

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

S. Daňatarow

**ÝYLADYŞ WE ÝYLYLYK EMELE
GETIRIJI DESGALAR**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

Aşgabat – 2010

S. Daňatarow, Ýyladyş we ýylylyk emele getiriji desgalar.

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

SÖZBAŞY

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň Bilim we Ylym ulgamlaryny düýpli özgertmek hem-de kämilleşdirmek baradaky Permanlarynyň, Kararlarynyň durmuşa geçirilmegi ýurdumyzda dünýä ülnülerine laýyk gelyän ökde hünärmenleri taýýarlamaklyga giňden ýol açýar.

Barha ösýän Güneşli ölkämiziň senagatyny, halk we oba hojalygyny, çylşyrymly ýylylyk we energiýa desgalaryny dolandyrmak üçin inžener hünärine eýe bolan ýaş zehinliler gerek.

Häzirki döwürde tehniki ugurlar boýunça hünärmenleri taýýarlaýan ýokary okuw mekdepleriniň birnäçesinde ýylylyk teknikasy dersinden talyplara sapak berilýär.

Ýylylyk teknikasy dersini öwrenmegiň we özleşdirmegiň esasy maksady tehniki ugurlar boýunça ýokary bilim alan hünärmenleriň senagatyň dürli pudaklarynda, ulagda we gurluşykda ulanylýan çylşyrymly ýylylyk we energiýa desgalaryň işleýiş düzgünlerine, olaryň shema aýratynlyklaryna düýpli düşünmekligini, ýylylyk hadysalaryna degişli çylşyrymly meseleleriň çözügütlerini, onuň dogry we amatly çözügütlerini tapmak üçin ýylylyk teknikasynyň düýpli kanunlaryny ulanmak başarnyklaryny üpjün etmekden ybaratdyr.

Ýylylyk teknikasy esasynda öwrenilýän “Ýyladyş” ulgamy hem-de Ýylylyk emele getiriji desgalar derslerinden ýokary bilim alýan her bir talyp ýylylyk energiýasyny öndürmekligi, ony ulanyjlara ýetirmekligi we ulanmaklygy, olara degişli ähli ýylylyk enjamlary we olaryň gurluşyny, birikdirilişini, işleýişini bilmelidir. Ýaşayş, jemgyýetçilik, senagat jaýlarynda ýylyň sowuk döwründe adam organizmine oňaly bolan howa şertlerini döretmekde, oba hojalyk önümçilik binalarynda, jemgyýetçilik ulaglarynda ýyladyş ulgamyny gurnamakda ýokary derejeli düşüňjä eýe

bolmalydyr. Her bir ýylylyk enjamynyň PTK-ini ýokarlandyrmaga degişli usullary gözlemäne ukyply bolmalydyr. “Ýyladyş” ulgamy we Ýylylyk emele getiriji desgalar derslerinde edil beýleki dersler ýaly bilimiň nazary esaslary berilmelidir. Şonuň üçin bu gollanmada esasy orny ýylylyk çalşygynyň esaslaryna we ýylylyk hasaplamalaryna berildi. Şeýle hem gollanma düzülende inžener hünärmenleri taýýarlanylýandygy göz önünde tutulyp birnäçe amaly meselelere üns berildi. Dürli shemaly ýyladyş ulgamyna, gyzdyryjy, birikdiriji, ýylylyk çalşyjy we emele getiriji desgalara, olaryň enjamlaryna, şeýle hem, durmuşda gündelik ýüze çykýan meselelere seredildi. Bu dersi öwrenýän talyplar tehniki termodinamikany, ýylylyk massa çalşygyny, gurluşyk ýylylyk fizikasyny, gidrawlikany öwrenen bolmalydyr. Hödürlenýän gollanma boýunça okadylanda göz önünde tutulan tejribe okuwlary talyplaryň okaýan hünärine laýyklykda saýlanyldy. Geljekki ýaş hünärmenler okadylýan döwründe ylmy gözleglere we inženerçilik çözgütlere ukyply, täze tehnikanyň we tehnologiýanyň inçe syrlyny özleşdirmegi başaryan we olary önümçilikde ornaşdyrmagyň tärlerini ýeterlik bilýän derejede taýýarlanylmaladyr. Gollanma düzülende talyplary ylmy işe ugrukdyrmak, olaryň ýylylyk prosesleriniň geçişine has içgin düşünmeklik meselesi hem ünsden düşürilmedi. Saýlanyp alnan hünärleriniň talaplaryna baglylykda tejribe işler saýlanyp alnyp biliner.

ÝYLADYŞ

№1-nji TEJRIBE IŞI

SUWUŇ DÜZÜMINDÄKI HOWANYŇ MUKDARYNY KESGITLEMEK

Merkezi ýyladyş ulgamynyň turbageçirijilerindäki suwuň düzüminde bar bolan howa şol ýyladyş ulgamynyň işlemegine we iş möhletine zyýanly täsir edýär. Bu ýagdaý ulgamyň aýry-aýry ýerlerinde howanyň ýygnanmagy netijesinde ýylylyk äkidijiniň (suwuň) aýlanşygynyň bozulmasyna alyp barýar, şeýle hem, kislorodyň täsiri netijesinde metalyň zaýalanyp dargamagyna getirýär. Suwda erän howanyň metaly dargadyjy häsiýeti has-da güýçli bolup, onuň düzümi atmosfera howasyndan has tapawutly bolýar. Azot, kislorod we kömürturşy gaz – atmosfera howanyň esasy düzüm bölegi bolmak bilen, olaryň suwdaky ergin mukdarynyň gatnaşyklary atmosferadaky mukdar gatnaşyklaryndan tapawutlanýar. Olaryň suwdaky ergin mukdar gatnaşyklary atmosferadakydan tapawudy 1-nji tablisada görkezilýär.

**Atmosfera howanyň we suwdaky ergin howanyň $t = 0$
 $^{\circ}\text{C}$ we $p = 101,3 \text{ kN/m}^2$ ýagdaýynda düzüminde O_2 , N_2 we
 CO_2 gazlaryny saklaýyş göterimi hakynda maglumat**

1-nji tablisa.

Elementleriň atlary	Esasy elementleriň saklanyşy, %	
	Atmosfera howasynda	Suwdaky erän howada
O_2	20,99	35,01
N_2	78,98	63,25
CO_2	0,03	1,74

Suwuň düzüminde kislorod ergininiň saklanşynyň ýokary bolmagy turbageçirijilerde korroziýa emele gelmegini güýçlendirýär.

Suwuň temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen kislorodyň ereýjiligi birnäçe gezek peselýär we suwdaky erän howada onuň mukdary kemelýär.

Suwuň basyşynyň ýokarlanmagy bilen suwda howanyň ereýjiligi (1) deňleme kanuny boýunça ulalýar:

$$x = x_0 p \quad (1)$$

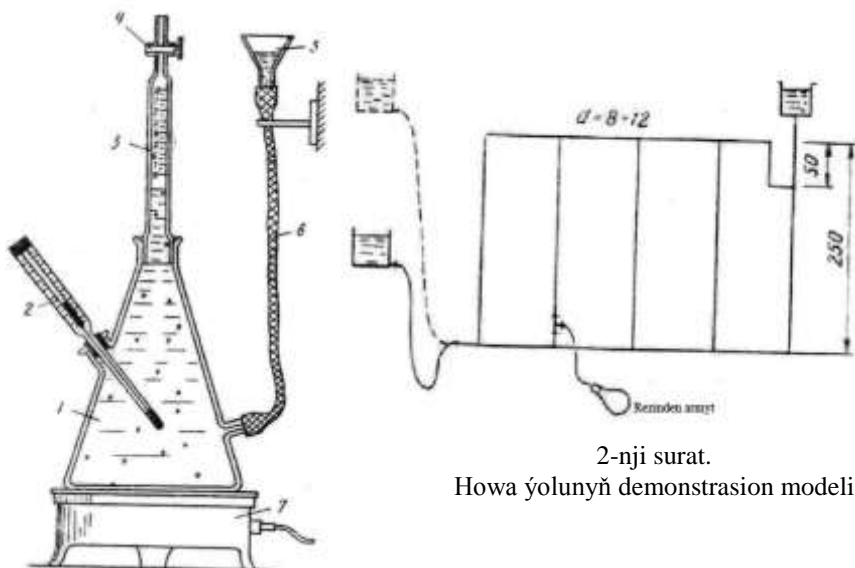
bu ýerde

x_0 – suwuň $p_0 = 98,1 \text{ kN/m}^2$ basyşynda howanyň ereýjiligi, kg/m^3 ;

x – suwuň p , kN/m^2 basyşynda howanyň ereýjiligi, kg/m^3 ;

Atmosfera basyşyndaky suwda howanyň ereýjiligi onuň temperaturasyna hem baglydyr. Şu tejribe işiň maksady hem şol baglanyşygy kesgitlemek bolup durýar.

Bu iş 1-nji suratda görkezilen shema boýunça gurnalan enjamda ýerine ýetirilýär. Gurnalan enjam gapdan 1, suwdan bölünip çykýan howany ýygnamak üçin niýetlenen ölçeýji turbajykdan 3, termometrden 2, enjamy suwdan doldurmak üçin ulanylýan guýgyç 5 bilen turbajykdan 6 ybaratdyr. Şonuň ýaly hem, gaba goýulýan suw elektrik gyzdryjynyň 7 kömegi bilen gyzdrylan ýagdaýynda öz göwrümini giňeltýändigini sebäpli gyýguç özboluşly giňeldiji gap bolup hyzmat edýär.



2-nji surat.

Howa ýolunyň demonstrasion modeli

1-nji surat.

Suwda howanyň saklanşynyň onuň
temperaturasyna baglylygyny kesgitlemek
üçin tejribe guralynyň shemasy

Işi ýerine ýetirmek üçin kranyň 4 açyk ýagdaýynda ölçýji turbajygyň şkalasynyň nol bölegine ýetýänçe gaba suw guýup doldurmaly, ondan soň krany ýapmaly we suwuň temperaturasyny ölçemeli. Gaba guýulýan suwuň agramyny ölçemeklik gabyň boş we doly ýagdaýynda terezide ölçäp onuň aratapawudyny bilmek arkaly kesgitleňýär. Elektrik gyzdyryjynyň naprýaženiýesini, şonuň ýaly-da suw gyzdyryjylyk işjeňlik derejesini sazlamaga mümkinçilik berer ýaly elektroplitka awtotransformatoryň üsti bilen elektrik naprýaženiýesine birikdirilýär.

Elektrik gyzdyryjy suwy gyzdyryp başlanyndan soň onuň düzümindäki ergin haldaky howa bölünip çykyp başlar we ölçeg turbajygyna ýygňanar.

Tejribe işi ýerine ýetirlende suwuň gyzgynlyk derejesi birdeň interwal boýunça ýokarlananda (5 ýa-da 10°) amala

aşyrylýar we şol pursatlarda suwdan bölünip çykýan howanyň mukdaryny görkezýän ölçeg turbajygynyň şkalasy boýunça hasabat alyp 2-nji tablisa ýazylýar.

Suwuň temperaturasy 95 °C-a golaýlanda tejribe işi togtadylýar. Tejribede alynan, suwdan bölünip çykýan howanyň mukdary hakyndaky maglumatlaryň esasynda $V(\text{sm}^3/\text{kg})$ we $t, ^\circ\text{C}$ koordinatalarda çyzgysyny gurmaly.

2-nji tablisa.

Synag belgisi	Suwuň temperaturasy, $^\circ\text{C}$	Turbajygynyň ölçeg şkalasy boýunça hasabat, sm^3	Howanyň göwrüminiň artmagy, sm^3
1			
2			
3			

Bellik. Suw ýyladyş ulgamynda synag geçirilenden we howa emele gelmeginiň sebäbi anyklanandan soň birnäçe mesele çözülýär. Aşakdan paýlaýjyly suw ýyladyş ulgamynyň beriji we yzyna alyp gaýdyjy magistrallary suwdan doldurlan we ony işledilen pursatynda howa çykaryjy enjamlaryň işleýşi anyklanýar we gurulmaly ýerleri görkezilýär.

Aýna turbajyklaryndan ýasalan howa çykaryjy ýollaryň demonstrasion modeliniň shemasy 2-nji suratda görkezilýär.

Tejribe işine degişli soraglar

1. Suwuň düzüminde O_2 , N_2 , CO_2 gazlarynyň emele gelşi we näme zyýany bar?
2. Suwuň düzüminden O_2 , N_2 , CO_2 gazlary nähili çykarmaly we olary çykarýan haýsy enjamlary bilýärseniz?
3. Suwuň düzümindäki gazlar termodinamiki ululyklara nähili bagly we çyzgyda nähili aňlatmaly?

4. Ýyladyş ulgamynda suwdan gazy çykarmak üçin haýsy enjam ulanylýar we nähili çykarylýar?

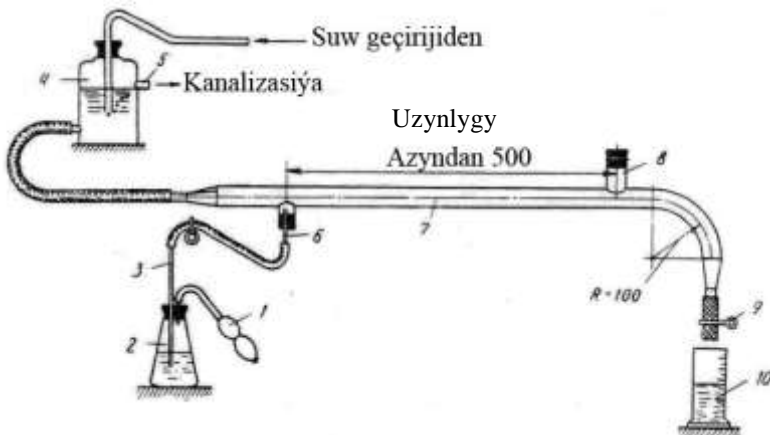
Peýdalanylmalý edebiýatlar.

1. В.Аразмедов. “Техники термодинамика”. Ашгабат. TDNG-2005 ý.
2. А.П.Васкаков. «Теплотехника». М., 1991 г.
3. К.Ф.Роддатис. «Котельные установки». М., Энергия М., 1977 г.
4. В.Ф.Дроздов. «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976 г.
5. S.Daňatarow “Ýyladyş” dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. 2009 ý.

№2-nji TEJRIBE IŞI

DÜRLI ÝAPGYTLYKDAKY GEÇIRIJI TURBADA HOWA DÜWMESINI ÇYKARÝAN SUWUŇ TIZLIGINI KESGITLEMEK

Merkezleşdirilen ýyladyş ulgamlarynyň geçiriji turbalaryndaky we gyzdyryjy enjamlaryndaky suwuň düzüminden howany çykarmak meselesini çözmek zerur bolup durýar. Şonuň üçin ýyladyş ulgamynyň geçiriji turbalary gorizontaly ýagdaýda geçirilmän, belli bir ýapgytlykda geçirilýär. Turbalaryň ýapgytlygy şol geçiriji turbanyň geçirilýän ýeriniň ýerli şertine görä kesgitlenýändigine garamazdan onuň ýapgytlyk burçy islendik ýagdaýda 0,002 bahadan kiçi bolmaly däldir. Gyzdyryjy enjamlara barýan turbalaryň umumy uzynlygyna alanyňda ýapgytlygy 10 mm bolmalydyr.



1-nji surat. Dürli ýapgytlykdaky turbageçirijilerde howa köpürjigini çykaryan suwuň tizligini kesgitlemek üçin gurnama.

Bu tejribe işiniň esasy maksady geçiriji turbanyň dürli ýapgytlygynda suwdan howany päsgelçiliksiz çykarmak üçin suwuň tizligini kesgitlemekden ybaratdyr.

Tejribe geçirilýän guralyň shemasy (1-nji surat) aýna turbasyndan 7 we onda deňölçeqli basyş döretmek hem-de suwdan howany çykarmak üçin ballondan 4, şeýle hem, olary birikdirýän rezin turbajykdan ybaratdyr.

Aýna turbajygyň 7 beýleki uýyndaky gysgyç 9 şol turbajykdan akýan suwuň mukdaryny we şonuň ýaly-da akýan suwuň tizligini sazlamaga hyzmat edýär.

