

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
QARSHI MUXANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI**



***“Energetika” fakulteti
“Issiqlik energetikasi” kafedrası
Issiqlik texnikasi fanidan***



KURS ISHI

Bajardi:

IE-226 g.Kamolov M.T

Qabul qildi:

Yaxshiboyev Sh.K.

Qarshi – 2014 yil.

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
1. Issiqlik almashinuv qurilmalarining tasnifi	5
2. Issiqlik almashinuv qurilmalarining issiqlik va gidrodinamik hisob tenglamalari	9
3. Haroratlar farqining o'rtacha qiymati va uni hisoblash usullari	14
4. Issiqlik tashuvchilarning haroratlarini hisoblash	19
5. Issiqlik almashinish yuzasining haroratini aniqlash.	21
Xulosa.....	29
Adabiyotlar ro'yxati	30
Ilovalar	32

KIRISH

Issiqlik energetikasi Respublikamiz korxonalarining rivojlanishiga yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. Mamlakatimizda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining taxminan 80% dan ortig'i issiqlik elektr stansiyalarida ishlab chiqariladi. Bundan tashqari 11ta gidro elektr stansiyalar ham elektr energiyasini ishlab chiqarmoqda. Issiqlik elektr stansiyalarining FIKini oshirish, issiqlik energetik qurilmalarni tejamkorlik va ekologik toza ishlaydigan turlarini yaratish, bug' va gaz turbinalarini takomillashtirish va ularda ishchi jismning boshlang'ich parametrlarini oshirish ko'p jihatdan issiqlik texnikasida erishiladigan ilmiy-tajribaviy yutuqlarga bog'liq.

Issiqlik energetikasi yo'nalishi bo'yicha malakali va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashda "Issiqlik texnikasi" fani muhim o'rin tutadi. "Issiqlik texnikasi" fani bo'yicha mustaqil ishlarni zamonaviy talablar asosida tashkil etish va talabalarni mustaqil ravishda issiqlik texnikaviy masalalarni yechishga o'rgatish, yuqoridagi muammolarni yechishda ijobiy natijalar beradi. Shu sababli O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 25.02.2005 yildagi №34 "Talaba mustaqil ishini tashkil etish, nazorat qilish va baholash tartibi" to'g'risidagi namunaviy nizomida adabiyotlar, elektron o'quv adabiyotlari bilan ishlashni o'rgatishga hamda talabalarni ijodiy ishlashini tashkil etishga jiddiy e'tibor berilgan. Namunaviy nizomga asosan oliy ta'lim muassasasida talabaning haftalik mustaqil ishlarining umumiy hajmini bakalavriyatning kunduzgi bo'limida 18 soatdan 22 soatgacha ko'paytirildi. Bu esa mutaxassislik kafedralarida o'qitilayotgan fanlarning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda mustaqil ishlarning shakllarini to'g'ri tanlashni taqqoza etadi.

"Issiqlik texnikasi" fani texnikaviy termodinamikka va issiqlik uzatish bo'limlaridan iborat bolib, issiqlik energetikasi yo'nalishida o'qitiladigan barcha maxsus fanlarning nazariy asosi hisoblanadi. Shuning uchun ushbu fandagi nazariy bilimlar mustaqil ish va amaliy

mashg'ulot darslarida hisob grafika ishlarini bajarish, amaliyotdagi mavjud muammolar yechimini topish va turli xil modellar, namunalar yaratish orqali mustahkamlanishi zarur.

1. Issiqlik almashinuv qurilmalarining tasnifi

Issiqlik tashuvchini qizdirish yoki sovitish uchun mo'ljallangan qurilma issiqlik almashinuv qurilmasi (apparati) deyiladi.

Issiqlik tashuvchi sifatida suyuqlik yoki gaz ishlatiladi. Issiqlik tashuvchilar isituvchi va isitiladigan tashuvchilarga bo'linadi. Masalan, qozon o'txonasidagi qizigan gaz isituvchi issiqlik tashuvchi, qozondagi suv esa isitiladigan issiqlik tashuvchiga misol bo'ladi. Isitish radiatori-dagi suv isituvchi issiqlik tashuvchi, xonaga issiqlikni tarqatuvchi havo esa isitiladigan issiqlik tashuvchi bo'ladi.

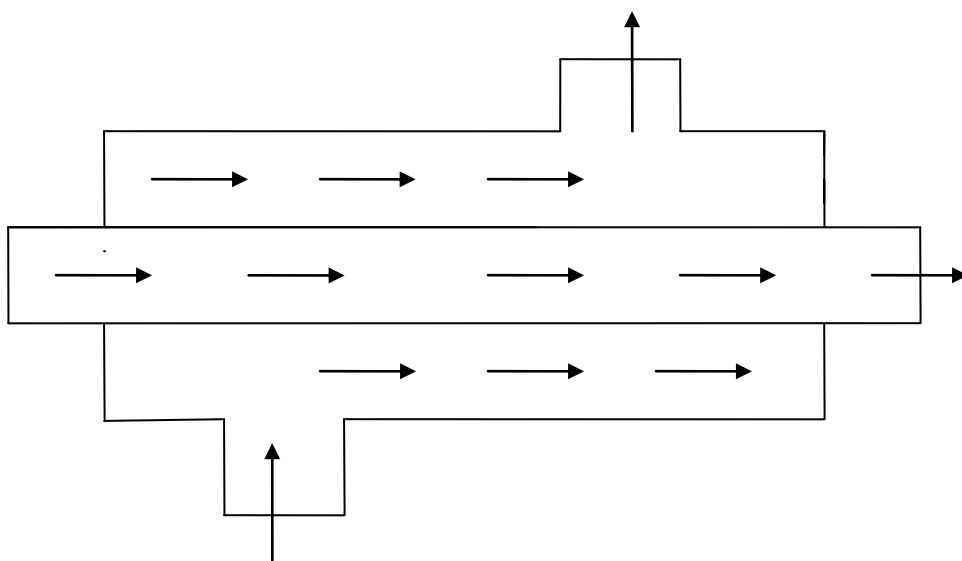
Issiqlik almashinuv apparatining ishlash prinsipiga ko'ra 3 ta turga bo'lish mumkin: 1) Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlari; 2) Regenerativ issiqlik almashinuv apparatlari; 3) Aralashtirgichli issiqlik almashinuv apparatlari.

