

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**B. Akmyradow**

**YSSY GURAK ŞERTLERDE  
HOWANY SOWATMAK**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

**B. Akmyradow.** Yssy gurak şertlerde howany sowatmak.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

## Giriş

Hormatly Prezidentimiziň ýurdumyzda umumy bilimi we ylmy ösdürmekde, ony ösen ýurtlaryň derejesine ýetirmek üçin edýän aladalaryna laýyklykda häzirkä alynyp barylýan umumy galkynyş hereketleriniň meýilnamasynyň çäklerinde geçirilýän işlere esaslanyp ýokary okuw mekdeplerinde taýýarlanylýan talyplary üçin „Yssy gurak şertlerde howany sowatmak“ dersini girizmek belenildi. Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan Döwletimiz, Garaşsyzlygyny alan gününden bäri birnäçe desgalarydyr, binalar guruldy we gurulýar. Paýtagtymyz Aşgabat şäheri tanalmaz derejede üýtgedi. Aýratyn hem Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýurt baştutanlygyna geçen ilkinji gününden başlap diňe bir Aşgabat şäherinde bolman, tutuş Türkmenistan Döwletimiziň ähli ýeri gurluşyk meýdançasyna öwrüldi. Hormatly Prezidentimiz ýurdumyzyň çetki etraby bolan Esenguly etrabyndan başlan gurluşyk işleri ölkämiziň ähli ýerine ýaýrap gitdi. Prezidentimiziň Daşoguz welaýatynda Ruhubelent, Lebap welaýatynda Döwletli etraby açmagy halkymyz üçin edýän atalyk aladasynyň aýdyň şaýadydyr. Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow 2008-nji ýylyň 2-nji fewralynda Ministirler kabnetiniň mejlisini geçirdi. Şol mejlisde obalaryň, şäherleriň, etrap merkezleriniň durmuşy-ýaşayyş şertlerini düýpli özgertmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Milli maksatnamada gözöňünde tutulan meselelere seredip geçdi. Şeýle hem Watanymyzyň Garaşsyzlygynyň 20 ýyllygyna bagyşlap Paýtagtymyzda ajaýyp ýadigärlik binasynyň gurmalydygyny belläp geçdi. Hormatly Prezidentimiz obalaryň, şäherleriň, etrap merkezleriniň senagat, ykdysady, medeni we sosial taýdan ösdürilmegine uly üns berýär

Hormatly Prezidentimiziň baştutanlygynda 2008-nji ýylyň 2-nji fewralynda geçen uly maslahat halkyň durmuşyny gowulandyrmakda ozal görilip eşdilmedik maksatnamanyň durmuşa geçirilmegine bagyşlandy. Şol maslahatda Hormatly

Prezidentimiz halkymyzyň ýaşaýyş şertlerini gowulandyrmak maksady bilen jaý meselesini çözmek üçin ýenillikli karz pullary bermek bilen: “Raýatyň diňe bir ýaşaýyş jaý bilen üpjün etmek bilen çäklenmän elbetde olaryň Ýewropa döwletleriniň derejesindäki ýaly ähli amatlygy bolan ýaşaýyş durmuş bşertleri bilen üpjün etmäne hem gönükdirilendir” diýip belläp geçdi. Bu bolsa halkymyzyň has oňaýly ýaşaýyş şertleri bolan jaýlarda ýaşajakdygynyň şaýady bolýar. Şeýlelikde ýurdumyzyň gurluşykçylarynyň önünde dünýäniň ösen standartyna laýyk gelýän jaýlary gurmak üçin önünde baryjy tehnologiýany gurluşyga ornaşdyrmak zerurlygy ýüze çykýar.

Şol maslahatda Hormatly Prezidentimiz: “Ägirt uly baýlyga eýe bolan Döwletimiziň özi hakda edýän aladasyny ýurdumyzyň her bir raýaty bilmelidir we ony doly suratda duýmalydyr. Bu baýlyklaryň özüne hyzmat edýändigine hem özi göz ýetirmelidir” diýip belläp geçmegi ýöne ýerden dälidir. Dünýäde gazy, suwy elektrik toguny, duzy mugt berýän başga hiç bir döwlet ýokdyr.

Ýurdumyzda guruljak halkara derejesindäki ägirt uly taslamalar bolan milli “Awaza” syýahatçylyk zolagy, Uzen-Gyzylgaýa-Bereket-Etrek-Gürgen demir ýoly, Hazar ýaka gaz geçirijisi Türkmenistan-Hytaý gaz geçirijisi halkymyzyň eşretli günde ýaşamana şert döretjekdigine mysal bolup biler.

2020-nji ýyla çenli döwür üçin göz önüne tutulan Milli maksatnamanyň esasy maksady ýurdumyzyň oba ýerlerinde ýaşayan ilatyň durmuş-ýaşaýyş şertlerini gowulandyrmak üçin durmuş-ýaşaýyş maksatly desgalar bolan mekdepleriň, saglygy goraýyş edaralaryň, çagalar bagynyň, medeni binalaryň we sport desgalarynyň her bir raýat üçin elýeter bolmagyny gazanmak şeýle hem ýurduň ähli sebitlerinde ilaty gaz, elektrik togy, gara ýollar we ösen aragatnaşyk ulgamy bilen üpjün etmek göz önünde tutulýar.

2008-nji ýylyň 2-nji fewralynda geçiren maslahatynda Hormatly Prezidentimiz: “Halkymyzyň ýaşaýyş-durmuş ýagdaýyny ösdürmegiň maksatnamalary üçin biziň şu günki

goýberýän uly möçberdäki şertlerimizi asla Türkmenistanyň taryhynda hiç bir etrap hem hiç haçan almandygyny aýratyn nygtap geçdi”. Bu hem Hormatly Prezidentimiziň “Döwlet Halk üçin” diýen baş ideologiýasynyň şaýadydyr. Şeýle hem şol maslahatda Hormatly Prezidentimiz: “Birmeňzeş taslamalardan gaça durmaly. Bu işde esasan biziň milli tebigy aýratynlygymyzy, ýerli tebigy şertleri göz önünde tutmaly” diýip belläp geçdi. Bu bolsa ýurdumyzyň Binagärleriniň we gurluşykçylarynyň gurýan binalaryň halkymyzyň özüne mahsus bolan binalaryň taslamasyny taýýarlamak meselelerini üstüne ýükleýär. Häzirki wagtda ägirt uly gurluşyk meýdançasyna öwrülýän ýurdumyzyň gurluşygynda Hormatly Prezidentimiziň: “Gurluşykda hökman ýerli işçiler we hünärmenler işlemeli” diýip belläp geçmegi bu ilatymyz üçin birnäçe iş orunlarynyň döredýänligine şaýatdyr we netijede halkymyzyň ýaşayyş durmuşyny gowlandyrmana ýardam edýär.

Göz önünde tutulýan ýurdumyzdaky ägirt uly gurluşyklary ýokary hilde ýerine ýetirmek üçin Hormatly Prezidentimiz Gurluşyk boýunça hünärmenleri taýýarlaýan orta we ýörite-orta okuw mekdeplerini açmak baradaky meseleleri seretmegi Ministirler kabnetiniň orunbasaryna tabşyrdy. Bu bolsa gurluşyk pudagynyň geljekde gülläp ösmegine uly ýardam eder. Gurluşygyň dürli ugurlary bolan Binagärlik, senagat, raýat jaý gurluşygy, gurluşyk materiallaryny önümlerini we gurnamalaryny öndürmek, suw üpjünçiligi we hapalanan suwlary akdyryş, Ýylylyk, gaz üpjünçiligi we howa çalşyk hem-de amaly geodeziýa hünärleri boýunça inžener-gurluşykçy taýýarlanýar. Talyplar dünýäniň ösen tehnologiýasyny ele almak üçin Internet ulgamyndan peýdalanyňp öz bilimini artdyrýarlar. Häzirki wagtda ýurdumyzyň obalaryny gaz, agyz suwy bilen üpjün etmek üçin birnäçe işleri durmuşa geçirmeli. Bu işleri ýerine üstünlikli ýetirmek maksady bilen talyplar öz nazarýetde alan bilimini ýurdumyzyň önünde baryjy önümçilik ýerlerinde terbiýeçilikde

artdyrýarlar. Aýratyn hem belläp geçmeli zatlaryň biri talyplara  
öz ýurdumyzyň şertlerinde gurmak we döretmek üçin zerur  
bolan bilimi berilýär.

## **2.Yssy gurak şertlerde howany sowatmaklygyň amatly usuly we onuň ykdysady tehniki ähmiýeti**

### **2.1. Bugartma sowadyş usuly barada esasy maglumatlar**

Biziň Garaşsyz Baky Bitarap güneşli Türkmenistan döwletimizde tomus döwri howanyň şertleri ýokary temperatura (43...45°C) we pes otnositel çyglylyk bilen häsýetlendirilýär (12...17%). Bu yssy gurak howa şertlerinde bugkompression sowadyş desgasy bilen abzallaşdyrлан kondisionerleri ulanmaklyk ykdysady taýdan amatly bolmaýar. Şonuň üçin yssy gurak şertlerde amatlylygy ýokary bolan sowadyş usullaryny we degişli kondisionerleri ulanmaklyk maksada laýyk hasaplanylýar. Bu maksatlar üçin yssy gurak howa şertleri bolan ýurtlarda giňişleýin ýaýran we netijeli ulanylýan bugartma sowadyş usulynda işledilýän ýörite kondisionerleri ulanmaklyk maslahat berilýär. Bu kondisionerlerde tomus döwriniň yssy gurak howa şertleriniň aýratynlyklary sowadyş maksatlary üçin peýdaly ulanylýar we bu usulda işleýän kondisionerler bilen deňeşdirileninde, düşýän başlangyç we ulanyşdaky nyrhy örän ýokary bolan, bugkompression sowadyş desgalary bilen abzallaşdyrлан kondisionerleri, köplenç halatlarda ulanmaklyk zerurlygy hem bolmaýar. Ylym-bilim ulgamy belli bolşy ýaly ýyl ýyldan ösýär, kämilleşýär. Has amatly usullar, enjamlar we ulgamlar döredilýär. Bugartma sowadyş usulyny ulanmaklykda işledilýän merkezi we ýerli kondisionerler döredildi we halk hojalygynyň dürli pudaklarda, otaglarda amatly howa şertlerini döretmeklikde, giňişleýin ulanylýarlar. Bugartma sowadyş usulynda işleýän kondisionerleriň ulanyşda iş netijeliligini ýokarlandyrmak we olary kämilleşdirmeklik maksatlary bilen Russiýa Federassiýasynyň sanitar-tehnikasy baradaky ylmy-barlag institutynyň degişli labaratoriýasynda ylymy-barlag işleri giňişleýin alnyp barylýarlar. Bu usulda işledilýän

kondisionerleriň birnäçe täze kämil görnüşleri işläp taýýarlanylady we ulanylýarlar.

## **2.2. Bugartma sowadyş usulynyň fiziki mazmuny**

Howany işläp taýýarlamaklygyň bu usulynyň fiziki mazmuny şunda ybarat: suw pürküji kamerada işläp taýýarlanýan daşarky howa, kamerada pürkülýän suw damjalary bilen galtaşýar. Bu prosesde suw damjalarynyň temperaturasy howanyň çygly termometr boýunça temperaturasynyň ululygyna golaýlaşýar. Şeýle ýagdaýda howa özüniň çyglylygyny 90-95% çenli ýokarlandyrýar. Howany bu usul bilen işläp taýýarlamaklyk, howanyň başlangyç çyglylygy 100%-den pes bolan halatynda mümkin bolýar. Bu prosesde daşarky ýyly howa özüniň aýan ýylylygyny suw damjalaryna berýär we şunlukda temperaturasyny peseldýär. Daşarky howanyň suw damjalaryna berýän aýan ýylylyk mukdary suw buglary görnüşinde (ýagny ýaşyryn ýylylyk görnüşinde) yzyna dolanyp gelýär, özi hem, aýan ýylylyk mukdary yzyna howa baryan ýaşyryn ýylylyk mukdarynyň ululygyna deň bolýar. Şonuň üçin suw damjalarynyň temperaturasy, suw pürküji kamerada, az wagtyň dowamynda, çygly termometriň temperaturasyna takmynan deň bolýar we soňra üýtgemeyär. Başgaça aýdanymyzda, howany işläp taýýarlamak üçin ulanylýan suwuň temperaturasy, bolup geçän howa sowadyş prosesine garamazdan, üýtgemeyär, ýagny gyzmaýar. Suw pürküji kamerada bugarýan suwuň köp däldigi sebäpli (takmynan 3...5%), kamera goşmaça göýberilýän suwuň mukdary hem köp bolmaýar. Şonuň üçin suw damjalarynyň temperaturasy üýtgemeyär we hemişe çygly termometriň temperaturasyna golaýlygyna galýar, ýagny  $t_w \approx t_m$ . Şu sebäplere görä, suw pürküp sepeleýji kamerada howany işläp, taýýarlamaklyk prosesi I-d diagrammada gurylanynda entalpiýanyň ululygy üýtgemeyä we onuň ahyrky ululygy, entalpiýanyň göni çyzygynyň otnositel çyglylygynyň 95% egri çyzygy bilen kesişýän nokadynda alynýar.



### 3. Howanyň fiziki häsiýetnamalary

#### 3.1. Howanyň basyşy

Daltonyň kanunyna laýyklykda birnäçe gazyň garyndysy, durnukly ýagdaýda, garyşan gazlaryň basyşlarynyň jemine deňdir. Şunlukda, çygly atmosfera howasynyň umumy basyşy  $P_6$  howanyň gury böleginiň ( $P_c$ ) we suw buglarynyň basyşynyň ( $P_n$ ) jemine deňdir.

$$P_6 = P_c + P_n \quad \text{ýa-da} \quad P_c = P_6 - P_n \quad (1)$$

(1) formulada  $P_c$  ululuk ( $P_6 - P_n$ ) ululyk bilen çalşyryldy. Munuň sebäbi – bu ululyklar ýönekeý we ýeterlik takyklykda takyk ölçenip bilinýärler. Çygly howanyň umumy basyşy  $P_6$  atmosfera howasynyň basyşyny  $P'_6$  – ululygy barometriň kömegi bilen ölçäp we bu ululygy, düzediş koeffisiýentlerini girizmek arkaly kesgitleýärler.

$$P_6 = P_6^1 \pm \Delta H_{cm} \pm \Delta P_1 \pm \Delta P_2 \pm \Delta P_3 \quad (2)$$

Bu formula:  $\Delta H_{cm}$  – ölçeg geçirilýän uçastokda atmosfera basyşy bilendeňeşdirileninde statiki basyşa bolan düzediş koeffisiýenti adatça (+) belgide, eger-de wakuüm, bolsa onda minus (-) belgi bilen kabul edilýär.

$\Delta P_1$  – howanyň temperaturasynda düzediş koeffisiýenti (ýörite tablisalar boýunça kabul edilýär).

$\Delta P_3$  – priboryň pasporty boýunça kabul edilýän instrumental düzediş koeffisiýenti.

Suw buglarynyň parsial basyşy  $P_n$ , tablisalar esasynda, çygly doýgun halyndaky, howanyň temperaturasynda

baglylykda kabul edilýär. Tehnikada howanyň basyşy adatça atmosfera ölçeginde aňladylýar.

Atmosfera basyşy  $P_6$ , barometrini basyşy diýip hem atlandyrylýar, Daltonyň kanunyna laýyklykda atmosfera basyşy  $P_6$  gury howanyň  $P_c$  we suw baglarynyň  $P_n$  parsial basyşlarynyň jemine deňdir, ýagny:

$$P_6 = P_c + P_n ; \quad (3)$$

Fiziki atmosferany (ar),  $10333 \text{ kg/m}^2$  ýa-da  $1,0333 \text{ kg/sm}^2$  deň bolan; we tehniki atmosferany (ar),  $10.000 \text{ kg/sm}^2$  ýa-da  $1 \text{ kg/m}^2$  ululyklarda tapawutlandyrylýar.

Basyş, şeýle hem haýsydyr bir suwuklygyň sütüniniň beýikligi bilen aňladylýar, bu suwuklygyň masassy bu basyşy deňölçegleşdirilýär. Bu belentlik köplenç iteriji güýç diýip atlandyrylýar.

Fiziki atmosfera, beýikligi 760 mm bolan simap sütüniniň massasy bilen, ýa-da beýikligi 10333mm suw sütüniniň masasy bilen deňölçegleşýär.

Tehniki atmosfera degişlilikde – 735,6mm sim.süt. ýa-da 10.000 mm suw. süt bilen deňölçegleşýär.

Howa çalyşmak tehnikasynda adatça uly bolmadyk basyşlar bilen iş salyşylyar, şonuň üçin basyşyň ölçeg birligi hökmünde tehniki atmosferdan 10.000 gezek kiçi bolan  $1 \text{ kg/sm}^2$  basyş kabul edilýär.

CH sistemasynda basyşyň ölçeg birligi hökümünde  $1 \text{ H/sm}^2$  we  $1 \text{ H/m}^2$  kabul edilen, özi hem  $1 \text{ H/m}^2 = 0,102 \text{ kg/m}^2$  ýa-da takmynan  $0,1 \text{ kg/m}^2$ ;  $1 \text{ kg/m}^2$  bolsa  $10 \text{ H/m}^2$  deňdir.

Basyş:  $1 \text{ kg/m}^2 = 1 \text{ mm suw.süt.}$  we  $1 \text{ H/m}^2 = 0,1 \text{ mm suw. süt.}$  deňdir.

Birnäçe döwletlerde, deňeşdirme ululyk hökümünde “standart atmosfera” ýa-da köplenç “fiziki atmosfera” adyny alan ululuk kabul edilýär, ýagny: deňiz

derejesinde, 15 °C temperaturada – basyş 760mm sim.süt deňdir.

Fiziki we tehniki atmosferanyň arasynda şu aşakdaky tapawut bardyr:

1 fiziki atmosfera = 760mm sim.süt = 10333 kg/m<sup>2</sup> = 10333 mm sim.süt = 101325 H/m<sup>2</sup> = 1,01325 bar.

1 tehniki atmosfera = 735,6 mm sim.süt = 10 · 10<sup>3</sup> kg/m<sup>2</sup> = 10,10<sup>3</sup> mm sim.süt.

Howa çalyşmak we kondisionirleme ulgamlarynyň hasaplamalarynda atmosfera basyşyny adatça kg/m<sup>2</sup> ýa-da mm sim.süt hasabynda alýarlar. Halkara ölçegler birligi (СИ), ГООТ 9867-61, boýunça basyş H/m<sup>2</sup> ölçeginde alynýar. Basyşyň ölçeg birligini öwürmeklik bolsa şu aşakdaky gatnaşyklar esasynda amala aşyrylýarlar:

$$1\text{H/m}^2 = 0,101972 \text{ kg/m}^2 = 7,5006 \cdot 10^{-3} \text{ mm sim.süt} = 10^{-5} \text{ bar.}$$

Atmosfera howasynyň barometriki basyşy deňiz derejesinde ortaça 760mm sim.süt barabardyr we 720mm sim.sütnden 800mm sim.sütne çenli, ilatly ýeriň geografiki ýerleşişine baglylykda, üýtgeýär.

Deňiz derejesinden belentligiň özgermekligi bilen atmosfera basyşy özgerýär we onuň ululygyny kanagatlanarlykly takyklyk bilen şu aşakdaky formula esasynda kesgitleýär.

$$A = (18,4 + 0,067t) \lg P_0 / P_0^1; \text{ km} \quad (4)$$

Bu ýerde: A - deňiz derejesinden ýokary belentlik, km.

t – deňiz derejesi bilen garalýan nokadyň aralygyndaky uçaşygyň howasynyň ortaça temperaturasy.

$P_0$  – deňiz derejesindäki basyş, ortaça 760mm sim.süt deňdir.

$P_0^1 - A$ , km belentlikde gözlenilýän basyş, mm sim. süt.

Deňiz derejesinden 200 km belentlikde borometriki basyş takmynan 745mm.sim.süt deňdir.

### 3.2. Howanyň udel massasy

Howanyň udel massasy diýip 1 m<sup>3</sup> çygly howanyň massasyna aýdylýar. Howa çalyşmak we kondisionirleme ulgamlarynyň ulanylýan temperatura we basyş çäklerinde çygly howa iki dürli ideal gazlaryň garyndysy hökmünde garalýar we olar üçin howa şertlerini häsiýetlendirýän deňleme şu görnüşde ýazylýar:

$$\frac{P_c}{\gamma_c} = R_c \cdot T \quad we \quad \frac{P_n}{\gamma_n} = R_n \cdot T \quad (5)$$

Bu ýerde:

$\gamma_c$  we  $\gamma_n$ -degişlilikde gury howanyň we suw buglarynyň udel massasy, kg/m<sup>3</sup>;

$P_c$ -howanyň gury böleginiň parsial basyşy;

$P_n$ -howadaky suw buglarynyň parsial basyşy;

$T$ -çygly howanyň temperaturasy, K.

$R_c=2,153$ -howanyň gury böleginiň gaz hemişeligi.

$R_n=3,461$ -suw buglary üçin gaz hemişeligi.

Her bir gaz üçin gaz hemişeligi ( $R$ ) özüniň belli bir ululygyny we basyşyň, ölçeg birligine baglylykda, ölçeg birligini kabul edýär. Eger-de basyş mm.sim.süt. ölçeginde bolsa, onda suw buglary üçin  $R_n=3,461 \frac{\text{mm.sim.süt} \cdot \text{m}^3}{(\text{kg} \cdot ^\circ K)}$ , gury

howa üçin  $R_c=2,153 \text{ mm.sim.süt} \cdot \text{m}^3 / (\text{kg} \cdot ^\circ K)$ . Eger-de basyş kg/m<sup>2</sup> ölçeginde bolsa, onda

$$R_{\Pi} = 47,07 \text{ kg} \cdot \text{m/kg} \cdot ^\circ\text{K} \quad \text{we} \quad R_c = 29,2 \text{ kg} \cdot \text{m/kg} \cdot ^\circ\text{K}$$

Harakteristiki deňlemäni we gaz hemişelikleriniň san bahalaryny ulanmaklykda, udel massasynyň ululyklaryny kesgitlemeklik üçin formula ýazyp bileris:

howanyň gury bölegi üçin:

$$\gamma_c = \frac{P_c}{R_c \cdot T} = \frac{1}{2,153} \frac{P_\phi - P_n}{T} = 0,465 \frac{P_\phi - P_n}{T}, \text{ kg/m}^3 \quad (6)$$

suw buglary üçin:

$$\gamma_n = \frac{P_n}{R_n T} = \frac{1}{3,461} \frac{P_n}{T} = 0,289 \frac{P_n}{T} \cdot \text{kg/m}^3 \quad (7)$$

Çygly howanyň udel massasy gury howanyň we suw buglarynyň udel massasynyň jemine deňdir.

Onda

$$\begin{aligned} \gamma_{b.b.} &= \gamma_{c.b.} + \gamma_n = 0,465 \frac{P_\phi - P_{\Pi}}{T} + 0,289 \frac{P_n}{T} = \\ &= \frac{1}{T} (0,465 P_\phi - 0,465 P_{\Pi} + 0,289 \cdot P_n) = \\ &= \frac{1}{T} (0,465 P_\phi - 0,176 P_{\Pi}), \quad \text{kg/m}^3 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\text{ýa-da çygly howanyň udel massasy } \gamma_{\text{БЛ.В}} = \gamma_c - 0,176 \frac{P_n}{T},$$

Görnüşi ýaly bu formula, şol bir barometriki basyşda çygly howanyň udel massasynyň gury howanyň udel massasy bilen deňeşdirilende kiçidigini aňladýar. Howa çalyşmak we kondisionirleme ulgamlarynyň ulanylýan adaty temperatura çäklerinde, çygly howanyň we onuň gury böleginiň massalarynyň tapawudy örän ujypsyzdyr, takmynan 1%. Şonuň üçin, hasaplamalary ýönekeýleşdirmek üçin  $\gamma_{\text{БЛ.В}} \cong \gamma_c$  diýip

kabul edýärler.  $1\text{m}^3$  çygly howanyň massasynyň  $1\text{m}^3$  gury howanyň massasyndan pesligi suw buglarynyň massasynyň çygly howada tutýan göwrüminiň, eger-de şol göwrüm gury howa bilen doldyrylanynda pesligi bilen düşündirilýär.

### 3.3. Howanyň çygsaklajylygy

Howanyň çygsaklajylygy diýip gury bölegi 1 kg bolan çygly howanyň özünde saklaýan suw buglarynyň massasyna ( $\frac{d}{1000}$ ) aýdylýar.

Ýagny çygly howanyň umumy massasy, onuň gury böleginiň we suw buglarynyň massasyna deňdir:

$$1 + \frac{d}{1000}, \quad \text{kg}$$

bu ýerde:

1-gury howanyň massasy, kg.

d-suw buglarynyň massasy, gram.

Howa çalyşmak ulgamlarynda howa işläp taýýarlanylanynda howanyň şertleri özgerýär, emma howanyň gury böleginiň mukdary üýtgemän galýar şonuň üçin howanyň ýyllykçyglyk ýagdaýyna garalanynda, ähli görkezijiler gury bölegi 1 kg bolan çygly howa gatnaşdyrylýar.

Çygly howa, düzüminde bar bolan suw buglarynyň mukdary bilen häsiýetlendirilýär. Gury bölegi 1 kg bolan çygly howanyň özünde saklaýan suw buglarynyň massasy-howanyň çygsaklajylygy (d) diýip atlandyrylýar we şu formula arkaly kesgitlenilýär:

$$d = 622 \frac{P_{\Pi}}{P_{\sigma} - P_{\Pi}} \quad \text{g/kg.g.h.} \quad (9)$$

Ýagny, çygly howanyň massasy deňdir:

$$1 + \frac{d}{1000}, kg$$

bu ýerde

1-gury howanyň massasy, kg.

d-suw buglarynyň massasy, gram.

Howanyň çygsaklaýjylygy düşüňjesini hasaplamalarda ulanmaklyk örän amatly hasaplanylýar, çünki bir temperatura we çyglylyk şertlerinden başga şertlere geçileninde howanyň göwrüminiň we massasynyň üýtgemekligine düzediş koeffisiýentlerini ulanmaklyk zerur bolmaýar.