Turbadan gelyän suwuň hasabyna we lagym suw ulgamyna birikýän turbajyk 5 arkaly artykmaç suwuň aýrylýandygy netijesinde ballon gapdaky suwuň mukdar derejesi hemişelik saklanýar.

Kapillýar aýna turbasynyň 6 kömegi bilen howa düwmejikleri uly aýna turba 7 berilýär. Howa düwmejiginiň göwrümini kesgitlemek üçin şkalalara bölünen býuretka 3 hyzmat edýär. Býuretkanyň aşaky ujy ýaryna çenli suwdan doldurylan, agzy ykjam dykylan kolbanyň 2 içine çümdirilýär. Býuretkadan howa köpürjigini gysyp çykarmak maksady bilen kolbada basyş döreder ýaly rezinden ýasalan armyt 1 hyzmat edýär. Aýna turbajygy 7 ýapgytlyk bilen dürli ugra ugrukdyrylyp gurnalyp biliner.

Tejribe başlamazdan ozal turbajygyň içki diametri ölçenilýär we onuň kese kesiginiň meýdany, şeýle hem, gurnalan turbajygyň ýapgytlygy kesgitlenilýär.

Howa düwmejigi turbajyga goýberilenden soň, şol düwmejikleriň suwuň akym ugruna tarap endigan hereket etmägi üçin turbajygyň ahyryndaky krany 9 ýuwaş-ýuwaşdan açmaly. Düwmejigiň hereketiniň ortaça tizligi bolsa belli bir kesgitli wagtda akyp geçýän suwuň mukdary boýunça kesgitlenýär. Suwuň göwrümini menzurka 10 bilen, wagty bolsa – sekundomer bilen ölçenilýär.

Turbajygyň her bir ýapgytlygyna degişli tejribe geçirilende tejribe azyndan üç gezek gaýtalanýar. Tejribeden alnan maglumatlar tablisada ýazylýar.

1-nji tablisa

Gözegçilik tertip sany	Turbajygyň ýapgytlygy, i	Wagt, τ s	Suwuň göwrümi, V m ³	Suwuň hereket tizligi, w , m/s	Üç gözegçilikden alnanlar boýunça suwuň ortaça tizligi

Suwuň tizligini ölçemek boýunça tejribe turbajygyň položitel we otrisatel ýapgytlygynda geçirmeklik teklipe edilýär.

Geçirilen gözegçilikleriň we olaryň netijeleriniň jemlemeleri esasynda $i-w$ (ýapgytlyk-tizlik) koordinatlarda grafik gurulýar. Bu grafik belli bir ýapgytlykda ýerleşdirilen turbajykdaky suwdan howany çykarmak üçin suwuň hereketiniň minimal tizliginiň näçe bomalydygyny görkezýän düşüňjani berýär.

Tejribe geçirilende suwuň haýsy tizliginde howa düwmejikleriniň ýygnaýjysy hökmünde hyzmat edýän ştusere 8 baryp düşjekdigini we suwuň haýsy tizliginde dürli ölçegdäki düwmejikleriň ştusere düşmän daşyndan geçjekdigini kesgitlemeli. Şu gözegçilikleriň esasynda bolsa ýyladyş ulgamynyň turbageçirijilerinde howa ýygnaýjy enjamyň nähili gurnalyşy görkezilýär.

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Ýyladyş ulgamynda suwy arassalamagyň zerurlygy nämelerden ybarat.

2. Ýyladyş ulgamynda suwuň düzüminden gazlary çykarmagyň usullary we oňa degişli enjamlary haýsylar?
3. Howa ýygnaýjy we çykaryjy enjamlaryň gurluşy we gurnalýan ýerleri hakynda düşündirmeli.
4. Ýyladyş ulgamyndan howany çykarmakda turbageçirijiniň ýapgytlygynyň we suwuň akym tizliginiň täsiri nähili?

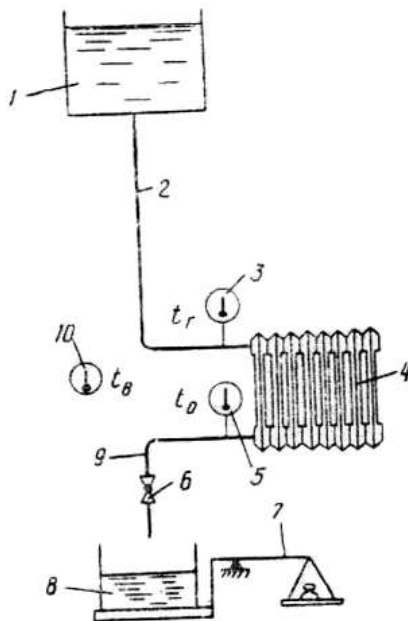
Peýdalanylmalý edebiýatlar.

1. B.Arazmedow. “Tehniki termodinamika”. Aşgabat. TDNG-2005 ý.
2. А.П.Васкаков. «Теплотехника». М., 1991 г.
3. К.Ф.Роддатис. «Котельные установки». М., Энергия М., 1977 г.
4. В.Ф.Дроздов. «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976 г.
5. S.Daňatarow “Ýyladyş” dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. 2009 ý.

№3-nji TEJRIBE IŞI

DIWARDAKY GYZDYRYJY ENJAMYŇ ÝYLYLYK GEÇIRIJILIK KOFFISIÝENTINI KESGITLEMEK (ÝYLYLYK ÄKIDIJI – SUW)

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti – bu gyzdyryjy enjamyň ýylylyk tehniki hilini häsiýetlendirýän we onuň berlen şertlerde talap edilýän üstüniň meýdanyny takyk kesgitlemek üçin mümkinçilik berýän ululykdyr. Ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini tejribe arkaly kesgitlenilende enjamyň gyzdyryjy üstüniň meýdany – $2,0 \text{ m}^2$ ýa-da şol ululyga ýakyn bolmalydyr. Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini kesgitlemek üçin ulanylýan desganyň shemasy 1-nji suratda görkezilen.



1-nji surat. Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş

koefisiýentini kesgitlemek üçin tejribe desgasynyň shemasy

Gyzgyn suw saklanýan gapdan 1 turba 2 boýunça tejribe geçirilýän gyzdyryjy enjama 4 gyzgyn suw barýar. Gyzgyn suw enjamyň içinden geçende onuň ýylylygy enjamyň diwaryna berilýär, sowan suw bolsa turba 9 boýunça terezide oturdylan ölçeyji gaba 8 akdyrylýar. Gyzdyryjy enjama barýan suwuň temperaturasy t_g we ondan çykýan sowan suwuň temperaturasy t_s termometrler 3 we 5 bilen ölçenilýär. Otagdaky howanyň temperaturasy termometr 10 bilen ölçenilýär. Ýylylyk äkidijiniň harçlanyş mukdary sygymyň 8 tejribäniň başyndaky massasy bilen tejribäniň ahyryndaky massasynyň ara tapawudy bilen kesgitlenilýär. Ýylylyk äkidijiniň harçlanyşynyň sazlanýşy kran 6 bilen amala aşyrylýar.

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koefisiýentini tapmak gyzdyryjy enjamyň üstünden ýylylyk äkidijiniň kesgitli mukdarynyň durnukly akymyndan soň başlanýar. Durnukly akymda ýylylyk äkidijiniň harçlanyş mukdarynyň takmyň bahasy aşaky deňleme boýunça kesgitlenýär, [kg/sag]

$$G = \frac{F \cdot Q_{ekm} \cdot 3600}{c(t_g - t_s)}, \quad (1)$$

bu ýerde

F – tejribe geçirilýän enjamyň hakyky gyzdyrylýan üstüniň meýdany, m^2 ;

Q_{ekm} – ýylylyk äkidijiniň hasaplama parametrllerinde we ýylylyk äkidijiniň hem-de otagyň orta temperaturalarynyň tapawudy $64,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ bolanda gyzdyryjy enjamyň 1 ekwiwalent kwadrat metrniň ýylylyk alyp-beriş koefisiýenti, $Q_{ekm} = 506\text{ Wt}$; t_g , t_s – ýylylyk äkidijiniň hasaplama temperaturalary; $t_g = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_s = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$; c – ýylylyk äkidijiniň orta temperaturasynda suwuň udel ýylylyk sygymy; $c = 4,1868 \cdot 10^3\text{ J/(kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$.

Eger enjamda (1) deňleme boýunça kesgitlenen suw mukdary harçlansa we oňa barýan gyzgyn suwuň temperaturasy 95°C -a deň bolsa, emma, enjamdan çykýan sowan suwuň temperaturasy hasaplama temperatura (70°C) bilen deň gelmese, onda şol sowan suwuň temperaturasy 70°C -a deň bolar ýaly edip enjama gelýän suwuň harçlanyş mukdaryny artýan ýa-da kemelýän tarapyna üýtgetýärler.

Ýylylyk äkidijiniň talap edilýän mukdarynyň ahyrky bahasynyň we hasaplama ululyklaryň çäginde bolan gyzgyn we sowan suwuň hemişelik temperaturalarynyň kabul edilmegi ýylylyk äkidijiden ýylylygyň gyzdyryjy enjamyň diwarynyň üstünden otagyň howasyna geçiş prosessiniň durnukly boljakdygyna güwä geçýär. Şonuň bilen birlikde tejribe işine başlamaga we gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Tejribe işiniň her bir gözegçiligini baş minutdan az bolmadyk wagtyň dowamynda amala aşyrmaly we ony birnäçe gezek (azyndan üç gezek) gaýtalamaly. Tejribe işi geçirilende t_g , t_s we t_h temperaturalary her minutda ölçenilýär, emma, suwuň massasy bolsa tejribäniň soňunda bir gezek kesgitlenýär.

Tejribede alnan maglumatlary aşaky beýan görnüşinde görkezilýär.

Tejribäniň beýany

Gözegçilik tertibi	Gözegçiligiň dowamlylygy τ , min	t_g , $^{\circ}\text{C}$	t_s , $^{\circ}\text{C}$	t_h , $^{\circ}\text{C}$	$G_{\text{baş}}$, kg	$G_{\text{soň}}$, kg	G , kg
1							
2							
3							

Tejribe tamamlanandan soň her bir gözegçilik üçin tablisanyň her sütüni boýunça temperaturanyň orta bahasyny hasaplamaly. Ondan soňra ähli geçirilen gözegçiliklerden alnan

ululyklaryň orta bahasy tapylýar we olar aşaky deňlemäni çözmek üçin ulanylýar:

$$k = \frac{G \cdot c(t_g - t_s)}{60 \cdot \tau \cdot F \cdot \left(\frac{t_g + t_s}{2} - t_h \right)}, \quad (2)$$

bu ýerde

k – gyzdyryjy enjamyň gözlenýän ýylylyk alyp-beriş koeffisiýenti, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

G – gözegçilik edilýän τ wagtda gyzdyryjy enjamyň içinden geçýän suwuň mukdary, kg/sag ;

τ – gözegçiligiň dowamlylygy, min ;

t_g , t_s , t_h – gyzgyn we sowan suwuň hem-de otagyň howasynyň ortaça temperaturasy, $^\circ\text{C}$.

Tejribeden alnan k koeffisiýentiň bahasyny tejribe geçirilýän enjam üçin tablisalarda berilýän bahasy bilen hökman deňeşdirmeli we olaryň tapawudyny aşaky aňlatma boýunça kesgitlemeli.

$$k = \frac{k - k_{\text{tabl}}}{k_{\text{tabl}}} \cdot 100, \%$$

Geçirilen tejribeleriň netijeleri boýunça barlag geçirilýän radiatoryň 1 m^2 üstüniň ýylylyk berijiligi tapylýar. $Q_{\text{barl}}/Q_{\text{ekm}}$ – deňlik boýunça bolsa gyzdyryjy enjamyň (radiatoryň) m^2 – dan ekm-e (ekwiwalent metre) geçilende gyzdyryjy üstüniň artykmaç hasaplanma koeffisiýenti kesgitlenýär.

1-nji suratda ýylylyk äkidijiniň gyzdyryjy enjama ýokardan aşak shema boýunça berlişi görkezilýär. Şular ýaly synaglary gyzdyryjy enjamlaryň – radiatorlaryň başga görnüşli shema boýunça birikdirilmeginde (aşakdan – ýokary, aşakdan - aşak) we turbalaryň dürli tarapdan birikdirilen ýagdaýynda hem geçirilip biliner. Şu öwrenilen usul boýunça başga

görnüşli gyzdyryjy enjamlary – panelleri, konwektorlary we başgalary hem synag edip bolar.

Tejribe işine degişli soraglar:

1. Gyzdyryjy enjamlaryň haýsy görnüşlerini bilýärsiňiz we olary nähili saýlap almaly?
2. Gyzydyryjy enjamy häsiýetlendirýän ululyklar haýsylar?
3. Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk berijiligini nähili kesgitlemeli?
4. Ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini nähili hasaplamaly?
5. Ýylylyk berijiligi nähili sazlamaly?
6. Radiatorlaryň birikdiriliş usullaryny düşündirmeli.

Peýdalanylmalý edebiýatlar:

1. B.Arazmedow, S.Daňatrow “Ýylylyk geçirilişiniň esaslary” 1999 ý.
2. В.Ф.Дроздов. «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976 г.
3. S.Daňatarow “Ýyladyş” dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. 2009 ý.
4. С.Д.Даңатаров “Йылылык чалышмасы курсы боюнча контроль ишлери ве оны ерине етирмек үчин методики гөркезмелер”. Ашгабат 1992 й.

№4-nji TEJRIBE IŞI

GYZDYRYJY ENJAMYŇ ÝYLYLYK ALYP-BERIŞ KOEFFISIÝENTINI KESGITLEMEK (ÝYLYLYK ÄKIDIJI-PES BASYŞLY BUG)

Pes basyşly bug bilen işleýän gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin şol radiatoryň üstüniň meýdanynyň ululygyny adaty suw bilen işleýän radiatoryň üstüniň meýdany ýaly kabul etmek bolar, ýagny $2,0 \text{ m}^2$.

Barlag geçirilýän tejribe desgasynyň shemasy aşaky 1-nji suratda görkezilýär.

Gazandan gelýän bug paýlaýjy kollektora 1 barýar we ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin gurnalan gyzdyryjy enjama tarap turba 2 boýunça ugrukdyrylýar. Buguň temperaturasy termometr 3 bilen ölçenilýär. Tejribe başlamazdan ozal geçiriji turbany 2 arassalamak, şeýle hem, buguň guraklyk derejesini bilmek üçin barlag almak maksady bilen radiatoryň sowgudynda uýy kranly turbajyk oturdylýar.

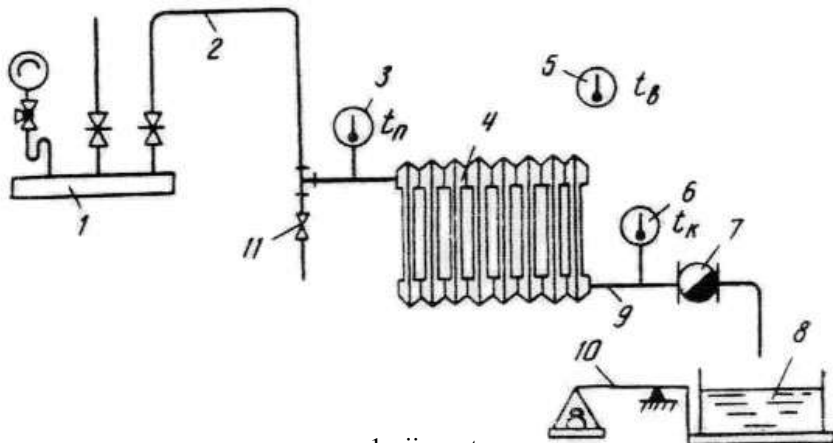
Gyzdyryjy enjama 4 doýgun bug girip enjamyň diwarlary bilen galtaşyp sowaýar we kondensirlenýär. Şeýle ýagdaýda bugdan bug emele gelme ýylylygy r bölünip çykýar we gyzdyryjy enjamyň diwarynyň üsti bilen otagyň içindäki howa berilýär.

Emele gelýän kondensat gyzdyryjy enjamyň aşaky bölegine ýygnanýar we turba 9 boýunça akyp kondensatbölüjiniň üsti bilen tereziniň 10 üstünde ýerleşdirilen ölçeýji gaba 8 barýar. Kondensatyň temperaturasy termometr 6, otagdaky howanyň temperaturasy termometr 5 bilen ölçenilýär.