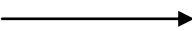
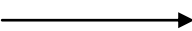
Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlarida issiqlik isituvchi issiqlik tashuvchidan isitiladigan issiqlik tashuvchiga ajratgich devor orqali uzatiladi. Bunday apparatlarga bug' generatori, bug' qizdirgichlari, suv isitgichlari va turli xil bug'latish apparatlari kiradi.

Rekuperativ issiqlik almashinuv apparatlari issiqlik tashuvchilarning harakat sxemasiga ko'ra 4 xil bo'ladi.

- a) To'g'ri tizimli;
- b) Qarshi oqimli;
- c) Aralash oqimli;
- d) Perpendikulyar oqimli (ayqash).

To'g'ri oqimli issiqlik almashinuv apparatida sovuq va issiq issiqlik tashuvchilar bir yo'nalishda bir-biriga parallel ravishda harakat qiladi.

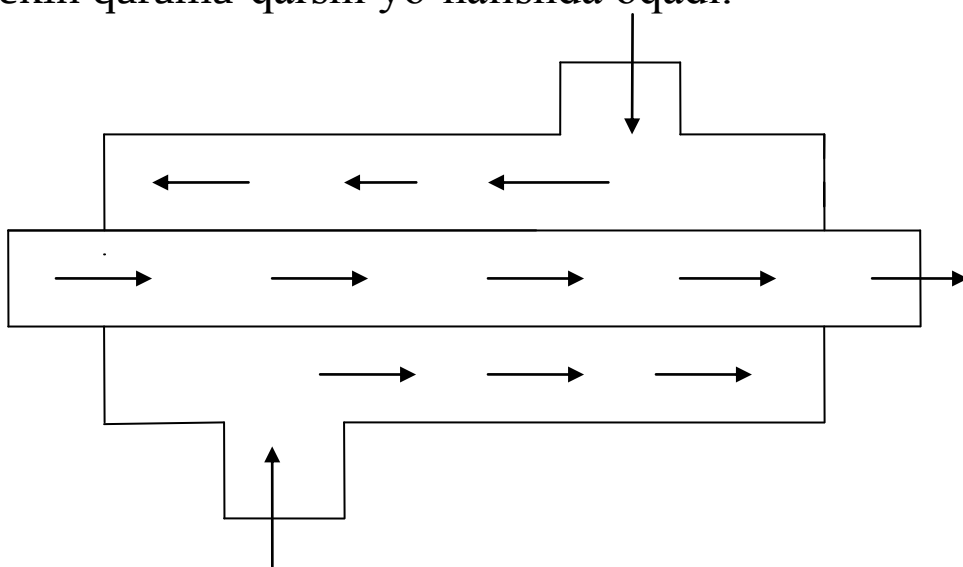


sxemasi: 1 
 2 

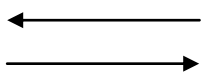
1- qaynoq issiqlik tashuvchi

2- sovuq issiqlik tashuvchi

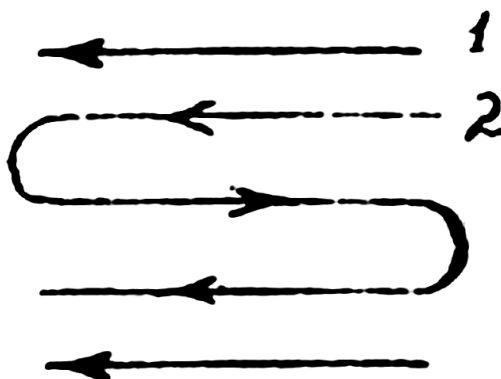
Qarshi oqimli apparatda issiqlik tashuvchilar bir biriga parallel, lekin qarama-qarshi yo'nalishda oqadi.



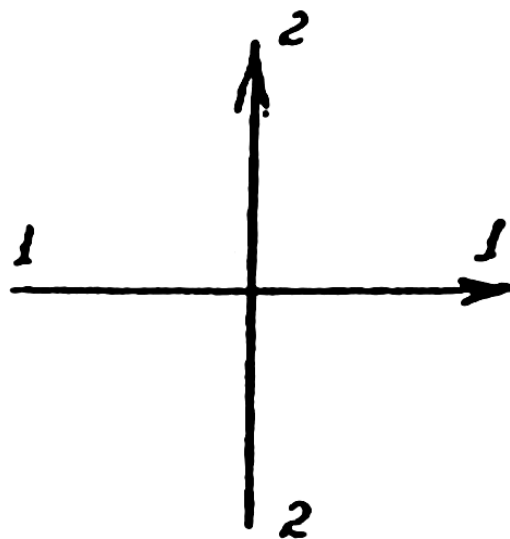
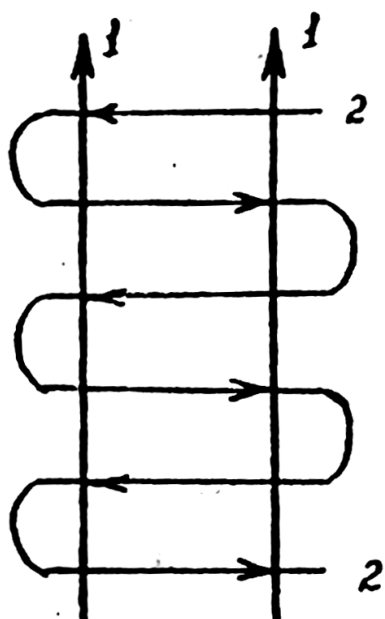
sxemasi: 1
2



Aralash oqimli



Perpendikulyar oqimli



1.1-rasm

Hozirgi paytda rekuperativ apparatlar eng ko'p tarqalgan. Ular kosntruksiyasi jihatdan sodda, ixcham va issiqlik tashuvchilarning haroratini hamma vaqt o'zgarmasligini ta'minlaydi. Harorati 400-450 °C bo'ladigan issiqlik tashuvchilar uchun quvurlar uglerodli po'latdan, harorati 500-700 °C bo'ladigan issiqlik tashuvchilar uchun esa legirlangan po'latdan tayyorlanadi.

