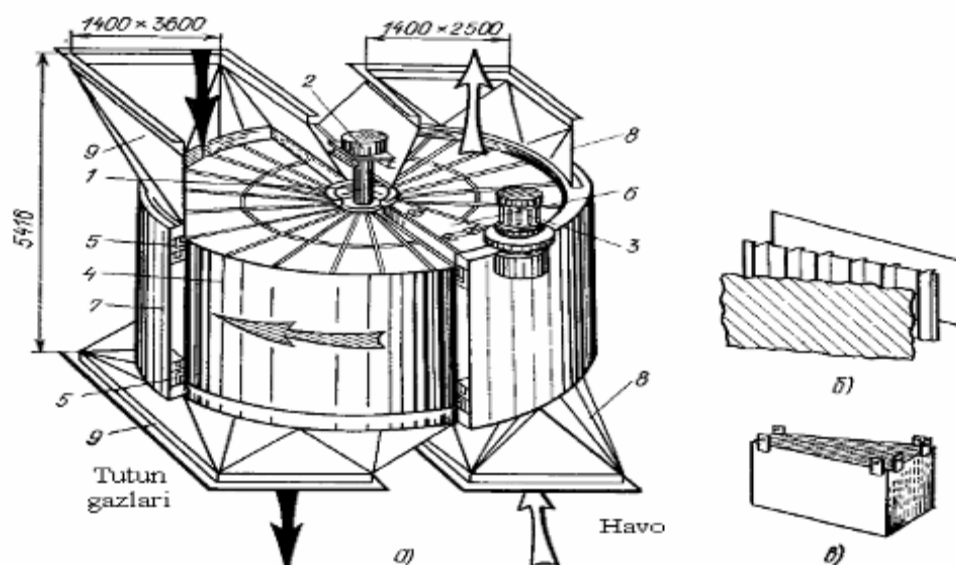
Regeneratorning isitish sirti qizigan gazlardan issiqlik olib isiydi, so'ngra bu issiqlikni sovuq issiqlik tashuvchiga beradi. Bunday IAA lariga zamonaviy qozon agregatlarining havo isitgichlari misol bo'la oladi(3.1.3-rasm).

Texnologik vazifasiga qarab:

Havo isitkichlar (3.1.1- rasm); deaeratorlar; bug' qizdirgichlar; bug' generatorlari va sh.k.

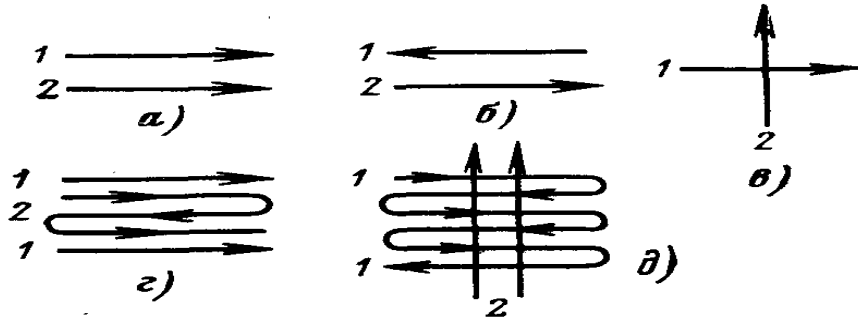
Issiqlik tashuvchilar harakat yunalishiga qarab.

to'g'ri oqimli (3.1.4-rasm, a); qarshi oqimli (3.1.4- rasm , b); ko'ndalang oqimli (3.1.4- rasm, v); aralash oqimli (3.1.4- rasm, g) ko'plab ko'ndalang oqimli (3.1.4-rasm, d)



3.1.3 – rasm.

1- rotor vali; 2- pastki va yukoridagi podshipniklar; 3- elektroDvigatel; 4- tiqilgan narsa; 5- tashqi qo'zg'almas g'ilof; 6-7- zichlagichlar; 8- havoning chiqib ketishi; 9 - gaz patrubkalari.



3.1.4-rasm.

IAA larida issiqlik tashuvchilarning harakatlanish sxemasi.

Issiqlik tashuvchilar turiga qarab:

Suv – suvli (3.1.2- rasm); bug' – suvli; suv – havoli (3. 1.1- rasm) gaz – havoli (3.1.3- rasm); yog' - havoli.

Materialning turiga qarab:

Po'latli IAA lari; cho'yanli IAA lari, bular korroziyaga chidamli va nisbatan arzon, lekin mustaxkamligi po'latdan past; grafitli IAA lari – bular kimyoviy agressiv muhitda ishlatiladi; shishali, sopolli, qo'rg'oshinli, plastmassali IAA lari ham kimyoviy muhitlarda qo'llaniladi.

Issiqlik almashinuv sirtiga qarab:

Silliq (tekis) quvurli, bunday IAA lari eng ko'p tarqalgan. O'z navbatida tekis quvurlar to'g'ri (11.2- rasm), U – simon, spiralsimon, buramasimon (11.4-rasm) va boshqa shakllarda bo'lishi mumkin. Qovurg'ali IAA lari, plastinkasimon IAA lari – bular isitish yuzasining ikkala tomonida issiqlik berish koeffitsienti bir xil bo'lganda qo'llaniladi.

Issiqlik tashuvchilarning yurish soniga qarab:

bir yo'lli va ko'p yo'lli IAA lari.

Isitish sirtlarini joylashishiga qarab:

Quvur ichida quvur (3.1.2-rasm), g'iloq quvurli.

Ishlash davriyligiga qarab:

Muntazam ishlaydigan va vaqti vaqti bilan ishlaydigan IAA lari.

Asosiy texnologik jarayonlarni amalga oshirish qulayligi tufayli muntazam ishlaydigan IAA lari keng qo'llaniladi.

3.2. Issiqlik almashinuv apparatlarini hisoblash

IAA larini hisoblashdan asosiy maqsad issiqlik almashinuv yuzasini, issiqlik tashuvchilarning parametrlarini, issiqlik tashuvchilarning eng muvofiq sarfini va ularning tezligini, hamda apparatning eng muvofiq o'lchamlarini aniqlashdan iboratdir. IAA larini hisoblashda issiqlik balansi tenglamasi va issiqlik uzatish tenglamasi asosiy hisoblanadi. Issiqlik uzatish tenglamasi:

$$Q = kF(t_1 - t_2) \quad (3.2.1)$$

Bunda Q – issiqlik oqimi, Vt ; k - issiqlik uzatish koeffitsenti, $Vt/(m^2 \cdot K)$; F – issiqlik almashinuv yuzasi m^2 ; t_1 va t_2 – mos ravishda issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar temperaturasi

Issiqlik balansi tenglamasi

$$Q = m_1 \Delta h_1 = m_2 \Delta h_2$$

yoki

$$Q = V_1 \rho_1 c_{p1} (t_1^1 - t_1^2) = V_2 \rho_2 c_{p2} ((t_2^1 - t_2^2)), \quad (3.2.2)$$

bu yerda $V_1 \rho_1$ va $V_2 \rho_2$ - issiqlik tashuvchilarning massaviy sarfi kg/s ; c_{p1} va c_{p2} - suyuqlikning t^1 dan t^2 gacha temperatura oralig'idagi o'rtacha issiqlik sig'imi; t_1^1 va t_2^2

suyuqlikning apparatga kirishdagi temperaturasi: t_1'' *ea* t_2'' suyuqlikning apparatdan chiqishdagi temperaturasi. $V\rho c_p = W$ kattalikni suv ekvivalenti deb aytiladi.