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek durnukly ýylylyk deňagramlylygynda amala aşyrylýar. Onuň üçin bolsa gyzdyryjy enjama budy goýbermeli we enjamdan kondensadyň çykyp başlanyndan soň 5 minutdan

az bolmadyk wagt aralygynda enjamdan akyp çykýan kondensatyň mukdarynyň hemişelikdigini bilmeli. Kondensatyň mukdarynyň hemişelikdigini bolsa birnäçe gezek agramyny ýa-da göwrümini ölçemek ýoly bilen barlap bilinýär.

Bugdan radiatoryň üsti bilen otagyň howasyna ýylylyk alyp-berilişiniň durnukly prosessi alynandan soň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek boýunça meseläni ýerine ýetirmek üçin işe başlanýar.



1-nji surat.

Pes basyşly bug bilen gyzdyrylýan gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin tejribe diwarynyň shemasy.

Gözegçiligiň her birini 10 minudyň dowamynda geçirmek teklipl edilýär we gözegçilik azyndan üç gezek gaýtalanýar. Netijeleriň has takyk alynmagy üçin t_b , t_k we t_n temperaturalar her minutdan ölçenilýär. Kondensatyň massasy bolsa gözegçilik gutarandan soň bir gezek hasaplanýar. Alnan maglumatlar tejribäniň beýanynda görkezilýär.

Tejribäniň beýany.

Gözegçilik belgisi	Gözegçiligiň dowamlylygy τ , min	P , N/m ²	t_b , °C	t_k , °C	t_h , °C	Gabyň massasy, kg		Kondensatyň massasy G , kg	Buguň guraklyk derejesi, x
						$G_{baş}$	$G_{soň}$		
1									
2									
3									

Tejribe tamamlanandan soň her gözegçilik üçin beýanyň sütüniniň her biri boýunça orta temperatura tapylýar. Ondan soňra bolsa hemme geçirilen gözegçilikler esasynda ululyklaryň orta bahalary hasaplanýar. Ol ululyklar bolsa aşaky deňlemäni çözmekde ulanylýar.

$$k = \frac{G(i_x - i_k)}{\tau \cdot 60 F(t_b - t_h)}, \quad (1)$$

Bu ýerde

G – wagtyň τ minut dowamynda ýygnanýan kondensatyň massasy, kg; i_x – doýgun buguň ýylylyk saklaýjylygy (entalpiýasy), J/kg;

$$i_x = i' + x \cdot r;$$

i'_x – basyşy p bolan suwuň ýylylyk saklaýjylygy (doýgun çyzygynda), J/kg;

x – buguň guraklyk derejesi;

r – basyşy p bolan buguň bug emele gelme ýylylygy, J/kg;

i_k – kondensatyň ýylylyk saklaýjylygy (entalpiýasy), J/kg;

$$i_k \approx t_k \cdot c_k = t_k \cdot 4186,8 \text{ J/kg kabul edip bolýar};$$

F – tejribe geçirilýän enjamyň gyzdryjy üstüniň hakyky, bahasy, m^2 ;

t_b – doýgun buguň temperaturasy, $^{\circ}C$;

t_h – otagdaky howanyň temperaturasy, $^{\circ}C$;

Ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentiniň (1) deňlemeden alnan bahasyny k -nyň tablisalarda berilýän bahasy bilen deňeşdirilýär we gyzdryjy enjamlaryň hasaplamalarynda peýdalanylýar. Tablisalarda berilýän bahalardan tapawudynyň ululygy aşaky aňalatma boýunça kesgitlenýär.

$$\Delta K = \frac{k - k_{tabl}}{k_{tabl}} \cdot 100, \%$$

Bug bilen gyzdrylýan radiator üçin alnan k -nyň bahasy suw bilen gyzdrylýan radiator üçin alnan k -nyň bahasy bilen

deňeşdirilýär we şol bir gyzdyryjy enjamlaryň içinden ýylylyk äkidiji hökmünde bug ýa-da suw ulanylanda olaryň položitel we otrisatel taraplary kesgitlenip netije çykarylýar.

Taýýarlanmak üçin soraglar:

1. Buguň fiziki häsiýetnamalaryny aýdyň.
2. Bug ýyladyş ulgamynyň suw ýyladyş ulgamyndan artykmaçlyklary we kemçilikleri haýsylar?
3. Bug ýyladyş ulgamynyň nähili enjamlary bar?
4. Bug görnüşleri we parametrleri boýunça nähili bölünýär?
5. Bug emele gelmeginiň ýylylygyna nähili düşünmeli?
6. Buguň guraklygynyň (çyglylygynyň) kesgitlenişi nähili?

Peýdalanylmaly edebiýatlar:

1. B.Arazmedow, S.Daňatrow “Ýylylyk geçirilişiniň esaslary” 1999 ý.
2. В.Ф.Дроздов. «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976 г.
3. S.Daňatarow “Ýyladyş” dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. 2009 ý.
4. С.Д.Даңатаров “Йылылык чалышмасы курсы боюнча контроль ишлери ве оны ерине етирмек үчин методики гөркезмелер”. Ашгабат 1992 й.

№5-nji TEJRIBE IŞI

İŞLEÝÄN ÝYLADYŞ ULGAMYNA BIRIKDIRILEN GYZDYRYJY ENJAMYŇ ÝYLYLYK ALYP-BERİŞ KOEFFISIÝENTINI KESGITLEMEK

Bu tejribe işiň esasy maksady gyzdyryjy enjamyň içinden dürli temperaturada we dürli mukdarda gyzgyn suw akyp geçende enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemekden ybarat. Gyzdyryjy enjam we oňa gyzgyn suwuň beriş shemasy hem dürli bolup biler. Olaryň bir görnüşi 1-nji suratda görkezilen. Gyzdyryjy enjamyň şeýle shema boýunça birikdirilmegi 1-9-njy kranlaryň kömegi bilen onuň gyzgyn suw bilen dürli ugur boýunça iýmitlenmegini amala aşyrmaga mümkinçilik berýär. Enjamdan çykýan sowan suw dökülende ýa-da ölçeyji gaba alnanda onuň mukdary ölçenilýär.

Enjama barýan gyzgyn suwuň we ondan çykýan sowan suwuň temperaturasy deňşililikde gyzdyryjy enjama girýän we ondan çykýan ýerindäki termometrler bilen ölçenilýär.

Şu görkezilen desgada islendik gyzdyryjy enjamlar – çöýundan, polatdan guýulan, betondan we başgalar üçin derňew geçirip bolar.

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlenende ozalky 3-nji we 4-nji tejribe işiniň usuly peýdalanylýar. Gyzdyryjy enjamyň üstüniň ululygy ölçenilýär ýa-da kataloglardan alynýar.

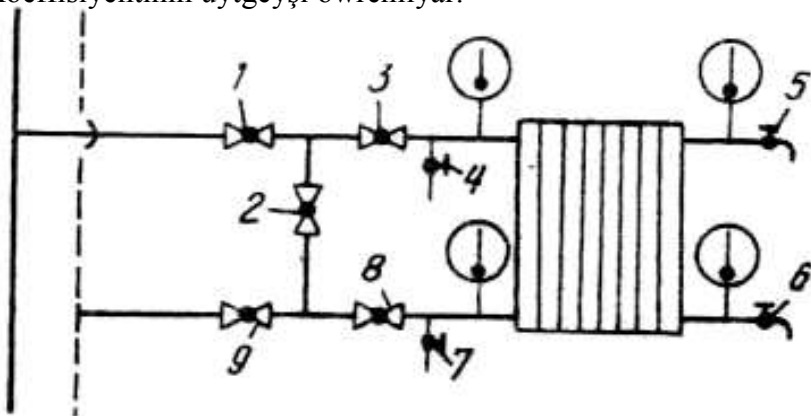
Tejribe işine desganyň iýmitleniş shemasyna baglylykda ondan çykýan suwuň mukdarynyň durnuklydygy, şeýle hem, enjamda ýylylyk alyp-beriş prosessiň endigan durnuklaşandygyna şaýatlyk edýän t_g we t_s temperaturalaryň hemişeliginin durnuklydygy anyklanandan soň başlanýar.

Ýylylyk äkidijiniň kadadan (17,4 kg/(ekm·sag)) tapawutlanyp hakyky sarp edilen şertinde enjamyň içinden

geçýän gyzgyn suwuň sarp edilişiniň otnositel bahasy aşaky aňlatma boýunça kesgitlenýär

$$G_{otn} = \frac{G_{hak}}{17,4}$$

we G_{otn} ululyga baglylykda ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentiniň üýtgeýşi öwrenilýär.



1-nji surat.

Işleýän ýyladyş ulgamyna birikdirilen gyzdýryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin termometrleriň we ýapyjy-sazlaýjy armaturalaryň gurnalýş shemasy.

Tejribe işi ýerine ýetirýän talyplar toparynyň her biriniň enjamyň iýmitlenişiniň dürli shemasy boýunça alan netijesini deňeşdirip görmeli we enjamyň iýmitleniş shemasynyň üýtgemeginiň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentiniň ululygyna nähili täsir edýändigini bilmeli.

Taýýarlanmak üçin soraglar:

1. Gyzdyryjy enjamlaryň dikturba birikdirilişiniň shemalary we saýlanyşy nähili?
2. Enjamy dikturba birikdirmäniň haýsy shemasynda Q we k-nyň bahasy uly?
3. Enjamyň Q we k ululygyny ýokarlandyrmak üçin näme etmeli?
4. Enjamyň F bahasyny nähili kesgitlemeli?
5. Radiatoryň seksiya sanyny nähili kesgitlemeli?

Peýdalanylmalý edebiýatlar:

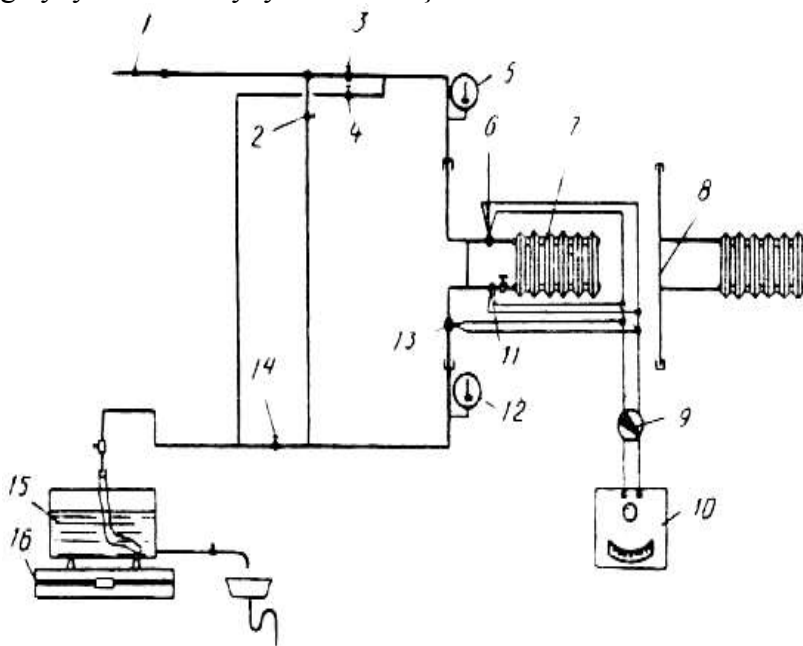
1. B.Arazmedow, S.Daňatrow “Ýylylyk geçirilişiniň esaslary” 1999 ý.
2. В.Ф.Дроздов. «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976 г.
3. S.Daňatarow “Ýyladyş” dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. 2009 ý.
4. С.Д.Даңатаров “Йылылык чалышмасы курсы боюнча контроль ишлери ве оны ерине етирмек үчин методики гөркезмелер”. Ашгабат 1992 й.

№6-njy TEJRIBE IŞI

GYZDYRYJY ENJAMA SUWUŇ AKYŞ KOEFFISIÝETINI KESGITLEMEK

Bu tejribe işiň maksady birturbaly suw ýyladyş ulgamynyň dikturbasyndan gyzdyryjy enjama ýokardan-aşak ýa-da aşakdan-ýokary shema boýunça berlen ýagdaýynda gyzdyryjy enjama suwuň akýş koeffisiýentini kesgitlemekden ybaratdyr.

Tejribe geçirilýän desganyň shemasynda (1-nji surat) garyşyk çatylan turba bölegi we gyzdyryjy enjamy 7 bolan birturbaly suw ýyladyş ulgamynyň ülüňlere gabat gelýän jaý gatynyň dikturbasynyň elementi şekillendirilen.



1-nji surat.

Gyzdyryjy enjamda suwuň akýş we ýylylyk beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin gurnawyň shemasý.

Gyzdyryjy enjama ýokardan-aşak shema boýunça iýmitlendirmek turbageçiriji 1 boýunça 3-nji we 14-nji kranlaryň açylan we 2-nji we 4-nji kranlaryň ýapylan ýagdaýynda, gyzdyryjy enjamy aşakdan-ýokary shemasy boýunça iýmitlendirmek bolsa 2-nji we 4-nji kranlaryň açylan we 3-nji we 14-nji kranlaryň ýapylan ýagdaýynda amala aşyrylýar.

Tejribe işi geçirilende talyplar toparynyň bir bölegi gyzdyryjy enjamy ýokardan-aşak iýmitlendirmek shemasy boýunça meseläni ýerine ýetirýär; beýleki bölegi bolsa gyzdyryjy enjamy aşakdan ýokary iýmitlendirilen shema boýunça amala aşyrylar.

Tejribe desgasynda jaýyň dikturbasynyň gat elementine dikturbanyň elementiniň garyşyk çatylan böleginiň ýerine göni çatylan bölegini 8 gurnalsa hem bolýar.

Gyzdyryjy enjama barýan turbanyň gurluşyk kadalarynyň düzgüni boýunça kabul edilen uzynlygynda penjiräniň ortaky okundan ugur alynýar we dikturba penjiräniň gyrasyndan 150 mm aralykdan geçirilýär. Dikturbalaryň we gyzdyryjy enjamlaryň şeýle ýerleşdirilmegi ülüňlere laýyk gelýän dikturbalaryň gat elementlerini ulanmaga mümkinçilik berýär. Bu bolsa ýyladylyş ulgamynyň gurnamasyny ýygnamaga we senagatyň üsüşini çaltlaşdyrmaga ýardam berýär.

Gyzdyryjy enjama barýan suwuň temperaturasyny t_g , gyzdyryjy enjamdan çykýan suwuň temperaturasyny t_s we garyşan suwuň temperaturasyny t_{gar} (çatylan bölekden we gyzdyryjy enjamdan gelýän akymyň garyşmasy) ölçemek üçin gyzdyryjy enjama barýan we çykýan turbalarda, şeýle hem, ýylylyk äkidijileriň akymy garyşandan soň dikturbanyň 6, 11 we 13 nokatlarynda termoparalar oturdylýar. Grünýän 6, 11 we 13 nokatlardaky termoparalar elektrik açaryň 9 üsti bilen potensiometre 10 birikdirilýär.

Dikturbanyň gyzdyryjy enjama berýän we yzyna gaýtarýan böleginde suwuň temperaturasyny ölçemek üçin 5 we 12 termometrler, şeýle hem, dikturbanyň içinden akyp

geçýän suwuň mukdaryny ölçemek üçin terezi 16 we ölçeýji gap 15 tejribe gurnawynda göz önünde tutulandyr. Ölçeg geçirilen pursadynda otagyň içiniň howasynyň temperaturasyny hem ölçäp durmak zerurdyr.

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk öndürjiligi aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$Q = G \cdot c(t_g - t_{gar}), \text{ wt} \quad (1)$$

$$Q = x \cdot c(t_g - t_s), \text{ wt} \quad (2)$$

bu ýerde

G – dikturbanyň içinden akyp geçýän suwuň mukdary, kg/sek;

x – gyzdyryjy enjamyň içinden akyp geçýän suwuň näbelli mukdary, kg/sek;

c – suwuň ýylylyk sygymy, J/(kg · °C).