Howanyň çyg saklaýjylygyny kesgitlemeklik üçin formula ýazalyň, munuň üçin howadaky suw buglary üçin we howanyň gury bölegi üçin Klapеýronyň-Mendeleyewiň haraketristiki deňlemelerini ýazalyň:

$$\frac{P_c}{\gamma_c} = R_c \cdot T \quad (10)$$

$$\frac{P_n}{\gamma_n} = R_n \cdot T \quad (11)$$

10-njy deňlemäni 11-nji deňlemä bölýäris we tapýarys:

$$\frac{\frac{P_c}{\gamma_c} = R_c \cdot T}{\frac{P_n}{\gamma_n} = R_n \cdot T} = \frac{\frac{P_c}{P_n} \gamma_n}{\gamma_c} = \frac{R_c}{R_n} \quad (12)$$

12-nji deňlemeden  $\frac{\gamma_n}{\gamma_c}$  gatnaşygyny tapýarys:

$$\frac{\gamma_n}{\gamma_c} = \frac{\frac{R_c}{R_n}}{\frac{P_c}{P_n}} = \frac{R_c}{R_n} \frac{P_n}{P_c} \quad (13)$$

Bu formulada:

$\frac{\gamma_n}{\gamma_c}$  -gury bölegi 1 kg bolan gury howadaky suw

buglarynyň kg ölçegindäki massasyny aňladýar, ýagny  $\frac{d}{1000}$ .

Onda 13-nji deňlemeden tapýarys:

$$\frac{d}{1000} = \frac{R_c}{R_n} \cdot \frac{P_n}{P_c} = \frac{2,153}{3,461} \frac{P_n}{P_c} = 0,622 \frac{P_n}{P_c} \quad (14)$$

ýa-da

$$d = 622 \frac{P_n}{P_c} = 622 \frac{P_{II}}{(P_{\delta} - P_{II})}, \text{ g/kg.g.h.} \quad (15)$$

$P_c = P_{\delta} - P_{II}$  bolanyny göz öňünde tutmaklykda, gutarnykly ýazýarys:

$$d = 622 \frac{P_n}{P_{\delta} - P_n} \quad \text{g/kg.g.h.} \quad (16)$$



### 3.4. Howanyň otnositel çyglylygy

Howanyň çyglygy, howa çalyşmak we howa kondisionirleme prosesslerinde özgerýär. Şu sebäpli howanyň düzümindäki suw buglarynyň parsial basyşy hem özgerýär. Emma çygly howanyň islendik temperaturasynda, oňa laýyk bolan, suw buglarynyň in ýokary mümkin bolan we suw buglarynyň doly doýgunlyk ýagdaýyna gabat gelýän anyk basyşy degişlidir.

Suw buglarynyň parsial basyşynyň doly doýgunlyk ýagdaýyndaky ululygy  $P_H$  diýip belgilenýär we doýgunlyk basyşy diýip atlandyrylýar.

$P_H$  ululygynyň san bahasy çygly doýgun howanyň temperaturasynda baglylykda tablisalar arkaly kesgitlenilýär.

Eger-de çygly howadaky suw buglary doýgun däl halatynda bolsa, onda biz aşagyzydýylan suw buglary bilen iş salyşarys we howanyň bu ýagdaýy doýgundäl çygly howa diýip atlandyrylýar.

Doýgundäl çygly howadaky suw buglarynyň basyşy  $P_n$  diýip belgilenilýär.

Suw buglarynyň parsial basyşynyň, çygly howanyň şol bir temperaturasynda, doýgunlyk basyşyna bolan gatnaşygy otnositel çyglylyk diýip atlandyrylýar we, adatyça, prosent hasabynda alynýar:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_H} 100\% \quad (17)$$

Eger-de doýgun howa sowadylsa, onda ol doýgunlyk çäginde çykýar we onda göze görünýän ümür emele gelip suw damjalary damyp başlaýar.

Doýgun çygly howa üçin otnositel çyglylyk 100%-te deňdir.

Eger-de doýgun howa gyzdyrylsa, onda çygly howa doýgun däl halyna geçýär we ondaky suw buglary

aşagyzdýrylan ýagdaýda bolýarlar. Doýgundäl çygly howa üçin otnositel çyglylyk 100%-den kiçidir.

Düzüminde mümkin bolan iň ýokary çäkde suw buglary bolan çygly howa-doýgun howa diýip atlandyrylýar, şol bir temperaturada howany doýgun halyna ýetirýän howanyň düzümindäki suw buglarynyň mukdary bolsa-howanyň çyglylyk sygymy diýip atlandyrylýar ( $d_H$ ) we çygly howanyň I-d diagrammasy ýa-da tablisa esasynda kesgitlenilýär.

Mysal. Otagda howanyň temperaturasy  $t=18^\circ\text{C}$  we çyglylyk mukdary  $d=8 \text{ g/kg.h.}$ , suw buglarynyň parsial basyşy  $P_n=9,65 \text{ Pa}$ . Howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlemeli:

Çözülüşi.

Tablisa boýunça tapýarys:  $t=18^\circ\text{C}$  halatynda: howanyň çyglylyk sygymy  $d_H=129,2 \text{ 2g/kg.g.h.}$  Suw buglarynyň parsial basyşy  $P_H=15,48 \text{ Pa}$ .

$$\varphi' = \frac{P_{\Pi}}{P_H} \cdot 100 = \frac{9,65}{15,48} 100 = 62,34\%$$

$$\varphi = \frac{d_{\Pi}}{d_H} \cdot 100 = \frac{8,0}{+ 2,9} = 62\%$$

$$\text{ýa-da } \varphi = \frac{P_{\text{HAC}} - A(t_c - t_M)P_{\text{ö}}}{P_{\text{HAC}}} \cdot 100\% = \frac{P_{\Pi}}{P_{\text{HAC}}} \cdot 100\%$$

### 3.5.Howanyň ýylylyk sygymy

Howa çalyşmak we kondisionirleme tehnikasyndaky hasaplamalarda udel massa we udel göwrüm ýylylyksygymy düşüňjeleri ulanylýarlar (ýagny  $C_p$  we  $C_v$ ).

Udel massa ýylylyksygymy diýip 1 kg howany  $1^\circ$  gyzdýrmaklyk üçin zerur bolan ýylylyk mukdaryna düşünilýär

(0°-dan 1° gradusa çenli). Udel massa ýylylyk sygymynyň san bahasy, üýtgemeyän basyşda,  $C_p=0,24$  kkal/kg·°C diýip kabul edilýär.

Göwrüm udel ýylylyksygymy diýip 1 m<sup>3</sup> howany 1° gyzdymaklyk üçin zerur bolan ýylylyk mukdaryna aýdylýar. Üýtgemeyän basyşda göwrüm udel ýylylyksygymynyň san bahasy  $C_v=0,31$  kkal/m<sup>3</sup> °C.

Suw buglarynyň ýylylyksygymy adaty howaçalşmak prosesserindäki temperaturalar diapazonynda üýtgemeyär we hemişelik ululyk hökmünde kabul edilýär we  $C_n=0,45$  kkal/kg °C deňdir.

### 3.6. Çygly howanyň ýylylyksaklaýjylygy (entalpiýasy)

Çygly howanyň entalpiýasy diýip-gury böleginiň massasy 1 kg bolan, çygly howanyň özünde saklaýan ýylylyk mukdaryna aýdylýar. Ýagny çygly howanyň entalpiýasy bu - 1 kg gury böleginde we d kg suw buglarynda saklanýan ýylylyk mukdarydyr, diýmek (1+d) kg çygly howa üçin:

$$I = I_c + I_n \text{ kkal/kg.g.h.} \quad (18)$$

$I_c$ -çygly howanyň gury böleginiň entalpiýasy.

$$I_c = C_p \cdot t \quad (19)$$

t-howanyň temperaturasy, °C.

Çygly howa işläp taýýarlanylanda onuň umumy basyşy örän ujypsyz özgerýär, şonuň üçin  $C_p$  ululyk, gury howanyň üýtgemeyän basyşdaky ýylylyk sygymy diýip hasaplanylýar we onuň -50....+50 °C-sa çenli çäklerde san bahasy  $c_p=0,24$  kkal/kg °C diýip kabul edilýär.

d kg mukdardaky suw buglarynyň entalpiýasy:

$$I_n = (597 + 0,45 t_n) d, \quad \text{kkal/kg.g.h.} \quad (20)$$

bu ýerde:

597 - 0° temperaturaly 1 kg suwy bugartmaklygyň ýaşyryn ýylylygy, ýagny 0 °C temperaturadaky 1 kg suwy, şol bir temperaturada, buga öwürmeklik üçin zerur bolan ýylylyk mukdary, kkal/kg.

0,45-suw buglarynyň ýylylyksygymy, kkal/kg, °C.

$t_n$ -suw buglarynyň temperaturasy, °C.

Çygly howanyň temperaturasy bilen bagly ululyklary bileleşdirmeklik esasynda, alýarys:

$$I = (0,24 + 0,45d)t + 597d, \quad \text{kkal/kg.g.h.} \quad (21)$$

bu ýerde:  $(0,24 + 0,45d)$  - ululyk, gury bölegi 1 kg bolan çygly howanyň ýylylyksygymyny aňladýar we  $C'_p$  - belgi bilen belgilenilýär.

Şeýlelikde, çygly howanyň entalpiýasy onuň temperaturasyna we çyglylygyna baglydyr. Öz gezeginde çygly howanyň üýtgeşsiz umumy basyşynda 21-nji deňlemeden görnüşi ýaly, howanyň çyksaklaýjylygynyň ululygy gös-göni suw buglarynyň parsial basyşynyň ululygy bilen kesgitlenilýär.

Şeýle hem, çygly howanyň şertlerine baha berileninde ýenede iki sany görkeziji ulanylýar:

-howanyň nem düşürmeklik temperaturasy  $t_p$  we çygly termometr boýunça temperaturasy  $t_m$ .

Eger-de, çygly howa üýtgemeýän çygsaklaýjylykda ( $d=\text{const}$ ) 100%-otnositel çyglylyga çenli sowadylsa, onda suw buglarynyň doly doýgunlyk ýagdaýyna laýyk bolan temperatura - howanyň nem düşürmeklik temperaturasy ( $t_p$ ) bolar, çünki temperaturanyň peseldilmesi dowam etdirilse, howanyň düzümindäki suw buglary damja şekilinde düşüp başlaýarlar. Şunlykda, nem

düşürmeklik temperaturasy  $t_p$ , çygly howany üýtgemeýän  $d$  ululykda ( $d=\text{const}$ ), sowatmaklygyň mümkin bolan çäginä häsiýetlendirýär.

Çygly termometr ( $t_m$ ) boýunça howanyň temperaturasy, belli bolşy ýaly, psihrometr gurallaryny ulanmaklykda kesgitlenilýär.

Şeýlelik bilen howanyň çygly termometr boýunça temperaturasy, suwy bugartmaklyk üçin ýylylygyň diňe daşky gurşaýan howadan alynýan ýagdaýynda doýgun howanyň temperaturasyny häsiýetlendirýär.

Çygly howa birmeňzeş temperaturaly ( $t$ ) we birmeňzeş düzümlü garyndy hökmünde gurulýar. Onda çygly howanyň entalpiýasy:

$$I = 0,24t + (597 + 0,45t)d; \text{ kkal/kg.g.h.} \quad (22)$$

Deňlemeden görnüşi ýaly, atmosfera howasynyň entalpiýasy iki sany goşuljydan düzülýär: olaryň biri temperatura bagly, beýlekisi bolsa-howanyň çygsaklaýjylygyna. Entalpiýanyň birinji goşuljysy - aýan ýylylyk diýip atlandyrylýar, ikinjisi bolsa - ýaşyryn ýylylyk.

Şeýlelik bilen atmosfera howasynyň entalpiýasy, üýtgemeýän basyşda, howanyň temperaturasyna we howadaky çygyň mukdaryna baglydyr.

Eger-de howanyň temperaturasy peselip, howadaky çygyň mukdary ulalýan bolsa, entalpiýasy bolsa üýtgemeýän bolsa, onda aýan ýylylygyň azalmaklygynyň öwezi ýaşyryn ýylylygyň köpelmekligi bilen doldurylýar. Atmosfera howasynyň entalpiýasynyň we çyglylyk mukdarynyň san bahalary tablisalarda berilýärler.

#### **4. Bugartma sowadyş iş düzgüninde howa bilen suwuň göni galtaşmaklygynda bolup geçýän ýylylyk we massaçalyşma prosesleriniň aýratynlyklary**

Howa sowadyş ulgamlarynda howa bilen suwuň göni galtaşmaklyklarynda işledilýän enjamlar (suw pürküp sepeleýji kameralar, suwlandyrylýan nasatkalar we gatlaklar) giňişleýin ulanylýarlar. Howa bolen suwuň göni galtaşmaklyklarynda bolup geçýän prosesler iteriji güýçleriň potentsiallarynyň (temperaturalaryň we parsial basyşlaryň) howanyň esasy akymynyň merkezinde we suwň galtaşma üstüniň golaý ýanyndaky gatlagyň arasynda bolup geçýär diýip garalýarlar.

Suwuň üstüniň golaý ýanyndaky howa gatlagy doly doýgun halysda, temperaturasy bolsa suwuň temperaturasyna deň diýip kabul edilýär ( $t_w, P_w$ ).

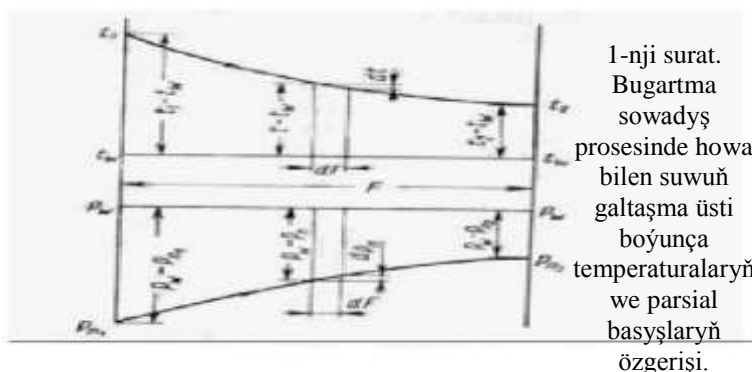
Başlangyç şertleriň  $t_{m_1}=t_{w_1}$  we  $P_n < P_w$  halatynda howanyň çyglandyrylmasy şol bir wagtda howanyň temperaturasyna peselmekligi bolup geçýär, emma howanyň ýylylyk saklaýjylygynyň (entalpiýasyny) ululygy üýtgemän galýar. Şu sebäpli howany işläp taýýarlamaklygyň bu düzgünleri köplenç halatda howanyň adiabatiki çyglandyrylmasy diýip atlandyrylýarlar.

Howa bilen suwuň göni galtaşmaklygynda işledilýän enjamlarda bu iş düzgünleri, howany şol bir gaýtadan ulanylýan suw bilen galtaşdyrmaklykda amala aşyrylýarlar, bu prosesde suw özüne, howanyň çygly termometr boýunça ululygyna ( $t_m$ ) örän golaý bolan ululygy gysga wagtda kabul edýär we soňra saklaýar.

##### **4.1. Bugartma sowadyş iş düzgüninde howa bilen suwuň göni galtaşmaklarynda ýylylyk we massaçalyşyk prosesleriniň deňlemesi**

Temperaturalaryň tapawudynyň iteriji güýjiniň täsiri esasynda howanyň aýan ýylylygy suwa berilýär we suwuň

bugarmaklygyna sarp edilýär, çünki parsial basyşlaryň iteriji güýjini garşylyklaýyn ugrukýanlygy sebäpli (1-nji surat)



Kadalaşan termodinamiki deňölçeçlilik ýagdaýynda şu aşakdaky deňleme adalatlydyr:

$$G c'_p (t_1 - t_2) + G(d_1 - d_2)r = G_m c_w t_w \quad (23)$$

Bu prosesde suw özüniň temperaturasyny üýtgeşsiz saklaýar we şonuň üçin ýylylyk balansynyň deňlemesinde suw boýunça ýylylyk çalyşmasyna degişli bolmaly goşulyjy ýok. Deňlemede  $G_m c_w t_w$  ululyk howanyň ahyrky entalpiýasynyň biraz ýokarlanýandygyny kesgitleýär. Emma ýylylyk balansynyň bu goşulyjysynyň san bahasynyň örän kiçidigi sebäpli, ony hasaba almaýarlar we prosesi adiabatiki diýip hasaplaýarlar. Onda ýylylyk balansynyň deňlemesi şu aşakdaky görnüşde ýazylýar:

$$G c'_p (t_1 - t_2) = G(d_1 - d_2)r \quad (24)$$

1-nji suratda görnüşi ýaly adiabاتيk çyglyndyrma ýa-da adiabاتيk bugartma sowadyş iş düzgüninde howa bilen suwuň

galtaşma üsti boýunça temperaturalaryň we parsial basyşlaryň kybapdaşlygy görüňär.

#### 4.2. Howany adiabatiki çyglandyrma prosesleri üçin amerikan alymy Lýuisiň ýylylyk we massa çalyşmak koeffisiýentleriniň gatnaşmasynyň hemişeligi barada alan netijesi

Adiabatiki çyglandyrma prosesleri üçin amerikan alymy Lýuis tarapyndan ýylylyk we massa çalyşmak koeffisiýentleriniň gatnaşmasynyň hemişeligi barada netije alynan. Onuň teoretiki gelen netijesiniň umumy yzygiderliligine garalyň.

$dF$  galtaşma üst üçin aşakdaky deňleme adalatlydyr:

$$\left. \begin{aligned} dQ_m &= dQ_{\pi} \\ \beta_d (d_w - d) dF \cdot r &= \alpha (t - t_w) dF \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

Ýa-da özgertmelerden soňra:

$$(d_w - d)r = \frac{\alpha}{\beta_d} (t - t_w) \quad (26)$$

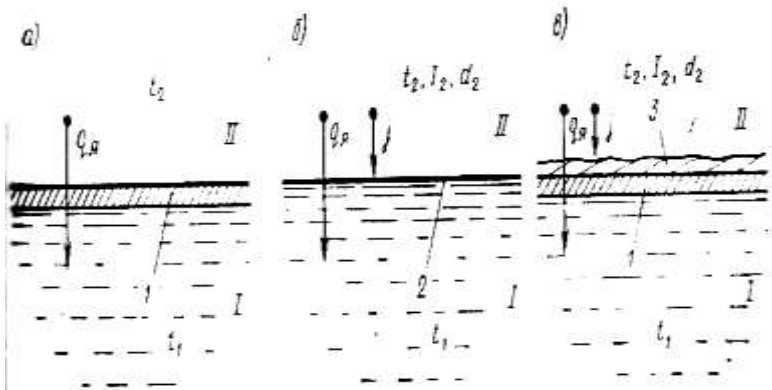
bu ýerde massaçalyşmak koeffisiýenti çygsaklaýjylyklaryň iteriji güýjine gatnaşdyrlan.

Öz gezeginde, howanyň suwa berýän aýan ýylylygy, howanyň suw buglary bilen yzyna alýan ýylylygyna deňdir, ýagny:

$$r(d_2 - d_1) = c'_p (t_2 - t_1) \quad (27)$$

Bu deňlemede indeks 2 diýip galtaşma üstüniň ahyryndaky howa şertleri göz önünde tutulýar.





2-nji surat. Howa sowadyş ulgamlarynda ýylylyk we massaçalyşyk prosesleriniň modelleri.

a-aralyk üstli model (ýylylyk geçirmeklik); b-ýylylyk-massaçalyşyk modeli; B-ýylylyk massaçalyşyk modeli; I-suwuklyk (suw); II-çygly howa; 1-sredalaryň arasyndaky çalyşyk proseslerini bölýän diwarça; 2-suwuklygyň (suwuň) üsti; 3-diwarçanyň üstündäki kondensat plýonkasy;  $t_1$ —suwuklygyň (suwuň) ortaça temperaturasy, °C;  $t_2$ —howanyň temperaturasy.

Soňra Lýuis şeýle çaklama edýär, ýagny howanyň köp wagtyň dowamynda hemişe gaýtalanyp aýlanýan suw bilen galtaşmaklygynda howa  $t_{hw}$  temperaturada doýgun halyna geçär, ýagny  $t_2 = t_w = t_{hw}$  we degişlilikde howanyň çygsaklaýjylygy  $d_2 = d_w = d_{hw}$ . Ýokardakylary göz önünde tutmaklykda deňlemeler (26) we (27) şu aşakdaky görkezilen görnüşde geçerler:

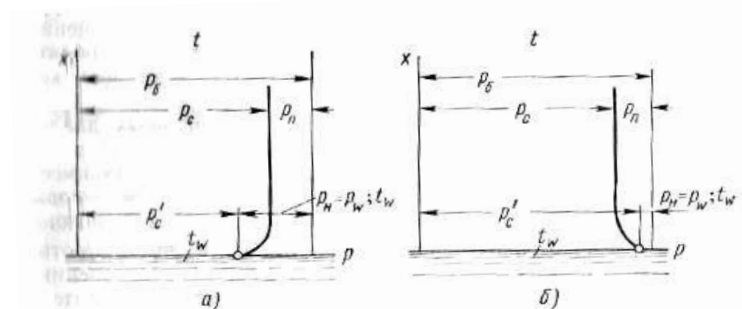
$$d_{hw} - d_w = \frac{\alpha}{\beta_{dr}} (t - t_{hw}); \quad (28)$$

$$d_{hw} - d = \frac{c_p}{r} (t - t_{hw}); \quad (29)$$

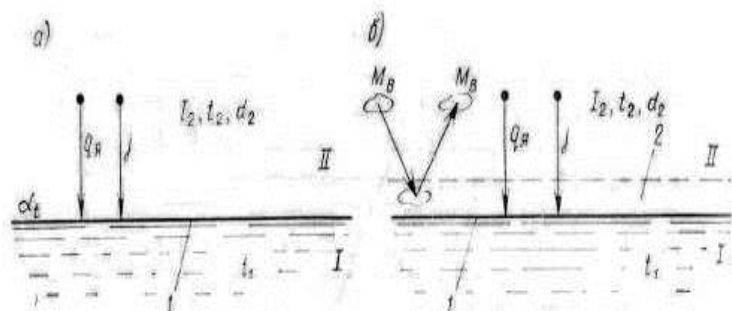
Bu formulalary (6) we (7), deňlemeklik esasynda alynan, ýagny :

$$\frac{\alpha}{\beta_d} = c'_p \quad (30)$$

Soňra ýylylyk we massaçalyşmak koeffisiýentleriniň gatnaşmagynyň hemişeligi baradaky netije, howa bilen suwuň göni galtaşmaklarynda bolup geçýän beýleki proseslere hem ýaýradylypdyr. Emma degişli dürli enjamlarda geçirilen ylmy derňewler, käbir şertlerde 30-njy formuladaky gatnaşygyň galtaşma üstüniň ýylylyk we massaçalyşmak koeffisiýentleriniň ortaça bahalary üçin berjaý edilmeyanligi anyklanypdyr.



3-nji surat. Howa bilen suwuň göni galtaşmaklygynda gury howa we suw buglarynyň parsial basyşlarynyň bugaryş (a) we kondensasiýa (b) düzgünlerinde bölünişi.



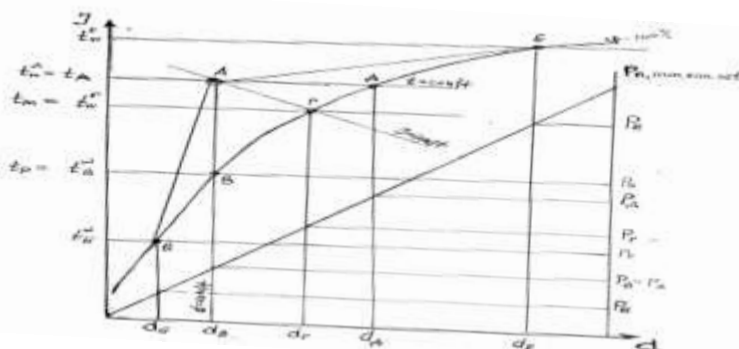
4-nji surat. Howanyň suw bilen galtaşýan halatynda bolup geçýän ýylylyk we massaçalyşgy.

a-Nýutonyň kanuny ulanylýan halatynda. b-Reýnoldysyň kybapdaşlygy ulanylýan halatynda 1-suwuň bugaryş üstüne ýakyn ýerleşen howa gatlagy. 2-howanyň esasy gatlagy.

## 5. Işläp taýýarlanylmalý howa bilen dürli temperaturadaky suwuň galtaşmagynda bolup geçýän howanyň şertleriniň özgermekliginiň mümkin bolan çäkleri

### 5.1. Howanyň dürli temperaturadaky suw bilen galtaşmaklygynda bolup geçýän, ýylylyk-massa çalyşyk prosesleriniň esasy aýratynlyklary

Howa, suw bilen ýylylyk we massaçalyşyk prosesinde dürli özgermelere sezewar bolýar. Howanyň talap edilýän işläp taýýarlamaklyk düzgüni, suwuň deňişli temperaturasyny seçip almaklyk esasynda amala aşyrylýar. Howanyň özgerýän temperaturaly suw bilen galtaşmaklygynda bolup geçýän özara täsirli prosesleri, I-d diagramada howanyň başlangyç şertlerine laýyk nokat bilen,  $\varphi=100\%$  egri çyzygyň üstündäki, temperaturasy suwuň temperaturasyna deň bolan, göni çyzyk bilen şekillendirilýär. Emma, bu proses ideal proseslere deňşlidir. Hakykatdaky proseslerde, ýagny real proseslerde, suwuň howa bilen galtaşmaklygynyň dowamynda suwuň temperaturasynyň biraz özgerýänligi sebäpli ideal prosesden tapawutlanýar.



5-nji surat. Temperaturasy dürli bolan suw bilen galtaşýan halatynda, howanyň şertleriniň özgermekliginiň mümkin bolan çäklerini I-d diagrammada şekillendirmeklik.

Dürli temperaturaly suw bilen galtaşmaklykda, howanyň şertleriniň özgermekliginiň birnäçe häsiýetli ýagdaýlary bolup bilýärler.

## **5.2. Temperaturasy dürli bolan suw bilen galtaşýan halatynda, howanyň şertleriniň özgermekliginiň mümkin bolan çäklerini I-d diagrammada gurmaklyk we prosesleri seljermeklik**

Temperaturasy dürli bolan suw bilen galtaşýan halatynda, howanyň şertleriniň özgermekliginiň mümkin bolan çäkleri 24-nji suratda ABE üçburçlygynyň çäklerinde ýerleşen baş sany şöhle bilen görkezilendir, onuň bir gapdalyny doýgun howany häsiýetlendirýän  $\varphi=100\%$  egri çyzygy düzýär, beýleki iki tarapy bolsa “A” nokatdan  $\varphi=100\%$  egri çyzygyna tarap geçirilen galtaşma çyzyklary (ýagny AB we AE) düzülýärler.