Oxirgi tenglamani e'tiborga olib (11.2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$(t_1' - t_1'') / (t_2' - t_2'') = W_2 / W_1 \quad (3.2.3)$$

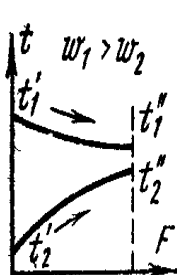
bunda W_1 va W_2 issiq va sovuq suyuqliklarning suv ekvivalentlari.

Demak, IAAda issiq va sovuq issiqlik tashuvchilar temperaturalarining o'zgarishi suv ekvivalentlariga teskari proportsional bo'lar ekan.

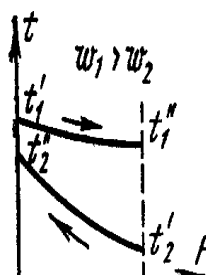
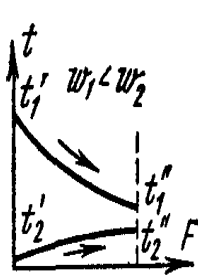
$$dt_1 / dt_2 = W_2 / W_1$$

Issiqlik uzatish tenglamasini (3.2.3) keltirib chiqarishda issiqlik tashuvchilarning temperaturasi apparatda o'zgarmaydi deb hisoblangan.

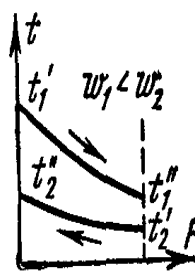
Haqiqatda esa issiqlik tashuvchilarning apparatdan o'tish vaqtida temperaturalari o'zgaradi, bundan tashqari temperatura o'zgarishiga suyuqlikning harakatlanish sxemasi va suv ekvivalentlari katta ta'sir kiladi.



3.2.1.-rasm. Issiqlik tashuvchilarning to'g'ri oqimli harakatda temperaturalarining o'zgarishi.



3.2.2.-rasm. Issiqlik tashuvchilarning teskari oqimli harakatda temperaturalarining o'zgarishi.



3.2.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, to'g'ri oqimda sovuq issiqlik tashuvchining oxirgi temperaturasi har doim qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasidan past bo'ladi. Qarshi oqimda (3.2.2-rasm) sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasi qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasidan ancha katta bo'lishi mumkin. Demak, qarshi oqimli apparatlarda sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasini, to'g'ri oqimli apparatdagiga qaraganda yuqoriroq ko'tarish mumkin ekan.

Bundan tashqari, rasmlardan ko‘rinib turibdiki, temperatura o‘zgarishlari bilan bir qatorda suyuqliklar temperaturalari farqi Δt ham o‘zgaradi.

Δt va k kattaliklarni faqat elementar yuzi chegarasida o‘zgarmas deb hisoblash mumkin. Shuning uchun elementar dF yuza uchun issiqlik uzatish tenglamasi faqat differentsial shaklda to‘g‘ri bo‘ladi:

$$dQ = k dF \cdot \Delta t \quad (3.2.4)$$

Butun F yuza bo‘ylab uzatilgan issiqlik oqimi (11.4) tenglamani integrallashtirishdan aniqlanadi:

$$Q = \int_0^F k dF \Delta t = k F \Delta t_{o'rt} \quad (3.2.5)$$

Bunda $\Delta t_{o'rt}$ - butun isitish yuzasi bo‘ylab temperaturaning o‘rtacha logarifmik bosimi. Agar issiqlik uzatish koeffitsienti issiqlik almashinuv yuzasi bo‘ylab ancha o‘zgarsa, u holda uning o‘rtacha qiymati olinadi:

$$k_{o'rt} = \frac{F_1 k_1 + F_2 k_2 + \dots + F_n k_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n}$$

U holda $k_{o'rt} = \text{const}$ bo‘lganda (11.5) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$Q = k_{o'rt} \int_0^F \Delta t dF \quad \text{yoki} \quad Q = k_{o'rt} \Delta t_{o'rt} F$$

3.3. O'rtacha temperatura bosimini hisoblash

Agar issiqlik tashuvchilar temperaturalari to'g'ri chiziqli bo'yicha o'zgarsa u holda o'rtacha temperatura bosimi temperaturalarning o'rta arifmetik qiymatlarining ayirmasiga teng bo'ladi:

$$\Delta t_{o'rt} = (t_1^I + t_1^{II}) / 2 - (t_2^I + t_2^{II}) / 2 \quad (3.3.1)$$

Biroq ishchi suyuqliklar temperaturasi o'zgarishi to'g'ri chiziqli bo'lmaydi. Shuning uchun (3.3.1) tenglamani temperaturalar uncha katta o'zgarmagan hollarda qo'llash mumkin.

$\Delta t_{o'rt}$ kattalikni to'g'ri oqim uchun, chiziqli bo'lmagan o'zgarishi uchun aniqlaymiz. Ihtiyoriy olingan A kesimda qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasi t' , sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasi t'' bo'lsin. Ularning farqi quyidagicha bo'ladi:

$$t'' - t' = \tau \quad (3.3.2)$$

dF elementar yuzadan uzatilayotgan issiqlik miqdorini quyidagi tenglamadan aniqlaymiz:

$$dQ = k dF \tau \quad (3.3.3)$$

dQ issiqlik uzatilganda qaynoq issiqlik tashuvchining temperaturasi t' ga pasayadi, sovuq issiqlik tashuvchining temperaturasi esa t'' ga ko'payadi, u holda:

$$dQ = -m_1 c_{p1} dt' = m_2 c_{p2} dt''$$

yoki

$$dt' = -\frac{dQ}{m_1 c_{p1}} \text{ va } dt'' = \frac{dQ}{m_2 c_{p2}}$$

(11.7) tenglamani differentsiallab unga t' va t'' larni qiymatini qo'yamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$d\tau = -\frac{dQ}{m_1 c_{p1}} - \frac{dQ}{m_2 c_{p2}}$$

$$\text{yoki } dQ = \frac{d\tau}{\frac{1}{m_1 c_{p1}} + \frac{1}{m_2 c_{p2}}} \left(\frac{1}{m_1 c_{p1}} + \frac{1}{m_2 c_{p2}} \right) = n \text{ deb belgilaymiz, u holda}$$

$$dQ = -d\tau/n \quad (3.3.4)$$

dQ ning ifodasini (11.8) tenglamaga qo'yamiz:

$$-d\tau/n = k dF \tau$$

yoki

$$-d\tau/\tau = k dF n \quad (3.3.5)$$

Agar n va k kattaliklar o'zgarmas bo'lsa, u holda (3.3.5) tenglamani $(t_1^I - t_2^I) = \tau_1$ dan $(t_1^{II} - t_2^{II}) = \tau_2$ gacha va 0 dan F gacha integrallab quyidagini topamiz.

$$-\int_{\tau_1}^{\tau_2} d\tau / \tau = nk \int_0^F dF$$

yoki

$$\ln \tau_1 / \tau_2 = nkF$$

bundan

$$n = (\ln \tau_1 / \tau_2) / kF \quad 3.3.6)$$

(3.3.6) tenglamani integrallaymiz:

$$Q = (\tau_1 - \tau_2) / n \quad (3.3.7)$$

va unga (3.3.6) tenglamadan n ning qiymatini qo'yamiz.

$$Q = (\tau_1 - \tau_2) / (\ln \tau_1 / \tau_2) \quad (3.3.8)$$

(3.3.8) tenglamadagi Δt_{urt} kattalikni temperaturaning o'rtacha logarifmik bosimi deb aytiladi.