Regenerativ issiqlik almashinuv apparatlarida bitta isitilish (yoki sovutilish) sirtining o'zi vaqti bilan goh qaynoq, goh sovuq issiqlik tashuvchi bilan yuvilib turiladi. Regeneratorning isitish sirti qiziydi, so'ngra bu issiqlikni sovuq issiqlik tashuvchiga beriladi.

Regenerativ issiqlik almashtirgichlar metallurgiya, shisha pishirish va shunga o'xshagan qizigan havo beriladiladigan pechlarda ishlatiladi.

Aralashtirgichli issiqlik almashinuv apparatlarida issiqlik almashinuvi qizigan va sovuq issiqlik tashuvchilarning bir-biriga bevosita tegishli va aralash yo'li bilan amalga oshiriladi (kondinsionerlar).

2. Issiqlik almashinuv qurilmalarining issiqlik va gidrodinamik hisob tenglamalari

Issiqlik almashinuv apparatlarining issiqlik hisobi 2 xil bo'ladi: a) loyihaviy hisob, b) tekshiruv hisobi.

Loyihaviy issiqlik hisobi yangi qurilmalarni loyihalash davrida bajariladi va asosan issiqlik almashinish yuzasi (sirti) aniqlanadi.

Tekshiruv issiqlik hisobida esa, issiq almashtirgichlarning qizdirishsirti berilgan bo'ladi va uzatiladigan issiqlik miqdori, ishchi suyuqlikning haroratlari aniqlanadi. Har qanday issiqlik almashinuv qurilmasining issiqlik hisobi issiqlik balansi va issiqlik uzatish tenglamalarini birgalikda yechish orqali bajaradi. Bu ikki tenglama har qanday issiqlik hisobining asosini tashkil qiladi.

Rekuperativ issiqlik almashinuvi apparati uchun issiqlik balansi tenglamasi:

$$dQ = G di \quad (2.1)$$

bunda: G -issiqlik tashuvchining sarfi, kg/s

i -solishtirma entalpiya, kJ/kg

Q -beriladigan issiqlik miqdori, J/s yoki Vt

Agar issiqlik tashuvchining sarfi o'zgarmas bo'lsa, issiqlik tashuvchi entalpiyasining oxirgi qiymatiga o'zgarishiga issiqlik balansi:

$$Q = G \int_{i'}^{i''} di = G(i'' - i') \quad (2.2)$$

i' -issiqlik tashuvchining boshlang'ich entalpiyasi,

i'' - issiqlik tashuvchining ohirgi entalpiyasi, kJ/kg.

Agar issiqlik issiq issiqlik tashuvchidan sovuq issiqlik tashuvchiga berilsa, u holda issiqlik balansi issiqlikning yuqolishini hisobga olmasak quyidagi formula kurinishini oladi:

$$dQ = -G_1 di_1 = G_2 di_2 \quad (2.3)$$

yoki

$$Q = G_1 (i'_1 - i''_1) = G_2 (i''_2 - i'_2) \quad (2.4)$$

Agar $C_p = \text{const}$ va $di = C_p D$ hisobga olsak,

$$dQ = G di = G C_p dt \quad (2.5)$$

yoki

$$Q = G C_p (t'' - t') \quad (2.6)$$

yoki

$$Q = G_1 C_{p1} (t''_1 - t'_1) = G_2 C_{p2} (t''_2 - t'_2) \quad (2.7)$$

Issiqlik tashuvchining solishtirma issiqlik sig'imi C_p haroratga bog'liq. Shuning uchun amalda hisoblarda o'rtacha izobarik issiqlik sig'imidan foydalaniladi.

Issiqlik hisoblarda ba'zi hollarda issiqlik tashuvchining to'liq issiqlik sig'imi ishlatiladi. To'liq issiqlik sig'imi quyidagiga teng bo'ladi:

$$C = G C_p, \quad \text{W/K} \quad (2.8)$$

Demak (2.7) dan $Q = C_1 (t''_1 - t'_1) = C_2 (t''_2 - t'_2)$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{t''_2 - t'_2}{t'_1 - t''_1} = \frac{\Delta t'_2}{\Delta t_1} \quad (2.9)$$

Demak, bir yuzali issiqlik tashuvchilar haroratlari o'zgarishining nisbati to'liq issiqlik sig'irlariga teskari proporsional bo'ladi. C-kattalikni suv ekvivalenti deb ham ataladi.

Issiqlik almashinish yuzasini aniqlash uchun quyidagi issiqlik uzatish tenglamasi tuziladi:

$$Q = K(t_1 - t_2) \cdot F \quad (2.10)$$

bunda: K- issig'lik uzatish koefitsienti;

t_1 - issiq issiqlik tashuvchining harorati;

t_2 - sovuq issiqlik tashuvchining harorati;

F - issiqlik uzatish sirti;

Q - uzatiladigan issiqlik, Vt.

t_1 va t_2 haroratlar o'zgaruvchan bo'lsa, $\Delta t = t_1 - t_2$ o'zgaradi.