Ýokarky (1) we (2) aňlatmalardan alarys:

$$x = G \frac{t_g - t_{gar}}{t_g - t_s}, \quad (3)$$

ýa-da

$$\alpha = \frac{x}{G} = \frac{t_g - t_{gar}}{t_g - t_s}, \quad (4)$$

bu ýerde

α – gyzdyryjy enjama suwuň akýş koeffisiýenti (dikturbadan bölünip gyzdyryjy enjamyň içinden akyp geçýän suwuň sagatlaýyn mukdar paýy).

Soňky (4) aňlatmadan görnüşi ýaly, α ululygy kesgitlemek üçin tejribe işiniň durnuklaşan kadasynda G ululygy ölçemezden t_g , t_s we t_{gar} temperaturalary ölçemek

ýeterlik hasap edilýär. Eger-de (3) we (4) aňlatmalaryň sanawjysyndaky ($t_g - t_{gar}$) we maýdalawjydyaky ($t_g - t_s$) temperaturalar tapawudy belli bolsa, onda suwuň t_g , t_s we t_{gar} temperaturalarynyň ölçegini turbanyň üstüniň deňişlilikde 6, 11 we 13 nokatlarynda alnan t'_g , t'_s we t'_{gar} ululyklary bilen çalyşmaga esas berýär. Ol nokatlardaky temperaturalary ölçemeklik durnuklaşan ýylylyk kadasynda, ýa-da başgaça, 15 min wagtyň dowamynda termometrler 5 we 12 bilen azyndan 5 gezek ölçäp temperaturanyň hemişelik ýagdaýynda amala aşyrylýar. Ondan soňra suwuň akyş koeffisiýenti hasaplanýar:

$$\alpha = \frac{t'_g - t'_{gar}}{t'_g - t'_s} . \quad (5)$$

Alnan ölçegleri we olardan işlenip alnan netijeleri aşaky tablisada ýazylýar.

Ölçegleriň we netijeleriň tablisasy.

Iýmitleniş shemasy	Ölçeglerden alnanlar					Işleriň netijeleri						
	E.h.g. – m V suratdaky nokatlarda					Temperaturalar, °C					Formula boýunça α -nyň bahasy	
	5	12	6/6	11/11	13/13	t_g	t_s	t_6/t'_6	t_{11}/t''_{11}	t_{13}/t'_{13}	(4)	(5)
Ýokardan-aşak												
Aşkadan-ýokary												

Taýýarlanmak üçin soraglar:

1. Dikturbalara gyzdyryjy enjamlary birikdirmegiň nähili usullary bar?
2. Gyzdyryjy enjamlaryň gurnalyşynyň haýsy görnüşini bilýärsiňiz we olary nähili saýlamaly?
3. Gyzdyryjy enjamyň içinden akyp geçýän ýylylyk äkidijiniň mukdaryny nähili kesgitlemeli we nämä bagly?
4. Gyzdyryjy enjamlaryň ýylylyk berijiligini nähili sazlap bolar we haýsy ululyklara bagly?
5. Gyzdyryjy enjamda Q, G, x ululyklary nähili hasaplanylýar?

Peýdalanylmalý edebiýatlar:

5. B.Arazmedow, S.Daňatrow “Ýylylyk geçirilişiniň esaslary” 1999 ý.
6. В.Ф.Дроздов. «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976 г.
7. S.Daňatarow “Ýyladyş” dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. 2009 ý.
8. С.Д.Даңатаров “Йылылык чалышмасы курсы боюнча контроль ишлери ве оны ерине етирмек үчин методики гөркезмелер”. Ашгабат 1992 й.

ÝYLYLYK EMELE GETIRIJI DESGALAR

1-nji TEJRIBE IŞI ÖNÜMÇILIK BUG GAZANYNYŇ IŞLEÝIŞ KADASYNY ÖWRENMEK

Bu tejribe işi gaz halyndaky ýangyçda işleýän bug gazany bolan gazan desgasynda ýerine ýetirilýär.

Bug gazanlary özleriniň görnüşi, maksady, ojak enjamlarynyň ornaşdyrylyş we konstruksiýalarynyň bezeliş usullary boýunça birnäçe toparlara bölünip biliner. Talyplaryň şeýle gazanlaryň konstruktiv bezeliş usullaryny özbaşdak öwrenmekleri üçin gazan desgalaryna degişli okuw kitaplaryndan peýdalanmak maslahat berilýär.

Bug gazany bolan “DE” görnüşli gazan desgasyň gazgeçirijileriniň shemasyny we işleýiş kadasyňy öwrenmegiň meýilnamasy:

1. Gazsazlaýjy bekediniň - GSB (ГПС) we onuň düzümi böllekleriniň prinsipial shemasyny çyzmaly, şeýle hem her bir detalyny häsiýetlendirmeli.

2. GSB - gazsazlaýjy beketden gazana gazyň berilişi boýunça prinsipial shemasyny çyzmaly we oňa degişli ähli enjamlaryny häsiýetlendirip ýazmaly.

3. BÖG – barlag-ölçeg gurallaryň- (КИП) görkezmeleri boýunça bug gazanyň işleýişiniň derňewi we onuň p.t.k - sini kesgitlemeli.

4. Ýerine ýetirilen işleriň netijeleri boýunça gysgaça hasabat ýazmaly.

Tejribe işi mugallymyň ýolbaşçylygynda ýerine ýetirilýär. Bu işiň ýokarda görkezilen maksatnamasynyň 1-nji we 2-nji ýumuşlarynyň ýazmaça häsiýete eýedigini bellemek zerurdyr. Emma, 3-nji ýumuşy ýerine ýetirmek üçin bolsa ölçeg we hasaplama işlerini ýerine ýetirmek zerurdyr.

Maksatnamanyň 3-nji ýumuşynyň ýerine ýetiriliş usullary aşakda berilýär.

Gazanyň işleýşini derňemek we onuň PTK - sini kesgitlemek

Gazanyň ýylylyk tehniki barlaglary göni ýa-da öwrümli usullary boýunça amala aşyrylýar.

Göni usul boýunça: ýylylygyň berilişi, berlen ýylylygyň desgada peýdalanylan we onuň bisarpa ýitirilen bölegi hasaplanýar.

Gazan agregadynyň ýylylyk balansyny göni usul boýunça düzmek üçin birnäçe ölçegleri we hasaplamalary amala aşyrmak zerurdyr.

Öwrümli usul (balansa ters usul). Bu usulda gazan agregadynyň ýylylyk tehniki barlamalary has ýönekeý, şonuň ýaly-da ölçemeleriň we hasaplamalaryň mukdary örän azlygy bilen tapawutlanýar. Şeýlelikde, göni usul boýunça gazan agregadynyň PTK-sini kesgitlemek üçin ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylygy, ýangyjyň düzümini we ş.m. ululyklary bilmek zerur bolýar. Öwrümli usul boýunça işlenende ýangyç ýananda emele gelýän tüsse gazynyň düzümini we onuň gazan agregadyndan çykandan soňky temperaturasyny bilmek hökmandyr.

Tejribe işini ýerine ýetirmek üçin zerur bolan ölçeýji enjamlaryň käbirleriniň ýetmezçilik etmegi zerarly gazan agregadynyň p.t.k-sini kesgitlemek üçin esasan ýylylyk tehnikasynyň barlaglarynyň göni we öwrümleýin usuly boýunça bölekleyin kesgitlemek usulyýetini ulanmak maslahat berilýär.

Gazan agregadynda gaz halyndaky ýangyç ýakylanda ýüze çykýan ýylylyk ýitgileri:

- 1) atmosfera zyňylýan tüsse gazy bilen ýitirilýän ýylylyk ýitgisiniň mukdary - **q₂** ;
- 2) ýangyjyň himiki tarapdan doly ýanyp bilmezligi sebäpli ýylylyk ýitgisiniň mukdary - **q₃** ;
- 3) gazan agregadyny gurşap alýan sreda ýitirýän ýylylyk mukdary - **q₅**.

Gazan agregadynyň p. t. k - sini (brutto) kabul edilen 100 % harçlanan ýylylyk mukdary bilen ýitgileriň jemleriniň arasyndaky tapawuda deňdir:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_5). \quad (1)$$

Gazan agregadynda gaz halyndaky ýangyç ýakylanda esasy ýylylyk mukdarynyň ýitgisi hökmünde zyňylýan tüsse gazlary bilen ýitirilýän ýylylyk mukdary, başgaça aýdylanda ýanma önümleriniň ýitirýän fiziki ýylylyk mukdary q_2 bolup durýandygyny bellemek gerek.

$$q_2 = [(I_{zyň} - I_h) / Q_{a^g}] \cdot 100 \% , \quad (2)$$

bu ýerde $I_{zyň}$ – zyňylýan ýanma önümleriniň tüssäniň entalpiýasy,

I_h – ojağa berilýän howanyň entalpiýasy,

Q_{a^g} - umumy görnüşde ýakylanda gurak gazyň ýanandaky aşaky ýylylyk mukdary.

Bu ýylylyk mukdary aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$Q_{a^g} = 359 \text{ CH}_4 + 108 \text{ H}_2 + 126 \text{ CO} + 245 \text{ H}_2\text{S} + 640 \text{ C}_2\text{H}_6 + \\ + 813 \text{ C}_3\text{H}_8 + 1188 \text{ C}_4\text{H}_{10} + 1460 \text{ C}_5\text{H}_{12} . \text{ kJ/m}^3 \quad (3)$$

Ulanylýan tebigy gazyň himiki düzümi:

$$\text{CH}_4 = 95,5 \%$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,04 \%$$

$$\text{N}_2 = 2,03 \%$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 = 1,1 \%$$

$$\text{C}_3 \text{ H}_8 = 0,17 \%$$

$$\text{C}_5 \text{ H}_{12} = 0,11 \%$$

$$\text{CO}_2 = 1,02 \%$$

Şeýlelikde Maý gaz ýatagynyň tebigy gazy ýananda bölünip çykýan ýylylyk mukdary aşaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$Q_{a^g} = 359 C_2 H_4 + 640 C_2 H_6 + 813 C_3 H_8 + 1188 C_4 H_{10} + 1460 C_5 H_{12}. \quad kJ/m^3$$

Gazan agregadyna berilýän howanyň entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$I_h = \alpha V_0 c_h t_h, \quad (4)$$

Bu ýerde: α - zyňylýan tüsse gazlarynda howanyň artykmaçlyk koeffisiýenti ($\alpha = 1,1$)

c_h – gazan desgasyndaky howanyň temperaturasynda görä ýylylyk sygymy. Şol temperatura görä c_h – ň bahasy tablisadan saýlanyp alynýar.

$$c_h \approx 1,3 \text{ kJ/m}^3 \text{ } ^\circ C$$

V_0 – ýangyjy ýakmak üçin howanyň zerur bolan nazary göwrümi.

$$V_0 = 0,476 [0,5H_2 + 0,5CO_2 + 1,5 H_2S + 2CH_4 + \Sigma (m + n/4) C_m H_n - O_2] . \quad m^3/m^3 \quad (5)$$

Gazan agregadyndan zyňylýan ýangyn önüminiň entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$I_{zyň} = (V_{R2} C_{R2} + V_{RO2} C_{RO2} + V_{SB} C_{SB}) t_{zyň}, \quad (6)$$

bu ýerde: C_{R2} , C_{RO2} , C_{SB} – iki , üç atomly gazlaryň we suw bugunyň ortaça göwrümleýin ýylylyk sygymy.

$t_{zyň}$ – gazan agregadyndan zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasy (tüssäni atmosfera çykaryjy turbanyň düýbünde ölçenýär). Bu temperatura gönüden - göni termometriň ýa-da

termoparanyň kömegi bilen ölçenýär. c_{R2} , c_{RO2} , $c_{S.B}$ – niň bahalary zyňylýan tüsse gazynyň $t_{zyň}$ temperaturasyna görä №1- nji tablisadan alynýar.

№1-nji tablica

Temperatura °C	c_{R2} kJ/m³.k	c_{RO2} kJ/m³.k	$c_{S.B}$ kJ/m³.k
0	1,300	1,600	1,494
100	1,309	1,700	1,505
200	1,318	1,787	1,522
300	1,329	1,863	1,542
400	1,344	1,930	1,565

Iki, üç atomly gazlaryň we suw bugunyň göwrümi aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$V_{R2} = (\alpha - 0,21) V_0 + N_2 / 100 ,$$

$$V_{RO2} = 0,01 (CO_2 + CO + H_2S + \sum m C_m H_n) ,$$

$$V_{SB} = 0,01 (H_2S + H_2 + \sum (n/2) C_m H_n + 1,24) + 0,016\alpha V_0 .$$

Şeýlelikde q_2 kesgitlenýär.

$q_3 = 1 \%$, $q_5 \approx 6 \%$ hasabynda kabul edilýär.

Şondan soňra (1) formula boýunça gazan agregadynyň PTK - siniň ahyrky bahasy hasaplanýar.

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Tebigy gazyň gazana berliş shemasyny çyzmaly we enjamlaryny häsiýetlendirmeli.
2. Bug gazanynyň bug geçiriji turbalarynyň enjamlarynyň yzygiderliligini we işleýiş düzgünlerini düşündirmeli.
3. Bug gazanynyň suw üpjünçiligini we ýylylyk häsiýetnamasyny düşündirmeli.
4. Bug gazanynyň PTK -sini kesgitlemek üçin haýsy ululyklary bilmeli we enjamlardan peýdalanmaly?

Peýdalanylmalý edebiýatlar:

1. Роддатис К.Ф. Котельные установки . 1977.
2. Михеев В.П. Газовое топливо и его сжигание.
3. Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренов. Котельные установки промышленных предприятий.

2-nji T E J R I B E I Ş I ДЕ-25 GAZAN AGREGADYNYŇ IŞLEÝŞINIŇ ÝYLYLYK GÖZEGÇILIGI

GAZAN AGREGADYNY BARLAMAKDA ÖLÇEG GURALLARYNYŇ GURNALYŞ SHEMASY

Gazan desgalary işlände ýylylyk gözegçiligi dürli görnüşli barlag-ölçeg gurallarynyň (**БӨГ-КМП**) kömegi bilen amala aşyrylýar. Şol gurallaryň görkezmesi boýunça gazan agregadynyň in amatly ulanyş kadasy saýlanyp alynýar, barlanyş we düzediş işleri geçirilýär, şeýle hem, desganyň işleýşiniň ygtybarlylygyna we ykdysady tygşytlylygyna göz ýetirilýär. Gazan agregadynyň kadaly işlemegi üçin **БӨГ** örän wajyp ähmiýete eýedir.

Gazanlar işlände ýylylyk gözegçiligini amala aşyrmak üçin zerur bolan **БӨГ-ň** sanawy we olary gerekli ýerlerde gurnamak barlag geçirilýän gazan agregadynyň we ýakylýan ýangyjyň görnüşine baglydyr.

Barlag geçirmekligiň usulyna we ölçegleriň netijesine takyk mysalda seredeliň.

1-nji suratda ДЕ-25-14 gazan agregadynyň ýylylyk balansy barlananda peýdalanylýan ölçeg gurallarynyň ýerleşiş nokatlary görkezilen.

Gazan agregadynyň ýylylyk balansy barlananda ýylylyk ýitgileriniň esasyalaryny we gazan agregadynyň **p.t.k-ni**, seýle hem howa beriji, tüsse sorujy enjamlaryň we gaz-howa ýolunyň işleýşini häsiýetlendirýän ululyklaryň hemmesini ölçemeklik göz önünde tutulan bolmalydyr. Barlag-ölçeg gurallary aşakda görkezilen ululyklary ölçemek üçin saýlanyp alynýar:

- I. Basyşlary ölçemek üçin ;
- II. Gaz getiriji turbalary boýunça soruşy ölçemek ;

III. Barlag geçirilýän gazan agregadynyň bug-suw, howa we gaz ýollaryndaky işçi jisimiň we gazlaryň temperaturalaryny ölçemek ;

IV. Ýangyjyň, suwuň we buguň sarp edilişini kesgitlemek, tüsse gazyny derňemek.

Ýokardaky, görkezilen ululyklary ölçemek üçin barlag-ölçeg gurallary saýlanyp alynanda esasan olaryň görkezmesiniň takyklygyna (**takyklyk derejesine**) uly üns berilýär. Gurallaryň takyklyk derejesi geçirilýän barlagyň takyklyk zerurlygyna laýyk gelmelidir. Gazan agregadynda ýylylyk gözegçiligi ýerine ýetirilende käbir ululyklary ölçemeklik üçin tehniki (**işçi**) gurallardan peýdalanylýar. Amaly maksatlar we gündelik ölçegler üçin peýdalanylýan tehniki gurallara gazan agregadynda gurnalan gurallaryň hakykatda hemmesi degişli bolup durýar. **ДЕ-25-14** gazan agregadynda barlag geçirmek üçin ulanylýan gurallaryň sanawy, olaryň gurnalýan ýeri we maksatlary aşakda ýazyp beýan edilýär.