To'g'ri oqimli IAA lar uchun

$$\Delta t_{urt} = (t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'') / 2.3 \lg [(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')] \quad (3.3.9)$$

Xuddi shunday yo'l bilan qarshi oqimli IAA lari uchun Δt_{urt} aniqlanadi.

$$\Delta t_{urt} = (t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2) / 2.3 \lg[(t'_1 - t''_2) - (t''_1 - t'_2)] \quad (3.3.10)$$

Qarshi oqimli IAA larining Δt_{urt} kiymati to'g'ri oqimli IAA larining Δt_{urt} kiymatidan xar doim katta bo'ladi. Shuning uchun qarshi oqimli IAA lari o'lchami kichik bo'ladi. IAA larning tejamliligi uning foydali ish koeffitsenti (F.I.K.) orqali aniqlanadi. F.I.K. sovuq issiqlik tashuvchini isitish uchun sarflangan kaynoq issiqlik tashuvchining issiqlik ulushini ko'rsatadi.

IAA larining issiqlik balansi odatda quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_{xis} \text{ yoki } q_1 + q_2 + q_3 = 100\%$$

Bu yerda Q_{xis} —qaynoq issiqlik tashuvchi atrof muhit temperaturasigacha sovutilganda u berishi mumkin bo'lgan issiqlik mikdori; Q_1 – sovuq suyuqlikni isitish uchun sarflangan issiqlik mikdori; Q_2 –IAA dan chikayotgan qaynoq suyuqlik bilan issiqlik isrofi; Q_3 – atrof muhitga issiqlikni isrof bulishi. Quyidagi

$$\frac{Q_1}{Q_{xuc}} \cdot 100\% = q_1 = \eta, \%$$

nisbatni IAA ni F.I.K. deyiladi.

IV –BOB

ISSILIK TASHUVCHILAR VA ULARNING ENERGETIK HISOBI

4.1 Issiqlik tashuvchilar to'g'risida asosiy ma'lumotlar va ularning issiqlik fizikaviy xossalari.

Suv bug'i zamonaviy issiqlik energetikasining asosiy ish jismidir. Undan ko'pchilik texnologik jarayonlarda ham foydalaniladi. Shuning uchun ham suv va suv bug'ining termodinamikaviy xossalarini tekshirish katta ahamiyatga ega.

Jismni suyuq holatidan gaz holatiga o'tish jarayoni bug' hosil bo'lish deb aytiladi. Suyuqlikning faqat erkin sirtidan va har qanday temperaturada bug' hosil bo'lish jarayoniga bug'lanish deyiladi. Bug'lanishning mohiyati shundan iboratki, suyuqlik sirtidagi tezligi yuqori, ya'ni kinetik energiyasi katta bo'lgan molekulalar qo'shni molekulalarning tortishish kuchlarini yengib suyuqlikdan atrof muhitga uchib chiqadilar. Bug'lanish suyuqlikning tabiatiga va temperaturasiga bog'liqdir. Temperatura ko'tarilishi bilan bug'lanish tezligi ortadi. Bug'lanish jarayonida suyuqlikning temperaturasi kamayadi, chunki suyuqlikdan tezligi yuqori bo'lgan molekulalarning uchib chiqishi tufayli qolgan molekulalarning o'rtacha energiyasi pasayadi.

Suyuqlikka issiqlik uzatilganda uning temperaturasi ko'tarilib bug'lanish jadallashadi. Suyuqlikning tabiatiga va bosimiga mos temperaturada bug'lanish suyuqlikning butun hajmi bo'yicha ro'y beradi. Natijada jadal ravishda bug' pufakchalari idish devorlariga hamda suyuqlik hajmida paydo bo'ladi va kattalashib suyuqlik sirtiga qalqib chiqib yoriladi. Bunday hodisa qaynash deyiladi. Qaynash suyuqlik sirtidagi bosimga bog'liq, ya'ni bosim ortsa, qaynash temperaturasi ham ortadi va aksincha. Jismni gaz holatidan suyuq holatiga o'tishi kondensatsiya deb aytiladi. Kondensatsiya jarayoni bug' hosil bo'lishi kabi o'zgarmas temperaturada ro'y beradi. Bug'ning kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'lgan suyuqlikka kondensat deyiladi.

Qattiq jismni birdaniga bug‘ holatiga o‘tishi sublimatsiya deyiladi. Bug‘ning qattiq holatga o‘tishi esa desublimatsiya deyiladi.

Suyuqlik sirtidan qancha molekula uchib chiqib gaz holatiga o‘tsa va xuddi shuncha molekula kondensatsiyalanib suyuqlik holatiga qaytsa, bunday hodisa to‘yinish holati deb qabul qilingan, ya’ni bug‘ suv bilan muvozanatda bo‘ladi. Suyuqlik bilan dinamik muvozanatdagi bug‘ to‘yingan bug‘ deyiladi. Suyuqlikning erkin sirti ustidagi bo‘shliqni to‘yintiradigan bug‘ga nam bug‘ deyiladi. To‘yingan nam bug‘da mayda suv tomchilari bo‘ladi. Hosil qilingan nam bug‘ga yana qo‘shimcha issiqlik miqdori uzatilsa, uning tarkibidagi juda mayda suv tomchilari bug‘ holatiga o‘tadi va to‘yingan quruq bug‘ hosil bo‘ladi.

Nam bug‘dagi quruq to‘yingan bug‘ning massaviy ulushiga bug‘ning quruqlik darajasi deyiladi va x harfi bilan belgilanadi. Nam bug‘dagi suyuqlikning massaviy ulushiga namlik darajasi deyiladi va y harfi bilan belgilanadi va $y=1-x$ bo‘lishi tabiiy. To‘yinish temperaturasi qaynayotgan suyuqlik uchun $x=0$, quruq to‘yingan bug‘ uchun esa $x=1$.