Shuning uchun issiqlik uzatish tenglamasi differensial ko'rinishda yoziladi:

$$dQ = K \Delta t dF \quad (2.11)$$

Umumiy issiqlik oqimi:

$$Q = \int_0^F k \Delta t dF \quad (2.12)$$

Issiqlik almashinuv apparatlarining loyihaviy hisobida Q (Vt), beriladi va issiqlik almashinish yuzasi quyidagiga teng:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t}, m^2 \quad (2.13)$$

Issiqlik uzatish koefitsiyenti:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_2}} \quad (2.14)$$

Issiqlik uzatish bilan va bosim yuqolishi orasida muhim fizik va iqtisodiy bog'lanish bor. Issiqlik tashuvchining harakat tezligi qanchalik katta bo'lsa, issiqlik uzatish koefitsiyenti shunchalik yuqori

bo'ladi. Issiqlik uzatish koeffitsiyenti yuqori bo'lgan issiqlik almashtirgichlarning issiqlik unumdorligi yuqori, demak kapital harajatlar oz bo'ladi. Lekin bunda tezlik oshishi bilan oqimning qarshiligi ortadi va eksplutatsion harajatlar ortadi. Shuning uchun issiqlik almashinuv qurilmalarini loyihalash davrida issiqlik uzatish masalasini va oqim gidrodinamikasi masalasini birgalikda echish lozim.

Issiqlik almashtirgichlar gidrodinamik hisobining bajarishdan maqsad, qurilmada harakatlanayotgan issiqlik tashuvchining bosimi kamayishini aniqlashdan iboratdir. Issiqlik uzatish hamda gidravlik qarshilik issiqlik tashuvchining harakat tezligiga bog'liq, shuning uchun tezlikni eng qulay qiymatini aniqlash zarur.

Gidravlik qarshilik issiqlik almashtirgichlarda issiqlik tashuvchining harakat shartlariga va qurilmaning konstruktiv xususiyatlariga ham bog'lig' bo'ladi.

Issig'lik almashtirgichlarda suyug'lik yoki gaz harakat qilishi uchun zarur bo'ladigan to'liq bosim quyidagiga teng bo'lishi kerak:

$$\Delta P = \sum \Delta P_{n.m} + \sum \Delta P_{m.c} + \sum \Delta P_y + \sum \Delta P_c \quad (2.15)$$

bunda: $\sum \Delta P_{n.m}$ - ishqalanish qarshiligi;

$\sum \Delta P_{m.c}$ - mahalliy qarshiliklar;

$\sum \Delta P_y$ - oqim tezlanishi hosil qilgan qarshiliklar;

$\sum \Delta P_c$ - qizigan suyuqlikning majburiy harakat hosil bo'lgan qarshilik.

$$\sum \Delta P_{n.m} = \xi \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho w^2}{2} \quad (2.16)$$

l - kanal uzunligi;

d - gidravlik diametr, $d = (U - \text{kesim perimetri})$;

ρ - suyuqlik zichligi;

w - suyuqlikning tezligi;

ξ - ishqalanish qarshilik koeffitsiyenti.

$$\sum \Delta P_{m.c} = \frac{\rho w^2}{2}, (\text{Pa}) \quad (2.17)$$

$$\sum \Delta P_y = p_2 w_2^2 - p_1 w_1^2 \quad (2.18)$$

$$\sum \Delta P_c = \pm g (p_o - p) h \quad (2.19)$$

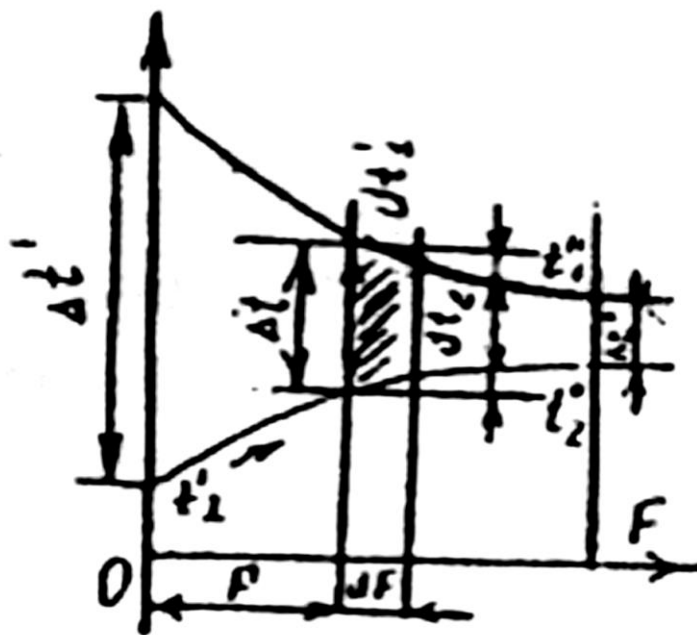
h - issiqlik tashuvchining kirish qismidan chiqish kesimigacha bo'lgan vertikal balandlik;

ρ_0 - havoning zichligi;

ρ - issiqlik tashuvchining zichligi.

3. Haroratlar farqining o'rtacha qiymati va uni hisoblash usullari.

Issiqlik almashinuv qurilmalarida (IAQ) ishchi suyuqliklarning harorati o'zgarishini analitik usul orqali aniqlash mumkin. 3.1 - rasmda keltirilgan sxema bo'yicha ishlaydigan oddiy issiqlik almashinuv qurilmasini ko'rib chiqamiz.



3.1 - rasm.

dF issiqlik almashinish sirti uchun issiqlik uzatish tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$dQ = k(t_1 - t_2) dF = k \cdot \Delta t \cdot dF \quad (3.1)$$

Bunda birlamchi issiqlik tashuvchining harorati dt_1 ga kamayadi, ikkilamchiniki esa dt_2 ga ortadi.