Howanyň dürli temperaturaly suw bilen galtaşmaklygynda bolup geçýän islendik proses bu üçburçlygyň çäklerinde şekillendirilýär. Çünki “A” nokatdan gaýdýan başga hiç bir şöhle üçburçlygyň daşynda  $\varphi=100\%$  egri çyzygy bilen kesişip bilmeýär.

A-B prosesi  $t_w^b < t_p$  bolan halatynda bolup geçýär, bu prosesde howa özüniň ýylylygyny suwa berýär, bu bolsa howanyň sowamaklygyna getirýär we howanyň düzümindäki suw buglarynyň çyga öwrülmegine sebäp bolýar. Howanyň somaklygy we ondaky çygyň bölünip çykmagy (kondensasiýa) temperaturalaryň tapawudy bilen düşündirilýär (sowamak prosesi, ýagny  $t_A > t_6$ ), kondensasiýa prosesi bolsa suw buglarynyň parsial basyşynyň tapawudy bilen düşüdirilýär, ýagny  $P_{\pi}^A > P_{\pi}^6$ .

A-B-prosesi,  $t_w^b = t_p$  bolan halatynda bolup geçýär, ýagny howa ýylylygyny suwa berýär hem-de sowaýar, emma kondensasiýa bolmaýar (gury sowamaklyk). Bu ýerde

massaçalışygyň bolmaýanlygynyň sebäbi  $P_A=P_B$  ýagny  $P_A=P_B=\Delta P=0$ ;

A-Γ-prosesi  $t_r=t_M$  halatynda bolup geçýär; belli bolşy ýaly,  $I=\text{const}$  çyzygy boýunça, bu prosesde howanyň entalpiýasy üýtgemeyär, ýagny  $\Delta I=0$ ;  $P_r>P_A$  (ýa-da  $d_r>d_A$ ) bolany sebäpli suw buglaryny howa özüne siňdirýär we howadaky suw buglarynyň (çygyň) mukdary artýar. Howanyň temperaturasyňyň suwuň temperaturasyndan ýokarylygy sebäpli, howa sowýar (ýagny  $t_A>t_w^r$ ).

Belli bolşy ýaly, entalpiýa (I), şol bir wagtda, temperatura (t) we howadaky çygyň mukdaryna (d) bagly bolýar. Bu proses  $I=\text{const}$  çyzyk boýunça bolup geçýär, munuň sebäbi prosesde d-niň ýokarlanmagy bilen şol bir wagtyň özünde, t-niň peselmekligi (ýagny aýan ýylylygyň peselmekligi-howanyň sowamaklygy) bilen bilelikde bolup geçmeklik bilen biri beýlakisiniň öwezini dolýarlar. Şonuň üçin bu prosesde  $\Delta I=0$  diýip kabul edilýär.

A-Δ-prosesi  $t_w^I=t_A$  bolan halatynda bolup geçýär we bu proses  $t=\text{const}$  ugur boýunça bolup geçýär. Bu prosesde howa hem suw hem temperaturasyňy üýtgetmeýärler. Howa bilen suwuň arasynda ýylylyk çalşygy bolup geçmeýär (ýagny  $\Delta t=0$ ), diňe howanyň izotermiki çyglanmasy bolup geçýär. Bu proses entalpiýanyň we d-niň ýokarlanmagy bilen häsiýetlendirilýär.

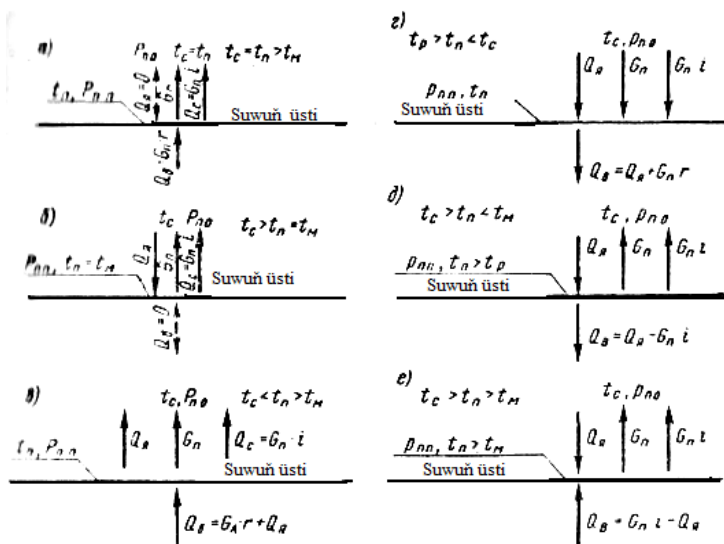
A-E-prosesi  $t_w^E>t_A$  halatynda bolup geçýär. Bu prosesde suw özüniň ýylylygy howa berýär. Bu proses, şeýle hem, şol bir wagtda temperaturanyň, entalpiýanyň we çygsaklaýjylygyň ýokarlanmaklygy bilen häsiýetlendirilýär, ýagny howa gyzyar we çyglanýar.

Howanyň suw bilen gönileýin galtaşmaklygynda şu aşakdaky üç prosesi amala aşyryp bolmaýar:

- howany guraklandyrmak we, şol bir wagtda, gyzdymak;
- $d=\text{const}$  ugur boýunça howany gyzdymak;
- $t=\text{const}$  ugur boýunça howany guraklandyrmak.

Bu prosesler ABE üçburçlygynyň daşynda ýerleşýän çyzyklar bilen şekillendirilýärler. Howany işläp taýýarlamaklyk, bu proseslerde, sorbentleri ulanmaklyk ýa-da aralyk üstli howaçalşyk enjamlaryny ulanmaklyk arkaly ýerine ýetirilýärler.

Howanyň suw bilen gönileýin galtaşmaklygynda bolup geýýän proseslere garalanynda, prosesin ahyrynda  $t=t_w$  we  $\varphi=100\%$  diýip kabul edilýär. Emma hakykatda, işläp taýýarlanylýan howany, doýgun halyna, ýagny  $\varphi=100\%$  ýagdynda ýetirip bolmaýar, we howanyň prosesin ahyryndaky şertleri  $\varphi=100\%$  ululykdan çepräk tarapda (I-d diagrammada) ýerleşýär ýagny (100%-den) pesräk bolýar.



6-njy surat. Ýylylyk we massa akymalarynyň suwuň bugaryş üstüne görä ugurlarynyň shemasy.

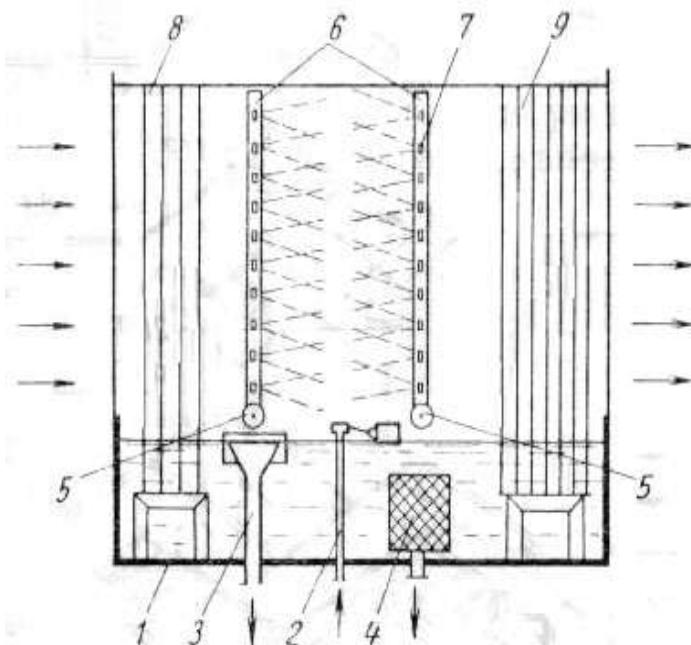
Hakykatda, prosesin ahyrynda, howanyň şertleri, howa bilen galtaşýan suwuň umumy galtaşma meýdanyna we şeýle hem, ýylylyk ( $\alpha$ ) we massaçalşyk ( $\beta$ ) koeffisiýentleriniň ululyklaryna bagly bolýar.

## **6. Howa kondisionirleme ulgamlarynda ulanylýan suw pürküp sepeleýji forsunkaly kameralar**

### **6.1. Kondisioneriň suw pürküp sepeleýji forsunkaly kamerasyňyň gurluşy we konstruktiv aýratynlyklary**

Merkezi howa kondisionirleme ulgamlarynda ýylyň dürli pasyllarynda politropoiki we adiabatiki iş düzgünlerinde howany işläp taýýarlamaklyk üçin, häzirki döwürde suw pürküp sepeleýji forsunkaly kameralar giňişleýin ulanylýarlar. Emma forsunkaly kameralaryň kemçilik taraplary hem ýok däl – forsunkalaryň suw çykaryş deşikleriniň hapadan dolup işlemän durmaklygy, kamerada aýlawly ulanylýan suwda we çygly üstlerde bakteriýalaryň döremekligi we köpelmekligi, sowuklyk üpjünçiligi ulgamyna hapa düşmekligi (suw gaplary, bugardyjylar we turbageçirijiler), seperatorlaryň plastinalarynda hapanyň we süýümlü tozanyň ýygnanmaklygy, kameranyň udel iş göwrümine duşýan ýylylyk ýüklenmesiniň pesligi, kamerany we suw toplaýjy gaplary ornaşdyrmaklyk üçin uly meýdanyň zerurlygy, kameradan howanyň geçiş tizliginiň çäkliligi (takmynan 3,5 m/sek), we başgada ş.m. kemçilikler.

Suw pürküp sepeleýji forsunkaly kameranyň gurluş aýratynlyklaryna we işleýiş prinsipine garalyň:



7-nji surat. Iki hatarly forsunkaly kameranyň prinsipial shemasy.

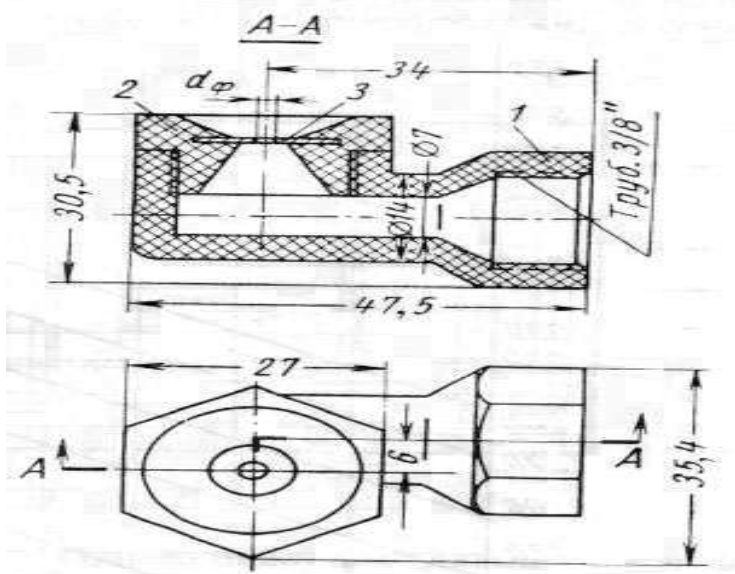
1. Suw toplaýjy gap; 2. Şar şekilli klapan; 3. Suw akdyryjy enjam; 4. Suw üçin süzgüç; 5. Suw paylaýjy turba; 6. Suw geçiriji diregler; 7. Forsunkalar; 8. Howa akymalaryny sazlaýjy enjam; 9. Damjalary saklaýjy enjam (separator).

2.

Kameradan çykýan howany suw damjalaryndan arassalaýan separator.

Suratda görnüşi ýaly forsunkaly kamera kabul ediji seperator–1 bilen abzallaşdyrylan, bu seperator howa bölejilik işini ýerine ýetirýär. Forsunkaly kameranyň esasy iş giňişliginde –2, birnäçe hatar (köpülenç halatda iki hatar farsunkalar) –3, gurnalýarlar. Forsunkalaryň gurnalýşy, kameranyň iş göwrümünde pürkölýän suw damjalarynyň ähli kesimi suw damjalaryndan doldurmaklygyny üpjün etmekden ybaratdyr.

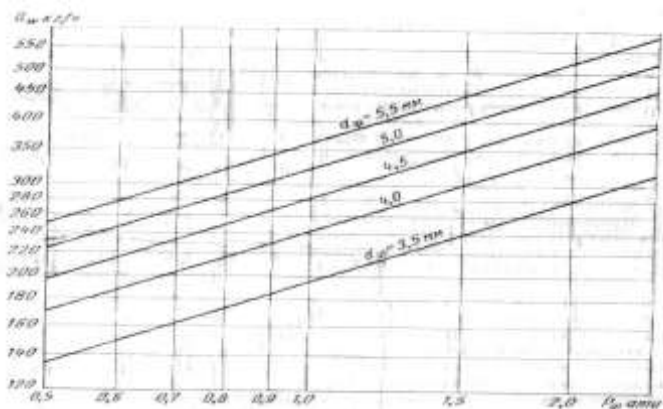




8-nji surat. Tangensial forsunka.

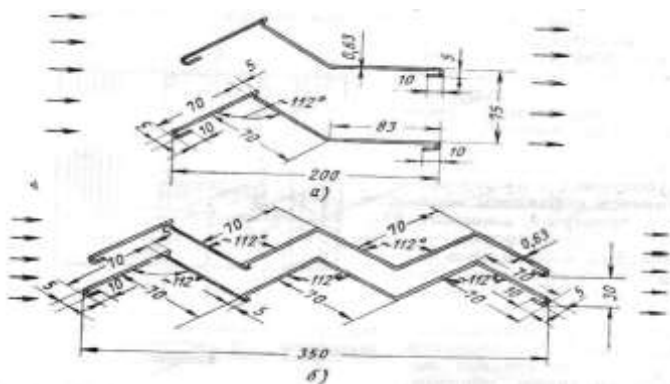
1. Forsunkanyň korpusy. 2. Probka. 3. Suw çykaryjy deşik bilen abzallaşdyrylan latundan ýasalan şaýba.

Iki hatarly forsunkaly kameralarda birinji hatar howanyň geçiş ugry boýunça suwy pürkýär, ikinji hatar geçiş howanyň geçiş ugrunyň tersine suw pürkýär. Üç hatarly forsunkaly kamerada forsunkalaryň birinji hatary suwy howanyň geçiş ugry boýunça pürkýär, ikinji we üçünji hatarlar bolsa suwy howanyň geçiş ugrunyň tersine (garşysyna) pürkýär. Kameralarda adatça forsunkalaryň suw çykaryş deşiginiň diametri 3...3,5mm bolan forsunkalar ulanylýarlar, olaryň hatarda gurnalşynyň dykzlygy  $1 \text{ m}^2$  kesimde 18 ýa-da 24 diýip kabul edilýärler.



9-njy surat. Tangensial forsunkanyň suw çykaryş deşiginiň diametrine we suwuň basyşyna baglylykdaky öndürijiliginiň grafiki.

Forsunkalar seçilip alynanynda şu aşakdaky görkezmelere üns bermeklik maslahat berilýär: eger-de howa adiabatiki çyglyndyrma iş düzgününde işläp taýýarlanylmalý bolsa onda suwy pürkmekligiň inçe usulyny ulanmak zerur bolýar, bu bolsa forsunkalaryň diametri  $d=3\ldots 4$  mm bolanynda üpjün edilýär. Howa politropiki iş düzgününde işläp taýýarlanylýan bolsa onda suwy has uly damjalar görnüşinde pürkmeli bolýar, ýagny forsunkalaryň diametri  $d=4,5\ldots 11$  mm, kähatlarda ondanam ýokary bolanynda talaba laýyk bolýar.



10-njy surat. Tipleýin kese gurnalan forsunkaly kameralarda geçýän howany sazlamaklyk (a) we damja saklaýjy enjamlar (b) üçin plastinkalar.

Forsunkalaryň deşikleriniň dykylmazlygyny üpjün etmeklik üçin, kamerada aýlawly ulanylýan suwy arassalamaly bolýar. Munuň üçin adatça, kameranyň suw ýygnaýan gabynda–5, gözenekli süzgüçler–4, ýa-da gabyň daşynda çüýşe şekilli suwsüzgüçleri gurnalýar. Bu süzgüçde suwy süzmeklik, latundan ýasalan, ölçegleri 0,5....1,25mm bolan gözenekler arkaly amala aşyrylýar. Eger-de howanyň düzüminde süýümlü tozan bar bolsa, onda suwy arassalamaklyk kömür ýa-da owunjak daşdan edilen süzgüç arkaly amala aşyrylýar.

## **6.2. Howa bilen suwuň göni galtaşmagynda bolup geçýän ýylylykçalyşmak prosesiniň esasy deňlemesi**

Howa kondisionirleme ulgamlarynda giňişleýin ulanylýan forsunkaly kameralarda, daşky sreda bilen ýylylykçalyşygy ýok halatynda işläp taýýarlanylýan howanyň, howa berýän ýylylygy bilen suwuň özüne kabul edýän ýylylygynyň mukdarlary deň bolmalydyrlar, ýagny:

$$G(I_1 - I_2) = G_w C(t_{w_2} - t_{w_1}) \quad (31)$$

Bu ýer-da  $G$  – forsunkaly kameradan geçýän howanyň mukdary, kg/sag;  $I_1, I_2$  – howanyň başlangyç we ahyrky entalpiýalary, kJ/kg.g.h,  $G_w$  – howa bilen galtaşýan: suwuň mukdary, kg/sag;  $C$  – suwuň udel massaýylylyk sygymy,  $C=1$  kJ/kg  $^0C$ ;  $t_{w_2}, t_{w_1}$  – suwuň ahyrky we başlangyç temperaturalary,  $^0C$

1. Deňlemäniň iki tarapyny hem  $G$  ululyga bölmeklik esasynda alýarys:

$$I_1 - I_2 = \frac{G_w}{G} (t_{w_2} - t_{w_1}) \quad (32)$$

$\frac{G_w}{G}$  gatnaşygy, suwlandyryş koeffisiýenti diýip

atlandyrylýar we bu ululyk forsunkaly kameradan geçýän 1kg gury howa, pürkülyän suwuň näçe mukdary düşýändigini aňladýar. Eger-de bu gatnaşygy B belgisi bilen belgilesek onda 32-nji deňleme şu görnüşde ýazylar:

$$I_1 - I_2 = B(t_{w_2} - t_{w_1}) \quad (33)$$

Belli bolşy ýaly, howa bilen suwuň aralygynda bolup geçýän ýylylykçalyşygy suw bilen howa gös-göni galtaşdyrylanda, ýa-da, suw daşky üsti tekiz ýa-da gapyrgajykly turbalaryň daşky (gury) üsti bilen galtaşdyrylanda hem bolup geçip bilýär. Işläp taýýarlanylmalý howanyň suw bilen göni galtaşmaklygy has umumy ýagdaý diýip hasaplanylýar, çünki bu ýagdaýda ýylylykçalyşygy hemişe diýen ýaly massaçalyşygy (çyglylykçalyşygy) bilen şol bir wagtyda bolup geçýär. Ikinji garalan ýagdaýda massaçalyşygy diňe howanyň galtaşýan üstüniň temperaturasy howanyň çyg dörediş temperaturasyndan pes halatynda mümkin bolýar.

Aýan ýylylykçalyşmak prosesiniň tapawutly aýratynlygy onuň diňe temperaturalaryň tapawudynyň täsiri esasynda bolup geçýänligidir, ýaşyryn ýylylykçalyşmak bolsa (bugarmaklyk ýa-da kondensasiýa prosesleri netijesinde) gurşaýan howa bilen suwuklygyň üstüniň golaýynda parsial basyşlaryň tapawudy bilen häsiýetlendirilýär.

Umumy ýagdaýda howa bilen suwuň arasynda bolup geçýän doly ýylylykçalyşygy  $1m^2$  galtaşma üstüne deňşli edilip alynanda farsunkaly kameralaryň şertlerinde:

$$Q_{\Pi} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{срп}} \quad (34)$$

Bu ýerde:  $Q_{\Pi}$  – doly ýylylyk mukdary,  $wt/m^2$ ;

$Q_{\text{я}}$  – aýan ýylylyk mukdary,  $wt/m^2$ ;

$Q_{\text{ckp}}$  – ýaşyryn ýylylyk mukdary,  $\text{wt/m}^2$ .

Forsunkaly kamerada ýylylykçalyşmaklyk üç usulda bolup geçýär: konweksiýa, şöhlemenme we kondensiýa usullarynda kamerada howanyň adaty tizligi 2-5 m/sek ýa-da ondanam ýokary; şonuň üçin, hünärmenleriň bellemeklerine görä, ýylylyk şöhlemenmesi usulynda ýylylykçalyşmasynyň ululygy örän ujypsyzdyr, şonuň üçin hasaba alynmaýar. Şunlukda, aýan ýylylyk çalyşmasy diýip, forsunkaly kameralarda, diňe konwektiw ýylylykçalyşmasyna düşünilýär.

Ýaşyryn ýylylykçalyşmasy buga öwürülme ýylylygy bilen kesgitlenilýär we suw buglarynyň parsial basyşlarynyň tapawudy esasynda howanyň çygy özüne siňdirmekligi bilen ýa-da özünden bölüp çykarmaklygy esasynda bolup geçýär.

Konweksiýa usulynda berilýän ýylylyk mukdary şu formula arkaly kesgitlenilýär:

$$Q_{\text{я}} = \alpha_{\text{k}} (t - t_{\text{w}}) F \quad (35)$$

Bu ýerde:

$\alpha_{\text{k}}$  – konwektiw ýylylykçalyşmasy koeffisiýenti,  $\text{wt/m}^2$   
 $^{\circ}\text{C}$

$t$  – howanyň temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{w}}$  – sowadyjy üstüň temperaturasy (suw damjalarynyň ýa-da gaty üstüň),  $^{\circ}\text{C}$

$F$  – ýylylykçalyşma meýdany,  $\text{m}^2$

Howanyň suw bilen galtaşmaklyk prosesinde, adaty barometriki basyşda, bolup geçýän massaçalyşykda alyşylýan çygyň mukdary şu deňleme arkaly kesgitlenilýär.

$$G_{\text{w}} = \beta (P - P_{\text{н}}) F \quad (36)$$

Bu ýerde:

$Q_{\text{я}}$  – howadan suwa berilýän ýylylyk mukdary,  $\text{wt/m}^2$ ;

$\alpha_k$  – konwektiw ýylylykçalyşmasy koeffisiýenti,  $\text{wt/m}^2$   
 $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  – howanyň temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$G_w$  – prosesde alyşylan çygyň mukdary,  $\text{kg}/(\text{m}^2$   
sag);

$t_w$  – suwuň üstüniň temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P$  – howadaky suw buglarynyň parsialn basyşy,  
Pa.

$P_n$  – suwuň golaý ýanyndaky howa gatlagynda suw  
buglarynyň parsial basyşy, Pa.

$\beta$  – massaçalyşyk koeffisiýenti,  $\text{kg}/\text{m}^2\text{sag}$ .

Howanyň düzümindäki suw buglarynyň parsial  
basyşynyň howadaky suw buglarynyň mukdaryna gönüleýin  
baglydygyny göz önünde tutmaklyk esasynda soňraky  
deňlemelerimizde, parsial basyşlaryň tapawudynyň deregine,  
howadaky çygyň mukdarlarynyň tapawudyny ulanmaklyk has  
amatly hasaplanýar.

Forsunkaly kameralaryň adaty temperatura iş  
düzgünlerinde, takmynan kabul edilýär:

ýagny:

$$\frac{P - P_n}{d - d_n} = A = \text{const} \quad (37)$$

Onda: 37-nji deňleme şeýle görnüşde ýazylyp biliner.

$$G_w = \beta^1 (d - d_n) F, \frac{g}{kg \cdot g \cdot h}. \quad (38)$$

Bu ýerde:

$d$  – howanyň esasy massasyndaky, çygyň mukdary;  
 $\text{g}/\text{kg} \cdot \text{g} \cdot \text{h}$ ;

$d_{\pi}$  – suwuň golaý ýanyndaky howa gatlagynda çygyň mukdary, şol bir temperaturada we howanyň suw buglaryndan doýgun ýagdaýynda,  $\frac{g}{kg \cdot g \cdot h}$ ;

$$\beta^1 = \beta \cdot A \quad (39)$$

Suw bilen howanyň arasynda bolup geçýän ýaşyryn ýylylyk mukdary, deňdir.

$$Q_{\text{кр}} = r \cdot G_w = r\beta^1 (d - d_g)F \quad (40)$$

bu formulada:

$r = 597,3 - 0,55 \cdot t_w$  - suwuň bugaryş ýylylygy, kkal/kg;

$t_w$  - suwuň temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  - howanyň temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$ .

Garalýan massaçalşygynda  $t_w > t$  halatynda suw howada bugarýar, eger-de  $t_w < t_p$  bolsa, onda howadaky suw buglary kondensata öwrülýärler we suwuň üstüne düşýärler.  $t_w > t$  halatynda suwdan howa geçýän doly ýylylyk mukdary deňdir:

$$Q_{\pi} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{кр}} = \alpha_k (t_w - t)F + r\beta^1 (d_{\pi} - d)F; \quad (41)$$

$t > t_w$  halatynda howadan suwa geçýän doly ýylylyk mukdary deňdir:

$$Q_{\pi} = Q_{\text{я}} + Q_{\text{кр}} = \alpha_k (t - t_w)F + r\beta^1 (d - d_{\pi})F; \quad (42)$$

42-nji deňleme diňe ýylylyk akymynyň howadan suwa tarap akymy, şertli, položitel diýip hasaplanylsa adalatlydyr; suwdan howa tarap akym bolsa – otrisatel.

42-nji deňleme şu aşakdaky görnüşde ýazylyp biliner

$$Q = \beta' \left[ \frac{\alpha_k}{\beta'} (t - t_w) + (d - d_n) \right] F \quad (43)$$

Howany adiabatiki çyglandyrma prosesleri üçin amerikan alymy Lýuis tarapyndan ýylylyk we massa çalyşyk koeffisiýentleriniň gatnaşygynyň ululygynyň üýtgeşsizligi we bu gatnaşygyň çygly howanyň massa ýylylyksygymyna deňligi barada (ylmy derňewleriň üsti bilen) netije çykarylypdyr, ýagny:

$$\frac{\alpha_k}{\beta'} \approx C = 0,24 + 0,45 d; \quad (44)$$

Soňraky ylmy derňewlerde bu netije howanyň suw bilen gönüleýin galtaşmaklygynda bolup geçýän beýleki proseslerine hem ýaýradylpdyr. Emma kesgitli şertlerde  $\alpha_k/\beta'$  gatnaşygyň ululygy galtaşma üsti boýunça ýylylyk we massaçalyşyk koeffisiýentleriniň ortaça bahalaryna görä berjaý bolmaýar.

r we  $\alpha_k/\beta'$  gatnaşygynyň ululyklary (44) deňlemeden (43) deňlemä goýmaklyk bilen alýarys:

$$Q_n = \beta^1 [0,24t + (597,3 + 0,45 t)d] - [0,24t_w + (597,3 + 0,45 t_w)d_n] - t_w(d - d_n)]F;$$

ýa-da

$$Q_n = \beta^1 [(I - I_w) - t_w(d - d_n)]F \quad (45)$$

Bu formulada:



$I$  we  $I_w$  – degişlilikde, howanyň suw bilen galtaşmasyndan ozalky we suw bilen galtaşanyndan soňraky entalpiýalary, kkal/kg.g.h.