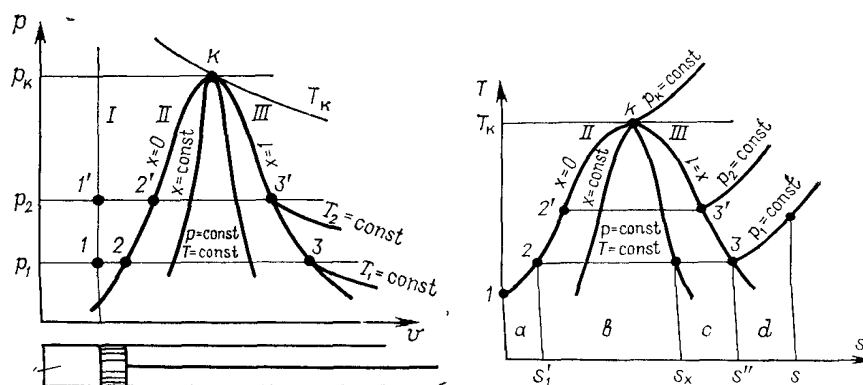
Demak, quruqlik darajasi 0 dan 1 gacha o‘zgarishi mumkin. To‘yingan quruq bug‘ga o‘zgarmas bosimda yana qo‘shimcha issiqlik miqdori uzatilsa, u holda uning temperaturasi ko‘tariladi va u o‘ta qizdirilgan bug‘ holatiga o‘tadi.

O‘ta qizdirilgan bug‘ning temperaturasi va solishtirma hajmi shu bosimdagi quruq to‘yingan bug‘nikidan yuqori bo‘ladi. O‘ta qizdirilgan bug‘ni suyuqlik sirtida olib bo‘lmaydi. O‘ta qizdirilgan bug‘ va quruq to‘yingan bug‘ning shu bosimdagi temperaturalar farqiga qizdirish darajasi deb aytiladi. O‘ta qizdirilgan bug‘ to‘yinmagan bo‘ladi, chunki uning shu bosimdagi solishtirma hajmi quruq to‘yingan bug‘nikidan yuqori, zichligi esa kam bo‘ladi.

O‘ta qizigan bug‘ o‘zining fizikaviy xossalari bo‘yicha gazlarga yaqinlashadi.

Suv bug‘ining P_v – diagrammasi

Suv bug‘ining P_v – diagrammasini ko‘rib chiqamiz (4.1-rasm).



4.1-rasm. Bug' hosil bo'lishining Pv – va Ts-diagrammalari

Silindrda temperaturasi 0°S va bosimi p_1 bo'lgan 1 kg suv turgan bo'lsin (Pv – diagrammada 1-nuqta). Suvga issiqlik uzatish natijasida u isiydi va kengayadi. Jarayon bosimi p_1 ga mos bo'lgan qaynash temperaturasi $t=t_1$ da suv qaynaydi va bug' hosil bo'lish boshlanadi (2-nuqta).

Suv va bug'ning holatlarining o'zgarishini Pv- va Ts – diagrammalarda belgilab boramiz. O'ta qizigan bug'ni $p=\text{const}$ da hosil bo'lish jarayoni ketma-ket keladigan uchta fizik jarayondan iborat:

- 1) Suyuqlikni to'yinish temperaturasigacha (t_T) isitish;
- 2) $t_T = \text{const}$ da bug' hosil bo'lishi;
- 3) bug'ni o'ta qizdirish va buning natijasida uning temperaturasi ko'tarilishi.

2-nuqtada porshen ostida 1-fazali tizim, ya'ni suv bo'ladi. Tashqaridan beriladigan issiqlik miqdori ortib borgan sayin temperatura o'zgarmaydi, bug'ning miqdori ortib, suvnik kamayadi (3-nuqttagacha). 2-3 jarayonda quruq bug' va suyuqlikdan iborat nam to'yingan bug' hosil bo'ladi. Shu jarayonda porshen ostida ikki fazali tizim (suv + bug') bo'ladi. Hajmdagi hamma suv miqdori 3-nuqtada to'la gaz holatiga o'tadi, ya'ni to'yingan quruq bug' hosil bo'ladi. Jadal bug'lanish o'zgarmas bosim ($p_1=\text{const}$) ostida sodir bo'lganda yuqoridagi jarayon ham izobarik, ham izotermik bo'ladi. Ma'lumki, nam to'yingan bug'ning asosiy tavsifi uning quruqlik darajasidir (x). Ko'rinib turibdiki, 2-nuqtada $x=0$, 3-nuqtada $x=1$ ga teng.

Agar quruq to'yingan bug'ga (3-nuqta) issiqlik keltirish davom ettirilsa, u holda uning solishtirma hajmi va temperaturasi ortadi. Bug' 3-nuqtadan o'ng tomonda o'ta qizdirilgan bug' holatiga o'tadi.

Agar bug' hosil bo'lish jarayoni yuqoriroq bosimda ($p_2 > p_1$) olib borilsa, u holda suv hajmi deyarli o'zgarmaydi, qaynayotgan suv hajmi ortadi, quruq to'yingan bug'ning hajmi esa

kamayadi. Demak bosim ortgan sari P_v – diagrammadagi 1-2 qism orta boradi, 2-3 qism esa kamaya boradi. Quruq bug‘-bu real gazdir. p_2 bosimda uning solishtirma hajmi kam bo‘lib, 3’-nuqta 3-nuqtadan chaproqda joylashadi. Quruq bug‘ning hajmini o‘zgarishi temperatura o‘zgarishiga qaraganda bosim o‘zgarganda ko‘proq o‘zgaradi.

Masalan, bosim 0,1 MPa bo‘lganda bug‘ning temperaturasi $T_t=372,79$ K; bosim 4 MPa bo‘lganda esa $T_t=523,48$ K bo‘ladi. Ya’ni temperatura ortishi hajmni 1,4 marta orttirsa, bosim ortishi esa hajmni 40 marta kamaytiradi. Kritik bosimda 2 va 3 nuqtalar ustma-ust tushadi. Shu nuqta kritik nuqta deb aytiladi va K harfi bilan belgilanadi. Shu nuqta moddaning kritik holatiga mos kelib, unda suyuqlik va gaz o‘rtasidagi farq yo‘qoladi. Shu nuqtadagi modda parametrlari kritik parametrlar deb aytiladi.

Masalan, suv uchun $p_k=22,1145$ MPa, $T_k=647,266$ K va $v_k=0,003147$ m³/kg; simob uchun $p_k=100$ MPa, $T_k=1673$ K; ammiak uchun $p_k=10,99$ MPa va $T_k=406$ K; CO₂ uchun $p_k=7,32$ MPa, $T_k=304,5$ K.

Kritik temperatura bug‘ning maksimal to‘yinish temperaturasi bo‘ladi. Kritik temperaturadan yuqorida faqat o‘ta qizigan bug‘lar va gazlar bo‘lishi mumkin. Kritik temperatura haqidagi tushunchani 1860 yili D.I. Mendeleev berdi. Bu temperatura shunday temperaturaki, undan yuqori temperaturada (bosim qanday bo‘lishidan qat’iy nazar) gazni suyuqlikka aylantirib bo‘lmaydi.

P_v – diagrammadagi 1,2 va 3 – nuqtalarni birlashtirib, uchta chiziqli olamiz: I – 0°S dagi suv uchun;

II – to‘yinish temperaturasi dagi suv uchun (pastki chegara chizig‘i). III – quruq to‘yingan bug‘ uchun (yuqori chegara chizig‘i). Bu egri chiziqlar diagrammani quyidagi sohalarga bo‘ladi: I va II chiziqlar orasida suyuqlik bo‘ladi; II va III chiziqlar orasida nam to‘yingan bug‘ bo‘ladi va III chiziqdan o‘ngroqda o‘ta qizigan bug‘ bo‘ladi. Suv va quruq to‘yingan bug‘ning to‘yinish chizig‘idagi parametrlari bosim yoki temperaturaga bog‘liq ravishda jadvallardan aniqlansa, o‘ta qizigan bug‘ning parametrlari esa bosim va temperaturaga bog‘liq ravishda jadvallardan aniqlanadi.