Demak,

$$dQ = C_1 dt_1 = C_2 dt_2 \quad (3.2)$$

bundan

$$dt_1 = \frac{dQ}{C_1} \text{ va } dt_2 = \frac{dQ}{C_2} \quad (3.3)$$

Harorat bosimining o'zgarishi esa quyidagiga teng bo'ladi:

$$d(t_1 - t_2) = dt_1 - dt_2 = - \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right] dQ = -m dQ \quad (3.4)$$

$$m = \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right]$$

3.4 tenglamaga 3.1 tenglamadan dQ qiymatini quysak:

$$d(t_1 - t_2) = -mk(t_1 - t_2)dF$$

$$(t_1 - t_2) = \Delta t \text{ deb belgilasak}$$

$$\frac{d(\Delta t)}{\Delta t} = -mk dF \quad (3.5)$$

m va K larni doimiy deb hisoblab, oxirgi tenglamani 0 dan F gacha $\Delta t'$ dan Δt gacha integrallaymiz:

$$\int_{\Delta t'}^{\Delta t} \frac{d(\Delta t)}{\Delta t} = mk \int_0^F dF$$

Integrallasdan so'ng quyidagini olamiz:

$$\ln \frac{\Delta t}{\Delta t'} = -mkF \quad ; \quad (3.6)$$

yoki

$$\Delta t = \Delta t' e^{-mFk} ; \quad (3.7)$$

3.7 tenglamadan ko‘rinadiki, issiqlik almashinish sirti bo‘ylab harorat bosimi eksponensial qonun bo‘yicha o‘zgaradi. Demak to‘g‘ri oqimli qurilmada issiqlik tashuvchilar haroratlari orasidagi farq uzluksiz ravishda issiqlik almashinuv sirti bo‘ylab kamayadi. Teskari oqimli sistemada esa ikkala issiqlik tashuvchining haroratlari issiqlik almashinish yuzasi bo‘ylab kamaya yuoradi.

U holda issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$dQ = - C_1 dt_1 = - C_2 dt_2 \quad (3.8)$$

Harorat bosimining o‘zgarishi:

$$d(t_1 - t_2) = - m dQ$$

$$m = \left[\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2} \right]$$

Shu sababli qarama -qarshi oqimli apparatlarda Δt birlamchi issiqlik tashuvchining harakat yo‘nalishi bo‘yicha $C_1 < C_2$ ($m > 0$) bo‘lganda kamayadi, $C_1 > C_2$ ($m > 0$) bo‘lsa Δt orta boshlaydi.

F yuza egallagan uchastkada o‘rtacha harorat farqi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\overline{\Delta t} = \frac{1}{F} \int_0^F \Delta t dF \quad (3.9)$$

bunda Δt - o'rtacha harorat farqining mahalliy qiymati, $\Delta t = t_1 - t_2$.

(3.9) ga (3.7) ifodani quysak:

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t'}{F} \int_0^F e^{-mkF} dF = \frac{\Delta t'}{-mkF} (e^{-mkF} - 1) \quad (3.10)$$

(3.6) va (3.7) dan mkF va e^{-mkF} ning qiymatlarini (3.10) ga quyib, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t'}{\ln \frac{\Delta t}{\Delta t'}} \left[\frac{\Delta t}{\Delta t'} l \right] = \frac{\Delta t'}{\ln \frac{\Delta t}{\Delta t'}} ; \quad (3.11)$$

Agar harorat bosimining o'rtacha qiymati butun issiqlik almashinuv sirti buylab olinsa, u holda $\Delta t = \Delta t''$ bo'ladi va (3.11) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t'' - \Delta t'}{\ln \frac{\Delta t''}{\Delta t'}} \quad (3.12)$$

Ko'p hollarda bu formula quyidagi ko'rinishda ham ishlatiladi.:

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_b - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{\Delta t_b - \Delta t_m}{2,3 \ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} \quad (3.13)$$

bunda: Δt_b - katta haroratlar farqi;

Δt_m - kichik haroratlar farqi.

Hosil qilingan (3.13) formula to'g'ri va teskari oqimli qurilmalar uchun ham ishlatiladi va o'rtacha logarifmik haroratlar bosimi deb yuritiladi. (3.13) formula issiqlik almashinuv sirti bo'ylab issiqlik tashuvchining massaviy sarfi va issiqlik berish koeffitsiyenti o'zgarmas bo'lgan eng oddiy issiqlik almashinuv qurilmalari uchun o'rinlidir.

4. Issiqlik tashuvchilarning haroratlarini hisoblash.

Ko‘p hollarda issiqlik tashuvchilarning qurilmaga kirishidagi haroratlari t_1' va t_2' , issiqlik almashinish yuzasi F va issiqlik uzatish yuzasi K berilgan bo‘lib, issiqlik tashuvchining oxirgi harorati va qurilmaning issiqlik quvvati Q ni topish talab qilinadi. Hisoblash issiqlik balansi va issiqlik uzatish tenglamalari asosida bajariladi, ya'ni

$$Q = C_1 \delta t_1 = C_2 \delta t_2$$

$$Q = k \overline{\Delta t} F$$

t_1'' , t_2'' va Q ni topish uchun bo‘lgan oddiy holni qaraymiz.

Harorat issiqlik almashinuv sirti bo‘ylab chiziqli taqsimlangan bo‘lsin, u holda

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_b + \Delta t_m}{2} = \left[\frac{t_1 + t_1}{2} - \frac{t_2 + t_2}{2} \right] \quad (4.1)$$

Issiqlik balansi tenglamasidan t_1'' va t_2'' ni topamiz:

$$\left. \begin{array}{l} t_{12} = t_1 - \frac{Q}{C_1} \\ \text{va} \\ t_{21} = t_2 - \frac{Q}{C_2} \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

(4.2) ni (4.1) ga qo'ysak:

$$\overline{\Delta t} = (t_1' - t_2') - \left[\frac{1}{2C_1} + \frac{1}{2C_2} \right] Q \quad (4.3)$$

Bu ifodani issiqlik uzatish tenglamasiga quyamiz va uzatilgan issiqlik miqdorini topamiz:

Ya'ni

$$Q = \frac{t_1' - t_2'}{\frac{1}{kF} + \frac{1}{2C_1} + \frac{1}{2C_2}} \quad (4.4)$$

ni miqdori aniqlangach, (4.2) formulaga quyib, issiqlik tashuvchining qurilmadan chiqishdagi haroratlarini hisoblash keltirilgan. Hisoblash metodikasini taqribiy va dastlabki hisoblarda qo'llash mumkin. Ko'p hollarda issiqlik tashuvchining harorati chiziqli ravishda o'zgarmaydi va hajmiy sarfning sig'implari (C_1 ; C_2) ga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun to'g'ri va teskari oqimli qurilmalar uchun hisoblash formulalari har xil bo'ladi.