45-nji deňlemedäki  $t_w (d - d_H)$  ululyk bugaran ýa-da kondensirlenilen çygyň entalpiýasyny aňladýar. Bu ululyk ( $I - I_w$ ) ululyk bilen deňeşdirileninde örän ujypsyzdyr (takmynan 0,5%), şonuň üçin hasaba alynmaýar we (45) deňleme

gutarnykly, şu görnüşde ýazylýar:

$$Q_n = \beta^1 (I - I_w) \quad (46)$$

46-njy deňleme howa bilen suwuň galtaşmaklygynda bolup geçýän ýylylykçalşygynyň esasy deňlemesi diýip hasaplanylýar. Emma bu deňleme bolup geçýän ýylylykçalyşmak prosesine diňe mukdar tarapdan baha bermeklige mümkinçilik berýär, çünki bu deňlemäniň üsti bilen suw ulanmak arkaly işläp taýýarlanylýan howanyň entalpiýasyny kesgitlemek bolýar.

## 7. Howasy sowadylmaly otagda ýylylygyň we çygyň bölünip çykyşynyň hasaplamasy

### 7.1. Otagda bölünip çykýan aýan, ýaşyryn we doly ýylylyk mukdarlary

Aýan ýylylygyň bölünip çykyş mukdary boýunça otaglar şu görnüşlere bölünýärler. Bölünip çykýan ýylylygyň mukdary otagyň ýylylyk ýitgilerinden uly bolsa, onda ol artykmaç ýylylyk diýip hasaplanylýar. Aýan ýylylyk diýip otagdaky howanyň temperaturasynyň üýtgemegine täsir edýän ýylylyga aýdylýar. Ýaşyryn ýylylyk diýip otagda adamlaryň (ýa-da oba hojalyk mallarynyň) dem alýan halatlarynda, şeýle hem otagdaky tilsimaty proseslerde, bölünip çykýan suw buglarynyň getirýän ýylylygyna aýdylýar. Ýaşyryn ýylylyk otagdaky howanyň temperaturasyna täsir etmeýär.

Aýan ýylylygyň bölünip çykyş mukdary boýunça otaglar iki görnüşe bölünýärler:

- aýan ýylylygyň az mukdarda bölünip çykýan otaglary,  $q_v < 23 \text{ wt/m}^3$  we ondanam az;

- aýan ýylylygyň köp mukdarda bölünip çykýan otaglary,  $q_v > 23 \text{ wt/m}^3$  ululykdan uly.

Bölünip çykýan ýylylyk iki görnüşe bölünýär:

Aýan we ýaşyryn ýylylyk.

Aýan ýylylyk-konwektiv-şöhlemenme usulynda bölünip çykýan ýylylyk. Ýaşyryn ýylylyk-suw buglarynyň getirýän ýylylygy.

$$q_v = \frac{\Delta Q_{u36}}{V} \quad (47)$$

Bu formulada : V- otagyň göwrümi,  $\text{m}^3$ .

Ýaşayyş we jemgyýetçilik jaýlarynyň otaglarynda bölünip çykýan ýylylyk mukdary esasan şu görnüşlerde bolýar: otagdaky adamlardan bölünip çykýan ýylylyk; germew konstruksiýalaryndan geçýän ýylylyk, gün radiasyndan gelýän ýylylyk, infiltrasiýa sebäpli gelýän ýylylyk, şeýle hem başgada dürli görnüşli ýylylyk (gyzgyn nahardan üsti açyk gyzgyn suwuň üstünden we ş.m.).

Howasy çalşylýan otaglara gelýän ýylylyk bilen bir hatarda, otagda ýylylyk ýitgileri hem bolýar. Otagyň ýylylyk ýitgileri esasan şu görnüşlerde bolýarlar: germew konstruksiýasynyň üstünden ( $t_b > t_H$ ) halatynda; infiltrasiýa esasynda, konstruksiýalara bar bolan deşikleriň üsti bilen (ýylyň sowuk döwri) giren howa; otagda bar bolan çygly üstlerden çygy bugartmaklyk üçin (bugartmaklyk üçin ýylylyk otagyň howasyndan sarp edilýän halatynda).

Wagt birliginde otagda toplanýlýan artykmaç ýylylyk, howa çalyşmak ulgamynyň umumy ýylylyk ýüklenmesi diýip hasaplanýlýar we otagyň ýylylyk balansynyň deňlemesi şu görnüşde ýazylýar:

$$\Delta Q_{uzb} = \Sigma Q_{nocm} - \Sigma Q_{nom}, kkal/sag \quad (48)$$

$\Sigma Q_{nocm}$  -otagda bölünip çykýan ýylylygyň jemlenme mukdary, kkal/sag.

$\Sigma Q_{nom}$  -otagyň ýylylyk ýitgileriniň jemlenme mukdary, kkal/sag.

Örän köp mukdarda ýylylyk bölünip çykýan, örän az ýada çygyň bölünip çykmaýan otaglarynda (ýagny otagdaky şöhle prosesiniň ululygy  $\varepsilon_n > 10000$  kkal/kg bolan halatynda, otagda ýylylyk balansyny we artykmaç ýylylygy diňe aýan ýylylyk esasynda düzmeklik ýeterlikdir. Otaglarda ýylylyk -

we massaçalşyk prosessleri işjeň bolup geçýän halatynda, otagyň ýylylyk balansyny we artykmaç ýylylyk mukdaryny kesgitlemeklik doly ýylylyk boýunça alynyp barylýar, ýagny bölünip çykýan ýaşyryn ýylylygy hem hasaba almaklyk esasynda.

Howa çalyşmak ulgamlarynyň taslamalarynda ýylylyk balansy üç hasaplama döwürleri üçin düzülýär, ýagny tomus, sepgit we gyş döwürleri üçin.

Şunlukda, her bir hasaplama döwründe ýylylygyň gelmekliginiň we ýitgileriniň hakykatda şol bir wagtda, bilelikde gelýän we ýitýän görnüşleri hasaba alynýarlar.

## 7.2. Otagda adamlardan bölünip çykýan ýylylygyň we çygyň mukdary

Otagda adamlardan bölünip çykýan doly ýylylyk ( $Q_n^n$ ) iki bölekden düzülýär: aýan şöhlelenme-konwektiv ýylylyk ( $Q_n^a$ ) we otagdaky bar bolan üstlerden bölünip çykýan we adamyň öýkeninden çykýan ýaşyryn ýylylyk ( $Q_n^c$ ).  $Q_n^a$  we  $Q_n^c$  ululyklaryň arasyndaky baglanyşyk adamlaryň otagda ýerine ýetirýän fiziki ýüklenmesine we otagdaky howanyň temperaturasyna bagly bolýar.

Adamlaryň bölüp çykarýan ýylylyk mukdary şu formula bilen kesgitlenilýär:

$$Q_n^n = q_u^n \cdot n_n, \quad kkal/sag \quad (49)$$

bu ýerde

$q_u^n$  -otagda bir adamyň bölüp çykarýan doly ýylylyk mukdary, kkal/sag (san bahasy aşakda görkezilen tablisada berilýär).

$n_{\text{л}}$  -otagdaky adamlaryň sany.

Otagda bölünip çykýan çygyň mukdary az bolsa, onda bölünip çykýan ýylylyk mukdaryny kesgitlemekligi aýan ýylylyk esasynda alyp barmaklyk amatly hasaplanylýar:

$$Q_{\text{л}}^{\text{я}} = q_{\text{ч}}^{\text{я}} \cdot n_{\text{л}}, \quad \text{kkal/sag} \quad (50)$$

$q_{\text{ч}}^{\text{я}}$  -otagyň içinde bir adamyň bölüp çykarýan aýan ýylylyk mukdary, kkal/sag (san bahalary aşakda görkezilen tablisada berilýärler).

1-nji tablisa

Adamyň, ýerine ýetirýän işiniň häsiýetine görä,  
bölüp çykarýan ýylylyk mukdary.

Işň häsiýeti	Ýylylygyň bölünişi				
	Aýan		Ýaşyryn		Doly ýylylyk
	kdj	kkal/s	kdj	kkal/s	kkal/s
Agyr iş	630	150	630	150	250
Orta agyrlyk iş	525	125	420	100	180
Ýeňil iş	420	100	315	75	135
Akyl zähmeti	294	70	230	55	125
Dynç ýagdaýda (kino, teatrlarda we ş.m.)	252	60	168	40	125

Otagda adamlaryň bölüp çykarýan çygynyň mukdaryny kesgitlemeklik. Otagda adamlaryň bölüp çykarýan çygynyň

mukdary  $W_{\text{л}}$ , kg/sag hasabynda, şu formula arkaly kesgitlenilýär:

$$W_{\text{л}} = 0,001 \cdot W_{\text{ad}} \cdot n_{\text{л}} \quad (51)$$

Bu formulada:

$W_{\text{ad}}$ -otagda bir adamyň bölüp çykarýan çygynyň mukdary, aşakda berilen

tablisa esasynda adamyň ýerine ýetirýän işiniň görnüşine we otagdaky

howanyň temperaturasyna baglylykda kabul edilýär;

$n_{\text{л}}$  -otagdaky adamlaryň sany.

2-nji tablisa

Adamyň, ýerine ýetirýän işiniň häsiýetine görä, bölüp çykarýan çygynyň mukdary ( $W_{\text{ad}}$ ).

Işin häsiýeti	Howanyň temperaturasy °C halatynda, çygyň mukdary, g/sag				
	15°	20°	25°	30°	35°
Agyr iş	185	240	300	355	415
Orta agyrylyk iş	110	140	185	230	280
Ýeňil iş	55	75	115	150	200
Dynç ýagdaýda (kino, teatrlarda we ş.m.)	40	50	70	80	115

Hasaplamalarda otagyň içindäki adamlaryň dürli fiziki ýüklenmede bolan halatlarynda ýa-da çagalaryň we zenanlaryň bolmaklygy, mümkin boldugyça hasaba alynýar. Adatça tablisalarda bir erkek adamyň ortaça ýylylyk we çyg bölüp çykaryşy berilýär (zenanlar bu ýylylygyň 85%-tini, çagalar bolsa ortaça 75%-ni bölüp çykarýar diýip hasaplanylýar).

### **7.3. Germew konstruksiýalarynyň üsti bilen gelyän we olaryň üstünden ýitýän ýylylyk mukdaryny kesgitlemeklik**

Germew konstruksiýasynyň materiallarynyň ýylylyk geçirijiligi sebäpli we otagyň içki howasynyň hem-de daşky howanyň temperaturalarynyň tapawudy esasynda, otagyň içki howasy bilen daşky gurşawyň arasynda hemişe ýylylyk çalşygy bolup geçýär. Bu prosess ýylylyk akymynyň ugruna görä otagyň howasyny ýa sowadýar ýa-da ýyladýar.

Otaga girýän ýa-da çykýan ýylylyk mukdary, şu umumy formula esasynda kesgitlenýär:

$$Q_{orp} = \pm \Sigma kF(t_b - t_H) \quad wt \quad (52)$$

bu ýerde

K - germew konstruksiýasynyň ýylylyk geçirmeklik koeffisiýenti,

kkal/m<sup>2</sup> sag °C; F - üstünden ýylylyk akymlyry geçýän üstüň meýdany, m<sup>2</sup>;

t<sub>b</sub> we t<sub>H</sub> - degişlilikde, otagyň howasynyň we daşky howanyň hasaplama temperaturalary, °C;

Eger-de t<sub>b</sub> > t<sub>H</sub> bolsa, onda ýylylyk ýitgileri kesgitlenilýär;

t<sub>b</sub> < t<sub>H</sub> bolsa, onda ýylylygyň gelişiniň mukdary kesgitlenilýär.

Tüýnüksiz jaýlaryň üçeginiň örtgüsinden tomus döwri geçýän ýylylyk mukdarynyň hasaplamasynda üçegin howasynyň, gün şöhleleriniň täsiri esasynda, daşky howa bilen deňeşdirileninde has ýokarydygyny hasaba almaly bolýar. Hünärmenleriň geçiren ylmy barlaglary üçekdäki howanyň temperaturasynyň, tomus döwründe, daşky howa görä 5 °C ýokary kabul edilmelidigini görkezýär. Merkezi Aziýa ýurtlarynyň howa şertlerinde üçegin howasynyň temperaturasy:

polatdan edilen basyrgy üçin 45 °C , eternitden edilen basyrgy üçin 35 °C kabul edilýär.

Üçeğiň basyrgysyndan geçýän ýylylyk mukdary ýokarda berilen formula esasynda  $t_H = t_{\text{reg}}$  diýip kabul etmeklik esasynda kesgitlenilýär.

Howa çalyşmak boýunça ýylylyk taslamalarynda, ýylyň sowuk döwri, otaglaryň ýylylyk ýitgilerini kesgitlemeklik şu aşakdaky, jaýlaryň umumylaşdyrylan görkezijileri ulanylýan, formula esasynda kesgitlenilip biliner:

$$Q_{\text{orp}} = q_o b \cdot V_{\text{nom}} (t_b - t_H) a; \quad (53)$$

bu ýerde:

$q_o$  - jaýyň udel ýylylyk häsiýetnamasy,  $\text{kdj/m}^3$  sag °C, bu ululyk jaýyň

ulanylyş maksadyna we onuň göwrümine baglylykda okuw edebiýatynda berilýär.

$V_{\text{nom}}$  - otagyň göwrümi,  $\text{m}^3$ .

$a$  - temperaturalaryň tapawudynyň täsirini hasaba alýan koeffisiýent, şu aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:

$$a = 0,54 + \frac{22}{t_b - t_H} \quad (54)$$

$b$  - hasaplamasy ýerine ýetirilýän otagyň jaýyň meýilnamasynda ýerleşiş ýagdaýyny we haýsy gatda ýerleşýänini hasaba alýan düzediş koeffisiýenti, bu ululyk deňdir:

1,1; 0,8; 1,3 - jaýyň ortarakda ýerleşen otaglary üçin (degişlilikde aşakky, orta we ýokarky gatlary üçin);

1,9; 1,5; 2,2 - jaýyň burçlarynda ýerleşýän otaglary üçin (degişlilikde aşakky, orta we ýokarky gatlary üçin);

0,9; 1,5 - birgatlý jaýlaryň degişlilikde ortaky we burçda ýerleşen otaglary üçin);



#### 7.4. Gün radiasiýasyndan gelyän ýylylyk mukdaryny kesgitlemeklik

Otaga gün radiasiýasyndan gelyän ýylylyk mukdaryny ( $Q_{\text{pag}}$ ) ýylylyk balansynda tomus döwri üçin daşarky howanyň temperaturasy  $t_H \geq 10^\circ\text{C}$  halatynda hasaba alýarlar. Ýylylyk otaga jaýyň basyrmasyndan ( $Q_{\text{pag}}^n$ ) we aýnalan üstlerinden ( $Q_{\text{pag}}^{\text{ocm}}$ ) geçýär. Diwarlaryň üstünden geçýän ýylylygyň mukdarynyň örän azlygy sebäpli hasaba alynmaýar.

Şunlukda, otaga gün radiasiýasyndan gelyän ýylylyk mukdary  $Q_{\text{pag}}$ , kkal/sag şu aşakdaky formula esasynda kesgitlenilýär:

$$Q_{\text{pag}} = Q_{\text{pad}}^n + Q_{\text{pad}}^{\text{ocm}} = F_n \cdot q_n \cdot k_n + F_{\text{ocm}} \cdot q_{\text{ocm}} \cdot A_{\text{ocm}} \cdot \psi \quad (55)$$

bu ýerde:

$F_n, F_{\text{oct}}$  – degişlilikde, otagyň basyrmasyň we aýnalan üstüniň hasaplama meýdany,  $\text{m}^2$ ;

$q_n$  we  $q_{\text{oct}}$  - degişlilikde, basyrmadam we aýnalan üstleriň  $1 \text{ m}^2$  meýdanyndan otaga gün radiasiýasy esasynda gelyän ýylylyk mukdary, kkal/  $\text{m}^2$  sag;

$K_n$  - ölçeg birligi bolmadyk, san bahasy basyrmanyň ýylylyk geçirmeklik koeffisiýentine deň bolan koeffisiýent.

$A_{\text{oct}}$  - aýnalan üstüň konstruktiv görnüşine bagly bolan, ölçeg-birligi bolmadyk, koeffiýent:

- bir ramada ikigatly aýnalan konstruksiýada  $A_{\text{oct}} = 1,15$ ;

- birgatly aýnalan konstruksiýada  $A_{\text{oct}} = 1,45$ ;

$\Psi$ -aýnalaryň arassalygyny, ştoryň barlygyny we ş.m. şertleri hasaba alýan

düzediş koeffisiýenti. San bahasy okuw edebiýatynda berilýär.

Otaga gün radiasyndan gelyän ýylylyk mukdaryny,  $Q_{\text{pag}}$ , hasaplamaklyk üçin zerur bolan maglumatlar aşakdaky tablisalarda berilýärler:

3-nji tablisa  
q<sub>oct</sub> ululygyn san bahalary.

Dikleýin gurnalan, aýnalan üstler	Geografiki ugurlar we giňişlikler															
	Günorta				Günorda- gündogar we günorta- günbatar				Günorta we günbatar				Demirgazyk- gündogar we demirgazyk-günbatar			
	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°	35°	45°	55°	65°
Ilki gat aýnalan agaçdan çarçuwalar	110	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Ilki gat aýnalan demirden çarçuwalar	140	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	80
Agaçdan çarçuwaly, ikika aýnalan tüýnik	120	145	145	150	100	125	150	150	145	145	160	160	75	75	75	70
Demirden çarçuwaly, ikika aýnalan tüýnik	130	160	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	80

4-nji tablisa

A <sub>oçt</sub> koeffisiýenti san bahalary	
Aýnalanyşyň häsiýetnamasy	A <sub>oçt</sub>
Agaçdan ýa-da metaldan edilen zamanda ikigat aýnalamak	1,15
Birgatly aýnalamak	1,45
Penjireleriň aýnasyna hek çalyňda	0,6
Ak reňk çalyňan aýnalarda	0,4
Açyk penjiräniň daşky ştory bolanda	0,33

5-nji tablisa

q <sub>n</sub> koeffisiýentiň üçeksiz örtgi üçin san bahalary	
Geografiki giňişlik, grad	q <sub>n</sub>
35	20
45	18
55	15
65	12

K<sub>пер</sub> koeffisiýentiň san bahalary.

6-njy tablisa

Jaýlaryň görnüşli	Hasaplama temperaturasy, °C		
	-20	-30	-40
Jemgyýetçilik we kömekçi jaýlar	1	0,7	0,65
Önümçilik jaýlary	1,1	0,8	0,75

Otaga gün radiasyndan gelýän ýylylyk mukdarynyň hasaplamasy iki wariantda ýerine ýetirilýär. Hasaplama, wariantlaryň haýsynda gelýän ýylylyk mukdary köp bolsa şol esas hökmünde alynýar.

Wariantlaryň birinjisinde otagyň diwarlaryň birinde bar bolan aýnalan üstlerden, hem-de otagyň basyrgysyndan we aýnalan tüýnüginden (eger tüýnük bar bolsa) gelýän ýylylyk mukdarlarynyň jemi alynýar.

7-nji tablisa

Penjiräniň aýnalarynyň arassalygyny, zanaweskanyň (ştoryň) täsirini hasaba alýan koeffisiýent ( $\Psi$ )

Penjiräniň ulanylyş ýagdaýy.	$\Psi$
Aýnanyň adaty hasaplanyşy.....	0,8
Güýçli hasaplanyşy (örän hapa).....	0,7
Hek çalyňan aýnalar üçin.....	0,6
Ak reňkli aýna üçin.....	0,4
Ştor, penjiräniň daş ýüzünde gurulýan halatynda..	0,25

Ikinji wariantda özara perpendikulýar bolan iki diwaryň aýnalan üstlerinden gelýän ýylylyk 0,7 koeffisiýente köpeltmeklik esasynda, hem-de otagyň basyrmasyndan we tüýnüginden gelýän ýylylyk mukdarlarynyň jemi alynýar.

### 7.5. Otaga emeli ýşyklandyryşdan gelýän ýylylyk mukdary

Otaga, emeli ýşyklandyryşdan gelýän ýylylyk mukdary  $Q_{OCB}$ , kkal/sag, ýşykdylandyryşyň hakykatdaky ýa-da taslamadaky kuwwaty  $N_{OCB}$  esasynda kesgitlenilýär:

$$Q_{OCB} = 860 \cdot N_{OCB} \quad (56)$$

Haçanda bu maglumatlar ýok bolsa, onda otagyň talap edilýän ýşyklandyrylyş derejesiniň  $E$ ,  $lk$ , lampalaryň udel

ýylylyk bölüp çykaryşyna,  $q_{\text{OCB}}$ , kkal/m<sup>2</sup>·sag·lk, köpeltmeklik esasynda kesgitlenilýär:

$$Q_{\text{OCB}} = E F_{\text{пл}} \cdot q_{\text{OCB}} \cdot \eta_{\text{OCB}} \quad (57)$$

bu ýerde:

$F_{\text{пл}}$  – otagyň polunyň meýdany, m<sup>2</sup>;

$q_{\text{OCB}}$  - emeli ýşyklandyryş lampalarynyň udel ýylylyk bölüp çykaryşy, kkal/m<sup>2</sup> sag·lk.

$\eta_{\text{OCB}}$  - ýşyklandyryş gurallaryndan otagyň hyzmat edilýän zolagyna gelýän ýylylyk energiýasynyň mukdaryny hasaba alýan koeffisiýent:

ýokarda gurnalan adaty lampalar üçin  $\eta_{\text{OCB}}=0,8$ .

Ýerli ýşyklandyryşda (mysal üçin, okalga zalynyň stolyň üstünde gurnalýan lampalarynda we ş.m.)  $\eta_{\text{OCB}}=1,0$ ;

Lýuminessent lampalary ulanyp ýokardan ýşyklandyrylanynda  $\eta_{\text{OCB}} = 0,6$  we ýerli ýşyklandyrmada  $\eta_{\text{OCB}} = 0,9$ ;

Hasaplamany ýerine ýetirmeklik üçin maglumatlar okuw edebiýatynda berilýärler.

*Bellik:*

1. Ýylyň tomus we geçiş (sepgit) döwürleri emeli ýşyklandyryşdan gelýän ýylylyk, adatça, hasaba alynmaýar. Emma penjireleri bolmadyk otaglarda, dükanlaryň söwda zallarynda we iş düzgüni agşamky we gijeki bolan edara jaýlarynyň otaglarynda hasaba almak bolýar.

2. Emeli ýşyklandyryşyň ýylylygynyň belli bir bölegini ýylyň tomus we sepgit döwürleri, gys döwri bilen deňeşdirileninde 0,3 we 0,5 koeffisiýentleri ulanmaklykda tomaşalar zallarynda, foýýellerde we başgada ş.m. otaglarda, ýagny ýşyklandyryş gurallarynyň belli bir bölegi gündiz hem işledilýän halatynda ulanylyp biliner.

8-nji tablisa

Otagda talap edilýän ýşyklandyrylyşyň ululyklary E,  $\ell$ k:

Otaglaryň atlary.	Otagda iň pes ygtyýar edilýän Ýagtylandyryş E, $\ell$ k.	
	Lýuminessent lampalar ulanylanda	Adaty lampalar ulanylanda.
Okuw otaglary, auditoriýalar, tejribe otaglary, synp otaglary	300	150
Dabaralar zallary	200	100
Gimnastika zallary	200	100
Dynç alyş otaglary	75	30
Naharhana zallary w.ş.m.	200	100

9-njy tablisa

Emeli ýşyklandyryş lampalaryndan udel ýylylyk bölünip  
çykması  $q_{\text{ocb}}$ , kkal/m<sup>2</sup>·sag·lk:

Yşyklandyryş gurluşygynyň görnüşleri	Lampalaryň görnüş-i	F, 50m2 çenli		F, 50-den 200m2 çemli		F, 200m2 – den ýokary	
Otagyň beýikligi							
Otaga göni düşýän, (aşaklygyn a yşyk akymynyň 90-100% -ti düşýär.)	Lýumines-sent lampalar adaty lampalar	3,6m çenli	3,6m-den ýokary	3,6m çenli	3,6m-den ýokary	4,2m çenli	4,2m-den ýokary
		0,066	0,088	0,05	0,063	0,048	0,058
		0,180	0,24	0,14	0,17	0,13	0,16
Essan gönüdüşýän, aşaklygyna (60-90% ýagtylyk akymy düşýär).	Lýumines-sent lampalar adaty lampalar	0,087	0,105	0,068	0,075	0,061	0,071
		0,215	0,29	0,17	0,205	0,17	0,195
Diffuzion yşyk aşaklygyna (40-60% ýagtylyk akymy gaýdýar).	Lýumines-sent lampalar	0,1	0,143	0,0 68	0,088	0,066	0,081

*Bellik:* F – otagyň polunyň meýdany, m<sup>2</sup>.

## 7.6. Otagda kömürturşy gazy barada

Otaga berilmeli howa mukdaryny kesgitlemeklik üçin kömürturşy gazynyň daşarky we içerki howadaky konsentrasiýalarynyň hasaplama ululyklaryny kabul etmeli.

Kömürturşy gazynyň (CO<sub>2</sub>) daşky howadaky konsentrasiýalary:

Uly şäherlerde (1 mln-dan ýokary ilaty bolan).....0,75 g/kg

Kiçi şäherlerde.....0,57 g/kg

Oba ýerlerinde.....0,50 g/kg

Otagyň içki howasynda kömürturşy gazynyň (CO<sub>2</sub>) ygtyýar edilýän konsentrasiýalary:

Kesel bejeriş we çagalar edaralarynda.....1 g/kg

Tomaşa, dabaralar, bedenterbiýe zallarynda we ş.m. köp adamlaryň ýygnanýan otaglarynda.....1,5 g/kg

adamlaryň az wagtlyk bolýan otaglarynda (söwda merkezleriniň zallary, kinoteatrlar).....2 g/kg

Howa çalyşmak ulgamlarynda:

Howa çykaryş ulgamlarynyň howageçirijileriniň we kanallarynyň, tebigy howa çalşygy ulgamlary üçin gurluşyk normalarynda şu aşakdaky hasaplama şertleri kabul edilen: daşky howanyň temperaturasy  $t_H = +5$  °C howanyň

hereket tizligi  $\nu_H = O \frac{m}{sek}$  halatynda; hasaplama düzgüni-

otagda penjireleriň açyk ýagdaýynda we otagyň howasynyň hasaplama şertleriniň gys döwri üçin umumyhowaçalşyk ulgamy üçin.