T_s – diagrammada suyuqlik, nam to‘yingan bug‘ va o‘ta qizigan bug‘ sohalari va tegishli jarayonlar tasvirlangan. Diagrammadagi yuzalar suvning qaynash temperaturasi dagi entalpiyasini $h^I(a$ yuza), nam to‘yingan bug‘ entalpiyasini $h_x(a+v$ yuza), quruq to‘yingan bug‘ entalpiyasini $h^{II}(a+v+s$ yuza), o‘ta qizigan bug‘ entalpiyasini $h(a+v+s+d$ yuza) ifodalaydi. $(v+s)$ –yuza bug‘ hosil qilish issiqligiga r , ya’ni, qaynash temperaturasi dagi 1 kg suyuqlikni bug‘ga aylantirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdoriga teng.

4.2. Suyuqlik va quruq to'yingan bug'ning asosiy parametrlari. Bug' hosil qilish issiqligi

Suvning 0°S temperatura va turli bosimlardagi solishtirma hajmi $v_0 \approx 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$ ga teng.

Qaynayotgan suvning solishtirma hajmi v' bosim va temperatura ko'tarilishi bilan ortadi, ayniqsa yuqori bosimlarda 0°S temperaturadagi solishtirma hajmidan ancha farq qiladi. Masalan, $p=50 \text{ bar}$ da $v^1=0,0012859 \text{ m}^3/\text{kg}$; $p=220 \text{ bar}$ da $v^1=0,00269 \text{ m}^3/\text{kg}$. 1 kg suvni 0°S temperaturadan qaynash temperaturasigacha isitish uchun (mos bosimda) zarur bo'lgan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$q=h^1-h^0 \quad (4.2.1)$$

bu yerda h^1 – qaynayotgan suv entalpiyasi; h^0 – suvning 0°S dagi entalpiyasi;

Qaynayotgan suyuqlik entalpiyasi bosim yoki temperatura bo'yicha aniqlanib, to'yingan suv bug'lari jadvallaridan olinadi.

Qaynayotgan suyuqlikning ichki energiyasi u^1 entalpiya formulasidan aniqlanadi:

$$h=u+Pv \text{ yoki } u^1=h^1-Pv^1 \quad (4.2.2.)$$

Qaynash temperaturasigacha isitilgan suvga issiqlik berish davom ettirilsa, u bug'ga aylanib boshlaydi. Bug' hosil bo'lish jarayonida suvning oxirgi tomchisi bug'ga aylanmaguncha temperatura o'zgarmasdan turadi. Shu oxirgi holatda quruq to'yingan bug' hosil bo'ladi. Yuqorida aytilganidek, 1 kg qaynayotgan suvni quruq to'yingan bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga bug' hosil qilish issiqligi deyiladi va r harfi bilan belgilanadi. Bug' hosil qilish issiqligi bosim yoki temperatura bilan aniqlanadi. Ularni ortishi bilan p kamayadi va kritik nuqtada nolga teng bo'ladi. Bug' hosil qilish issiqligi ichki potentsial energiyani o'zgarishiga yoki ajratish (disregatsiya) ishi p va tashqi kengayish ishiga $p(v^1-v^0)=\Psi$ sarflanadi. ρ kattalik ichki, Ψ – kattalik esa tashqi bug' hosil qilish issiqligi deb aytiladi.

4.3. O'ta qizigan bug'ning asosiy parametrlari.

Nam bug' bosim p yoki temperatura t_T va quruqlik darajasi x bilan aniqlanadi.

Nam bug'ning temperaturasi mazkur bosimdagi suyuqlikning qaynash temperaturasiga teng. Nam bug'ning solishtirma hajmi v_x quruq bug' va suvdan iborat aralashmaning hajmi kabi aniqlanadi:

$$v_x = v^I x + (1-x)v^L \quad (4.3.1)$$

Qozon agregatlarida bug'ning quruqlik darajasi 0,90-0,96 ga teng bo'ladi. Shu sababli suv hajmini aniqlovchi had $(1-x)v^L \approx 0$ ga teng bo'ladi. U holda

$$v_x \approx v^I x \quad (4.3.2.)$$

Nam bug'ning entalpiyasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h_x = h^I + rx \quad (4.3.3.)$$

bu yerda h^I – suyuqlik entalpiyasi;

rx – suvni bug'latish uchun sarflangan issiqlik miqdori.

Nam bug'ning ichki energiyasi:

$$u_x = h_x - P v_x \quad (4.3.4.)$$

Mazkur bosimda quruq to'yingan bug'ga qaraganda temperaturasi yuqori bo'lgan bug'ga o'ta qizigan bug' deyiladi. O'ta qizdirilgan bug' maxsus qurilma – bug' qizdirgichlarda nam bug'dan unga ma'lum bir issiqlik miqdori uzatish yo'li bilan olinadi. 1 kg quruq bug'ni o'zgarmas bosimda kerakli temperaturagacha qizdirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga o'ta qizdirish issiqligi deb aytiladi.

Bug' qizdirgichda nam bug' avvalo quruq, keyin o'ta qizigan bug' holatiga o'tadi. Bug' qizdirgichdagi bosim o'zgarmas va qozondagi bosimga teng qilib olinadi. O'ta qizigan bug'larning xossalari gazlar xossalariga yaqinlashadi. Qizdirish jarayonida uzatilgan issiqlik miqdorini quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$q_q = \int_{t_T}^t c_p dt \quad \text{yoki} \quad q_k = c_{pm} / (t - t_T) \quad (5.10)$$

bu yerda c_p – o'ta qizdirilgan bug'ning $p=\text{const}$ dagi haqiqiy issiqlik sig'imi;
 c_{pm} – o'ta qizigan bug'ning t_T dan t gacha oraliqdagi o'rtacha issiqlik sig'imi.

Bug'ga o'zgarmas bosimda uzatilayotgan qizdirish issiqligi q_q faqat entalpiyaning o'zgarishiga sarflangani uchun, o'ta qizdirilgan bug'ning entalpiyasi quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$h = h^1 + r + c_{pm} \int_{t_T}^t dT \quad (5.11)$$

O'ta qizdirilgan bug'ning ichki energiyasi:

$$u = h - Pv \quad (4.4.3.)$$

Bu yerda v – o'ta qizigan bug'ning solishtirma hajmi. O'ta qizigan bug'ning entalpiya, entropiya va solishtirma hajmi suv bug'i jadvallaridan olinadi.

O'ta qizigan bug' va ayniqsa to'yingan bug' o'zining xossalari bo'yicha ideal gazlardan keskin farq qiladi. Bug'larning holat tenglamalari nihoyatda murakkab va deyarli amaliyotda qo'llanilmaydi.