5. Issiqlik almashinish yuzasining haroratini aniqlash.

Issiqlik almashinuv qurilmalarini hisoblash davrida issiqlik almashinish sodir bo'ladigan sirtning haroratini bilish ahamiyatga ega. Amaliy hisoblarda quyidagi formulalar ishlatiladi.

Tekis devorlar uchun

$$q = \alpha_1 (t_1 - t_{c1}) ; \quad (5.1)$$

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{c1} - t_{c2}) ; \quad (5.2)$$

$$q = \alpha_2 (t_{c2} - t_2) ; \quad (5.3)$$

bundan quyidagini olamiz:

$$\frac{t_1 - t_{c1}}{t_{c2} - t_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \quad (5.4)$$

(5.1) va (5.2) larni birgalikda yechsak:

$$t_{c2} - t_{c1} = \frac{\alpha_1 \delta}{\lambda} (t_1 - t_{c1}) \quad (5.5)$$

(5.4) va (5.5) tenglamalarni birgalikda yechib quyidagini hosil qilish mumkin:

$$t_{cl} = \frac{t_1 \left[\frac{a_1 \delta}{\lambda} + \frac{a_1}{a_2} \right] + t_2}{1 + \frac{a_1}{a_2} + \frac{a_1 \delta}{\lambda}} ; \quad (5.6)$$

$$t_{c2} = \frac{t_2 \left[\frac{a_2 \delta}{\lambda} + \frac{a_2}{a_1} \right] + t_1}{1 + \frac{a_2}{a_1} + \frac{a_2 \delta}{\lambda}} ; \quad (5.7)$$

Bu formulalar ko'p qatlamli tekis devorlar uchun ham o'rinlidir.

Agar devorning qarshiligi $\frac{\delta}{\lambda}$ ni hisobga olinmasa ($\delta \rightarrow 0$ yoki $\lambda \rightarrow \infty$)

U holda (5.6) va (5.7) formulalar quyidagi ko'rinishni oladi:

$$t_{c1} = t_{c2} = \frac{\alpha_1 t_1 + \alpha_2 t_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (5.8)$$

Yupqa silindrsimon devor uchun

$$\left[\frac{d_2}{d_1} \pi 2 \right] :$$

$$Q = \alpha_1 F_1 (t_1 - t_{c1}) ; Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{c1} - t_{c2}) F_{yp} ;$$

$$Q = \alpha_2 (t_{c2} - t_2) F_2$$

bunda F_1 - birlamchi issiqlik tashuvchi tomonning harakatlanish sirtining yuzasi;

$$F_{yp} = \frac{F_1 + F_2}{2} ;$$

F_2 - ikkilamchi issiqlik tashuvchi tomondan harakatlanish sirtning yuzasi.

Xuddi tekis devorniki singari silindrsimon devor uchun:

$$t_{c1} = \frac{\left[\frac{a_1 F_1}{a_2 F_2} + \frac{a_1 F_1 \delta}{\lambda F_{cp}} \right] t_1 + t_2}{1 + \frac{a_1 F_1}{a_2 F_2} + \frac{a_1 F_1 \delta}{\lambda F_{cp}}} \quad (5.9)$$

$$t_{c2} = \frac{\left[\frac{a_2 F_2}{a_1 F_1} + \frac{a_2 F_2 \delta}{\lambda F_{cp}} \right] t_2 + t_1}{1 + \frac{a_2 F_2}{a_1 F_1} + \frac{a_2 F_2 \delta}{\lambda F_{cp}}} \quad (5.10)$$

$$t_{c1} = \frac{\left[\frac{a_1 F_1}{a_2 F_2} + \frac{a_1 F_1}{2\pi / \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} \right] t_1 + t_2}{1 + \frac{a_1 F_1}{a_2 F_2} + \frac{a_1 F_1}{2\pi / \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} ; \quad (5.11)$$

$$t_{c1} = \frac{\left[\frac{a_2 F_2}{a_1 F_1} + \frac{a_2 F_2}{2\pi / \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} \right] t_2 + t_1}{1 + \frac{a_2 F_2}{a_1 F_1} + \frac{a_1 F_1}{2\pi / \lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} ; \quad (5.12)$$