10-njy tablisa

Adamlaryň kömürturşy gazyny (CO<sub>2</sub>) bölüp çykaryş  
mukdary

Adamlaryň ýaşı we ýerine ýetirilýän işiniň häsiýeti	Göwrüm ölçeginde CO <sub>2</sub> , l/sag	Massa ölçeginde CO <sub>2</sub> , gr/sag
Adamlar, aşakdaky işleri ýerine ýetirýän halatynda		
- akyl zähmetinde ýa-da dynç alyş halatynda)	23	45
- ýeňil fiziki zähmetde	30	60
- agyr zähmetde	45	90
12 ýaşa çenli çagalar	12	24

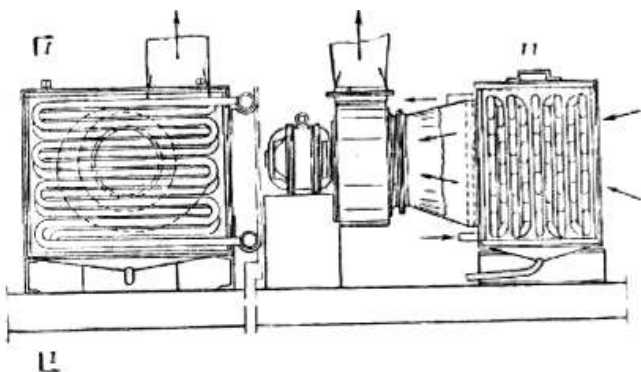


## 8. Howa sowadyş ulgamlarynda ulanylýan howasowadyjy enjamlaryň käbir görnüşleri

### 8.1. Tekizüstli howasowadyjylar

Tekiz üstli turbalardan ýygynan howasowadyjylar adatça, başlangyç otnositel çyglylygy ýokary bolan howany sowatmaklyk we guraklandyrmak maksatlary üçin ulanylýarlar. Bu gşrnüşli howasowadyjy enjamlar, olaryň gabarasynyň ululygy we köp mukdarda turbalaryň harçlanýanlygy sebäpli, gapyrgajykly sowadyjy enjamlar bilen deňeşdirileninde, seýrek ulanylýarlar.

11-njy suratda tekizüstli turbalarda ýygynalýan howasowadyjy enjam şekillendirilen, enjam daşky metaldan ýasalan gabygyň içinde ornaşdyrylan egreldilen turbalardan ybarat bolup, turbalaryň içinden sowuklykgöteriji – sowadylan suw geçirilýär. Enjamyň daşky gabygyň aşagynda, kondensaty çykarmaklyk üçin turbajyk bilen abzallaşdyrylan, suwtoplaýjy gap ýerleşdirilen. Sowadylmaly howa, sowadyjynyň üstünden merkezdendaşlaşýan wentilýator arkaly geçirilýär. Sowadylýan howanyň hereketiniň ugry we sowuklykgöterijiniň hereketiniň ugry suratda strelkalar arkaly görkezilen.



11-nji surat. Tekizüstli turbalardan ýygynalan, aralyk üstli howasowadyjy enjam.

Tekizüstli turbalardan ýygňalan howasowadyjylaryň hasaplamasy, howany sowatmaklyk we guraklandyrmak prosesi I-d diagrammada gurulanyndan soňra ýerine ýetirilýär.

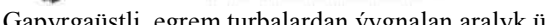
## 8.2. Gapyrgaüstli howasowadyjylar

Howa kondisionirleme tehnikasynda tekizüstli turbalardan ýygňanan aralyk üstli howasowadyjylar bilen bir hatarda, daşky gapyrgalanan turbalardan ýygňalan, aralyk üstli giňişleýin ulanylýarlar. Bu görnüşli howasowadyjylar ýylylykçalyşyk enjamy hökmünde ýokary jebisligi eýedirler we tekizüstli turbalardan ýygňalan aralyk üstli howasowadyjylar bilen deňeşdirileninde, turbalaryň sarp edilişiniň pesligi bilen tapawutlanýarlar.

12-njy suratda gapyrga üstli turbalardan ýygňalan, aralyk üstli howasowadyjy şekillendirilen. Suratda görnüşi ýaly, enjam merkezdendaşlaşýan wentilýatordan, elektrikhereketlendirijilerden, gapyrga üstli egrem turbalardan ybarat bolup, ählisi daşky gabygyň içinde ornaşdyrylýar. Howasowadyjy enjamyň aşaky böleginde, aşak düşýän kondensaty ýygňamaklyk üçin, suw çykaryş turbajygy bilen abzallaşdyrylan, ýygnaýjy gap ýerleşdirilen.

Howasowadyjy enjamyň sowadyş giňişliginden geçýän howanyň tizligini, kondensatyň çykmazlygy üçin, 6 m/sek ululykdan ýokary kabul etmeklik maslahat berilmeýär.

Eger-de howasowadyjy enjamyň sowadyjy üstüniň temperaturasy 0°-dan pes bolsa, onda howadan bölünip aýrylýan çyg onuň üstünde gyraw görnüşinde doňýar. Şunlukda turbalaryň daşynda emele gelýän “gap possyny” howanyň geçmekligi üçin giňişligini azaldýanlygy sebäpli ýylylykçalyşma proseslerini kynlaşdyrýar. Şu ýagdaýyň bolmazlygy üçin, “gar possuny” dörän ýagdaýynda turbalary ýylatmaklyk çäreleri geçirilýär, ýagny kondisioneriň defrostasiýasy amala aşyrylýar. Emma, köplenç halatlarda,



### 8.3. Suwlandyrylýan gatlakly, howasowadyjylar

Bu görnüşdäki howasowadyjylar (9-njy surat), daşky göniburçly kesimdäki kameranyň içinde, metaldan edilen gözenegiň üstünde erkin dökülen, üstünden suwlandyrylýan, ölçegleri  $25 \times 25 \times 3$  mm bolan Raşigiň halkajyklaryndan emele getirilen, iş gatlagyndan düzülýärler. Kamerada metaldan edilen gözenegiň üstüne erkin dökülen halkajyklaryň iş gatlagynyň, sowadylmaly howanyň geçmekligi üçin “açyk” kesimi 85 % bolup, howanyň geçmekligi üçin iş gatlagynda öwrümlü ýol emele getirýär. Metaldan edilen gözenegiň üstünde halkajyklardan emele getirilen iş gatlagynyň ýokary ýanynda, sowadylan suw bilen üpjün etmeklik üçin suwlandyryş enjamlary gurnalýarlar. Suwlandyryş enjamlarynyň ýokary ýanynda bolsa suw damjalaryny saklaýjy halkalar gatlagy ornaşdyrylýar.

Iş gatlagynyň aşakky ýanyndan gelýän sowadylmaly howa, üsti sowadylan suw bilen suwlandyrylýan iş gatlagyndaky halkajyklaryň üsti bilen galtaşmaklykda, soňra bolsa onuň ýokarsyndan gelýän sowuk suw damjalary bilen galtaşmaklykda işläp taýýarlanylýar. Howanyň hereketi wentilýator arkaly amala aşyrylýar we iş gatlagyny suwlandyryýan suw damjalarynyň ugruna görä garşylyklaýyn bolup geçýär. İşläp taýýarlanylýan howa, berilen şertlerde, ýörüte deşik boýunça enjamdan çykarylýar.

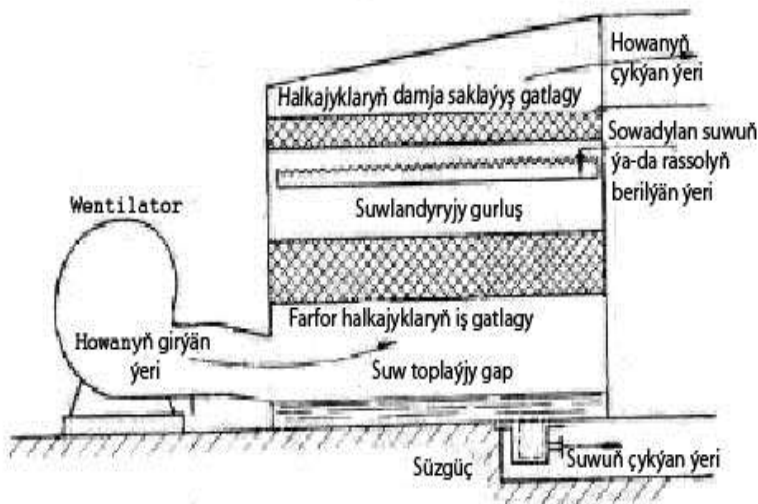
Ulanylýan suw ýylaýar, aşakdaky suw ýygnaýjy gaba düşýär we suw süzgüjiniň üstünden geçip, suwuň aýlawly hereketini üpjün edýän nasos arkaly suwlandyryş enjamlaryna (forsunkalara) berilýär. Ulanylan suw, aşakdaky suw ýygnaýjy gapda, içinden sowadyş desgasyndan gelýän sowadyjy agent geçýän egrem turbalar arkaly sowadylyp bilinýär.

Enjamyň suw damjalaryny saklaýjy gatlagynyň galyňlygy:

gözenek deşikli turbalar boýunça suwlandyrylanynda 100...120 mm;

forsunkalar bilen suwlandyrlanynda 200 mm kabul edilýär.

Iş gatlagynda işläp taýýarlanylýan howanyň geçmekligine bolan garşylygyň ýokarylygy sebäpli, onuň tizligi 0,8...1,2 m/sek çäklerinde kabul edilýär.



14-nji surat. Suwlandyrylýan gatlakly, howasowadyjy enjam.

Suwlandyrylan, sowadyş iş gatlagynda metaldan ýa-da farfrodan ýasalan, ölçegleri  $25 \times 25 \times 3$  mm bolan öýjükli, erkin goýulan halkajyklar ulanylýarlar.

Enjamyň 1 m<sup>3</sup> göwrümünde takmynan 50.000 sanysy ýerleşen we olaryň döredýän umumy galtaşma iş meýdany 220 m<sup>2</sup> barabar bolýar.

## **9. Adibatiki çyglandyrma iş düzgüninde howa bilen suwuň arasynda bolup geçýän ýylylyk-massaçalşyk prosessleri. Psihrometriň teoriýasy**

### **9.1.Howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlemeklik üçin ulanylýan esasy gurallar we olaryň gurluş aýratynlyklary**

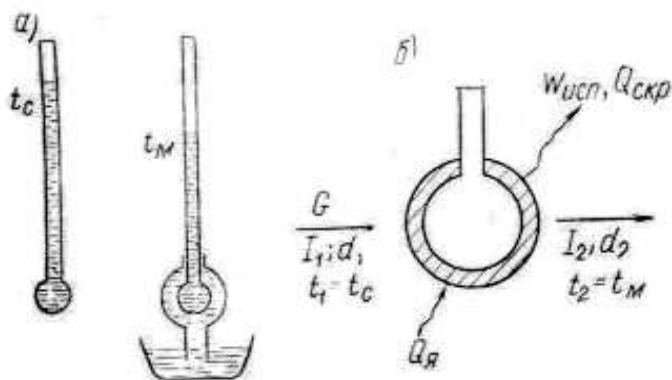
Howanyň otnositel çyglylygyny ölçemeklik üçin adatça psihrometr diýlip atlandyrylýan gural ulanylýar. Ol iki sany birmenşeş termometr bilen abzallaşdyrylýar.

Bu termometrleriň biri howanyň temperaturasyny ölçemeklik üçin ulanylýar, we gury termometr diýlip atlandyrylýar.

Onuň görkezýän ululygy bolsa-howanyň gury termometr boýunça temperaturasy diýlip, kabul edilýär. Beýleki termometr bolsa, howanyň çygly termometr boýunça temperaturany ölçemek üçin hyzmat edýär, onuň içi simaplyja gaby ýukajyk nah mata bölejigi bilen dolanylýar. Bu matajygyň aşaky ujy bolsa, guralyň gurluşynda bar bolan uly bolmadyk içi suwly gaba girizilýär. Matajygyň çygy özüne siňdirmekligi netijesinde çyg ýokary galýar we matajygyň ähli meýdanyny ölleýär.

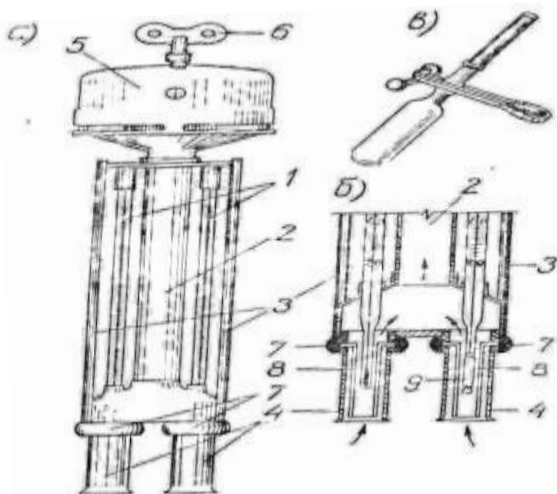
Ölçepler geçirilen halatynda, çygly termometriň çygly mata bilen dolanan üstüniň meýdanyndan çygyň bugarýanlygy göz önünde tutulýar.

Suwuň bugarmaklygy çygly termometriň çyg meýdanynyň daşky üstüniň golaýyndaky doýgun howadaky suw buglarynyň parsial basyşynyň we gurşap alýan doýgun däl howadaky suw buglarynyň basyşynyň tapawudy bilen düşündirilýär.



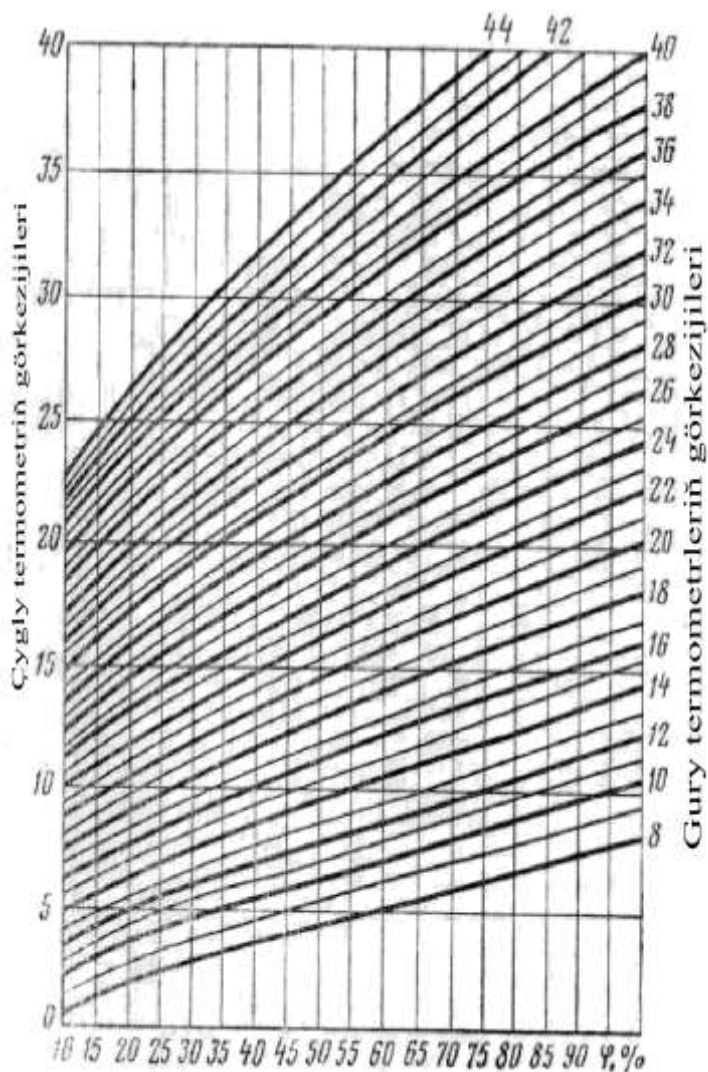
15nji surat. Psihrometr.

a-prinsipial shema. b-çygly termometriň duýuş elementiniň üstki meýdanynda bolup geçýän ýylylyk massaçalşyk.



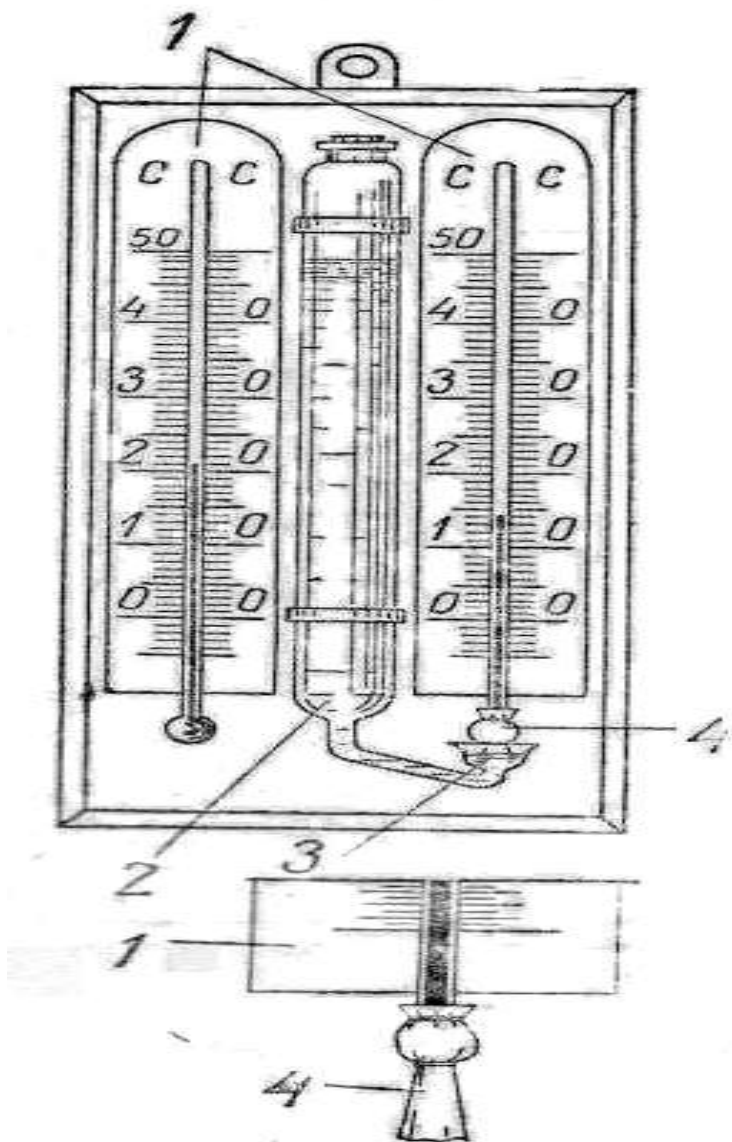
16-njy surat. Assmanyň aspirasion psihrometri.

a-umumy görnüş, b-howa sorujy turbajyklar boýunça kesimi, w-çygly termometri çyglandyrmaklyk üçin gurluş, 1-simaply termometrler, 2-merkezi turba, 3-germew üçin gurluş, 4-daşky howa soruş turbalary, 5-aspiratora, 6-aspirator tow bermeklik üçin açar, 7-plastmassa halkalary, 8-іçki soruş turbajyklary, 9-batist (nah mata).

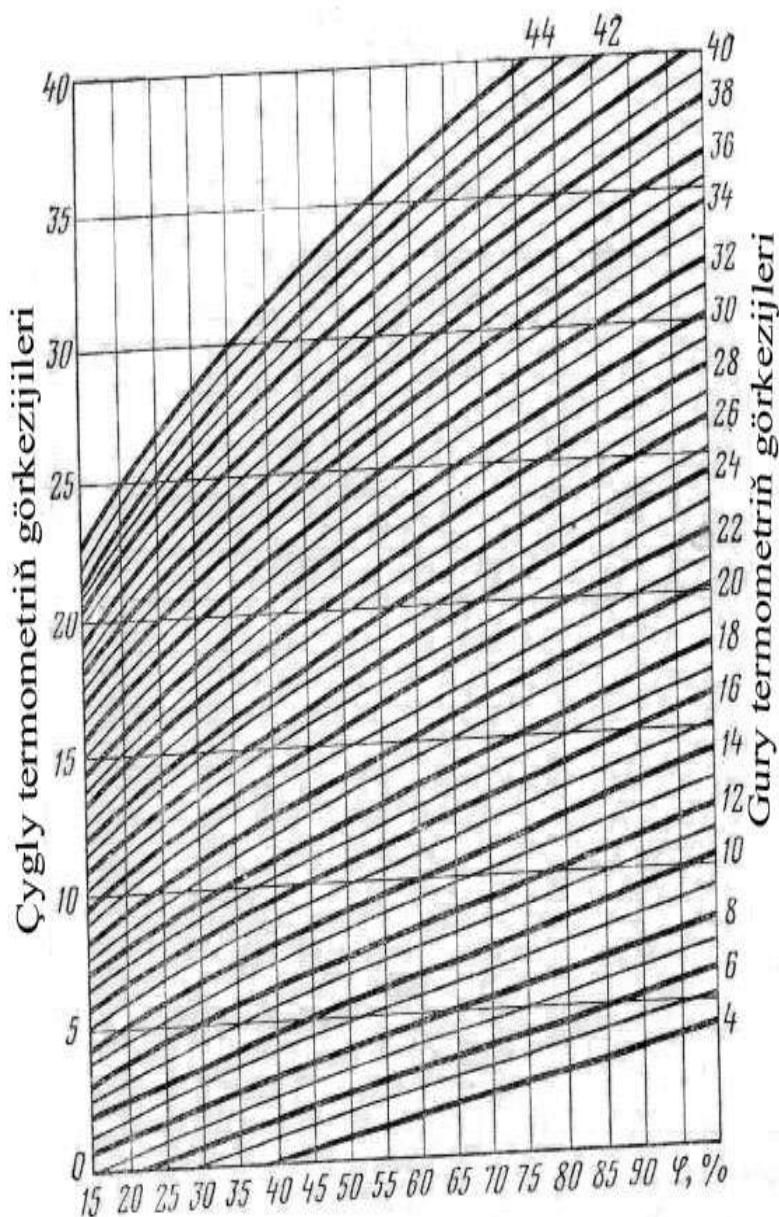


17-nji surat. Assmanyň aspirasion psihometriniň görkezijileri boýunça howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlemeklik üçin nomogramma.





18-nji surat. Awgustyň stansinar psihometri.  
 1-termometrler, 2-içi suwly gap, 3-suwly käsejik, 4-termometriň duýuş  
 elementiniň daşyna oralyan ýukajyk nah mata.



19-njy surat. Awgustyň stasionar psihrometriniň görkezijileri boýunça howanyň odnositel çyglylygyny kesgitlemeklik üçin nomogramma.

Bu prosesde, suwuň bugarmaklygy üçin daşky gurşaýan howanyň aýan ýylylygy we, şol bir wagtda hem, çygly matajykda suwuň özüniň ýylylygy sarp edilýär. Biraz wagat geçenden soňra, suwuň temperaturasy peselýär, we mümkin bolan iň pes çägene ýetýär. Bu ýagdaý bolsa, çygly bugarmaklyk üçin ýylylyk diňe daşky gurşaýan howadan, doly zerur bolan mukdarda, alynýan halatynda mümkin bolýar. Şeýlelik bilen çygly termometriň temperaturasy, çygly üstden suwy bugarmaklyk üçin ýylylyk diňe daşky gurşaýan howadan alynýan halatyndaky, suw buglaryndan doýgun howanyň, temperaturasyň häsiýetlendirýär.

Hakykatda, çygly termometriň görkezýän temperaturasy, ýokary takyklykda, bu temperatura deň bolmaýar, adaty biraz ýokary bolýar. Çygly termometriň görkezijisiniň bu nätakyklygy ölçeýiş guralynyň golaýyndaky ýylylyk çalyşyk şertleri bilen düşündirilýär.

Gury termometrde hem takyklygy ýokarlandyrmak üçin, onuň duýujy elementi, daşky gelyň ýylylyk şöhlelenmesinden we suw damjalarynyň oňa düşmeginden goralynmalydyr. Şonuň üçin takyk psihrometrlerde termometrleriniň duýujy elementleri ýörite turbajygyň içinde ornaşdyrylýarlar we guralyň özüniň ýörite aspiratory bolýar. Bu prosesde temperaturalaryň tapawudy  $t-t_m$  temperaturalaryň psihometriki tapawudy diýip atlandyrylýar. Temperaturalaryň psihometriki tapawudy belli bolsa, onda howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlep bolýar.

## **9.2. Psihrometriň teoriýasy**

Psihometriýa prinsipiniň teoretiki dellillendirilmesi ilkinji bolup rus akademigi G.W.Rihman tarapyndan edildi.

Psihometriň çygly termometriniň çygly matasynyň üstünden bugaryan suwuň mukdary, 1803-nji ýylda Dalton tarapyndan tekliplenen formula esasynda kesgitlenýär. Soňraky döwürlerde bugaryş prosessini öwrenmeklik boýunça

alnyp barylýan ylmy barlaglar Daltonyň formulasynyň massaçaşyk koeffisiýenti ( $\beta_p$ ) takyklanylýan halatynda adalatlygyny tassyklaýarlar.

$$G_{\text{БЛ}} = \beta_p F(P_{\text{HM}} - P_{\text{П}}) \frac{760}{P_{\delta}}, \text{ kg/sag} \quad (58)$$

Bu formulada:

$\beta_p$ -suw buglarynyň basyşynyň tapawudyna ( $\Delta P_{\text{П}}$ )

gatnaşdyrylan massaçaşyk koeffisiýenti, Pa.

F-bugaryş üstüniň meýdany  $\text{m}^2$ .

$P_{\text{HM}}$ -çygly termometriň duýujy elementiniň daşyna oralan çygly matanyň golaýyndaky doýgun howanyň düzümindäki suw buglarynyň parsial basyşy, Pa.

760-howanyň normal barometriki basyşy, Pa.

$P_{\delta}$ -howanyň ölçeg geçirilýän halatynda hakyky basyşy, Pa.