Ilgari aytib o'tilganidek, jismga berilgan yoki undan olingan issiqlik miqdori entropiya aniqlanadigan Ts –diagrammada jarayon egri chizig'ining ostidagi yuza bilan tasvirlanadi. Shu sababli keltirilgan yoki olib ketilgan issiqlik miqdorini aniqlash uchun har gal bu kattaliklarni tegishli yuzalarini hisoblab chiqib topishga to'g'ri keladi, bu esa amalda tez va aniq hisoblashni qiyinlashtiradi. Agar entropiya diagrammasining ordinatalari o'qiga temperatura o'rniga h qiymatlari qo'yilsa, u holda $s=\text{const}$ bo'lgandagi ish va $p=\text{const}$ bo'lgandagi issiqlik miqdori shu diagrammada yuzalar bilan emas, balki chiziq kesmalari bilan tasvirlanadi.

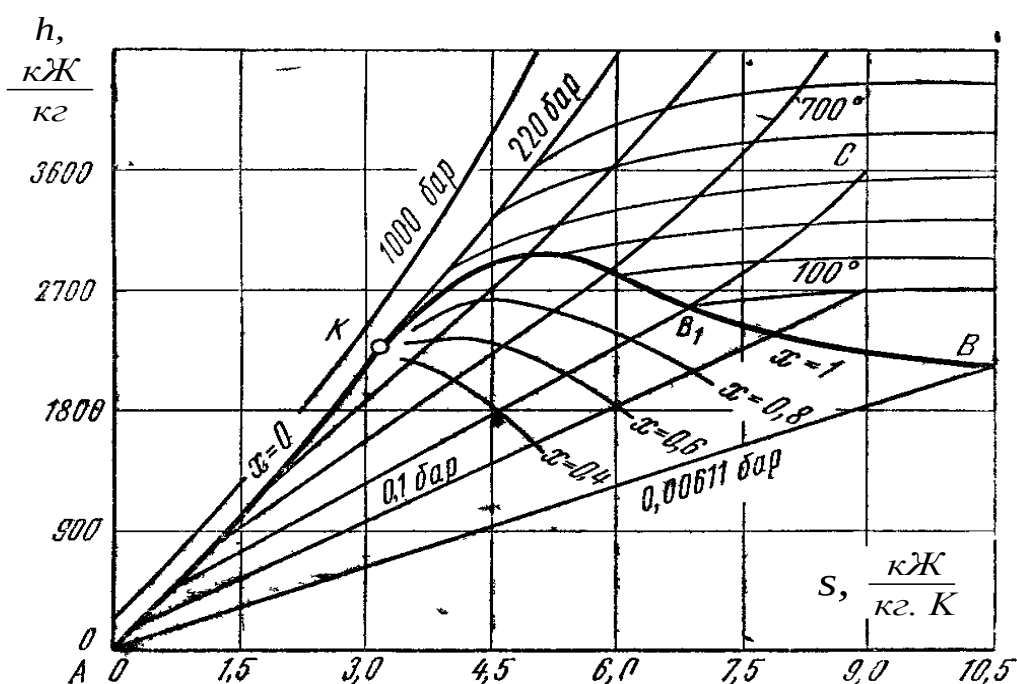
20 at gacha bosimda suv bug'i uchun birinchi hs –diagrammani 1904 yilda Mole taklif etgan edi. hs –diagrammaning paydo bo'lishi bug' jarayonlari va sikllarini termodinamikaviy tekshirish va hisoblash uslublarini ancha soddalashtirdi.

Hozirgi vaqtda Moskva Energetika instituti tomonidan professor M.P. Vukalovich rahbarligida ishlab chiqilgan suv bug'i jadvallari va diagrammalaridan foydalaniladi. Bu jadvallar o'ta qizigan va to'yingan bug'lar uchun 1000°S temperaturagacha va 980 bar bosimgacha yuqori aniqlikda tuzilgan.

To'yingan bug' jadvallarida to'yinish temperaturasi, bosim, solishtirma hajm, suyuqlik va quruq bug'ning entalpiya va entropiyasi, bug' hosil bo'lish issiqligi keltirilgan. O'ta qizigan bug' jadvallarida turli bosim va temperatura uchun asosiy parametrlar: solishtirma hajm, entalpiya, va entropiyaning qiymatlari keltirilgan.

4.3.1. -rasmda suv bug‘ining h - s -diagrammasi tasvirlangan. Yuqorida aytib o‘tilgan ediki, 273°K (0°S) temperaturadagi entropiya va entalpiya shartli ravishda nolga teng deb hisoblanadi. Bu holat h - s -diagrammada koordinatalar boshi bilan tasvirlanadi.

Diagrammada ikkita chegara egri chiziq chizilgan, ular kritik nuqta K da bir-biriga qo‘shilib ketadi. Pastki chegara egri chiziq ($x=0$) da suvning qaynash temperaturasiidagi turli holatlar uchun entalpiya h^I va entropiya s^I ning qiymatlari qo‘yilgan. Yuqorigi egri chiziq ($x=1$) da qaynash temperaturasiidagi to‘yingan quruq bug‘ning turli holatlari uchun h^{II} va s^{II} ning qiymatlari qo‘yilgan.



4.3.1.-rasm. Suv bug‘ining h - diagrammasi

Chegara egri chiziqlar h - s -diagrammani ikki sohaga bo‘ladi. Bu egri chiziqlardan yuqorida o‘ta qizigan bug‘ sohasi, pastda esa to‘yingan nam bug‘ sohasi joylashadi. To‘yinish sohasidagi izobarlar to‘plami nolp nuqtadan boshlanadigan va tarmoqlanib ketadigan to‘g‘ri chiziqlar to‘plamidan iborat. Bosim qanchalik katta bo‘lsa, izobaralar ham shunchalik yuqorida joylashadi.

Bug‘ hosil bo‘lish jarayoni o‘zgarmas temperaturada borganligi sababli to‘yinish sohasida izobaralar bir vaqtning o‘zida izotermalar bo‘lib hisoblanadi. O‘ta qizigan bug‘ sohasida, yuqoridagi chegara egri chiziqda izobara va izotermalar bir-biridan ajraladi. Izobaralar

chap tomonga izotermalar esa o'ng tomonga og'adi. Nam to'yingan bug' sohasida bug'ning quruqlik darajasi chiziqlari ($x=\text{const}$) chiziladi va ular kritik nuqta K da kesishadi. h - s -diagrammaga izoxoralar – o'zgarmas solishtirma hajm ($v=\text{const}$) chiziqlari ham chiziladi. Bu chiziqlar (4.3.1-rasmda ko'rsatilmagan) izobaralarga nisbatan tikroq ketadi. Qaytar adiabat jarayonlar h - s -diagrammada vertikal chiziqlar bilan tasvirlangan. Shuning uchun barcha vertikal chiziqlar h - s -diagrammada adiabatadan iboratdir. Hozirgi vaqtda bug'larning issiqlik jarayonlarini hisoblashda h - s -diagramma va suv bug'i jadvallaridan foydalaniladi.

4.4. Suv bug'i holatining o'zgarishidagi asosiy termodinamik jarayonlar

Suv bug'i holatining o'zgarishidagi termodinamik jarayonlarni hisoblashda suv va suv bug'i jadvalaridan yoki h -diagrammadan foydalaniladi.