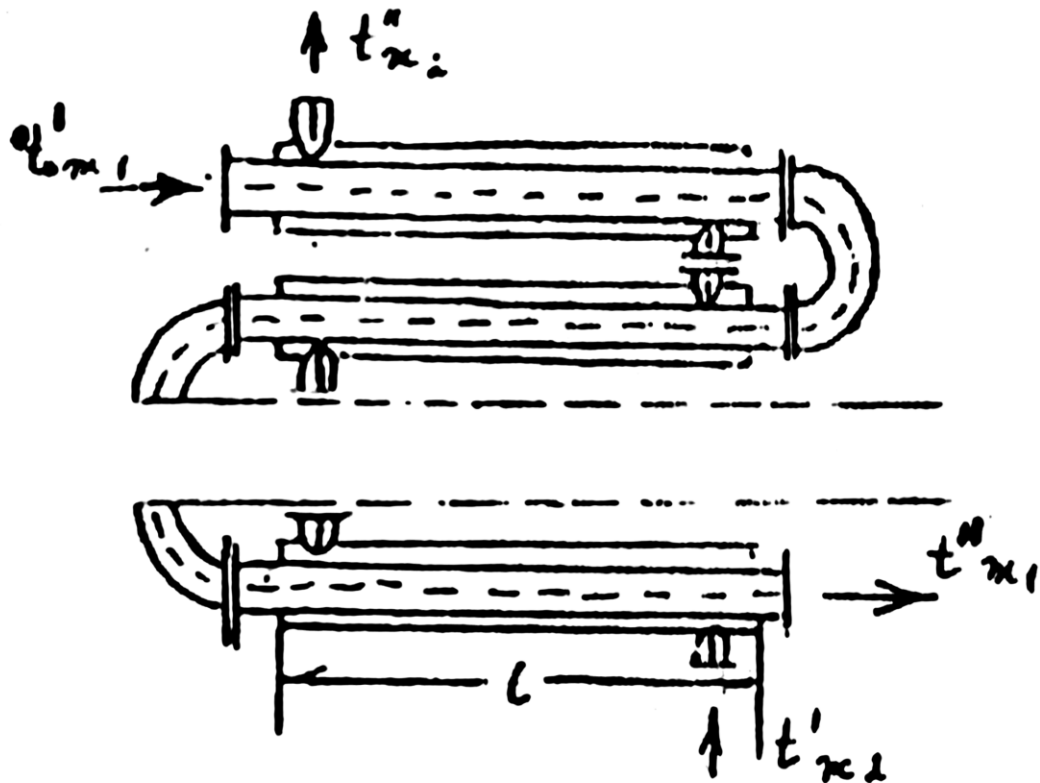
Agar quvurlar ko‘p qatlamli materialdan tashkil topsa (ya'ni, ko‘p qatlamli silindrsimon devor) ni o‘rniga ekvivalent issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti qabul qilinadi.

“Quvur ichida quvur”shaklidagi issiqlik almashinuv qurilmasining qizdirish yuzasi va seksiyalar sonini aniqlaymiz. Ikkala issiqlik tashuvchi ham suv.

Qizdiradigan suv $d_2/d_1=35/32\text{mm}$ o‘lchamli ichki quvurga xarakatlanadi va quvurga kirishidagi harorati $t_1^I=95^\circ\text{C}$, qizdiradigan suvning qurilmadan chiqishdagi harorati $t_1^{II}=47^\circ\text{C}$,

sarfi $G_1=2130 \text{ kg/soat}$.

Isiydigan (sovuq suv)suv esa teskari oqimda oraliqda xarakatlanadi $t_2^I=18^\circ\text{C}$ dan $t_2^{II}=45^\circ\text{C}$ gacha qiziydi. Tashqi quvurning diametri $D=48 \text{ mm}$, isiydigan suvning sarfi $G_2=3200 \text{ kg/soat}$. Issiqlik almashinuv qurilmasining bitta seksiyaning uzunligi $l=1,75\text{m}$



Yechish. Suvning issiqlik sig'imi $C_{p_2} \approx 4,19 \text{ Kj/kgK}$.

Uzatiladigan issiqlik miqdori:

$$Q = G_2 C_{p_2} (t_2^{II} - t_2^I) = \frac{3200}{3600} \cdot 4,19 \cdot 10^3 (45 - 18) = 100,56 \text{ kWt}$$

Issiqlik tashuvchanlik haroratining o'rtacha arifmetik qiymatini va unga mos ravishda suvning fizikaviy xossalarini aniqlaymiz:

$$t_1 = 0,5(t_1^I + t_1^{II}) = 0,5(95 + 47) = 71^\circ\text{C} \approx 70^\circ\text{C}$$

Bu temperature bo'yicha:

$$\rho_1 = 1,029 \text{ kg/m}^3: \quad v_1 = 20,02 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\lambda_1 = 2,96 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK} \quad P_{r_2} = 0,701$$

$$t_2 = 0,5(t_2^I + t_2^{II}) = 0,5(18 + 45) = 31,5^\circ\text{C} \approx 30^\circ\text{C}$$

Ya'ni

$$\rho_2 = 1,165 \text{ kg/m}^3 \quad v_2 = 16,00 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\lambda_2 = 2,67 \cdot 10^{-2} \text{ W/mK} \quad P_{r_2} = 0,701$$

Issilik tashuvchining tezligi quyidagiga teng:

$$\omega_1 = \frac{4G_1}{\rho_1 \pi d_1^2 \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 2130}{1,029 \cdot 3,14 \cdot (32 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 3600} = 715,31 \text{ m/s}$$

$$\omega_2 = \frac{4G_2}{\rho_2 \pi (D^2 - d_1^2) \cdot 3600} = \frac{4 \cdot 3200}{1,167 \cdot 3,14 \cdot (48^2 - 35^2) \cdot 10^{-6} \cdot 3600} = 901 \text{ m/s}$$

Qizdiradigan suv uchun Reynolds soni

$$Re_1 = \frac{\omega_1 d_1}{\nu_1} = \frac{715,31 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{20,02 \cdot 10^{-6}} = 1143353$$

Demak, suvning harakat tartibi turbulent. Nussel soni va issiqlik berish koeffitsientini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$Nu_1 = 0,021 Re_1^{0,8} \cdot P_{r_1}^{0,43} \left(\frac{P_{r_1}}{P_{r_1}} \right)^{0,25}$$

Quvur devorining harorati nomalum, shu sababli birinchi yaqinlashishda taqriban qabul qilamiz.

$$t_{c_1} \approx 0,5(t_1 + t_2) = (70 + 30) \cdot \frac{1}{2} = 50^\circ\text{C}$$

U holda $P_{r_{c_1}} \approx 3,5$

$$N_{u_1} = 0,021 \cdot (1143353)^{0,8} \cdot (0,694)^{0,43} \left(\frac{0,694}{3,5}\right)^{0,25} = 853,78$$