Çygý ( $G_{\text{БЛ}}$ ) bugartmaklyk üçin talap edilýän ýylylyk mukdary ( $Q_{\text{м}}$ ) deňdir:

$$Q_{\text{м}} = G_{\text{БЛ}} \cdot r = \beta_p F_r (P_{\text{HM}} - P_{\text{П}}) \frac{760}{P_{\delta}}, \text{ wt} \quad (59)$$

$r = 597 - 0,55 t_w$ ,  $t_w$ -çygly termometriň görkezijisi,  $^{\circ}\text{C}$ .

bu ýerde: r-bugaryş üçin ýylylyk,  $\frac{\text{kdj}}{\text{kg}}$ ;

Gurşayan howadan bugaryş üstüne berilýän aýan ýylylyk mukdary, Nýutonyň kanuna laýyklykda:

$$Q_{\text{я}} = \alpha F(t - t_{\text{м}}), \text{ wt} \quad (60)$$

Ýylylyk-massaçaşyk prosesi durnukly halatynda  $Q_{\text{м}} = Q_{\text{я}}$ , onda (48) we (49) deňlemeleri deňlemelik esasynda alyarys:

$$\beta_P F_r (P_{HM} - P_{\Pi}) \frac{760}{P_{\delta}} = \alpha (t - t_M), \quad (61)$$

bu ýerden

$$P_{HM} - P_{\Pi} = \frac{\alpha}{\beta_P r 760} (t - t_M) P_{\delta} \quad (62)$$

ýa-da

$$P_{\Pi} = P_{HM} - \frac{\alpha}{\beta_P r \cdot 760} (t - t_M) P_{\delta} \quad (63)$$

$$\frac{\alpha}{\beta_P \cdot r \cdot 760} = A_{\Pi} \text{ diýip belguleýäris we psihometriň}$$

formulasyny tapýarys. ýagny

$$P_{\Pi} = P_{HM} - A_{\Pi} (t - t_M) P_{\delta}, \quad Pa \quad (64)$$

bu formulada  $A_{\Pi}$ -psihometriki koeffisiýent diýip atlandyrylýar.

Psihometriki koeffisiýent  $A_{\Pi}$ ,  $\alpha$  we  $\beta$  koeffisiýentleri esasan howanyň hereket tizligine, ýagny çygly termometriň duýuş elementiniň ýanyndan geçýän howanyň tizligine ( $v$ ) bagly bolýar.

Psihometriki koeffisiýenti ( $A_{\Pi}$ ) kesgitlemeklik üçin dürli formulalar teklipl edilgen. Olaryň içinde iň takygy diýip Reknageliň formulasy hasaplanylýar:

$$A_{\Pi} = 0,00001 \left( 65 + \frac{6,75}{v} \right), \quad (65)$$

Reknageliň teklipl eden empiriki formulasyny (54) psihometriki formula (53) bilen bilelikde ulanmaklyk

esasynda, gury we çygly termometriň görkezijileri esasynda howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlemek bolýar, ýagny:

$$\varphi = \frac{P_{\Pi}}{P_{\text{hac}}^c} \cdot 100\% = \frac{P_{\text{hac}}^M - A_n(t - t_M)P_{\bar{o}}}{P_{\text{hac}}^c} \cdot 100, \% \quad (66)$$

bu ýerde:  $P_{\text{hac}}^c$  -gury termometriň görkezýän temperaturasynda suw buglarynyň doýgun halatyndaky parsial basyşy, Pa.

66-nji formula umumy psihrometriki formula diýip atlandyrylýar.

Şuny bellemek zerur, ýagny  $P_{\Pi} \leq P_{\text{hac}}^c$ . Şeýle hem  $P_{\text{hac}}^c$  näçe  $P_{\Pi}$  bilen deňeşdirileninde uly boldugyça, howanyň özüne çyg siňdirip bilmeklik ukyby uly bolýar (şol bir temperaturada). Eger-de  $P_{\text{hac}}^c = P_{\Pi}$  bolsa, onda howa özüne çyg siňdirip bilmeýär we massaçalyşyk prosesslerine gatnaşyp bilmeýär.

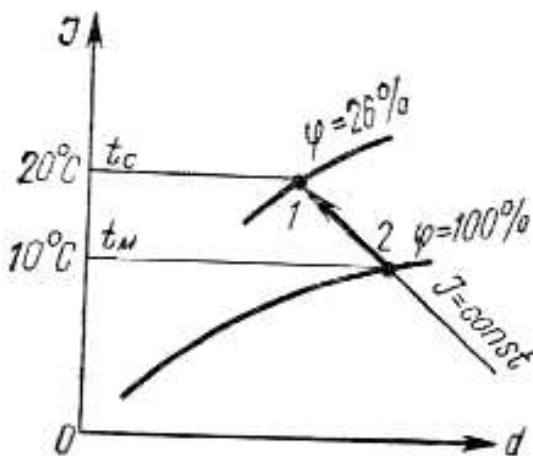
$P_{\text{hac}}^c$  basyşynyň ululygy diňe temperatura bagly bolýar we temperaturanyň ulalmaklygy bilen  $P_{\text{hac}}^c$  basyşy hem ulalýar.

Reknageliň formulasyndan görnüşi ýaly howanyň tizliginiň ulalmaklygy bilen  $A_n$  koeffisiýentiniň ululygy kiçelýär, howanyň tizligi 3m/sekuntadan ýokary bolan halatynda bolsa, onuň özgerişi ujypsyz bolýar.

Şeýle hem, psihometriň görkezijileriniň takyklygy ýokarlanýar, haçanda onuň termometrleriniň ýanyndan geçýän howanyň tizligi ýokary bolan halatynda (ýagny 4 m/sekuntadan ýokary bolsa). Şu prinsipi hasaba almaklykda Assmanyň aspirasion psihometri döredilen, ýagny onuň gury we çygly termometrleri metaldan edilen turbajykda ornaşdyrylan we onuň üstünden aspiratoryň kömegi bilen howa ýokary tizlikde

sorulyň alynýar. Aspirator guralyň özünde ornaşdyrylan. Ölçegler geçirilýän halatynda çygly termometriň matajygyny öllemeklik suwly pipetka bilen amala aşyrylýar. Ölçeglerde, psihrometriň aspiratory işledileninden soňra, 3-4 minut geçeninden soň, gury we çygly termometrleriň görkezijileri ýazylyp alynýarlar.

Psihrometriň  $t_c$  we  $t_m$  görkezijileri esasynda psihrometriki nomogrammany, tablisany ýa-da I-d diagrammany ulanmak bilen hem howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlep bilýäris:



20-nji surat. I-d diagrammany ulanmaklyk esasynda psihrometriň gury we çygly termometrleriniň görkezijilerini ulanmaklyk bilen howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlemeklik.

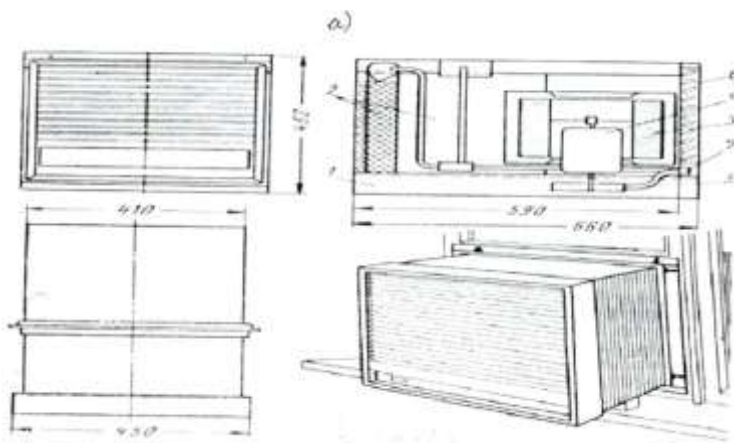
## **10. Yssy gurak şertlerde bugartma sowadyş usulyňy ulanmaklygynyň mümkinçilikleri**

### **10.1. Bugartma sowadyş usulynda işleýän ýerli kondisionerler**

Merkezi Aziýa ýurtlarynyň klimatynyň häsiýetli aýratynlygy, bu tomus döwründe daşarky howanyň temperaturanyň örän ýokary bolmaklygy (+45 °C çenli), otnositel çyglylygynyň örän pes bolmaklygy ( $\varphi=17\%$ , çenli), şeýle hem gün radiasynyň ýokary intensiwligi bilen häsiýetlendirilýärler.

Bu ýagdaý, tomus döwri, yssy şertlerde ulanylýan administratiw, ýaşayş we beýleki jaýlarda otaglaryň howasynyň gyzmaklygyna sebäp bolýar we adamlaryň dync almaklygy, zähmet çekmekligi üçin amatsyz şertleri döreýär. Tomusda otaglaryň howasynyň gyzmazlygy üçin iň ýönekeý usul otaglaryň penjiresinde ýerli howa kondisionirleýji enjamlary ulanmaklykdyr. Bu ulgamlarda köplenç halatda bugkompression sowasyş desgalary ulanylaýarlar. Emma bu kondisionerleriň düşýän gymmatynyň ýokarydygy sebäpli, yssy-gurak howa şertleri üçin amatly bolan, adiabatiki bugartma sowadyş usulynda işleýän ýerli kondisionerler işläp taýýarlanylady we taýýar haryt höküminde dünýä bazaryna çykarylady we ulanylýar. Ilat tarapyndan giňişleýin ulanylýan bu kondisioneriň esasy artykmaçlygy onuň yssy-gurak howa şertleriniň howa aýratynlyklaryny peýdaly ulanmaklygydyr.





21-nji surat. Adibatiki bugartma sowadyş usulynda işleýän, penjirede oturdylýan ýerli kondisioner.

## 10.2. Bugartma sowadyş usulyny merkezi kondisionirlerde ulanmaklyk

Hünärmenler has amatly, has kämil ulgamlary we enjamlary döretmekligiň üstünde işleýärler. Bu usuly ulanmaklyk esasynda merkezleşdirilen howa kondisionirleýji ulgamlar döredildi we halk hojalygynyň dürli pudaklarynda önümçilik we beýleki jaýlarda oňaly howa şertlerini döretmeklik üçin giňişleýin ulanylýarlar. Bu kondisionirleri ulanmaklykda iň zerur zat suw, onuň hem sarp ediliş mukdary ýokary däl, ýagny suw pürküji kamerada pürkülýän suwuň 3-5%-te golaýy bugarýar we howa bilen garyşýar howanyň temperaturasyny peseldýär, çyglylygyny bolsa ýokarlandyrýar. Howany işläp taýýarlamaklygyň bu usulynyň fiziki mazmuny gysgaça şundan ybarat: Suw pürküji kamerada işläp taýýarlanylýan daşarky howa, kamerada suw damjalary bilen galtaşýar, suw damjalarynyň temperaturasy bolsa çygly termometriň temperaturasyna golaý.

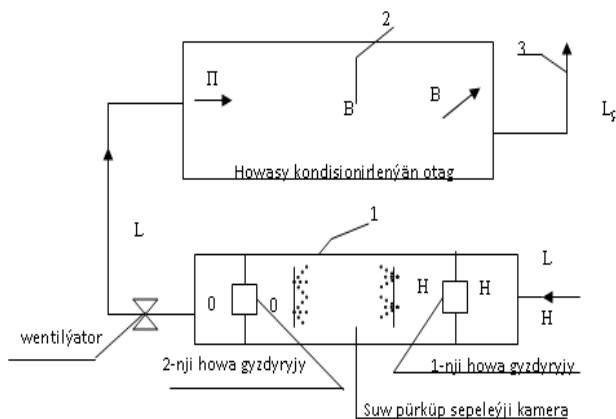
Şeýle ýagdaýda howa özüniň çyglylygyny 90-95% çenli ýokarlandyrýar we temperaturasyny peseldýär, bu usul

bilen taýýarlamaklyk howanyň başlangyç otnositel çyglylygy 100%-den pes bolan halatynda mümkin bolýar.

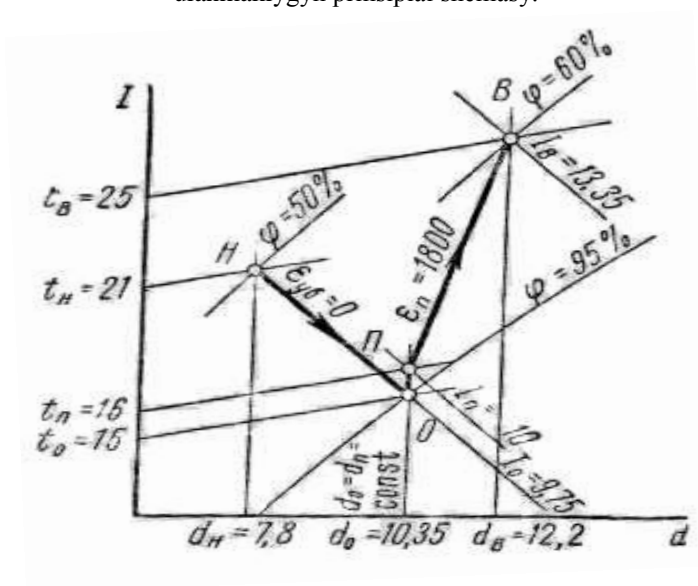
Bu, howany işläp taýýarlaýyş şertlerinde, daşarky gyzgyn howa özüniň aýan ýylylygyny suw damjalaryna geçirýär we temperaturasyny peseldýär. Daşarky howanyň suw damjalaryna berýän aian ýylylyk mukdary, suw buglary görnüşinde (ýaşıryp ýylylyk mukdary) yzyna howa barýar. Bu prosessde aýan we ýaşıryp ýylylyk mukdarynyň ululyklary deňdir. Şonuň üçin suw damjalaryň temperaturasy suw pürküji kamerada az wagtyň dowamynda çygly termometriň temperaturasyna takmynan deň bolýar we soňra üýtgemeyär. Başgaça aýdanymyzda howany işläp taýýarlamak üçin ulanylýan suwuň temperaturasy bolup geçýän howa sowadyş prosesine garamazdan üýtgemeyär.

Suw pürküji kamerada bugarýan suwuň köp dældigi üçin kamera berilmesi zerur bolan suwuň mukdary hem köp däl. Şonuň üçin suw damjalarynyň temperaturasy üýtgemän galýar we hemişe çygly termometriň temperaturasyna golaýlygyna galýar.

Şu sebäplere görä suw pürküp sepeleýji kamerada bolup geçän howany işläp taýýarlyk prosesleri I-d diagrammada gurulanynda entalpiýanyň ululygy üýtgemeyär we onuň ahyrky ululygy,  $I=\text{const}$  çyzygyň howanyň otnositel çyglylygynyň 95% bahasy bilen kesişýän nokadynda alynýar.



22-nji surat. Adibatiki bugartma sowadyş usulyňy merkezi kondisionirlerde ulanmaklygyň prinsipial shemasy.



23-nji surat. Merkezi kondisionirde, tomus döwri, bugartma sowadyş usulynda howany işläp taýýarlamaklyk prosesini I-d diagrammada gurmaklyk.

## **11. Howasy sowadylýan jaýda howageçirijileriň hasaplamasy**

### **11.1. Hasaplamany ýerine ýetirmeklik üçin taýýarlyk işleri**

Howa kondisionirleme ulgamlarynyň aerodinamiki hasaplamasy otaglara berilmeli howanyň mukdary kesgitlenileninden soňra, şeýle hem howa geçiriji kanallar jaýyň planynda we kese – kesiginde ornaşdyrylandan soňra ýerine ýetirilýär. Aerodinamiki hasaplamany ýerine ýetirmeklik üçin howa kondisionirleme ulgamynyň howageçiriji kanallarynyň “aksonometriki” shemasy ýerine ýetirilýär we bu shemada howageçirijilerdäki ähli sazlaýyş enjamlary görkezilýär. Aksonometiki shema we jaýyň gurluşyk planyndaky ölçeglerine laýyklykda, ulgamyň dürli bölekleriniň ölçeglerini kesgitleýär.

Aerodinamiki hasaplamanyň esasy maksady uçastokdan geçýän howanyň mukdaryna laýyklykda onuň kese – kesiginiň meýdanyny kesgitlemeklikden ybarat bolýar.

Howa kondisionirleme ulgamlarynyň aerodinamiki hasaplamasynda shemany aýry-aýry uçastoklara bölýärler.

*Hasaplama uçastogy* ondan geçýän howanyň üýtgeşsizligi bilen häsýetlenýär. Uçastoklaryň sepleşýän araçäklerinde troýnikler ulanylýar. Uçastokdan geçýän howanyň basyşynyň ýitgileri howanyň tizliginiň ululygyna bagly bolýar we sürtülme hem-de ýerli garşylyklardaky ýitgilerden ybarat bolýar.

Ýyladyş ulgamlarynyň gidrawliki hasaplamalarynda bolşy ýaly, howa kondisionirleme ulgamynyň hasaplamasynda hem ilki bilen esasy hasaplama ugur-magistral belenilýär. Bu magistral yzly-yzyna ýerleşdirilen, ulgamyň başyndan in daşda ýerleşen şahamçasyna çenli, uçastoklaryň birleşmesinden ybarat bolýar. Eger-de, şeýle yzygiderli ýerleşdirilen uçastoklaryň birleşmesiniň birmeňzeş uzynlykly ikisi ýa-da

ondanam köpüsi bar bolsa, onda esasy magistral ugur hökmünde iň köp ýüklenmesi bolan, ýagny üstünden iň köp mukdarda howa geçirýän ugur kabul edilýär.

Ulgamda bolan basyşyň ýitgileri magistral boýunça yzygiderli ýerleşen uçastoklardaky basyşyň ýitgileriniň jemine deň bolýar.

Howa kondisionirleme ulgamlarynyň aerodinamiki hasaplamasy iki tapgyra laýyklykda alynyp barylýar, ýagny ilki bilen esasy magistral ugurda ýerleşen uçastoklaryň hasaplamasy ýerine ýetirilýär, soňra bolsa magistrala sepleşýän ähli beýleki uçastoklaryň özara baglanyşmasy boýunça hasaplamalar ýerine ýetirilýärler.

## **11.2. Hasaplamanyň maslahat berilýän yzygiderliligi**

1. Aýry uçastoklaryň hasaplama howa ýüklenmesini (üstünden geçirilmeli howasynyň mukdaryny) kesgitlemeklik. Umumy shemany aýry-aýry uçastoklara bölýärler we olaryň her birisinden geçmeli howanyň mukdaryny kesgitleýärler. Howanyň mukdaryny, iň ahyrky uçastoklardan başlap, aýry şahamçalardan geçmeli howa mukdaryny jemläp almaklyk esasynda kesgitleýärler. Howa mukdarlarynyň ululyklaryny we uçastoklaryň uzynlyklaryny aksonometriki shemada belgileýärler.

2. Esasy magistral ugry seçip almak. Munuň üçin yzygiderli birleşdirilen hasaplama uçastoklaryň iň dowamlysyny (yzynyny) saýlaýarys, onda bolmaly enjamlary, ýagny üstünden geçende howanyň basyşyny peseldýän enjamlary: süzgüçleri, howa gyzdyrjylary (kaloriferleri), zalýuziý reşotkalary we ş.m. belgileýäris.

3. Magistralyň uçastoklaryny belgilemek. Magistralyň birleşdirýän uçastoklaryny (esasy ugur boýunça), iň pes mukdarda howa geçýän uçastokdan başlap belgileýärler. Esasy magistral ugur boýunça birleşýän uçastoklaryň her biriniň

uzynlygyny we ondan geçmeli howanyň mukdaryny aerodinamiki hasaplamanýň tablisasyna geçirýärler.

4. Magistralyň hasaplama uçastogynyň kese-kesiminiň ölçeglerini kesgitlemeklik. Hasaplama uçastogynyň kese-kesiminiň meýdanyny,  $m^2$ , şu formula arkaly kesgitleýärler.

$$f_p = \frac{L_p}{v} \quad (67)$$

Bu ýerde:

$L_p$  – uçastokdan geçýän howanyň hasaplama mukdary,  $m^3/sek$ ;

$v$  - howanyň uçastokdan geçeninde hereketiniň maslahat berilýän tizligi,  $m/sek$  (bu ululyk tablisa laýyklykda kabul edilýär).

Kesgitlenilen  $f_p$ ,  $m^2$  ululyklara laýyklykda howageçirjiniň ýa-da kanalyň standart ölçegleri kabul edilýär, özi hem hakykatda talap edilýän ölçeg bilen ( $f_p$ ) kabul edilen standart ölçeg takmynan bolsa hem deňräk bolar ýaly ( $f_p=f_\phi$ ).

Şu punktda hasaplamanýň netijesi howageçirjiniň diametrini ( $d, mm$ ) ýa-da kanalyň ölçeglerini ( $a \times b, mm$ ), kabul edilen kese – kesimine gabat edip almak bolýar. Göniburçly howageçirji kanal üçin, mundan başga-da, ekwiwalent diametrini hem kesgitleýärler.

5. Howanyň hakykatdaky tizligini kesgitlemeklik. Hakykatdaky tizlik şu aşkdaky formula arkaly kesgitlenilýär.

$$v = l_p / f_\phi \quad (68)$$

Bu ululyk esasynda uçastokda howanyň dinamiki basyşynyň ululygy hasaplanylýar.

6. Howanyň basyşynyň sürtülme sebäpli ýitgilerini kesgitlemeklik. Nomogrammalar ýa-da tablisalara laýyklykda  $R=f(V, d)$  we  $\beta_m$  kesgitlenilýär. Basyşyň ýitgileri, hasaplama

uçastogynda,  $(R \cdot \beta_{\text{III}} \cdot \ell)$  deňdir we bu ululyk hasaplama tablisasyna geçirilýär.

7. Ýerli garşylyklarda bolan basyşyň ýitgilerini kesgitlemeklik. Uçastokda bar bolan her bir ýerli garşylyk üçin ýörite tablissalar boýunça ýerli garşylyk koeffisiýentleri ( $\xi_j$ ) kesgitlenilýärler. Ýerli garşylyk koeffisiýentleriniň jemine ( $\Sigma \xi_j$ ) we dinamiki basyşyň ululygyna laýyklykda howanyň basyşynyň ýerli garşylyklardaky ýitgileri kesgitlenilýär (uçastok boýunça):

$$Z = \Sigma \xi_j \frac{p \cdot v^2}{2}, \quad (69)$$

Eger-de ýerli garşylyk koeffisiýenti uçastokdaky tizlige deňişli bolmasa, onda  $\xi_j$  ululygy täzedan kesgitlemeklik zerurlygy ýüze çykýar, ýagny

$$\xi_j = \xi_T \left( \frac{v_T}{v} \right)^2 \quad (70)$$

bu ýerde:

$\xi_T$  – ýerli garşylyk koeffisiýentiniň tablisa boýunça kabul edilýän ululygy;

$v_T$  – ýerli garşylygy kesgitlemeklikde howanyň tablisa laýyklykdaky maslahat berilýän tizligi, m/sek.

8. Hasaplama uçastogynda howanyň basyşynyň doly ýitgilerini kesgitlemek.

Doly ýitgiler uçastok boýunça şeýle kesgitlenýär:

$$P = (R \cdot \beta_{\text{III}} \cdot \ell + Z)_i \quad (71)$$

9. Ulgam boýunça basyşyň ýitgilerini kesgitlemek.

Ulgam boýunça basyşyň umumy ýitgileri şeýle kesgitlenilýär.

$$\Delta P = \sum_{i=1}^N (R \cdot \beta_{ui} \cdot \ell + Z)_i + \Sigma \Delta P_{o\sigma} \quad (72)$$

bu ýerde:  $1...N$  – esasy magistral ugur boýunça uçastoklaryň nomerleri;

$\Delta P_{o\sigma}$  – howa kondisionirleme ulgamynda ulanylan enjamlardaky basyşyň ýitgileri.

Köpgatly jaýlaryň howa kondisionirleme ulgamlarynyň hasaplamalarynda ýa-da birnäçe otaga hyzmat edýän ulgamlarda, otatlarda howanyň dürli basyşy saklanylmaly halatynda, hyzmat edilýän otagda howanyň artykmaç basyşyny ýa-da kemter basyşyny hasaba almaklyk zerurlygy ýüze çykýar. Munuň ýaly ýagdaýda zerur bolan basyşyň ululygy ( $\pm \Delta P_{nom}$ ) jaýyň howa düzgüniniň hasaplamasynda kesgitlenilýär we basyşyň umumy ýitgileriniň üstüne goşulýar, onda:

$$\Delta P_n = \sum_{i=1}^N (R \cdot \beta_{ui} \cdot \ell + Z)_i + \Sigma \Delta P_{o\sigma} \pm \Delta P_{non} \quad (73)$$

Şunlukda ulgamyň hasaplamasynyň birinji tapgyry tamamlanýar:  $\Delta P_n$ -niň san bahasy bolsa ulgam üçin wentilýator agregatyny seçip almaklykda ulanylýar.

10. Howa çalşygy ulgamyň ähli beýleki uçastoklarynyň özara baglanyşdyrylmasynyň yzky şahamçadan başlaýarlar.

Özara baglanyşdyrylmaklygynyň metodikasy esasy ugryň uçastoklarynyň özara baglanyşdyrylmasyna meňzeşlikde ýerine ýetirilýär. Tapawut, diňe her şahamçanyň özara baglanyşdyrylmasynda ondaky basyşyň ýitgileriniň bellidigi bilen häsýetlendirilýär. Basyşyň ýitgileriniň şahamçanyň



bölünýän nokadyndan şahamçanyň soňuna çenli bolan ululygy, bu nokatdan magistralyň esasy ugrunyň soňuna çenli bolan ýitgilere deň bolmalydyr, ýagny:

$$(R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{отв}} = (R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{парал.уч.}} \quad (74)$$

Şahamçanyň hasaplamalarynda yzygiderli seçip almaklyk usuly ulanylýar. Şahamçalaryň kese-kesimleriniň ölçegleri dogry seçilip alyndy diýip hasaplanylýar, eger-de olardaky basyşyň ýitgileriň otnositel tapawudy 15% - den uly bolmasa:

$$\frac{(R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{отв}} - (R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{поролуч}}}{(R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{поролуч}}} \cdot 100 \leq 15\% \quad (75)$$

Eger-de, esasy magistralyň iň soňky uçastoklary tarapyndan we şahamça tarapdan, hyzmat edilýän otaglarda, artykmaç basyşlaryň ululyklary dürli bolsalar, onda olary özara baglanşdyrmakda bu basyşlaryň ululuklary hasaba alynýarlar.

$$\begin{aligned} & (R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{отв}} + \Delta P_{\text{пом.отв}} = \\ & = (R \cdot \beta_{\text{ш}} \cdot \ell + Z)_{\text{порол.уч}} + \Delta P_{\text{пом. маг.}} \end{aligned} \quad (76)$$

Otnositel baglanyşyksyzlygyň ululygy hem bu ýagdaýlarda bu belleniň geçilen basyşlaryň ululuklaryny hasaba almaklyk esasynda kesgitlenilýär.