Bu masalalarni yechishda bug'ning boshlang'ich va oxirgi parametrlari, ichki energiyaning o'zgarishi, entalpiya va entropiya, quruqlik darajasi, ish va issiqlik miqdori aniqlanadi. h -diagramma bo'yicha hisoblashni umumiy usuli quyidagicha: keltirilgan parametrlar bo'yicha bug'ning boshlang'ich holati aniqlanadi. Jarayon chizig'i chizilib, bug'ning oxirgi holatdagi parametrlari aniqlanadi.

Ichki energiyaning o'zgarishi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta u = u_2 - u_1 = (h_2 - p_2 v_2) - (h_1 - p_1 v_1) \quad (5.18)$$

Issiqlik miqdori aniqlanadi:

Izoxorik jarayonda

$$\begin{aligned} q_v &= u_2 - u_1 = (h_2 - p_2 v_2) - (h_1 - p_1 v_1) = \\ &= h_2 - h_1 - v(p_2 - p_1); \end{aligned} \quad (5.19)$$

Izobarik jarayonda:

$$q_p = h_2 - h_1 \quad (4.4.3.)$$

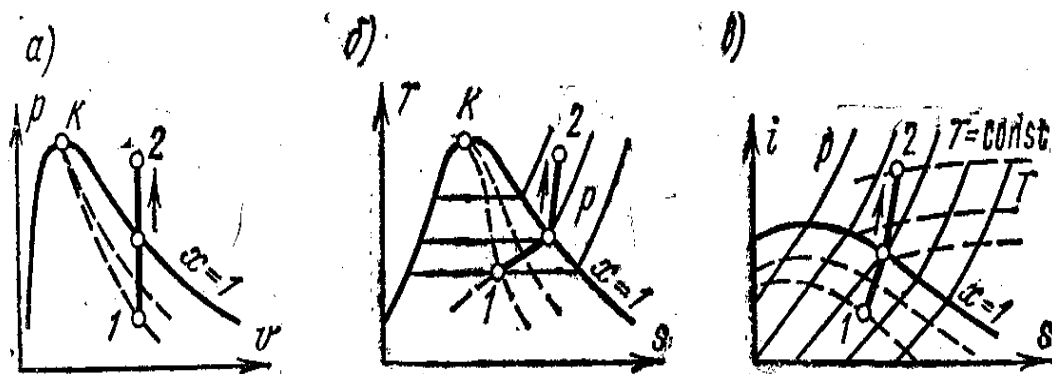
Izotermik jarayonda:

$$q_T = T(s_2 - s_1) \quad (4.4.4.)$$

Bajarilgan ish barcha jarayonlar uchun umumiy bo'lgan quyidagi tenglamadan hisoblanadi:

$$\ell = q - \Delta u \quad (4.4.5.)$$

Izoxorik jarayon



4.4.1-rasm.

Izoxorik jarayonda nam to'yingan bug'ga issiqlik keltirilishi natijasida uning bosimi va temperaturasi ko'tariladi. $v=\text{const}$ da bug'ning quruqlik darajasi ortishi ham, kamayishi ham mumkin. Agar bug'ning boshlang'ich holati $x=0$ egri chiziqqa yaqin bo'lsa, temperatura kamayishi bilan $v=\text{const}$ da uning quruqlik darajasi ortadi. Agar bug'ning boshlang'ich holati $x=1$ egri chiziqqa yaqin bo'lsa, temperatura kamayishi bilan $v=\text{const}$ da quruqlik darajasi kamayadi.

Izoxorik jarayonda tashqi ish nolga teng. Keltirilgan issiqlik bug'ning ichki energiyasini o'zgarishiga sarflanadi:

$$u_2 - u_1 = h_2 - h_1 - v(p_2 - p_1) \quad (5.23)$$

Agar jarayonning solishtirma hajmi v quruq to'yingan bug'ning v^{II} oxirgi holatdagi solishtirma hajmidan kichik bo'lsa $v < v^{\text{II}}$, u holda jarayon oxirida bug' nam to'yingan bug' bo'ladi, agar $v > v^{\text{II}}$ bo'lsa, u holda o'ta qizigan bug' holatida bo'ladi.

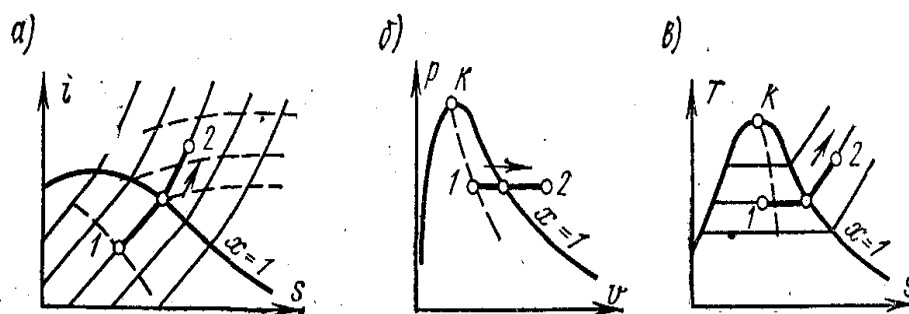
Nam to'yingan bug'ning quruqlik darajasini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$v_x = (1-x)v' + v''x \quad \text{dan} \quad x = (v_x - v') / (v'' - v') \quad (4.4.7)$$

p - v -diagrammada izoxorik jarayon ordinata o'qiga parallel chiziqdan iborat, T - s -diagrammada esa egri chiziqdan iborat. Nam to'yingan bug' sohasida izoxoraning egriligi yuqoriga, o'ta qizigan bug' sohasida esa, egriligi pastga yo'nalgan.

h - s -diagrammada izoxoraning egriligi pastga yo'nalgan bo'ladi (3.4.2-rasm).

Izobarik jarayon



4.4.2.-rasm.

hs-diagrammada izobara to‘yingan bug‘ sohasida suyuqlik va bug‘ning chegara chiziqlarini kesib o‘tadigan to‘g‘ri chiziqdan iborat. Nam bug‘ga issiqlik keltirilganda uning quruqlik darajasi ortib quruq, yana issiqlik keltirilsa ($T=\text{const}$) o‘ta qizigan bug‘ga aylanadi. Izobara o‘ta qizigan bug‘ sohasida (3.4.2.-rasm, a) egriligi pastga qaragan egri chiziqdan iborat.

Pv-diagrammada izobarik jarayon gorizontaal chiziqdan iborat bo‘lib, nam bug‘ sohasida izotermik jarayonni ham tasvirlaydi (4.4.2-rasm, b).

Ts-diagrammada (4.4.2-rasm, v) nam bug‘ sohasida izobara gorizontaal chiziqdan iborat, o‘ta qizigan bug‘ sohasida esa, egriligi pastga qaragan egri chiziqdan iborat.

Kerak bo‘ladigan barcha kattaliklar qiymati to‘yingan va o‘ta qizigan bug‘ jadvallaridan olinadi.