I. Basyşyň ölçenilişi

Gazan agregadynda ýylylyk tehniki barlag geçirilende onuň basyşyny ölçemek üçin dürli konstruksiýaly manometrlerden peýdalanylýar (**1-nji surat**).

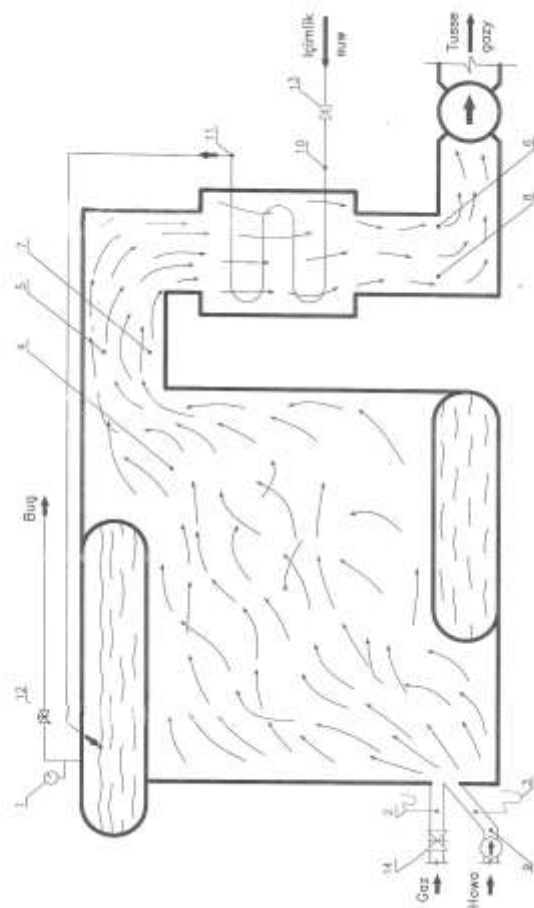
a) Gazanyň barabanynda buguň basyşynyň bölüniş bahasy **0,1 kg.g/sm²** bolan islendik görnüşli pružinli manometriň (**1**) kömegi bilen ölçemek bolar.

b) Ýakylýan gazyň gorelkanyň öňisyrasyndaky basyşy “U”-şekilli manometr (**2**) bilen ölçenilýär.

w) Berilýän howanyň ýanyş ojagynyň öňisyrasyndaky basyşy “U”-şekilli manometr (**3**) bilen ölçenilýär.

II. Tüsse gazynyň ýoly boýunça sorulyşyň ölçenilişi

a) Ojak giňişliginiň ýokarky bölegindäki (**4**) sorulyşy ýokarky ölçeg çägi **250 Pa** bolan **ТНЖ** görnüşli soruşy ölçýän gural bilen ölçenilýär.



1-nji surat. Bug gazanynda barlag-olçeg gurallarynyň yerleşýän ýerleri.

b) Gazanyň yzyndaky **(5)** we ekonomazyerden soňky **(6)** sorulyşy hem ýokarky ölçeg çägi **250 Pa** bolan **THЖ** görnüşli soruşy ölçeyän gural bilen ölçenilýär.

III. Gaz, howa we çyg bug ýolunda gazlaryň we işçi jisimiň temperaturalarynyň ölçenilişi

a) Gazanyň yzynda **(7)** we ekonomazyerden soň **(8)** tüsse gazynyň temperaturasyny ölçmeli. Tüsse gazynyň temperaturasy **HK** termoparanyň we **III** görnüşli göçme potensimetriň kömegi bilen amala aşyrylýar.

b) Howanyň temperaturasyny ölçemeklik üfleýji wentilýatordan soň **(9)** bölüniş bahasy **1°C** bolan simaply aýna termometriň kömegi bilen amala aşyrylýar.

w) Iýmitlendiriji suwuň temperaturasy suw ekonomazyerinden öň **(10)** we ondan soň **(11)** bölüniş bahasy **1°C** bolan simaply aýna termometri bilen ölçenilýär. **ДЕ-25-14** gazanly gazan desgasy doýgun bug öndürýär. Şonuň üçin doýgun buguň temperaturasyny (t_d) buguň (p) basyşyna görä tablisalardan bilip bolýar (3-nji tablisa seret).

IV. Buguň, suwuň, ýangyjyň sarp edilişiniň kesgitlenişi we gazyny derňemek

a) Buguň sarp edilişi **(12)** islendik görnüşli, meselem **ДП-612; ДП-610; ДП-410 М** bug ölçeyjiler bilen ölçenilýär.

b) Iýmitlendiriji suwuň sarp edilişi **ДТ-50** differensial manometri bolan diafragmanyň ýa-da takyklyk derejesi 1,0-dan pes bolmadyk islendik görnüşli **suw ölçeyjiniň** kömegi bilen Iýmitlendiriji suwgeçirijisinde ekonomazyere çenli ýa-da ekonomazyerden soň **(13)** ýerleşdirilip ölçenilýär.

w) Gazan agregadyna barýan gaz geçirijiden **(14)** geçýän ýangyjyň **(tebigy gazyň)** sarp edilişi **PC** görnüşli gaz

hasaplaýjynyň ýa-da ДТ-50 difmonometrli diafragmanyň kömegi bilen ölçenilýär.

g) Ýangyç ýananda emele gelýän tüsse gazynyň düzüminiň derňewi ekonomazyerden soň ГХП-3 görnüşli gazderňeýjiniň, КОРО aspiratoryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

BARLAGLARYŇ NETIJELERINIŇ IŞLENIŞ USULLARY WE ÝYLYLYK BALANSYNYŇ DÜZÜLIŞI

Barlaglaryň we tejribelerde alynanlaryň derňewi esasynda gazan agregadynda ýakylýan ýangyjyň tygşytlylygyny, ojak kamerasynyň we gyzdýryjy üstleriň işjeňlik derejesini, şeýle hem gazyň we howanyň ýolundaky aerodinamiki garşylyklaryny häsiýetlendirýän görkezijiler alynmalydyr.

Gazan agregadynyň barlaglaryny derňemegiň netijesinde ýangyjy we tüsse gazyny, howanyň artykmaçlyk koeffisiýentini we gazanyň howa ýolundaky howanyň sorulşyny kesgitleýän, şeýle hem, käbir ýitgileri kesgitlemek bilen gazan agregadynyň ýylylyk balansyny düzmekligi we p.t.k.-ni häsiýetlendirýän birnäçe ýylylyk tehniki hasaplamalary ýerine ýetirmeli.

Gaz halyndaky ýangyçda işleýän gazan agregadynyň ýylylyk balansy şeýle görnüşde ýazylýar:

$$Q_b^i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5, \quad (1)$$

bu ýerde

Q_1 - gazan agregadynyň ulanylýan peýdaly ýylylyk mukdary;

Q_2 - zyňylýan tüsse gazy bilen ýitirilýän ýylylyk mukdary;

Q_3 - ýangyjyň himiki doly ýanmaýanlygy zerarly ýitirilýän ýylylyk mukdary;

Q_5 - daşky gurşawa ýitirilýän ýylylyk mukdary;

Başgaça: $Q_b^i = Q_a^s + Q_h + Q_y,$

bu ýerde

Q_a^s - gurak massaly gaz halyndaky ýangyç ýanandaky çykýan aşaky ýylylyk mukdary;

Q_h – ojaga berilýän howa bilen gelýän ýylylyk mukdary;

Q_y – ýangyjyň fiziki ýylylyk mukdary.

Gazan agregadynyň ýylylyk balansy barlag geçirilýän gazan agregadynyň durnukly ýylylyk iş kadasynda we **1 m³** gaz halyndaky ýangyjy kadaly şertde ýakylýan ýagdaýy üçin düzülýär. Ýokarda görkezilen **(1)** formuladaky ähli ululyklar **kJ/m²** ölçeg birliginde aňladylýar. Gazan agregadynyň **p.t.k. (brutto)** aşaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$\eta_{br} = \frac{Q_1}{Q_b^i} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Gazan agregadynyň p.t.k. ýylylyk balansynyň deňlemesinden kesgitlenýär:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_5), \% , \quad (3)$$

bu ýerde:

$$g_2 = \frac{Q_2}{Q_b^i} \cdot 100\%; \quad q_3 = \frac{Q_3}{Q_b^i} \cdot 100\%;$$

$$q_5 = \frac{Q_5}{Q_b^i} \cdot 100\% .$$

Bu ýerde

q₂ - atmosfera zyňylýan tüsse gazy bilen ýitirilýän ýylylyk ýitgisiniň mukdary ;

q₃ - ýangyjyň himiki tarapdan doly ýanyp bilmezligi sebäpli ýylylyk ýitgisiniň mukdary;

q₅ - gazan agregadyny gurşap alýan sreda ýitirýän ýylylyk mukdary .

Tejribede alynan maglumatlaryň derňeliş usullary ýakylýan ýangyjyň görnüşine baglylykda käbir aýratynlyga eýedir.

Barlaglaryň netijileriniň derňewleri professor **M.B. Rawiç** tarapyndan hödürlenen ýönekeýleşdirilen usul boýunça amala aşyrylýar.

Ýönekeýleşdirilen usul boýunça hasaplamalarda aşaky häsiýetnamalardan peýdalanylýar:

1) Nazary şertlerde ýangyç doly ýananda ýa-da howanyň artykmaçlyk koeffisiýenti bire deň bolup, ýylylyk ýitgisi bolmadyk şertinde ýokarlanýan maksimal temperaturadan **t_{max}** (bu ululyga **D.I.Mendeleyew tarapyndan - ýangyjyň gyzgyn öndürjiligi diýip atlandyrylar**).

2) Howanyň nazary zerur mukdarynda işçi ýangyç doly ýananda bölünip çykýan **1 m³** gurak түsse gazyna düşýän **P** ýylylyk mukdaryndan.

3) Nazary şertlerde gurak we çygly түsse gazlarynyň göwrümleriniň gatnaşyklaryndan **B**.

4) İşçi şertdäki gurak түsse gazynyň göwrüminiň nazary şertlerde ýakylýan ýangyjyň gurak түsse gazynyň göwrümine gatnaşygyna görä üýtgemeginden peýdalanylýar.

Gazan agregadynyň ýylylyk balansyny düzmek üçin zerur bolan tebigy gazyň käbir häsiýetnamalary we koeffisiýentleri professor **M.B.Rawiç** beren maglumatlaryndan:

$$Q_a^g = 35700 kJ / m^3; \quad t_{mah} = 2010^{\circ}C$$

Tүsse gazy bilen ýitirilýän **q₂** ýylylyk mukdaryny hasaplamak üçin ilki bilen **n** koeffisiýenti kesgitlemek zerurdyr. Bu **n** koeffisiýenti nazary şertdäki gurak түsse gazynyň göwrümine garanyňda artykmaç howanyň

sorulýandygy sebäpli tüsse gazynyň göwrüminiň ulalýandygyny görkezýär. Bu n - koeffisiýent tüsse gazynyň düzümine baglydyr. Tüsse gazynyň düzümi bolsa gazoanalizatoryň kömegi bilen kesgitlenýär. Gazoanalizatoryň bolmadyk ýagdaýynda tebigy gaz üçin $n = 1,15$.

Şeýlelikde, q_2 aşakdaky formula boýunça hasaplanýar:

$$q_2 = \frac{t_{zyň} - l \cdot t_h}{t_{\max}} \cdot c' \cdot n \cdot 100\% \quad (4)$$

Bu ýerde c' - düzediş koeffisiýenti. Tebigy gaz üçin $c' = 0,85$

Gaz halyndaky ýangyç üçin c' düzediş koeffisiýentiň bahasyny zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasyna $t_{zyň}$ baglylykda professor M.B. Rawiçin beren maglumatyndan ulanylýar (1-nji tablisa).

$t_{zyň}$ - ululyk ölçenilip alynýar.

1-nji tablisa

$t_{zyň}$ -zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasy	100	200	300	400
c' -düzediş koeffisiýenti	0,82	0,83	0,84	0,86

t_h – wentilýator bilen sorulyp alynýan howanyň temperaturasy - ölçenilýär.

Şeýlelikde (4) formula boýunça q_2 hasaplanýar.

Gaz halyndaky ýangyç ýakylanda himiki sebäplere görä doly ýanmazlygyndan ýitirilýän ýylylyk mukdary örän ujypsyz bolýar we tüsse gazynyň düzüminiň derňewi näbelli bolan ýagdaýynda onuň bahasyny 1% hasabynda kabul edip bolar, **$q_3=1\%$** .

Gazan agregadynyň bellenen (**nominal**) ýükde işlän ýagdaýynda onuň daşky gurşawa ýitirýän ýylylygy grafik

boýunça ýa-da tablisadan kesgitlenýär. Bellenen (**nominal**) ýükden tapawutlanýan bolsa, onda daşky gurşawa ýitirilýän ýylylyk aşakdaky formula boýunça täzeden hasaplanýar:

$$q_5 = q_{5nom} \frac{D_n}{D} \% , \quad (5)$$

Bu ýerde

D_n -gazanyň (nominal) bellenen bug öndürjiligi (25t/sag).

D -barlag wagtyndaky gazanyň hakyky bug öndürjiligi, t/sag.

Arka tarapynda gyzydryjy üsti (suw ekonomazyeri) bolan ДЕ-25-14 gazan agregady üçin $q_{5nom} = 1,3\%$, şeýlelikde:

$$q_5 = \frac{25}{D} \cdot 1,3\% . \quad (5^a)$$

Şunlukda (3) formulanyň kömegi bilen gazan agregadynyň **p.t.k.** kesgitlenýär. Barlag geçirilýän gazan agregadynyň ähli parametrleriniň ölçegi birnäçe gezek amala aşyrylýar.

ÖLÇEGLER WE NETIJELERIŇ IŞLENİŞI

Gazanyň yzynda we ekonomazyeriň soňunda tüsse gazynyň temperaturasynyň ölçenilişi.

Ekonomazyeriň çykyşyndaky temperatura, ýa-da $\vartheta_{zyñ}$. Tüsse gazyndan ýitirilýän ýylylyk – q_2 (Rawiçiň usuly boýunça).

$$q_2 = \frac{\vartheta_{zyñ} - l \cdot t_h}{\vartheta_{max}} \cdot c' \cdot n \cdot 100\% ,$$

tebigy gaz üçin:

$$\vartheta_{\max} = 2010^{\circ}\text{C}, \quad n = 1,15; \quad c' = 0,85$$

$$q_2 = \frac{1,15 \cdot 0,85}{2010} (\vartheta_{\text{zyñ}} - l \cdot t_h) 100\% =$$

$$q_2 = 0,04863 (\vartheta_{\text{zyñ}} - K t_h) \%$$

$\vartheta_{\text{zyñ}}$ - atmosfera zyňylýan tüssäniň temperaturasy.

$L=K$ - atmosfera zyňylýan tüssäniň gazynyň temperatura-syna bagly bolan düzediş koeffisiýenti 2-nji tablisadan alynýar.

$$\vartheta_{\text{zyñ}} = 200^{\circ}\text{C}, \quad l \cdot t_h = K t_h = 0,83 \cdot 30 = 24,9 = 25$$

t_h – ojaga berilýän howanyň temperaturasy, $^{\circ}\text{C}$.

2-nji tablisa

$\vartheta_{\text{zyñ}}, ^{\circ}\text{C}$	100	200	300	400	500
K	0,82	0,83	0,84	0,86	0,88

$$q_3 = 1\%; \quad q_5 = q_{5_{\text{nom}}} \cdot \frac{D_n}{D} \cdot 100\%;$$

$$q_{5_{\text{nom}}} = 1,3; \quad q_5 = \frac{1,3 \cdot 25}{D} \cdot 100\%.$$

D-barlag wagtyndaky öndürilýän buguň mukdary, t/sag.

$$\pi \cdot \frac{d^2}{4} = \frac{D}{3600 \cdot \rho \cdot w}; \quad D = \frac{\pi \cdot 3600}{4} \rho w \cdot d^2, \frac{\text{kg}}{\text{sag}} \quad (6)$$

bu ýerde:

w , m/s - buguň tizligi.