Konstruktiv nukdaý nazardan, şeýle hem, ulgamda enjamlary tipleşdirmek maksatlary bilen, şahamçalaryň kese-kesimleriniň ölçegleri birmeňzeş ululykda kabul edilýärler. Şunuň bilen birlikde, aýry-aýry şahamçalary özara baglanşdyrmaklyk maksady bilen, diafragmalar (goşmaça garşylyklar) goýýarlar. Diafragmalaryň esasy maksady basyşyň

ýitgilerini deňeşdirmeklik (şahamça bilen esasy magistralyň arasynda), ýagny,

$$(R \cdot \beta_{III} \cdot \ell + Z)_{OTB} \text{ we } (R \cdot \beta_{III} \cdot \ell + Z)_{\text{порол уч.}}, \quad (77)$$

Ýokarda görkezilen formulalarda:

$R$  – uzynlygy  $1\text{ m}$  bolan polatdan ýasalan geçirjilerde howanyň basyşynyň sürtülmä bolan udel ýitgileri.

$\ell$  – uçastogyň uzynlygy,  $\text{m}$ ;

$\beta_{III}$  – howageçirjileriň howa bilen galtaşýan üstleriniň hakyky бүдүр-сүдүрлігini hasaba alýan koeffisiýent (tablisalar we nommogrammalar polat howageçirjiler üçin düzülendir), san bahasy ýörite tablisada, geçýän howanyň tizligine we howageçirjiniň howa gatnaşýan üstüniň absolýut бүдүр-сүдүрлігine baglylykda, berilýär.

$Z$  – ýerli garşylyklardaky howanyň basyşynyň ýitgileri,  $\text{kg/m}^2$ , bu ululyk şu formula arkaly kesgitlenilýär.

$$Z = \Sigma \xi \cdot P_g \quad (78)$$

Bu ýerde:

$P_g$  – uçastokdaky howanyň dinamiki basyşy.

$\Sigma \xi$  – ýerli garşylyklaryň koeffisiýentleriniň jemi.

Howageçirjileriň aerodinamiki hasaplamasynyň netijeleri, nusgasy 6-njy goşmaçada berilen.

## **12. Ikibasgançakly (göni we goşmaça) bugartma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisionerler**

### **12.1. Göni we goşmaça bugartma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisionerler barada esasy maglumatlar**

Göni bugartma sowadyş usulynda işleýän howa sowadyş enjamlary bilen deňşdirileninde, bu usulda işleýän ikibasgançakly enjamlar işläp taýýarlanylýan howanyň temperaturasyny has pes derejä çenli peseldip bilýärler, we, elbetde, otagda zerur bolan howanyň mukdaryny hem azaldýarlar, şeýle hem hyzmat edilýän otagda howanyň otnositel çyglylygyny peseldýärler.

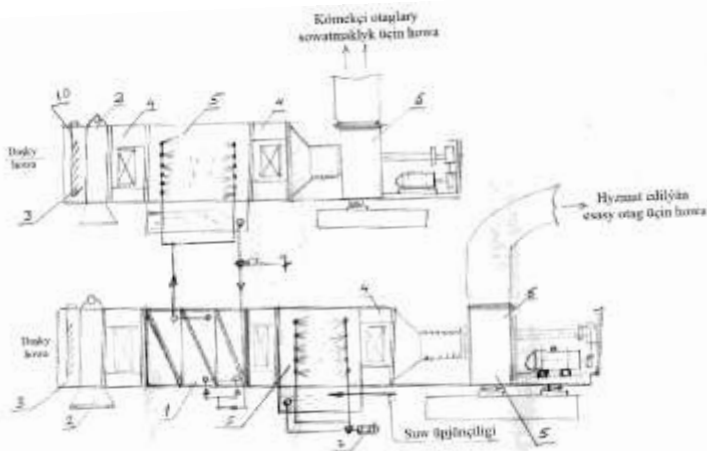
Ikibasgançakly sowdayş-diýip otaga berilýän howany ilki bilen goşmaça sowadyş enjamynda (aralyk üstli ýylylyk çalyşyk enjamynda) we göni bugartma sowadyş enjamynda (forsunkaly, kamerada yzygiderlilikde) işläp taýýarlamaklyga düşünilýär. Şeýlelikde, sowadylmaly howa işläp taýýarlamaklygyň iki basgançagyny geçýär, bu bolsa işläp taýýarlanylýan howanyň ahyrky temperaturasyny daşky howanyň çygly termometr boýunça ululygyndan birnäçe gradus pes temperatura çenli sowatmaklyga mümkinçilik berýär.

Aralyk üstli howasowadyja gelýän suwy sowatmaklyk üçin gradirnýalar, suw pürküji howdanlar ýa-da kömekçi kondisionerleriň forsunkaly kameralary ulanylýarlar. Ikibasgançakly bugartma-sowadyş usuly yssy gurak şertlerde howany sowatmaklyk üçin iň amatly usul diýip hasaplanylýar.

Ikibasgançakly bugartma-sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisioneriň prinsipial shemasy aşakdaky suratda berilýär. Tomus döwri esasy kondisionere gelýän daşky howa, kabul ediji klapanyň (3) we howa arassalaýjy süzgüjiň (2) üstünden geçip-aralyk howasowadyja (1) girýär, ýagny sowadyşyň birinji basganjagyna. Bu ýerde howa, ondaky çygyň mukdarynyň özgermeýän ( $d=\text{const}$ ) ýagdaýynda

sowayar. Soňra howa esasy kondisioneriň forsunkaly kamerasyna (5) girýär (sowadyşyň ikinji basgançagy), bu ýerde suwuň doly resirkuliýasynda göni bugartma-sowadyş usuly bolup geçýär, ýagny sowadyş prosesi  $I=\text{const}$  ugry boýunça geçýär. Bu prosess bolsa howanyň temperaturasynyň peselmekligi we howadaky çygyň mukdarynyň ulalmaklygynda, bolup geçýär. Soňra sowadylan we çyglandyrylan howa hyzmat edilýän otaga berilýär.

Aralyk üstli howasowadyjyda aýlanýan suw, gradirnýa hökmünde ulanylýan kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasyndan (5) gelýär. Aralyk üstli howasowadyjyda suwuň aýlawly hereketi nasosyň (7) kömegi bilen ýerine ýetirilýär we ulanylandan soňra gaýtadan kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasyna, yzyna ugradylýar. Aýlawly suwy hapalanmakdan goramaklyk üçin daşardan alynýan howa kömekçi kondisionerde süzgüç (2) arkaly arassalanýlar.



24-njy surat. Adaty tipleýin seksiýalardan ýygynalan ikibasgançakly bugartma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisioneriň prinsipial shemasy.

I-kömekçi kondisioner; II-esasy kondisioner; 1-aralyk üstli, birinji basgançakdaky, howasowadyjy; 2-süzgüç; 3-howa kabul ediji klapan; 4-hyzmat ediş kamerasy; 5-farsunkaly kamera; 6-wentilýator; 7-nasos.

Kömekçi kondisionerde işläp taýýarlanylýan howa, farsunkaly kameradan (5) geçeninden soňra daşarky howa bilen deňeşdirileninde, has pes temperatura çenli sowayar we ony wentilýatoryň (6) kömegi bilen howasy kondisionirlenilýän jaýyň kömekçi otaglarynyň howa çalşygy maksatlary üçin ulanmaklyk amatly diýip hasaplanylýar.

## **12.2. Iki basgançakly bugurtma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisionerleriň hasaplamasyny ýerine ýetirmek**

Howany işläp taýýarlamak prosesleriniň I-d diagrammada gurluşyna garalyň 25-njy surat. Şu belgileri girizeliň:

$t_H$ -daşarky howanyň gury termometr boýunça başlangyç temperaturasy;

$t_{M.H.}$ -şol bir ululyk, çygly termometr boýunça;

$\varphi_H$ -başlangyç otnositel çyglylyk;

$t_{H1}$ -aralyk üstli goşmaça bugartma-sowadyş usulynda işleýän howasowadyjydan geçen howanyň gury termometr boýunça ululygy;

$t_n$ -göni sowadyş enjamynda otaga berilmeli howanyň temperaturasy.

$t_n^1$ -şol bil ululyk, ikibasgançakly sowadyş enjamy ulanylanda.

I-d diagrammada ikibasgançakly bugartma-sowadyş usulynda howany işläp taýýarlamaklyk prosesi şu usul esasynda gurulýar. Daşarky howanyň şertlerine laýyklykda ( $H$  nokady) çygly termometriň degişli temperaturasyny tapýarys ( $t_{M.H.}$ ). kömekçi kondisioneriň farsunkaly kamerasyndan çykýan suwuň temperaturasyny ( $t_{wk}$ ) şu formula arkaly tapýarys.



$\Delta t_w$ -aralyk üstli howasowadyjyda ulanylýan suwuň temperaturalarynyň tapawudy, bu ululyk 2.....3°C çäklerinde kabul edilýär.

Kömekçi kondisionerleriň (gradirnýanyň) hasaplamasy ýerine ýetirmeklik O.Ýa.Kakoriniň teklipe eden formulasyny ulanýarys:

$$E_e^c = \frac{t_{WH} - t_{WK}}{t_{WH} - t_{MH}} = 0,064 \cdot \mu^{-0,41} \cdot t_{WH}^{0,22} \cdot t_{MH}^{0,4} \quad (82)$$

Bu deňlemäniň sag tarapy esasynda, kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasynda suwlandyryş koeffisiýentini şu formula arkaly kesgitleýäris:

$$\mu_{\Gamma} = \left[ \frac{0,064(t_{WH} - t_{MH})}{t_{WH} - t_{WK}} \right]^{-2,44} \cdot t_{WH}^{0,536} \cdot t_{MH}^{0,975} \quad (83)$$

Kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasyndan çykýan howanyň ahyrky entalpiýasyny  $I_K^{\Gamma}$  şu formula arkaly kesgitleýäris:

$$I_K^{\Gamma} = I_H + \mu_{\Gamma}(t_{WH} - t_{WK}); \quad (84)$$

Kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasyndan çykýan howanyň çygly termometr boýunça ululygy  $t_{MK}$ , hasaplanyp tapylan  $I_K^{\Gamma}$  — nyň ululygy boýunça I-d diagramma esasynda tapylýar. Soňra, kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasynda howany sowatmaklyk boýunça ýylylyk

çalışygynyň netijeliliginiň temperatura koeffisiýentini ( $E_B^I$ ), O.Ýa.Kokoriniň teklipe eden öformulasyny esasynda kesgitläris:

$$E_B^I = 1 - \frac{t_K - t_{MK}}{t_H - t_{MH}} = 0,98\mu_I^{0,18} \quad (85)$$

$E_B^I$ -niň tapylan ululygy boýunça kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasyndan çykýan howanyň gury termometr boýunça ( $t_k$ ) ahyrky temperaturasyny tapýarys.

$$t_k = t_{MK} + (1 - E_B^I)(t_H - t_{MH}) \quad (86)$$

Kesgitlenilen  $t_k$  we  $t_{MK}$  ululyklar we berilen  $t_H$  we  $t_{MH}$  ululyklar esasynda I-d diagramma kömekçi kondisioneriň forsunkaly kamerasynda howanyň şertleriniň özgeriş prosesiniň çyzygyny geçirýäris.

### **12.3. Ikibasgançakly bugurtma sowadyş usulynyň utgaşdyrma shemasy**

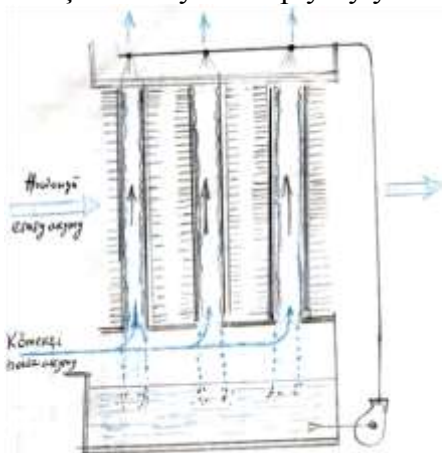
Ikibasgançakly goşmaça-bugartma sowadyş shemasy şol bir enjamda şol bir wagtyň özünde aralyk üstli sowadyş enjamynda sowadylýan howanyň esasy akymynyň sowadylmagy we suwuň goşmaça kondisionirde ýa-da gradirnýada sowadylýş prosesleri ýerine ýetirilýärler.

Goşmaça-bugartma sowadyş shemasynda enjamyň turbalarynyň arasyndaky giňişlik boýunça turbalaryň daşky üstündäki gapyrgalara parallel ugur boýunça howanyň esasy akymy geçýär, turbalaryň içki ýüzünden bolsa, ýokardan-aşaklygyna akdyrylýan suwuň kömegi bilen, suw gatlagy (ýukajyk) döredilýär, aşakdan-ýokarlygyna akýan suw

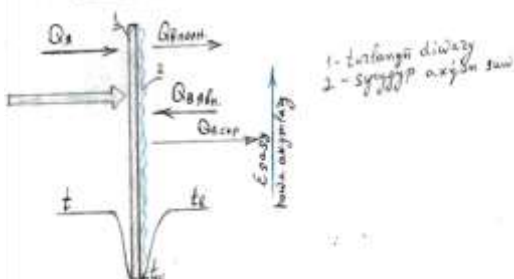


gatlagynyň garşysyna bolsa howanyň kömekçi akymy hereket edýär (26-njy surat ).

Sowadylmaly howanyň esasy akymy özüniň aýan ýylylygyny ( $Q_{\text{я}}$ ) turbanyň gapyrgаланan daşky üstünden geçirmeklik esasynda, turbanyň içki üstünden akýan suw gatlagyna geçirýär. Munuň esasynda bolsa içki suw gatlagy esasy howa akymynyň ýylylygyny özüne kabul edýär we kömekçi howa akymyna özüniň ýaşyryn ýylylygyny ( $Q_{\text{кр}}$ ) berýär. Şol bir wagtda bolsa kömekçi howa akymy suw bilen galtaşýanlygy sebäpli özüniň temperaturasyny peseldýär, çünki howa özüniň aýan ýylylygyny ( $Q_{\text{я}}$ ) suwa geçirýär. Bu prosesde kömekçi howanyň entalpiýasy ýokarlanýar.



26-njy surat.  
Utgaşdyrylan  
goşmaça-bugartma  
howasowadyş  
enjamynyň  
shemasy.



27-njy surat.  
Utgaşdyrylan  
goşmaça-bugartma  
howasowadyş  
enjamynda ýylylyk  
ekymalarynyň  
shemasy.

Şunlukda, göni galtaşma iş düzgüninde işleýän ýeke enjamda aralyk üstli howasowadyjy we gradirnýa utgaşdyrylýar. Utgaşdyrylan shemanyň bu artykmaçlygy ony

köpbasgançakly bugartma sowadyş usulynda işleýän ýerli kondisionirlerde (otagyň içinde gurnalýan) şowly ulanmaklyga mümkinçilik döredýär.

Goşmaça bugartma sowadyş üçin ulanylýan otgaşdyrylan ýylylykçalyşyk enjamlary daşy gapyrgalanan turbalardan ýa-da plastina şekilli gurluşlardan ýasalýarlar. Plastina şekilli gurluşlar tekiz üstli ýa-da gapyrgalanan görnüşde bolup bilýärler.

Hünärmenleriň bellemegine görä ýylylyk çalyşyk enjamynyň kese-kesiminden 1 m suwlandyrylýan perimetr üçin sepelendirilýän suwuň dykzlygy 150.....180 kg/m·sag deň bolmaly diýip hasaplanylýar.

Suw bilen turbanyň içki üstüni deňölçegsiz suwlandyrmak ýa-da turbanyň içinden geçýän kömekçi howa akymynyň tizligini ýokarlandyrmak (suw plýonkasy bilen kömekçi howa akymalarynyň biri-birine garşylyklaýyn akýanlyklary sebäpli), turbanyň içinde epesli ýerde suw plýonkasynyň içki üstünden Aýrylmagyna we turbanyň epesli meýdanynda suwuň köpürjikli gatlagynyň döremekligine, howanyň we suw plýonkasynyň deňölçegsizligine sebäp bolýar. Bu ýagdaýlar bolsa enjamyň aerodinamiki garşylygynyň ösmekligine getirýär.

O.Ýa.Kokoriniň geçiren ylmy derňewleri kömekçi howa akymalarynyň tizliginiň 8.....10 m/sek ýokary bolmaly dældigini görkezdi. Utgaşdyrylan goşmaça-bugartma howasowadyş enjamynda ýylylyk akymalarynyň shemasy 27-nji suratda berilen.

Esasy howa akymalary tarapyndan berilýän ähli ýylylyk mukdary turbanyň içinden geçýän kömekçi howanyň entalpiýasynyň ýokarlanmaklygyna sarp edilýär. Nasosda we turbageçirijilerde suwuň biraz gyzýanlygy hasaba almazlyk şerti bilen ýazýarsy:

$$Q_{\text{я}}=Q_{\text{в.полн}} \quad (87)$$

ýa-da

$$G C_p (t_1 - t_2) = G_B (J_{B2} - J_{B1}) \quad (88)$$

Bu ýerde

$G$ -esasy howa akymlarynyň mukdary, kg/sag;

$G_B$ -kömekçi howa akymlarynyň mukdary, kg/sag;

$t_1$  we  $t_2$ -esasy howa akymynyň başdaky we ahyrky temperaturalary, °C;

$C_p$ -howanyň udel dykzlygy, kkal/kg grad.

$J_{B1}$ -  $J_{B2}$ -degişlilikde kömekçi howanyň başdaky we ahyrky entalpiýalary  $\frac{kkal}{kg \text{ } C.B.}$ .

88-nji deňlemeden görnüşi ýaly  $G_B$ -uly boldugyça ( $G$ -bilen deňeşdirileninde), kömekçi howanyň entalpiýasy örän az

ulalýar. Bu bolsa  $\frac{G_B}{G}$  gatnaşygynyň ulalmagy bilen kömekçi howa akymyndaky prosesin adiabatiki prosese ýakynlaşýandygyndan habar berýär we suwuň temperaturasynyň ( $t_w$ ) howanyň başlangyç temperaturasynyň çygly termometr boýunça ululygyna deňleşýändigini aýdýar ýagny  $t_w \equiv t_{M1}$ .

$\frac{G_B}{G}$  gatnaşygynyň amatly çäkleri şu ululykda deňdir diýip hasaplanylýar.

$$1 \leq \frac{G_b}{G} \leq 1,5 \quad (89)$$

Esasy howa akymlarynyň massa tizligini  $5 \leq v \leq 9$  çäklerde, kömekçi howa akymlarynyň şerti massa tizligini bolsa  $15 \leq v \leq 20$  çäklerde kabul etmeklik maslahat berilýär.

### **13. Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerler**

#### **13.1. Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerleriň tehniki taýdan amatlylygy**

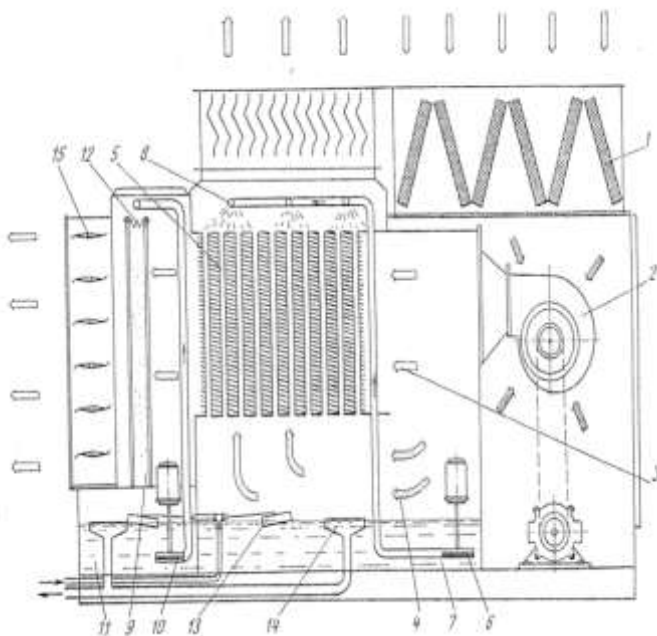
Uly bolmadyk özbaşdak otaglara ýa-da olaryň toplumyna hyzmat etmeklik üçin ikibasgançakly utgaşdyrylan bugartma-sowadyş usulynda işleýän ýerli kondisionerleri (28-njy surat) kullanmaklyk örän amatlydyr. Daşky howa süzgüçde (1) arassalanylýar we wentilýatora (2) gelýär, wentilýatordan çykanynda howa iki akyma bölünýär-esasy (3) we kömekçi (4) akymlara. Kömekçi howa akymlary, goşmaça bugartma-sowadyş enjamynyň (5) içki üstünden suw syrygyp akyp duran turbalaryň içinden geçýär we suwy sowadýar. Esasy howa akymlary sowadyş enjamynyň (5) daşky gapyrgajykly üstünden geçmeklik bilen özüniň ýylylygyny bugarma sowadyş usulynda sowadylýan suwa geçirýär. Sowadyş enjamynda (5) suwuň reserkulýasiýasy (gaýtadan ulanyşy) nasos (6) arkaly ýerine ýetirilýär. Nasos, suw ýygnaýjy gapdan (7), suw alýar we ony suwlandyрма üçin gapdaly deşikli turbajyklara (8) berýär. Şeýlelik bilen, goşmaça bugartma-sowadyş usulynda işleýän ýylylykçalyşyk enjamy utgaşdyrylan ikibasgançakly bugartma-sowadyş enjamynda sowadyşyň birinji basgançagyňyň işini ýerine ýetirýär.

Çyglandyrylan kömekçi howa akymy ýylylykçalyşygy enjamyndan (5) geçeninden soňra atmosfera taşlanylýar ýa-da jaýyň germew konstruksiýalaryny goşmaça sowatmaklyga, kömekçi otaglarda howany çalyşmak maksatlary üçin ulanylýar.

Esasy howa akymy birinji basgançakda goşmaça bugartma-sowadyş enjamyndan geçeninden soňra gönileýin bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ikinji basgançaga-suwlandyrylan gatлага (9) barýar. Ikinji basgançakda suwuň resirkulýasy üçin nasos (10) hyzmat edýär. Nasos, suw

ýygnaýjy gapdan (11) suwy alyp bölüşdiriji enjamyň (12) üsti bilen gigroskopik material bilen doldurylan gatlakly kassetalaryň suwlandyrylmagy üçin berýär. Birinji we ikinji basgançaklarda suwuň derejesiniň azalmagynyň öwezini domak şar şekilli klapanlar (13) arkaly amala aşyrylýar, suwuň derejesiniň üýtgeşsiz saklanylmaklygy bolsa akdyryjy gurnawlaryň (14) üsti bilen amala aşyrylýar. Esasy we kömekçi howa akymlarynyň mukdarlary bolsa ýörite klapanlaryň (15) kömegi bilen sazlanýlýar.

### 13.2. Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisioneriň konstruktiv aýratynlyklary we ulanylyşy



28-nji surat. Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerde howany işläp taýýarlamaklygyň prinsipial shemasy.



Geçirilen ylmy-barlaglaryň netijesinde professor O.Ýa.Kokoriniň ýolbaşçylygynda Moskwanyň ylmy-barlag sanitar-tehnikasy institutynda ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerleriň konstruksiýalary işläp düzüldi.

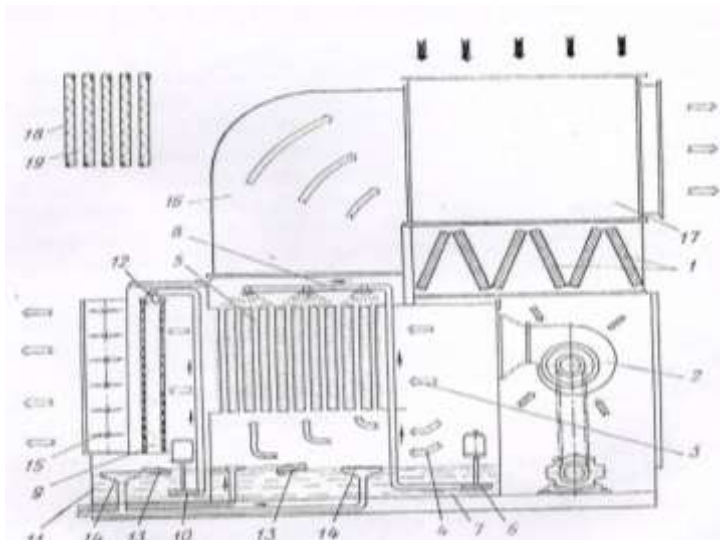
Domodedowanyň “Kondisioner” maşyngurluşyk zawodynda ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän КДИ-2,5 tipli ýerli kondisionerler seriýa boýunça işläp goýberilýärler. Zawod özüniň önümini, ýagny КДИ-2,5 tipli kondisioneri, agregat görnüşinde goýberýär, onuň gabara we gurnama ölçegleri bolsa 29-njy suratda berilen.

## 14.Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerler

### 14.1.Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisioneriň gurluşy

Hünärmenleriň bellemeklerine görä, КДИ-2,5 tipli kondisionerleriň örän amatly tehniki-ykdysady görkezijileri, olary gurluşygyň dürli görnüşlerinde giňişleýin ulanmaklyga mümkinçilik berýär.

Esasy howa akymalarynyň sowadylyş derejesini has hem netijeli edip bolýar, eger-de КДИ-2,5 tipli kondisioneriň howa kabul edýän ýerinde goşmaça ýylylykçalyşyk enjamy ulanylsa, bu bolsa bugartma sowadyşyň üçbasgançakly shemasyny döredýär. Ýerli üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän kondisioneriň gurluş aýratynlyklary 30-nji suratda berilen.



30-njy surat. Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerde howany işläp taýýarlamaklygyň prinsipiýal shemasy we kondisioneriň konstruktiv ýerine ýetirişi.