Ichki energiyaning o‘zgarishi:

$$\Delta u = u_2 - u_1 = h_2 - h_1 - p(v_2 - v_1); \quad (4.4.8.)$$

bajarilgan ish:

$$\ell = p(v_2 - v_1) = q - \Delta u \quad (4.4.9)$$

keltirilgan issiqlik miqdori:

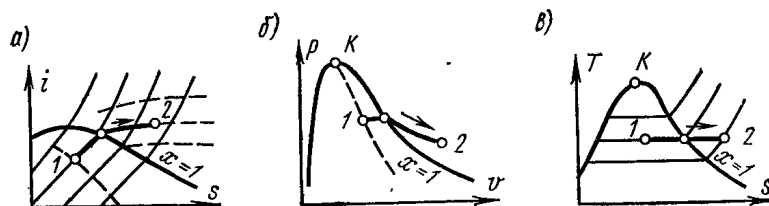
$$q = h_2 - h_1 \quad (4.4.10)$$

Agarda q kattalik berilgan bo‘lib, ikkinchi nuqtaning parametrlari aniqlanishi lozim bo‘lsa, nam bug‘ning entalpiyasini hisoblash formulasidan foydalaniladi:

$$h_2 = h_2^1 + r_2 x_2 \quad (4.4.11)$$

Shu formuladan quruqlik darajasi x_2 aniqlanib, u orqali qolgan parametrlar aniqlanadi.

Izotermik jarayon



4.4.3-rasm.

hs-diagrammada nam bug‘ sohasida izoterma izobara bilan bir xil bo‘lib, u to‘g‘ri chiziqdan iborat. O‘ta qizigan bug‘ sohasida izoterma egriligi yuqoriga yo‘nalgan egri chiziqdan iborat. (5.5-rasm, a) Pv-diagrammada nam bug‘ sohasida izotermik jarayon gorizontaal chiziq bilan tasvirlanadi (5.5-rasm,b). To‘yingan bug‘ uchun bu jarayon izobarik jarayon bilan bir xil bo‘ladi. O‘ta qizdirilgan bug‘ sohasida bug‘ning bosimi kamayadi va jarayon egriligi abtsissa o‘qiga yo‘nalgan egri chiziq bilan tasvirlanadi.

Ts-diagrammada (5.5-rasm, v) izotermik jarayon gorizontaldan iborat.

Bug‘ning ichki energiyasining o‘zgarishi ideal gazning ichki energiyasi o‘zgarishidan farq qilib $T=\text{const}$ da quyidagicha bo‘ladi:

$$\Delta u = u_2 - u_1 = (h_2 - p_2 v_2) - (h_1 - p_1 v_1) \quad (4.4.12)$$

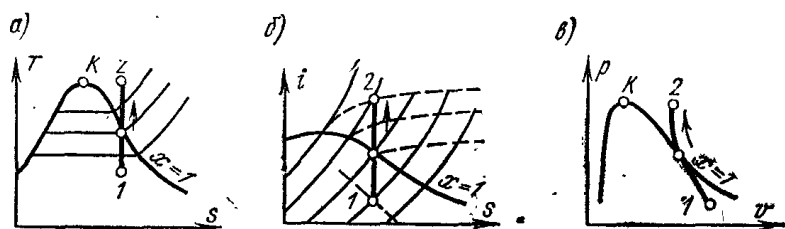
Issiqlik miqdori:

$$q = T(s_2 - s_1) \quad (4.4.13)$$

bajarilgan ish:

$$\ell = q - \Delta u \quad (4.4.14)$$

Adiabatik jarayon (4.4.5-rasm).



4.4.5.-rasm.

Adiabatik jarayonda $s=\text{const}$ bo'lganligi sababli, h_s va T_s diagrammalarda adiabatik ordinatalar o'qiga parallel to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi(4.4.5-rasm a,b).

Adiabatik kengayishda bug'ning bosimi va temperaturasi kamayadi; o'ta qizigan bug' quruq to'yingan bug'ga va keyin nam to'yingan bug'ga aylanadi.

$s=\text{const}$ bo'lgani uchun, bug'ning oxirgi parametrlarini aniqlash uchun bug'ning boshlang'ich va hech bo'lmaganda oxirgi holatining bitta parametrini bilish zarur. Pv -diagrammada adiabatik jarayon (4.4.5- rasm, v) egri chiziq bilan tasvirlanadi.

Adiabatik jarayonda bajarilgan ish quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\ell = u_1 - u_2 = (h_1 - p_1 v_1) - (h_2 - p_2 v_2) \quad (4.4.15)$$

$$\text{Ichki energiyaning o'zgarishi: } \Delta u = (h_2 - p_2 v_2) - (h_1 - p_1 v_1) \quad (4.4.16)$$

XULOSA

“Issiqlik almashinuvi apparatlarining konstruksiyasi, issiqlik tashuvchilar va ularning enegetik hisobi” mavzusidagi ishni bajarish jarayonida quyidagi ishlar amalga oshiriladi.

Ishning kirish qismida mustaqillik yillarda mamlakatimizning energetik salohiyatini mustahkamlash, yoqilg'i-enegetika zahiralardan samarali foydalanish, issiqlik energetik korxonalarining fan va texnika yutiqlari asosida jihozlash hamda modernizatsiyalash yo'nalishida olib borilgan ishlar tahlil etilgan holda ishning dolzarbligi, maqsadi va undan kelib qichadigan vazifalar va ilmiy-amaliy ahamiyati asoslandi.

Issiqlik energetikasi qurilmalarida qo'llanilayotgan zamonaviy issiqlik almashinuvi apparatlarinig konstruksiyalari tahlil etilib yuqori samaradorlikka ega bo'lgan ko'p yo'lli turbali issiqlik almashinuvi apparati tanlandi va energetik qurilmalardan yuqori samaradorlikka ega bo'lgan issiqlik almashinuvi apparati sifatida qullashga tavsiya etiladi. Issiqlik almashinuvi apparatlarida issiqlik tashivchini issiqlik fizikaviy xossalari o'rganilgan holda issiqlik berish jarayonlarini jadallashtirish holatlari aniqlandi va shunday holatga kelishda imkon darajasida yuqori issiqlik sig'imiga ega bo'lgan issiqlik tashuvchilar tanlanib ularning oqim tezligini oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Xulosa o'rnida shuni aytishim mumkinki Tolimarkon issiqlik elektr texnik suv ta'minoti tizimida sachratuvchi basseynni gradeniya qurilmasi bilan almashtirishmaqsadga muvofiq hisoblanadi va shuning evazidan ishchi jismning agrigat holatini o'rganishda avvalgi nisbatdan anchaga jadallashadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ruyxati

1. A. G. Kasatkin. *Osnovniye protsessi i apparati ximicheskoy texnologii*. M.: Ximiya, 1973. - 784 s.
2. Z. Salimov, I. Tuychiyev. *Ximiyaviy texnologiya protsesslari va apparatlari*. T.: Ukituvchi, 1987. - 480 b.
3. Z. Salimov, O. B. Yerofeyeva. *Intensifikatsiya texnologicheskix protsessov ximicheskix i pishhevix proizvodstv*. T.: «Uzbekiston», 1984.
4. Z. Salimov. *Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va kurilmalari*.: Oliy ukuv yurtlari uchun darslik. T. 1. T.: Uzbekiston, 1994.- 366 b.
5. Z. Salimov. *Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va kurilmalari*. T.2. *Modda almashinish jarayonlari*: Oliy ukuv yurtlari uchun darslik. T. : Uzbekiston, 1995.- 238 b.

www.ziynet.uz

www.nur.uz