ρ , kg/m^3 - buguň dykzlygy.

d , m – bug turbasynyň diametri.

Barlanýan gazan agregady üçin:

$d=219 \text{ mm}=0,219 \text{ m}$

$w=25 \text{ m/sek}$

$\rho = f(P)$, şəýlelikde, ρ basyşa görä kabul edilýär
barabanda gurnalan manometr boýunça ölçenilýär.

(3-nji tablisa). Basyş bolsa -

3-nji tablisa

$p \text{ kg.g./sm}^2$	2	3	5	6	7	8	9	10	12	14
$t_d, ^\circ\text{C}$	120	133	151	158,5	165	170	175	180	188	195
$\vartheta \text{ m}^3/\text{kg}$	0,89	0,62	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,19	0,17	0,14
$\rho=1/\vartheta, \text{ kg/m}^3$										

Şeýlelikde q_5 kesgitlenýär. Şeýle hem balans boýunça

$$q_{\text{brutto}} = 100 (q_2 + q_3 + q_5) \% .$$

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Ýylylyk ýitgileriniň ählisiniň döreýiş sebäplerini düşündirmeli.
2. Nähili usullar bilen q_5 we q_3 ýitgileri azaltmak bolar?
3. Gazan agregadynyň PTK-si haýsy faktorlara bagly?
4. Atmosfera zyňylýan tüsse gazynyň ýylylyk ýitgisi nähili hasaplanýar?

Peýdalanylmalý edebiýatlar:

1. Десягин и др. Теплогенерирующие установки, 1986 г.
2. К.Ф. Роддатис «Котельные установки» 1977 г.
3. М.М.Щеголев и др. «Котельные установки».
4. Ю.Л. Гусев «Основы проектирования котельных установки» 1973 г.

3-nji TEJRIBE IŞI

“HP-18” SUW GYZDYRYJY GAZANYNDA ÝYLYLYK TEHNIKI BARLAGLARY GEÇIRMEK

1. “HP-18” suw gyzdyryjy gazany hakynda esasy maglumatlar

Barlag geçirilýän suw gyzdyryjy gazany Aşgabatdaky santehönümleri zawodynda öndürilýär.

“HP-18” gazanyň esasy tehniki görkezijileri.

1). “HP-18” gazanyň görnüşi-gaýnagda kebşirlenip bitewi ýasalan, suw gyzdyryjy gazan;

2). Suw üçin hasaplama basyşy-5 kg.g/sm²;

3). Suw gyzdirmek temperaturasy-115 °C;

4). Tebigy gaz ýakylandaky ýylylyk öndürjiligi-95000 kkal/sag;

5). Gazanyň gyzdyryjy üstüniň meýdany-56 m²;

6). Gazanyň doly göwrümi-1415 litr;

7). Tebigy gaz ýakylanda gazanyň gyzdyryjy üstüniň kabul edilen ýylylyk güýjenmesi (naprýaženiýasy)-17000 kkal/m²·sag.

2. Dört sany “HP-18” gazan desgasyň geçiriji turbalaryň çyzygysyny we işleýiş kadasyňy öwrenmekligiň meýilnamasy

1). Gazan desgasyň giňeldilen ýylylyk çyzygysyny çyzmaly we ähli enjamlaryny häsiýetlendirip ýazmaly;

2). GSD-gaz sazlaýjy desganyň çyzygysyny çyzmaly we onuň ähli enjamlaryny gysgaça häsiýetlendirip ýazmaly;

3). BÖG-barlag-ölçeg gurallaryň görkezmesi boýunça gazanlaryň işleýşine derňew geçirmeli we gazanyň p.t.k.-sini kesgitlemeli;

4). Aşgabat şäheri üçin ýyladyş talaplaryny hil boýunça sazlamaýn temperatura grafigini gurmaly.

5). Gazan desgasy boýunça edilen işleriň netijesi barada hasap tabşyrmak üçin gysgaça hasabat ýazmaly;

6) İşler mugallymyň ýolbaşçylygynda ýerine ýetirilýär.

Ýokarky maksatnamadaky 1 we 2-nji ýumuşlar ýazmaça häsiýetde ýerine ýetirilýär, emma 3 we 4-nji ýumuşlary ýerine ýetirmek üçin tejribeleriň we edebiýat maglumatlaryndan alynanlaryň esasynda käbir hasaplama işlerini geçirip amala aşyrylýar.

Meýilnamanyň 3 we 4-nji ýumuşlarynyň ýerine ýetirilişi aşakda görkezilýär.

3. Gazanyň işleýşiniň derňelişi we onuň p.t.k-ini kesgitlemek

Gazan agregatlarynyň ýylylyk tehnika barlaglary göni we aýlaw usuly boýunça ýerine ýetirilýär. Ýylylyk tehniki barlagy göni usul boýunça ýerine ýetirilende gazana berilýän ýylylyk, desgada peýdalanylýan ýylylyk we ondaky ýitirilýän ýylylyk hasaplanylýar.

Göni usul boýunça gazan agregadynyň ýylylyk balansy düzülende köp sanly ölçegleri we hasaplamalary amala aşyrmak zerurdyr. Gazan agregatlarynyň ýylylyk tehnika barlagynyň aýlawly usuly (balansa ters usul) has ýönekeýdir. Şonuň ýaly-da ölçegleriň we hasaplamalaryň sany has azdyr.

Ýokarda görkezilişi ýaly göni usul boýunça gazanyň p.t.k.-sini kesgitlemek üçin ýangyjyň ýananda çykarýan ýylylygyny, ýangyjyň düzümini we ş.m. bilmek zerurdyr. Aýlawly usul boýunça (gazan agregadynyň ýylylyk tehnika barlagynyň aýlawly usuly professor M.B.Rawiç tarapyndan hödürlendi) kesgitlemek üçin tüsse gazynyň düzümini we onuň gazandan çykandan soňky temperaturasyny bilmek gerek bolýar.

Käbir ölçeg gurallarynyň ýetmezçiligi zerarly gazanyň p.t.k-ini kesgitlemek üçin göni usulyň we aýlawly usulyň käbir böleginden peýdalanmak maslahat berilýär.

Gaz halyndaky ýangyç ýakylanda gazan agregadynda ýitirilýän ýylylyk ýitgilerine görterimde (%) aňladylýan aşakda görkezilen ýitgiler deňşlidir:

1) atmosfera zyňylýan tüsse gazy bilen ýitirilýän ýylylyk mukdary - q_2 ;

2) ýangyjyň himiki doly ýanyp bilmezligi zerarly ýitirilýän ýylylyk mukdary - q_3 ;

3) daşky gurşawa ýitirilýän ýylylyk mukdary - q_5 .

Gazan agregadynyň p.t.k.- si (brutto) 100% hasabynda kabul edilen harçlanýan ýylylyk bilen ýitgileriň jeminiň arasyndaky tapawudyna deňdir:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_5) . \quad (1)$$

Gaz halyndaky ýangyç ýakylýan gazanlarda esasy ýylylyk ýitgisi hökmünde zyňylýan tüsse gazlary bilen ýitirilýän ýylylyk, ýagny, başgaça aýdylanda, tüsse gazynyň fiziki ýylylygy (q_2) hasap edilýär we aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$q_2 = \frac{I_{zyň} - I_h}{Q_a^g} \cdot 100\%$$

bu ýerde

$I_{zyň}$ - zyňylýan tüsse gazynyň entalpiýasy;

I_h - howanyň entalpiýasy;

Q_a^g - gurak gaz halyndaky ýangyç ýananda çykýan aşaky ýylylyk bolup, umumy görnüşde aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$\begin{aligned} Q_a^g = & 359 CH_4 + 108 H_2 + 126 CO + 245 \\ & H_2S + 640 C_2 H_6 + 813 C_3 H_8 + 1188 C_4 H_{10} + \\ & + 1460 C_5 H_{12} , \quad kJ / m^3 \end{aligned} \quad (3)$$

Maý gaz ýatagyndan alynýan tebigy gazynyň himiki düzümi:

$\text{CH}_4 = 95,5\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 1,13\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,17\%$;
 $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,04\%$; $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,11\%$; $\text{CO}_2 = 1,02\%$;
 $\text{N}_2 = 2,03\%$;

Adaty şertlerde bu tebigy gazyň dykzlygy $\rho = 0,74 \text{ kg/m}^3$

Şeýlelikde, Maý gaz ýatagynyň tebigy gazy ýananda çykarýan aşaky ýylylygyny hasaplamak üçin aşakdaky formulany ýazarys:

$$Q_a^g = 359CH_4 + 640C_2H_6 + 813C_3H_8 + 1188C_4H_{10} + 1460C_5H_{12} \quad \text{kJ/m}^3 \quad (4)$$

Gazan desgasynda howanyň entalpiýasy aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$I_h = \alpha \cdot V_o \cdot c_h \cdot t_h \quad (5),$$

bu ýerde α - atmosfera zyňylýan tüssedäki howanyň artykmaçlyk koeffisiýenti ($\alpha = 1,1$ diýip kabul etmek bolýar).

C_h - gazan desgasyndaky howanyň temperaturasynda görä howanyň ýylylyk sygymy.

Gazan desgasyndaky howanyň t_h temperaturasy ölçenýär we şol temperatura baglylykda degişli tablisalardan c_h -ň bahasy alynýar.

V_o -ýangyjy ýakmak üçin zerur bolan howanyň nazary göwrümi aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$V_o = 0,0476 [0,5\text{H}_2 + 0,5\text{CO} + 1,5 \text{H}_2\text{S} + 2\text{CH}_4 + \Sigma (m + n/4) \text{C}_m\text{H}_n - \text{O}_2] \quad \text{m}^3/\text{m}^3 \quad (6)$$

Ýangyç ýananda emele gelýän tüssäniň gazandan çykandaky entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$I_{zyh} = (V_{R_2} C_{R_2} + V_{RO_2} C_{RO_2} + V_{SB} C_{SB}) t_{zyh}, \quad \frac{kkal}{m^3}. \quad (7)$$

Bu ýerde C_{R_2} , C_{RO_2} , C_{SB} -iki atomly (C_{R_2}), üç atomly (C_{RO_2}) gazlaryň we suw bugunyň (C_{SB}) zyňylýan tüssäniň gazandan çykandan soňky temperaturasy (t_{zyh}) görä ortaça göwrümleýin ýylylyk sygymy. Zyňylýan tüssäniň temperaturasy (t_{zyh}) termometriň ýa-da termoparanyň kömegi bilen ölçenilýär we şol t_{zyh} temperatura görä C_{R_2} , C_{RO_2} we C_{SB} - bahalary degişli tablisalardan alynýar. Bu barada 1-nji tejribe işiniň 1-nji tablisasynda berilýär.

Iki atomly (V_{R_2}), üç atomly (V_{RO_2}) gazlaryň we suw bugunyň (V_{SB}) göwrümi aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$\begin{aligned} V_{R_2} &= (\alpha - 0,21) V_0 + N_2 / 100 ; \\ V_{RO_2} &= 0,01 (CO_2 + CO + H_2S + \sum C_m H_n) ; \\ V_{SB} &= 0,01 (H_2S + H_2 + \sum (n/2) C_m H_n + 1,24) + 0,016 \alpha V_0 \end{aligned}$$

Şeýlelikde q_2 hasaplanýar.

q_3 - iň bahasy 1,5%-e deň diýip kabul edip bolýar.

q_5 - iň bahasyny edebiýatlarda berilýän grafik boýunça kesgitläp bolýar (М.М.Шегелов, Ю.Л.Гусев, М.С.Иванова. Котельные установки, 1972 г., 52-nji surat). Ondan soňra (1) formula boýunça barlag geçirilýän gazan agregadynyň p.t.k-iniň ahyrky bahasy hasaplanýar.

Gazan desgasyndan ulanyjylara gidýän ýylylyk turbasyndaky we ulanyjylardan gelýän ýylylyk turbasyndaky suwuň temperaturasy, şeýle hem daşky howanyň temperaturasy ölçäp ýyladyş ýüküni hil taýdan sazlanýan temperatura çyzgydy bilen deňeşdirilýär.

4. Hil taýdan sazlamaklygyň grafigi

Ýylylyk sarp edijileriň (abonentleriň) ýylylyk sarp edijilik ýüki (ýylylyk ýüki) üýtgeýän ululykdyr. Ol ululyk birnäçe täsir ediji ulylyklara (faktorlara) baglydyr we ol bütin ýyladyş döwrüniň dowamynda üýtgäp durýar. Otaglarda ýakymly şertleri döretmek, ýangyjy tygşytlamak we ş.m. maksatlary göz önünde tutup ýylylyk ýüküniň sarp edilişine laýyklykda ulanyjylara ýylylygyň goýberilişini sazlamak zerur bolup durýar. Düzgün boýunça, ýylylyk setlerinde ýylylyk goýberilişini sazlamak üçin jaýlaryň ýyladyş ulgamyna sarp edýän ýylylyk talapyna görä **merkezi hil boýunça sazlaýyş** usuly ulanylýar. Jaýlaryň ýyladyş ulgamyna sarp edýän ýylylyk talapy esasan daşky howanyň temperaturasyna baglydyr.

Merkezi hil boýunça sazlamagyň esasy manysy daşky howanyň temperaturasynyň üýtgemegi bilen ýylylyk setiniň turbalaryndaky ýylylyk äkidijiniň temperaturasyny üýtgetmekdir.

Merkezi hil boýunça sazlamak temperatura grafigi boýunça amala aşyrylýar. Temperatura grafigi bolsa daşky howanyň dürli temperaturasyna görä ýylylyk setiniň äkidiji we getiriji turbalarynda suwuň temperaturasynyň üýtgeýşi esasynda gurulýar.

Setiň äkidiji we getiriji turbalarynda suwuň temperaturasy aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenýär:

$$\tau'_1 = t_{iç} + (\tau_{enj} - t_{iç}) \left(\frac{t_{iç} - t'_d}{t_{iç} - t_{dý}} \right)^{0,76} + (\tau_1 - \tau_{enj}) \frac{t_{iç} - t'_d}{t_{iç} - t_{dý}}, (9)$$

$$\tau'_2 = \tau'_1 - \Delta\tau \frac{t_{iç} - t'_d}{t_{iç} - t_{dý}} , \quad (10)$$

bu ýerde:

$t_{iç}$ - otagyň içindäki howanyň hasaplama temperaturasy (+18 °C); $t_{dý}$ -taslamalanýan ýyladyş ulgamy üçin daşky howanyň hasaplama temperaturasy. Aşgabat şäheri üçin $t_{dý} = -11$ °C. t'_d -turbageçirijilerde suwuň temperaturasy kesgitlenen pursatynda daşky howanyň ölçenip alynýan temperaturasy.

τ_1 we τ'_1 -daşky howanyň temperaturasynyň $t_{dý}$ we t'_d bahalaryna degişli geçiriji turba boýunça gidýän suwuň temperaturasy.

τ_2 we τ'_2 - daşky howanyň $t_{dý}$ we t'_d temperaturasyna degişli bolan geçiriji turba boýunça gelýän suwuň temperaturasy. τ_{enj} -daşky howanyň $t_{dý}$ temperatura şertinde gyzydyryjy enjamlarda (bataryýalarda) ortaça temperatura.

$$\tau_{enj} = 0,5 (95 + 70) = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$\Delta\tau$ -ýylylyk setinde temperaturanyň hasaplama tapawudy:

$$\Delta\tau = \tau'_1 - \tau'_2.$$

Barlag geçirilýän gazan desgasynyň diňe ýyladyş ulgamyna ýylylyk berýändigini sebäpli bu desgada merkezi hil boýunça sazlamaklyk бүтін ýyladyş döwründe dowam edýär.

Temperatura grafigini gurmak üçin aşaky maglumatlar kabul edilýär:

$$t_{iç} = +18 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad t_{dý} = -11 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \tau_1 = 95 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad \tau_2 = 70 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Ýokardaky 9 we 10 formulalardan peýdalanyňp daşky howanyň -10 ; -5 ; ± 0 ; $+5$; $+10^{\circ}\text{C}$ temperaturalary üçin ýylylyk setiniň geçiriji turbalaryndaky suwuň temperaturalaryny kesgitleýs.