## **14.2. Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş üzgüninde işleýän ýerli kondisioneriň konstruktiv ýerine ýetirilşi**

Bu kondisioner ikibasgançakly utgaşdyrylan bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän shema bilen kybapdaş şu aşakdaky böleklerden ybarat bolýar: howasüzgüji, wentilýator, goşmaça bugardys ýylylykçalyşyk enjamy, suw ýygnaýan gap we birinji basgançak üçin resirkulýasiýa nasosy, deşikli suw paýlaýan turbalar, suwlandyrylýan gigroskopik material bilen doldurylan gatlak, ikinji basgançak üçin resirkulýasiýa nasosy we suw ýygnaýjy gap. Bu shemanyň tapawutly aýratynlygy onda geçiriş patrubkasynyň (16) bolmagydyr. Bu patrubka (16) kömekçi howa akymynyň goşmaça bugartma-sowadyş enjamynyň suwlandyrylýan böleginden geçeninden soňra üçünji basgançakdaky ýylylykçalyşyk enjamyna gelmegini üpjün edýär. Üçünji basgançakdaky ýylylykçalyşyk enjamy ýasy görnüşli gurnawlardan (18) döredilen zolakly kanallardan ybarat bolup, olaryň gýralary dikligine turba gurnawyna berkidilen. Ýasy görnüşli gurnawlaryň zolakly kanallarynyň içinden howanyň kömekçi akymlyary geçýär. Goşmaça bugartma sowadyş enjamynyň (5) suwlandyrylýan böleginden soňra damja saklaýjy gurnawyň ýoklygy sebäpli, kömekçi howa akymlyary ýasy üstleriň arasyndaky zolakly kanallara (18), düzüminde suw damjalary bilen bile girýärler. Kanallarda, olaryň beýikligi boýunça egremçe şekilli gözenejikler gurnalýarlar, kömekçi howa akymlyarynyň düzümindäki suw damjalary bolsa bu gözenejiklere siňip galýarlar. Kanallaryň ahyrky böleginde bolsa ýörüte saklaýjy gurnawlar (separatorlar, saklaýjy gatlak) ornaşdyrylýar. Bu gurnawlar howanyň göterip alyp barýan suw damjalarynyň üçünji basgançakdaky ýylylykçalyşyk enjamynyň çäklerinden geçmezligini üpjün edýärler.

Sowadylýan howa akymlyary ýasy görnüşli gurnawlaryň arasyndaky kanallardan (19) geçirýärler we aralykdaky diwarçalaryň üsti bilen ýylylyk geçirýärler.

**15. Ýylylyk massaçalşyk enjamlarynda energiýanyň  
harçlanyşyny  
häsiýetlendirýän, ykdysady-tehniki görkezijileri  
kesgitlemeklik**

**15.1. Akademik W.M.Kirpiçowyň teklipe eden energetiki  
koeffisiýentiniň mazmuny we hasaplama formulasy**

Ýylylyk-massaçalşyk enjamlarynda, olaryň ýerine  
ýetirýän işiniň esasy görkezijisi hökmünde enjamda geçirilýän  
ýylylygyň (ýa-da massanyň) mukdary hasaplanylýar.  
Ýylylykçalşygy enjamlarynyň ýylylykçalşyk netijeliligine  
baha bermeklik üçin, meşhur rus alymy akademik  
W.M.Kirpiçow energetiki koeffisiýenti ulanmaklygy teklipe  
edýär, ýagny

$$\mathfrak{D} = \frac{Q}{A \Sigma N} \quad (90)$$

Bu ýerde  $\Sigma N$ -enjamyň garşylygyny ýeňil geçmek üçin  
sarp edilýän kuwwatyň jemleme harçlanyş ululygy.

$$A \frac{1}{427} - \text{işniň ýylylyk ekwiwalenti} \quad \frac{Kkal}{kg \cdot m}$$

Q-enjamda geçirilen ýylylygyň mukdary Kkal/sag.

**15.2. Ýylylyk we massaçalşyk enjamlarynda energiýanyň  
harçlanyşyny kesgitlemeklik**

Hünärmenleriň bellemegine görä iki sany enjam  
deňeşdirileninde olaryň birmeňzeş şertlerde we görkezijilerde  
ýerine ýetirilmegi zerurdyr.

$$\begin{aligned} &\text{Ýylylyk mukdary} \\ &Q = G \cdot (I_1 - I_2) \end{aligned} \quad (91)$$

ýa-da

$$Q = Gc(t_1 - t_2) \quad \text{Kkal/sag} \quad (92)$$

Enjamyň üstünden howany geçirmek üçin sarp edilýän kuwwatyň ululygy:

$$N = \frac{G}{\gamma} \Delta P \quad (93)$$

Bu ýerde  $\Delta p$ -enjamyň aerodinamiki garşylygy,  $\text{kg/m}^2$   
 $\gamma$ -howanyň dykzylygy,  $\text{kg/m}^3$

Enjamda  $G_w$  mukdardaky suwy enjamyň iş meýdanyna ýetirmeklik üçin kuwwatyň sarp edilýän ululygy şu aşakdaky formula esasynda kesgitlenilýär:

$$N_w = G_w \cdot 10 \cdot \Delta P_w \quad (94)$$

$\Delta P_w$  -suwy enjamyň iş meýdanyna ýetirmek üçin zerur bolan basyş,  $\text{ати}$  ( $\text{kg/m}^2$ ).

Ýa-da suwlandyryş koeffisiýentini ulanmaklyk esasynda,  $N_w$  üçin formula şu görnüşde ýazylyp biliner:

$$N_w = B \cdot G \cdot 10 \Delta P_w \quad (95)$$

Onda (90)÷(95) formulalary ulanmaklyk esasynda adiabاتي bugartma iş usulynda işleýän ýylylyk-massaçalşyk

enamlary üçin energetiki görkeziji şu formula arkaly kesgitlenip biliner:

$$\mathfrak{O} = \frac{Gc(t_1 - t_2)}{(G \frac{\Delta P}{\gamma} + GB \cdot 10 \cdot \Delta P_w) \frac{1}{427}} = \frac{Gc(t_1 - t_2)427}{G(\frac{\Delta P}{\gamma} + B10 \cdot \Delta P_w)} = \mathfrak{O} = \frac{2,24(t_1 - t_2)427}{\frac{\Delta P}{\gamma} + B10 \cdot \Delta P_w}$$

Ýagny,

$$\mathfrak{O}_A = \frac{0,24(t_1 - t_2)427}{\frac{\Delta P}{\gamma} + B \cdot 10 \cdot \Delta P_w}. \quad (96)$$

## GOŞMAÇALAR

1-nji goşmaça

Halkara ölçeg birligine (СИ) geçirilýän fiziki ululyklaryň arasyndaky gatnaşyk

Ululyklaryň atlary	Ölçeg birligi		СИ birligine gatnaşygy
	Çalyşymaly birlikler	СИ	
	Bellenilişi	Bellenilişi	
Ýylylyk mukdary	kcal	kdj	4,19 kdj
Udel ýylylyk mukdary	kcal/kg	kdj/kg	4,19 kdj/kg
Ýylylyk akymy (kuwwaty)	kcal/sag	wt	1,163 wt
	Gkal/sag	Mwt	1,163 Mwt
Ýylylyk akymynyň üst boýunça dykzlygy	$\frac{kcal}{m^2 \cdot sag}$	wt/m <sup>2</sup>	1,163 wt/m <sup>2</sup>
Ýylylyk akymynyň göwrüm boýunça dykzlygy	$\frac{kcal}{m^3 \cdot sag}$	wt/m <sup>2</sup>	1,163 wt/m <sup>2</sup>
Ýylylyk sygymy	kcal/°C	kdj/°C	1,19 kdj/°C
Udel ýylylyk sygymy	$\frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C}$	$\frac{kdj}{kg \cdot ^\circ C}$	4,19 $\frac{kdj}{kg \cdot ^\circ C}$
Ýylylyk geçirijilik	$\frac{kcal}{m \cdot sag \cdot ^\circ C}$	$\frac{wt}{m \cdot ^\circ C}$	1,163 $\frac{wt}{m \cdot ^\circ C}$
Ýylylyk çalyşyk, geçirmeklik ýylylyksiňdirjilik koeffisiýenti	$\frac{kcal}{m^2 \cdot sag \cdot ^\circ C}$	$\frac{wt}{m^2 \cdot ^\circ C}$	1,163 $\frac{wt}{m^2 \cdot ^\circ C}$
Ýylylykgeçirmeklige bolan garşylyk	$\frac{m^2 \cdot sag \cdot ^\circ C}{kcal}$	$\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{wt}$	0,86 $\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{wt}$
Basyş	kg/sm <sup>2</sup>	Pa	9,81 · 10 <sup>4</sup> Pa
	kg/m <sup>2</sup>	Pa	9,81 Pa
	mm.suw.süt	kPa	9,81 kPa
	mm.sim.süt	Pa	133,3 Pa
	ar	kPa	98,1 kPa
Güýç	kg	n	9,8 n

## 2-nji goşmaça

### Türkmenistanyň käbir ilatly ýerleri üçin daşky howanyň hasaplama şertleri

Ilatly punktyň ady	Ýerleşýän hasaplama geografikiňişligi	Barometrik basysy, gPa	Ýylyň döwürleri	“A” parametri			“B” parametri			Tempera- turanyň ortaça gije-gündizdäki amplitudasy oC
				Temperatura tH, oC	Udel entalpiya kj/kg	Ýeliň tizligi9 m/s	Temperatura tH, oC	Udel entalpiya kj/kg	Ýeliň tizligiv m/s	
Aşgabat	36	970	Ýyly	36	58,2	2,4	39	62,8	2,4	14,5
			Sowuk	-2	4,2	3,2	-11	-8	2	-
Türkmenbaşy	40	1010	Ýyly	31,6	64,5	5,3	35,7	68,2	5,3	9,5

			Sowuk	0	6,7	7	-8	-4,2	7	-
Guşgy	36	950	Ýyly	33,8	56,1	1	38,7	59,5	1	18,8
			Sowuk	-4	0,8	2	-13	-10,2	2	-
Repetek	40	990	Ýyly	37,8	57,8	1	43,2	61,1	1	19,1
			Sowuk	-2	3,3	3	-12	-9,5	1,2	-
Türkmenabat	40	970	Ýyly	35,2	59	4,3	39,5	62,8	4,3	14,3
			Sowuk	-2	3,3	3	-13	-10,5	3,2	-

### 3-nji goşmaça

Kaloriferleri seçip almaklyk üçin maglumatlar. Kaloriferleriň konstruktiv häsiýetnamalary

Howanyň geçiş ugry boýunça turbalaryň hatar sany	Kaloriferleriň belgisi we modeli	Flanslaryň oky boýunça ölçegler, mm			Gyzdyryş üstüniň meýdany, m <sup>2</sup>	Howany geçirmek üçin açyk meýdany m <sup>2</sup>	Ýylylyk saklaýjyny geçirmeklik üçin açyk meýdany, m <sup>2</sup>
		beýikligi	Ini	çyňlугy			
3	KΦC-2	600	390	200	9,9	0,115	0,0046
	KMC-2						
	KΦC-3	600	510	200	13,2	0,154	0,0061
	KMC-3						
	KΦC-5	750	640	200	20,9	0,244	0,0012
	KΦC-6	900	640	200	25,3	0,295	0,0076
	KΦC-7	900	760	200	30,4	0,354	0,0076
	KΦC-8	1050	880	200	35,7	0,416	0,0092 0,0092
	KΦC-9	1050	880	200	41,6	0,486	0,0107
	KMC-9						0,0015
	KΦC-10	1200	880	200	47,8	0,558	0,0107
	KMC-10						0,0015
	KΦБ-2	600	390	240	12,7	0,115	0,0061
	KМБ-2						0,002



4	КФБ-3	600	510	240	16,9	0,154	0,0082 0,0016
	КМБ-3						
	КФБ-5	750	640	240	26,8	0,244	0,0102
	КФБ-6	900	640	240	32,4	0,295	0,0102 0,002
	КМБ-6						
	КФБ-7	900	760	240	38,9	0,334	0,0122
	КФБ-8	1050	760	240	45,7	0,416	0,0212
	КФБ-9	1050	880	240	53,3	0,486	0,143 0,002
	КМБ-9						
	КФБ-10	1200	880	240	61,2	0,558	0,0143 0,002
	КМБ-10						
3	КФСО-4	750	510	200	17	0,153	0,0084
	КФСО-5	750	640	200	21,7	0,187	0,0107
	КФСО-8	1050	160	200	35,3	0,318	0,0122
	КФСО-9	1050	880	200	41,9	0,375	0,0145
	КФСО-10	1200	880	200	48,2	0,431	0,0145
	КФСО-11	1200	1010	200	55,8	0,499	0,0168
4	КФБО-4	750	510	240	20,7	0,143	0,0107
	КФБО-5	750	640	240	26,9	0,182	0,0135
	КФБО-8	1050	160	240	47	0,318	0,0165
	КФБО-9	1050	880	240	55,8	0,375	0,0193
	КФБО-10	1200	880	240	64,3	0,431	0,0193
	КФБО-11	1200	1010	240	71	0,475	0,0213

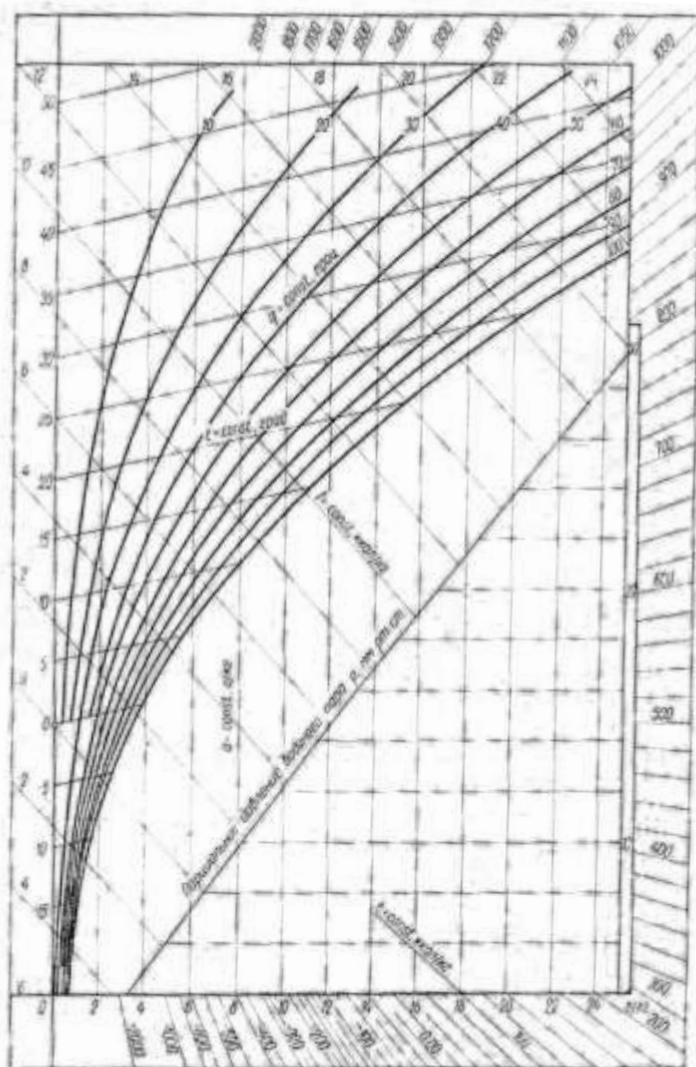
## Kaloriferleriň ýylylyk tehniki häsiýetnamasy

Kaloriferleriň modeli	Ýylylyk saklaýjy	Ýylylyk saklaýjynyň tizligi, m/sek	Howa massa tizligi, kg/m <sup>2</sup> sek, halatynda kaloriferiň ýylylyk geçirilmelik koeffisiýenti, kkal/m <sup>2</sup> sek								
			4	5	6	7	8	9	10	11	12
КФС, КМС	suw	0,01	9	9,6	10,1	10,7	11	11,5	11,8	12,4	12,5
КФБ, КМБ	suw	0,03	11,5	12,2	12,8	13,5	14	14,5	15,1	15,6	16
şuňa meňzeşlikde	suw	0,06	13,4	14,3	15,8	15,9	16,4	17,3	17,7	18,1	18,7
-//-	suw	0,1	15,1	16	16,9	17,8	18,5	19,2	19,8	20,7	21
-//-	suw	0,2	17,6	18,7	19,7	20,4	21,5	22,4	23,1	24,4	24,4
-//-	suw	0,3	19,3	20,5	20,2	22,8	23,6	24,6	25,2	26,8	26,8
-//-	bug	0,3	17,	19,	21,	22,6	24	25,	26,3	28,4	28,4

			9	7	2			1			
-//-	suw	0,01	12	13, 1	14, 1	14,9	15, 6	16, 4	17,1	18,3	18,3
-//-	suw	0,03	15, 4	16, 8	18	18	20	20, 9	21,8	22,6	23,3
-//-	suw	0,06	18	19	21	22,2	23, 3	24, 6	25,5	26,4	27,3
-//-	suw	0,1	20, 1	21, 9	23, 5	24,9	26, 1	27, 4	28,5	29,6	30,6
-//-	suw	0,2	23, 5	25, 6	27, 5	29,1	30, 5	32	33,3	34,5	35,7
-//-	suw	0,3	25, 8	28, 1	30, 1	31,8	33, 5	35, 1	26,5	37,8	39
-//-	bug	0,3	25, 5	29, 6	33, 6	37,2	40, 8	44, 1	47,4	50,3	53,6

## 5-nji goşmaça

$P_6=760$  mm.sim.süt baramotriki basyşda çygly howanyň I-d diagrammasy



Howa kondisionirleme ulgamlarynyň aerodinamiki  
hasaplamasynyň jemleýji tablisasy

1	Uçastoklaryň belgileri	Howa geçirijileriň ölçegleri												
2	Howanyň mukdary $L - m^3/sag$													
3	Uçastogynyň uzynlygy $\ell - m$													
4	$a \times b, mm$													
5	Kese-kesimiň meýdany $F, m^2$													
6	Ekwiwalent diametri $d, mm$													
7	Howanyň tizligi $v, m/sec$													
8	Uçastogynyň $1m$ uzynlygynyň ýitgileri $R, kg/m^2 \cdot m$													
9	Kanalvň bütür-südürligini hasaba alýan koeffisiýent $\beta_{bu}$													
10	Sürtülmä bolan ýitgiler $R \cdot \beta_{su} \cdot \ell$													
11	Ýerli garşylyklaryň koeffisiýentleriniň jemi $\Sigma \xi$													
12	Dinamiki basyş $P_g, kg/m^2$													
13	Ýerli garşylyklardaky ýitgiler $Z, kg/m^2$													
14	Uçastokda basyşyň ýitgileri													
15	Basyşyň ýitgileriniň jemi $\Sigma (R\ell + Z)$													

**Bellik:**

- 1,2 we 3-nji kolonkalar howageçirijileriň shemasy esasynda dolandyrylýarlar.
- 4-nji kolonka uçastokdan geçýän howanyň takmynan tizligi esasynda kesgitlenilýär we howageçirijileriň ýa-da kanalyny standart ölçegine gabatlaşdyrylyp kabul edilýär.

## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Кокорин О.Я. «Исправленные охлаждения для целей кондиционирования воздуха». М., «Стройиздат» 1965.

11. Нестеренко А.В. «Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха» М, «ВШ». 1971.
12. Кокорин О.Я. «Установки кондиционирования воздуха» М, «Машинстроение», 1978.
13. Рахманов А. «Использование климатических особенности ройонов сукого, жаркого климата для летного кондиционирования воздуха» А; Госплан ТССР, 1984.
14. Д.Крум., Б.Робертс. Кондиционирования воздуха и вентиляция зданий (перев. с англ), М, Стройиздат, 1980.
15. Пеклов А.А., Степанов Т.А. Кондиционирования воздуха Киев, «Вышая школа», 1978.
16. Акмурадов Б.А. Методические указания к выполнению дипломного проекта кондиционирования воздуха для студентов специальности 1208 «Теплогазнабжение и вентиляция» часть I. Основы проектирования систем кондиционирования воздуха. Ашгабат-1979.
17. Акмурадов Б.А. Методические указания к дипломному проектированию по кондиционирования воздуха (Расчёт и конструирование системы кондиционирования воздуха и её холодоснабжения). Ашгабат-1982.

# M A Z M U N Y

1. Giriş.....	7
2. Yssy gurak şertlerde howany sowatmaklygyň amatly usuly we onuň ykdysady tehniki ähmiýeti.....	11
2.1. Bugartma sowadyş usuly barada esasy maglumatlar.....	11
2.2. Bugartma sowadyş usulynyň fiziki mazmuny.....	12
3. Howanyň fiziki häsiýetnamalary.....	13
3.1. Howanyň basyşy.....	13
3.2. Howanyň udel massasy.....	16
3.3. Howanyň çygsaklajylygy.....	18
3.4. Howanyň otnositel çyglylygy.....	21
3.5. Howanyň ýylylyk sygymy.....	22
3.6. Çygly howanyň ýylylyksaklaýjylygy (entalpiýasy).....	23
4. Bugartma sowadyş iş düzgüninde howa bilen suwuň göni galtaşmaklygynda bolup geçýän ýylylyk we massaçalyşma prosesleriniň aýratynlyklary.....	26
4.1. Bugartma sowadyş iş düzgüninde howa bilen suwuň göni gatlaşmaklarynda ýylylyk we massaçalyşyk prosesleriniň deňlemesi.....	26
4.2. Howany adiabatiki çyglandyrma prosesleri üçin amerikan alymy Lýuisiň ýylylyk we massaçalyşmak koeffisiýentiniň gatnaşmasynyň hemişeligi barada alan netijesi.....	28
5. Işläp taýýarlanylmalý howa bilen dürli temperaturadaky suwuň galtaşmagynda bolup geçýän howanyň şertleriniň özgermekliginiň mümkin bolan.....	31
5.1. Howanyň dürli temperaturadaky suw bilen galtaşmaklygynda bolup geçýän, ýylylyk-massa	



	çalyşyk prosessleriniň esasy aýratynlyklary.....	31
5.2.	Temperaturasy dürli bolan suw bilen galtaşýan halatnda, howanyň şertleriniň özgermekliginiň mümkin bolan çäkleriniň I-d diagrammada gurmaklyk we prosessleri seljermeklik.....	32
6.	Howa kondisionirleme ulgamlarynda ulanylýan suw pürküp sepeleýji forsunkaly kameralar.....	35
6.1.	Kondisioneriň suw pürküp sepeleýji forsunkaly kamerasynyň gurluşy we konstruktiv aýratynlyklary.....	35
6.2.	Howa bilen suwuň göni galtaşmagynda bolup geçýän ýylylykçalyşmak prosessiniň esasy deňlemesi.....	39
7.	Howasy sowadylmaly otagda ýylylygyň we çygyň bölünip çykyşynyň hasaplamasy.....	46
7.1.	Otagda bölünip çykýan aýan, ýaşyryn we doly ýylylyk mukdarlary.....	46
7.2.	Otagda adamlardan bölünip çykýan ýylylygyň we çygyň mukdary.....	48
7.3.	Germew konstruksiýalaryň üsti bilen gelýän we olaryň üstünden ýitýän ýylylyk mukdaryny kesgitlemek.....	51
7.4.	Gün radiasiýasyndan gelýän ýylylyk mukdaryny kesgitlemek.....	53
7.5.	Otaga emeli ýşyklandyryşdan gelýän ýylylyk mukdary.....	56
7.6.	Otagda kömürturşy gaza barada.....	59
8.	Howa sowadyş ulgamlarynda ulanylýan howasowadyjy enjamlaryň käbir görnüşleri.....	61
8.1.	Tekizüsti howasowadyjylar.....	61
8.2.	Gapyrgaüsti howasowadyjylar.....	62
8.3.	Suwlandyrylýangatlakly, owasowadyjylar.....	64

9.	Adiabatiki çyglandyрма iş düzgüninde howa bilen suwuň arasynda bolup geçýän ýylylyk-massaçalyşyk prosesleri. Psihrometriň teoriýasy.....	66
9.1.	Howanyň otnositel çyglylygyny kesgitlemeklik üçin ulanylýan esasy gurallar we olaryň gurluş aýratynlyklary.....	66
9.2.	Psihrometriň teoriýasy.....	71
10.	Yssy gurak şertlerde bugartma sowadyş usulyňy ulanmaklygyň mümkinçilikleri.....	76
10.1.	Bugartma sowadyş usulynda işleýän ýerli kondisionerler.....	76
10.2.	Bugartma sowadyş usulyňy merkezi kondisionerlerde ulanmaklyk.....	77
11.	Howasy sowadylýan jaýda howageçirijileriň hasaplamasy.....	80
11.1.	Hasaplamany ýerine ýetirmeklik üçin taýýarlyk işleri.....	80
11.2.	Hasaplamanyň maslahat berilýän zyzgiderliligi.....	81
12.	Ikibasgançakly (göni we goşmaça) bugartma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisionerler.....	87
12.1.	Göni we goşmaça bugartma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisionerler barada esasy maglumatlar.....	87
12.2.	Ikibasgançakly bugurtma sowadyş usulynda işleýän merkezi kondisionerleriň hasaplamasyny ýerine ýetirmek.....	89
12.3.	Ikibasgançakly ugurtma sowadyş usulyňyň utgaşdyrm.....	92
13.	Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerler.....	96
13.1.	Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerleriň tehniki taýdan amatlylygy.....	96

13.2. Ikibasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisioneriň konstruktiv aýratynlyklary we ulanylyşy.....	97
14. Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisionerler.....	100
14.1. Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisioneriň gurluşy.....	100
14.2. Üçbasgançakly bugartma-sowadyş iş düzgüninde işleýän ýerli kondisioneriň konstruktiv ýerine ýetirilşi.....	101
15. Ýylylyk massaçalşyk enjamlarynda energiýanyň harçlanyşyny häsiýetlendirýän, ykdysady-tehniki görkezijileri kesgitlemeklik.....	102
15.1. Akademik W.M.Kirpiçýowyň teklipe eden energetiki koeffisiýentiniň mazmuny we hasaplama formulasy.....	102
15.2. Ýylylyk we massaçalşyk enjamlarynda energiýanyň harçlanyşyny kesgitlemeklik.....	102
16. Goşmaçalar.....	105
1-nji goşmaça Halkara ölçeg birligine (СИ) geçirilýän fiziki ululyklaryň arasyndaky gatnaşyk.....	105
2-nji goşmaça Türkmenistanyň käbir ilatly ýerleri üçin daşky howanyň hasaplama şertleri.....	106
3-nji goşmaça Kaloriferleri seçip almaklyk üçin maglumatlar. Kaloriferleriň konstruktiv häsiýetnamalary....	108
4-nji goşmaça Kaloriferleriň ýylylyk tehniki häsiýetnamasy.....	110
5-nji goşmaça $P_0=760$ mm.sim.süt barametriki basyşda çygly howanyň I-d diagrammasy.....	112

6-njy goşmaça	Howa kondisionirleme
ulgamlarynyş	aerodinamiki
jemleýji tablisasy.....	hasaplamasynyň
Edebiýatlar.....	113
	114