Suvdan quvur sirtiga issiqlik berish koeffitsenti:

$$\alpha_1 = Nu_1 \frac{\lambda_1}{d_1} = 853,78 \cdot \frac{2,96 \cdot 10^{-2}}{32 \cdot 10^{-3}} = 789,7465 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Endi isiydigan suv uchun Re_2 ni topamiz.

$$d_3 = D - d_2 = (48 - 35) \cdot 10^{-3} = 13 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$Re_1 = \frac{\omega_2 d_3}{\nu_1} = \frac{901 \cdot 13 \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 10^{-6}} = 73206265$$

Birinchi yaqinlashishda $t_{c_2} \approx t_{c_1}$ hisoblasak,

$$Pr_{c_2} \approx Pr_{c_1} \text{ bo'ladi. U holda}$$

$$N_{u_2} = 0,021 Re_2^{0,8} \cdot Pr_2^{0,43} \left(\frac{Pr_2}{Pr_{c_2}}\right)^{0,25}$$

$$N_{u_2} = 0,021 \cdot (732062,5) \cdot (0,701)^{0,43} \cdot \left(\frac{0,701}{3,5}\right)^{0,25} = 592,6$$

Quvur devoridan isiydigan suvga issiqlik berish koeffitsenti:

$$\alpha_2 = Nu_2 \frac{\lambda_2}{d_2} = 592,6 \cdot \frac{2,67 \cdot 10^{-2}}{13 \cdot 10^{-3}} = 1217 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Issiqlik uzatish koeffitsenti

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{-c} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{789,7465} + \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{45} + \frac{1}{1217}} = 471,42$$

$$K = 471,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Issiqlik oqimining zichligi:

$$q = K \cdot \Delta t_\alpha = 471,42 \cdot 40 = 18856,8 \text{ W/m}^2$$

Qizdirish sirti:

$$F = Q/q = 100,56 \cdot 10^{-3} / 18856,8 = 5,33 \text{ m}^2$$

Seksiyalar soni:

$$n = F / \pi d_1 l = \frac{5,33}{3,14 \cdot 3,2 \cdot 10^{-2} \cdot 1,75} = 30$$

Xulosa.

Ushbu kurs ishini bajarish davomida “Issiqlik texnikasi” ning II-qismi issiqlik uzatishga doir zarur ma'lumotlarga ega bo'lish mumkin. Bundan tashqari issiqlik almashinuv qurilmalarining ishlab chiqarishdagi ahamiyati va qo'llanilish soxalari xaqida yoritilgan.

Demak, issiqlik almashinuv o'z navbatida quvur ichida quvur shaklidagi issiqlik almashinuv qurilmasining yuzasi va seksiyalar soniga bog'liq.

Issiqlik uzatish bilan bosim yo'qolish orasida muhim fizik va iqtisodiy bog'lanish bor.

Issiqlik tashuvchining harakat tezligi qanchalik kata bo'lsa, issiqlik uzatish koeffisienti shunchalik yuqori bo'ladi.

Shu bilan birga harakatlar farqi, issilik uzatish koeffitsenti, issiqlik oqimining zichligi, quvur devoridan isiydigan suvga issiqlik berish koeffitsentiga ham bog'liq ekan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Madaliyev E.U. «Issiqlik texnikasi» Farg'ona, 2012 yil.
2. Nurmatov J. «Issiqlik texnikasi» Toshkent, «O'qituvchi» nashriyoti, 1992 yil.
3. Нащокин В.В «Техническая термодинамика и теплопередача» М, Энергия, 1989 г.
- 4.«Теплотехника» /под. общ. ред. В.И.Крутова /М., Машиностроение, 1986 432 с.
5. Kirillin V.A. va boshqalar «Texnikaviy termodinamika» Toshkent, O'qituvchi, 1983/ruschadan iarjima/-440-bet.
6. Юдаев Б.Н. «Техническая термодинамика и теплопередача» М., Высшая школа 1988-480с.
- 7 Бальян С.В. «Техническая термодинамикаи тепловые двигатели» Л., Машиностроение, 1973 г.
8. «Теоретические основы теплотехники» /под ред. Афанасьева В.Н./ М., Высшая школа, 2012 г.
9. Кудинов В.А. Техническая термодинамика Учебное пособие М.: Высшая школа, 2003.-261 с.
10. Луконин В.Н. и др. Теплотехника. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2003.-671с.

11. Задачник по тепломассообмену /Цветков Ф.Ф., Р.В. Керимов, В.И.Величко и др; Под ред. Ф.Ф. Цветкова. – М.: Изд. МЭИ, 1197
12. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергоиздат, 1981.
13. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Новосибирск.: Наука, Сибирское отделение, 1970.
14. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973
15. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. –м.: Энергия, 1980.
16. Теплообменные устройства газотурбинных и комбинированных установок /Н.Д. Грязнов и др. –М.: Машиностроение, 1985.

Quruq havoning fizikaviy hossalari
(P=760 mm. sim.ust.)

t, °C	ρ , kg/m ³	C _p , kJ/kg·grad	$\lambda \cdot 10^{-2}$ W/m·grad	$a \cdot 10^{-6}$ m ² /s	$\mu \cdot 10^{-6}$ N·s/m ²	$\nu \cdot 10^{-6}$ m ² /s	Pr
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	9,23	0,728
-40	1,545	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	15,7	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	12,79	0,716
-10	1,342	1,009	2,36	17,4	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	17,6	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,9	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,7	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,005	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	28,6	20,6	20,02	0,694

80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	31,9	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	61,0	27,4	40,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	81,9	31,4	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,687
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
700	0,362	1,135	6,71	136,4	41,8	115,4	0,706
800	0,329	1,156	7,18	188,8	44,3	134,8	0,713

900	0,301	1,172	7,63	216,2	46,7	155,1	0,717
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	171,1	0,719
1100	0,257	1,197	8,50	276,2	51,2	199,3	0,722
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,7	0,724