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Suw gazanyny haýsy toparlara bölüp bolýar?
2. Suw gyzdyryjy gazan desgasyňyň prinsipial ýylylyk shemasyny çyzyp düşündirmeli we oňa degişli enjamlary hakynda aýdyp bermeli.
3. Suw gyzdyryjy gazan üçin temperatura grafigi nähili gurulýar we onuň işleýşi nähili sazlanýlar?
4. Suw gyzdyryjy gazanyň PTK-sini ýokarlandyrmak üçin haýsy usullary bilýärsiňiz?

Peýdalanylmaly edebiýatlar:

1. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. М. Энергия 1982 г.
2. Козин В.Е. и др. Теплоснабжение. М. Высшая школа 1980 г.

4-nji T E J R I B E I Ş I

ÝYLYLYK ÇALŞYJY APPARATLARYŇ ÝYLYLYK ALYP - BERIŞ KOEFFISIÝENTINI KESGITLEMEK

Işiň maksady: Rekuperativ ýylylyk çalşyjy apparatlaryň içki turbalarynyň içinden geçýän gyzgyn suwy turbalaryň gapyrgaly daşky üstinden sowuk howa ýuwup geçmegi arkaly ýylylyk çalyşmasy bolup geçýän apparadyň ýylylyk alyp-beriş koefissiýentini tejribe arkaly kesgitlemekden ybaratdyr.

Gyzgyn suw gyzdyryjy ýylylyk äkidijiniň , sowuk howa bolsa gyzyjy ýylylyk äkidijiniň borjuny ýerine ýetirýär.

Ýylylyk çalşyjy apparatlaryň görnüşleri

Hereket ugry boýunça gyzgyn sredada ýylylygy özüne siňdirip gyzyan we sowuk sredada ýylylygyny berip sowaýan suwuklyklara ýa-da gazlara ýylylyk äkidiji diýilýär.

Bir ýylylyk äkidijiden beýleki ýylylyk äkidijä ýylylyk beriş prosessini amala aşyrýan apparatlara ýylylyk çalşyjy apparatlar diýilýär.

Ulanyşy we konstruktiv gurluşy boýunça ýylylyk çalşyjy apparatlar örän dürli görnüşlidir. Ýylylyk çalyşmak häsiýeti boýunça apparatlar rekuperativ, regenerativ we garyşdyryjy ýylylyk çalşyjy apparatlara bölünýär.

Ähli apparatlaryň içinden iň ýönekeýi we ykjamy garyşdyryjy ýylylyk çalşyjy apparatlarydyr. Olarda gyzgyn we sowuk ýylylyk äkidijileri garyşýarlar. Mysal üçin buguň ýa-da gyzgyn suwuň kömegi bilen sowuk suwy gyzdyrýarlar. Kähalatlarda, ýagny biri-birinden aňsat bölüp bolýan: gaz-suwuklyk, gaz-maýdalanany gaty material, suw-ýag we ş.m. ýylylyk äkidijilerde garyşdyryjy ýylylyk çalşyjylar ulanylýar.

Şeýlelikde, garyşdyryjy apparatlarda ýylylyk çalyşma hadysasy gyzgyn we sowuk ýylylyk äkidijileriň biri-biri bilen garyşmasy netijesinde amala aşýar.

Regeneratiw ýylylyk çalşygy apparatlarda ýylylyk geçirip berijilik hadysasy iki periotda bolup geçýär. Bu apparatlarda ýylylygy özüne siňdirmek üçin niýetlenen ýörite örtülen gatlak ýa-da diwar edilýär we şonuň üstünden hem gezekli - gezegine gyzgyn we sowuk ýylylyk äkidijileri akdyrylýar.

Gyzgyn ýylylyk äkidiji ýylylygyny özüne siňdiriji materiala berýär, soň ol material öz gezeginde period boýunça ýylylygyny ikinji - sowuk ýylylyk äkidijä berýär, ýa-da başgaça, şol bir gyzdyryjy üst gezekli - gezegine gyzgyn we sowuk akym bilen ýuwulýar. Metalyň gyzgyna çydamlylygy çäkli bolany sebäpli gazy ýokary temperatura ($t > 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) çenli gyzdyrmak üçin regeneratiw ýylylyk çalşygy apparatlar örän amatlydyr.

Oda çydamly kerpiçden örtülen gatlak örän ýokary temperaturada hem işlemegi mümkindir. Kähalatlarda regeneratiw ýylylyk çalşyjylaryny tozanly, hapa, gyzgyn gazlary sowatmak maksady bilen ulanmak peýdalydyr. Eger tozanly, hapa, gyzgyn gazlary sowatmak üçin rekuperatiw ýylylyk çalşyjylar ulanylsa, onda ol gazlar rekuperatiw ýylylyk çalşygy apparadyň turbalaryny dykýar we çalt hatardan çykarýar.

Rekuperatiw apparatlarda gyzdyryjy ýylylyk äkidijiniň gyzdyrylýan ýylylyk äkidijä berýän ýylylyk mukdary olaryň arasyny bölýän diwaryň üsti bilen amala aşyrylýar. Şol bölüji diwaryň termiki garşylygyny kiçeltmek üçin onuň diwaryndan ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti uly bolan materiallardan, meselem: misden, latundan, alýuminiň splawyndan we ş.m. ýasaýarlar.

Ýylylyk alyp - beriş koeffisiýenti ulaltmak maksady bilen, diwaryň haýsy tarapynyň ýylylyk beriş koeffisiýenti kiçi bolsa şol tarapy gapyrgaly edip gyzdyryjynyň üstüni ulaltýarlar.

Iň giňden ýaýran turbaly ýylylyk çalşyjylarda ýylylyk äkidijileriň biri turbalaryň içi bilen, beýlekisi bolsa turbalaryň

arasyndaky boşluk boýunça hereket edýärler. Şonuň ýaly apparatlarda ýylylyk äkidijiler garyşmaýarlar we dürli görnüşdäki gyzdyryjy we gyzyjy jisimi dürli maksatlar üçin ulanýarlar.

Hasaplanyş deňlemeleri

Ähli ýylylyk çalşyjy apparatlar özüniň ulanylyş maksadyna görä birnäçe bölege bölünýärler, meselem: suw sowadyjy, suw gyzdyryjy, radýatorlar, kondensatorlar, bugardyjylar, skrubberler, peçler, suw ekonomazyerleri, howa gyzdyryjylar we ş.m. Ýylylyk çalşyjy apparatlary özüniň işleýiş düzgüniniň, gurluşynyň ýa-da ýylylyk äkidijisiniň dürli-dürlidigine garamazdan hemmesiniň maksady birmeňzeşdir. Şol sebäpli hem apparatlaryň hemmesi üçin hasaplanyş deňlemeleri umumylygyna galýar.

Ýylylyk balansynyň deňlemesi

Ýylylyk çalşyjy apparatlar üçin ýylylyk balans deňlemesi şeýle ýazylýar.

$$Q = G_1 \cdot c_{p1} (t'_1 - t''_1) \cdot \eta = G_2 \cdot c_{p2} (t''_2 - t'_2), \quad Wt \quad (1)$$

Bu deňlemäniň üsti bilen ýylylyk çalşyjy apparatlaryň Q ýylylyk öndürilijiligi kesgitläp bolýar. Beýleki parametrleri bolsa tejribäniň üsti bilen kesgitlenilýär (1 - nji surat)

G_1 – harçlanan gyzgyn suwuň mukdary, kg/s;

c_{p1} – gyzdyryjy ýylylyk äkidijiniň ýylylyk çalşyjy apparada girendäki we çykandaky temperaturasynyň ortaça bahasyna görä, alynýan hemişelik basyşdaky massalaýyn udel ýylylyk sygymy, J/(kg.K).

Suwuň apparada girendäki we çykandaky temperaturasynyň uly bolmadyk aratapawudynda (mysal üçin şu tejribäniň şertinde) $c_{p1} \approx 4190$ J/(kg.K) diýip kabul edip

bileris. t_1' ; t_1'' - suwuň apparada girendäki başlangyç we çykandaky ahyrky temperaturasy $^{\circ}\text{C}$; G_2 – sowadyjy (ýa-da gyzýan) howanyň mukdary, kg/s; c_{p2} – howanyň apparada girendäki we çykandaky temperaturasynyň ortaça bahasyna görä alynýan, hemişelik basyşdaky massalaýyn udel ýylylyk sygymy. Geçirilýän tejribäniň şertinde howanyň temperaturasynyň uly bolmadyk aralygy üçin $c_{p2} \approx 1000 \text{ J/(kg.K)}$; t_2' ; t_2'' - howanyň apparada girendäki we çykandaky temperaturasynyň bahasy, $^{\circ}\text{C}$; η – ýylylyk çalşyjy apparadyň diwarlarynyň üsti boýunça daşky sreda ýitirilýän ýylylygy hasaba alýan apparadyň peýdaly täsir koeffisiýenti.

Tejribelerden belli bolşy ýaly ýylylyk çalşyjy apparadyň ýylylyk ýitgisi $1 \div 10\%$ -e barabardyr. Apparadyň p.t.k.- sini tejribäniň netijesi boýunça kesgitlemek mümkindir:

$$\eta = \frac{G_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_2'' - t_2')}{G_1 \cdot c_{p1} \cdot (t_1' - t_1'')} ; \quad (1-a)$$

Şu tejribäniň şertlerinde $\eta = 0.98$ diýip kabul etsek takyk baha golaý bolýar.

Ýylylyk alyp - beriş deňlemesi

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t \quad (2)$$

Ýylylyk alyp - beriş deňlemesinden ýylylyk alyp - beriş koeffisiýentini kesgitlemek bolýar.

$$k = \frac{Q}{F \cdot \Delta t}; \quad \text{Wt/(m}^2\text{.K)} \quad (2-a)$$

Bu ýede F – ýylylyk çalşyjy apparadyň gyzdýryjy üstüniň meýdany, ýa-da başgaça, gyzdýryjy ýylylyk äkidijiden

gyzyjy ýylylyk äkidijä gerek bolan Q ýylylygy alyp bermek üçin zerur bolan üstüň meýdany, m^2 .

Δt – ýylylyk äkidijileriň ýylylyk çalşyjy apparadyň ortaça uzynlygyna görä alnan temperaturalarynyň orta integral tapawudy.

Şu tejribe geçirilýän apparadyň içindäki turbalarynyň gapyrgaly F_2 üstüniň meýdany şol turbalaryň içki F tekiz üstüniň meýdanyndan has ulydyr. Meýdanlaryň F_2/F_1 gatnaşygyna bolsa gapyrgalylyk koeffisiýenti diýilýär.

Tejribäniň görkezmeleri boýunça hasap geçirlende içki tekiz üstüň meýdany

$$F = \pi \cdot d_{iç} \cdot l \cdot n, \quad m^2 \quad (3)$$

diýip kabul edilýär.

Bu ýerde $d_{iç}$ we l - ýylylyk çalşyjy apparadyň bir turbasynyň içki diametri we uzynlygy, m.; n – apparadyň turbalar oplumyndaky turbalarynyň sany.

Ýylylyk äkidijileriň temperaturalarynyň orta lagorifmik tapawudy ugurdaş we garşylykly akym üçin aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär:

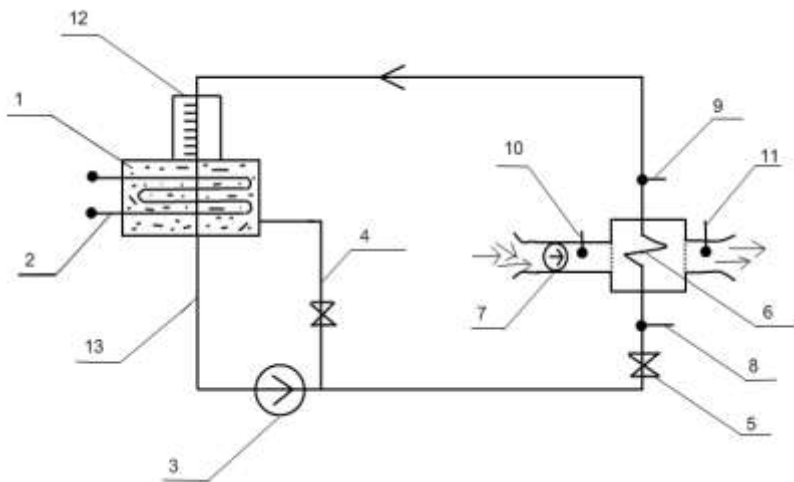
$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_u - \Delta t_k}{\ln \left(\frac{\Delta t_u}{\Delta t_k} \right)}, \quad ^\circ C \quad (4)$$

Bu ýerde Δt_u we Δt_k - apparada girýän ýylylyk äkidijileriň we çykýan ýylylyk äkidijileriň temperaturalarynyň tapawudy (2-nji surada seret).

Deňlemedäki u we k indeksler ýylylyk äkidijileriň uly we kiçi temperatura tapawudyny aňladýar.

Ýylylyk çalşyjy apparadyň haýsy çetinde ýylylyk äkidijileriň temperaturalarynyň tapawudynyň uludygyny we kiçidigini bolsa tejribe arkaly ölçäp, takyk hasaplamagyň netijesinde bilip bolýar.

Ýylylyk äkidijileriň hereket ugurlarynyň çylşyrymly (keseleýin ýa-da garyşyk) bolan ýagdaýynda, Δt ululygy deňişli $\varepsilon_{\Delta t}$ düzediş koeffisiýentine köpeldilýär (5-nji formula seret).



1-nji surat. Tejribe guralynyň shemasy.

1 – suwly gap; 2 – elektrik gyzdyryjy; 3 – suw nasosy; 4 we 5 – suw kranlary; 6 – ýylylyk çalşyjy apparat; 7 – wentilýator; 8, 9, 10 we 11 – ýylylyk äkidijileriň ýylylyk çalşyjy apparada girýän we çykýan ýerlerinde goýlan termometrler; 12 – ölçeg kolbasy, 13 – aýlanşyk üçin suw turbasy.

1-nji suratdan görnüşi ýaly, bu tejribe guralynda keseleýin akýan ýylylyk äkidijileri bolan apparat ulanylýar.

Tejribäniň geçirilişiniň yzygiderliligi

Gapdaky suwy 1 gyzdyrmak üçin elektrik gyzdyryjyny 2 toga birik-dirmeli, 20 minut geçenden soň nasosy 3 we wentilýatory 7 toga birikdirip işe göýbermeli. Suw kranlarynyň 4 we 5 kömegi bilen ýylylyk çalşyjynyň

turbalarynyň içinden geçýän zerur bolan gyzgyn suwuň mukdaryny sazlamaly.

Ölçeçleri tejribäniň durnukly kadasynda alynýar. Tejribäniň durnukly kadasydygyny bilmek üçin her 5 minutdan 3 gezek ölçeg geçirilýär. Eger termometrler şol bir bahany görkezse, onda durnukly kada diýip hasap edip bolar. Guralyň durnukly kadada işläp başlanyndan soň suwuň ýylylyk çalşyja girýän ýerinde (termometr 8) we çykýan ýerinde (termometr 9) temperaturasyny hem-de howanyň apparadyň turbalarynyň arasyndaky boşlugyna girýän ýerinde (termometr 10) we çykýan ýerinde (termometr 11) temperaturasy ölçenilýär.

Apparatdan geçýän suwuň mukdaryny agram usuly boýunça kolbanyň 12 we sekundomeriň kömegi bilen kesgitlenýär.

Alnan ölçegleriň netijesi 1-nji tablisa ýerleşdirilýär.

Tejribede alnan ölçegler

1-nji tablisa

Tejribe №	Temperatura				Suwuň mukdary G kg/s.
	Suwuňky		Howanyňky		
	Girende	Çykanda	Girende	Çykanda	
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

Ýylylyk alyp-beriş deňlemesi boýunça ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek

Apparadyň ýylylyk öndürijiligini 1 - nji formuladan kesgitleýis:

$$Q = G_1 c_{p1} (t'_1 - t''_1) \cdot \eta ,$$

bu ýerde $\eta = 0.98$, $c_{p1} = 4.19 \text{ kJ/(kg.K)}$

ýa-da
$$Q = G_2 c_{p2} (t'_2 - t''_2) ;$$

bu ýerde $c_{p2} = 1 \text{ kJ/(kg.K)}$.

Apparadyň p.t.k.-sini (1-a) formula boýunça takyklandy. Eger kabul edilen p.t.k. bilen hasaplanyp alnan p.t.k.-niň tapawudy $2 \div 3\%$ bolsa, onda apparadyň ýylylyk öndürijiliginiň hasabyna degişli düzediş girizilmeyär.

Ýylylyk çalşyjynyň turbalarynyň gyzdyryjy üstüniň meýdanyny 3-nji formula boýunça hasaplamalar geçirlende konstruktiv maglumatlara görä $d_{iç} = 0.0121 \text{ m}$. we $l = 0.16 \text{ m}$, $n = 72$ sany.

Keseleýin hereket edýän ýylylyk äkidijisi bolan ýylylyk çalşyjylar üçin temperaturalaryň orta integral tapawudy aşakdaky formula boýunça hasaplanýlar.

$$\Delta t = \overline{\Delta t} \cdot \varepsilon_{\Delta t} ; \quad (5)$$

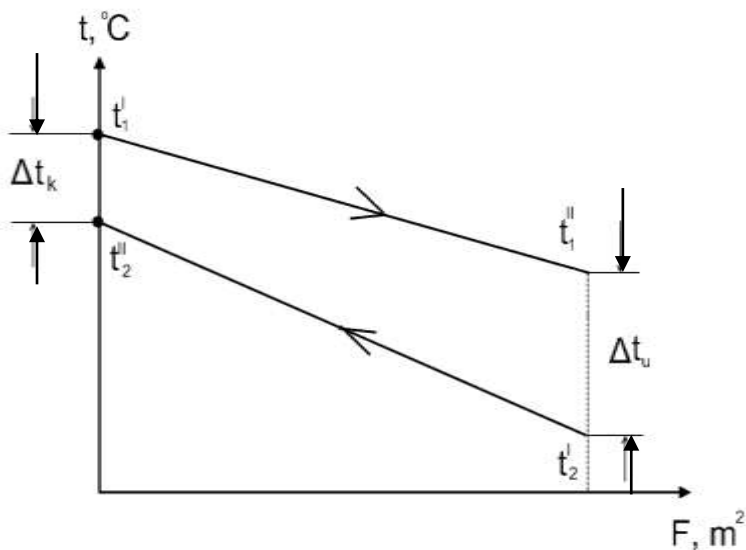
bu ýerde $\overline{\Delta t}$ - ni 4 - nji formula boýunça hasaplanýar. $\varepsilon_{\Delta t}$ - ni bolsa P we R ululyklara baglylykda kömekçi grafikden tapylýar (3 - nji surata seret)

$$P = \frac{t''_2 - t'_2}{t'_1 - t''_2} ; \quad (6)$$

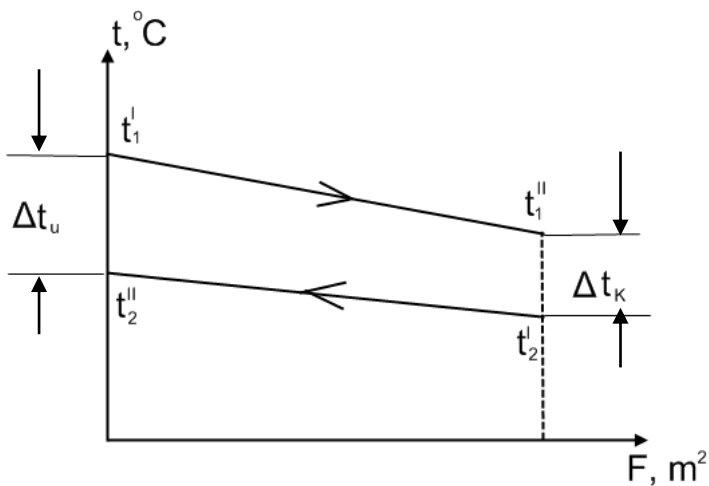
$$R = \frac{t'_1 - t''_1}{t''_2 - t'_2} . \quad (7)$$

Temperaturalaryň uly we kiçi tapawudy tejribäniň netijesinde alnan temperaturalaryň esasynda masştabsyz gurlan çyzgýt boýunça tapyp bolýar. Ol çyzgýt aşakdaky 2 - nji surat ýaly gurulýar.

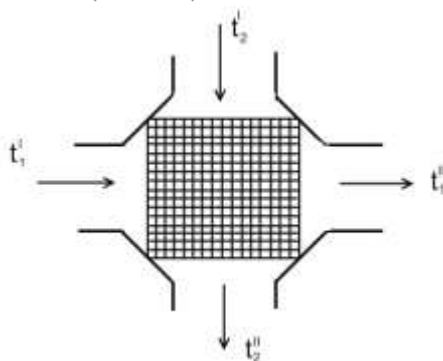
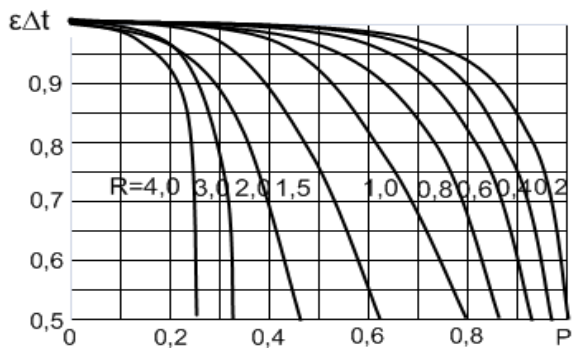
a) $G_1 c_{p1} > G_2 c_{p2}$



$G_1 c_{p1} < G_2 c_{p2}$



2 - nji surat. Garşyłaýyn akymly ýylylyk äkidijileriň temperaturalarynyň üýtgeýiş häsiýeti.



3 - nji surat.

Keseleýin hereketli ýýlylyk äkidijileri bolan apparat üçin $\varepsilon_{\Delta t} = f(P, R)$ baglylyk çyzgydy.

Hasaplamalaryň ahyrynda (2-a) formula boýunça gözlenýän ululygy-ýýlylyk alyp-beriş koeffisiýenti kesgitlenýär.

Tejribeden alnan işlemeleriň netijesi 3-nji tablisa ýerleşdirilýär.

3 - nji tablisa

Nº	Q Wt	F m²	Δt_u °C	Δt_k °C	$\overline{\Delta t}$	P	R	$\varepsilon_{\Delta t}$	Δt °C	K Wt/(m²K)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1										
2										
3										

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Ýylylyk äkidijileriň görnüşleri we häsiýetnamalary.
2. Ýylylyk çalşygy enjamlaryň görnüşleri we ulanylýan ýerleri.
3. Ýylylyk çalşygy enjamlaryň ýylylyk hasaplamalary.
4. Ýylylyk çalşygy enjamlarynda temperaturanyň üýtgeýşi.

Peýdalanylmaly edebiýatlar:

1. B.Arazmedow, S.Daňatarow “Ýylylyk geçirilişiniň esaslary” 1999ý.
2. В.Ф.Дроздов «Отопление и вентиляция». Отопление М., 1976г.
3. S.Daňatarow “Ýyladyş dersi boýunça umumy sapaklaryň ýazgylary. TPI. 2009ý.
4. С.Д.Даңатаров “Йылылык чалышмасы курсы боюнча контроль ишлери ве оны ерине етирмек үчин методики гөркезмелер”. Ашгабат 1992 й.

5-nji TEJRIBE IŞI

ÇOÝUN SUW GYZDYRYJY AZANYNYŇ IŞLEÝIŞ

KADASYNY ÖWRENMEK

Bu tejribe işi iki sany çoyundan ýasalan suw gyzdyryjy gazany bolan gazan desgasynda ýerine ýetirilýär.

Çoyundan suw gyzdyryjy gazanlar görnüşi, ojak enjamlarynyň ýerleşşi we düzülýän seksiyalarynyň konstruksiýalary boýunça birnäçe topara bölünip bilner. Bu gazanlaryň konstruktiw düzülişlerini talyplara özbaşdak öwrenmeklik üçin gazan desgalaryna degişli okuw kitaplaryndan peýdalanmak maslahat berilýär.

Iki sany çoyundan suw gyzdyryjy “Uniwersal” görnüşi gazany bolan gazan desgasyň geçiriji turbalarynyň shemasyny we işleýiş kadasyny öwrenmegiň meýilnamasy:

1. Gazan desgasyň prinsipial ýylylyk shemasyny çyzmaly we ähli enjamlaryny ýazyp düşündirmeli;
2. BÖG (barlag-ölçeg gurallarynyň) görkezmeleri esasynda gazanyň işleýişine derňew geçirmeli we onyň PTK-sini kesgitlemeli;
3. Ýerine ýetirilen işleriň netijeleri boýunça gysgaça hasabat ýazyp beýan etmeli;
4. Tejribe işini mugallymyň ýolbaşçylygynda ýerine ýetirmeli.

Tejribe işiň meýilnamasyna laýyklykda 1-nji meseläniň talaby ýazmaça düşündirmek häsiýetine eýedir. Emma 2-nji meseläni ýerine ýetirmek üçin birnäçe ölçeg we hasaplama işlerini geçirmek talap edilýär.

2-nji meseläniň ýerine ýetirilişiniň usuly aşakda görkezilýär.

Gazanyň işleýişini derňemek we onuň PTK - sini kesgitlemek

Gazanyň ýylylyk tehniki barlaglary göni ýa-da öwürümlü usullary boýunça amala aşyrylýar.

Göni usul boýunça: ýylylygyň berlişi, berlen ýylylygyň desgada peýdalanylan we onuň bisarpa ýitirilen bölegi hasaplanýar.

Gazan agregadynyň ýylylyk balansyny göni usul boýunça düzmek üçin birnäçe ölçegleri we hasaplamalary amala aşyrmak zerurdyr.

Öwürimli usul (balansa ters usul). Bu usulda gazan agregadynyň ýylylyk tehniki barlamalary has ýönekeý, şonuň ýaly-da ölçemeleriň we hasaplamalaryň mukdary örän azlygy bilen tapawutlanýar. Şeýlelikde, göni usul boýunça gazan agregadynyň PTK-sini kesgitlemek üçin ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylygy, ýangyjyň düzümini we ş.m. ululyklary bilmek zerur bolýar. Öwürimli usul boýunça işlenende ýangyç ýananda emele gelýän tüsse gazynyň düzümini we onuň gazan agregadyndan çykandan soňky temperaturasyny bilmek hökmandyr.

Tejribe işini ýerine ýetirmek üçin zerur bolan ölçeýji enjamlaryň käbirleriniň ýetmezçilik etmegi zerarly gazan agregadynyň PTK-sini kesgitlemek üçin esasan ýylylyk tehnikasynyň barlaglarynyň göni we öwürümleýin usuly boýunça böllekleyin kesgitlemek usulyýetini ulanmak maslahat berilýär.

Gazan agregadynda gaz halyndaky ýangyç ýakylanda ýüze çykýan ýylylyk ýitgileri:

- 1) atmosfera zyňylýan tüsse gazy bilen ýitirilýän ýylylyk ýitgisiniň mukdary - q_2 ;
- 2) ýangyjyň himiki tarapdan doly ýanyp bilmezligi sebäpli fiziki ýylylyk ýitgisiniň mukdary – q_3 ;
- 3) gazan agregadyny gurşap alýan sreda ýitirilýän ýylylyk mukdary - q_5 .

Gazan agregadynyň PTK - si (brutto) kabul edilen 100 % harçlanan ýylylyk mukdary bilen ýitgileriň jemleriniň arasyndaky tapawuda deňdir:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_5) . \quad (1)$$

Gazan agregadynda gaz halyndaky ýangyç ýakylanda esasy ýylylyk mukdarynyň ýitgisi hökmünde zyňylýan tüsse gazlary bilen ýitirilýän ýylylyk mukdary, başgaça aýdylanda ýanma önümleriniň fiziki ýylylyk mukdary q_2 bolup durýandygyny bellemek gerek.

$$q_2 = \frac{I_{zyň} - I_h}{Q_a^g} \cdot 100\% \quad , \quad (2)$$

bu ýerde $I_{zyň}$ - atmosfera zyňylýan ýanma önümleriniň - tüssäniň entalpiýasy,

I_h – ojaga berilýän howanyň entalpiýasy,

Q_a^g - umumy görnüşde ýakylanda gurak gazyň ýanandaky aşaky ýylylyk mukdary.

Bu ýylylyk mukdary aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$Q_a^g = 359 \text{ CH}_4 + 108 \text{ H}_2 + 126 \text{ CO} + 245 \text{ H}_2\text{S} + 640 \text{ C}_2\text{H}_6 + 813 \text{ C}_3\text{H}_8 + 1188 \text{ C}_4\text{H}_{10} + 1460 \text{ C}_5\text{H}_{12} \cdot \text{ kJ/m}^3 \quad (3)$$

Ulanylýan tebigy gazyň himiki düzümi:

$$\text{CH}_4 = 95,5 \%$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 = 1,1 \%$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,04 \%$$

$$\text{H}_8 = 0,17 \%$$

$$\text{N}_2 = 2,03 \%$$

$$\text{C}_5 \text{ H}_{12} = 0,11$$

$$\rho = 0,74 \text{ kg/m}^3 \quad \text{CO}_2 = 1,02 \%$$

Şeýlelikde Maý gaz ýatagynyň tebigy gazy ýananda bölünip çykyan ýylylyk mukdary aşaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$Q_{a^g} = 359 \text{ CH}_4 + 640 \text{ C}_2 \text{ H}_6 + 813 \text{ C}_3 \text{ H}_8 + \\ + 1188 \text{ C}_4 \text{ H}_{10} + 1460 \text{ C}_5 \text{ H}_{12} . \quad \text{kJ/m}^3$$

Gazan agregadyna berilýän howanyň entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$I_h = \alpha V_0 C_h t_h , \quad (4)$$

Bu ýerde: α - zyňylýan tüsse gazlarynda howanyň artykmaçlyk koeffisiýenti ($\alpha = 1,1$)

C_h – gazan desgasyndaky howanyň temperaturasyna görä ýylylyk

sygymy. Şol temperatura görä C_h – ñ bahasy tablisadan saýlanyp alynýar.

$$C_h \approx 1,3 \text{ kJ/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

V_0 – ýangyjy ýakmak üçin howanyň zerur bolan nazary göwrümi.

$$V_0 = 0,476 [0,5\text{H}_2 + 0,5\text{CO}_2 + 1,5 \text{ H}_2\text{S} + 2\text{CH}_4 + \\ + \Sigma (m + n/4) \text{C}_m\text{H}_n - \text{O}_2] , \quad \text{m}^3/\text{m}^3 . \quad (5)$$

Gazan agregadyndan zyňylýan ýangyn önüminiň entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$I_{zyñ} = (V_{R2}C_{R2} + V_{RO2}C_{RO2} + V_{SB}C_{SB})t_{zyñ} , \quad (6)$$

bu ýerde: C_{R2} , C_{RO2} , $C_{S.B}$ – iki , üç atomly gazlaryň we suw bugunyň ortaça göwrümleýin ýylylyk sygymy.

$t_{zyñ}$ – gazan agregadyndan zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasy (tüssäni atmosfera çykaryjy turbanyň düýbünde ölçenýär). Bu temperatura gönüden – göni termometriň ýa-da termoparanyň kömegi bilen ölçenýär. C_{R2} , C_{RO2} , $C_{S.B}$ – niň

bahalary zyňlyýan tüsse gazynyň $t_{zyň}$ temperaturasyňa görä №1- nji tablisadan alynýar.

№1-nji tablisa

Temperatura °C	C_{R2} kJ/m³.k	C_{RO2} kJ/m³.k	C_{S.B} kJ/m³.k
0	1,300	1,600	1,494
100	1,309	1,700	1,505
200	1,318	1,787	1,522
300	1,329	1,863	1,542
400	1,344	1,930	1,565

Iki, üç atomly gazlaryň we suw bugunyň göwrümi aşaky formula boýunça hasaplanýar:

$$V_{R2} = (\alpha - 0,21) V_0 + N_2 / 100 ,$$

$$V_{RO2} = 0,01 (CO_2 + CO + H_2S + \sum m C_m H_n) ,$$

$$V_{SB} = 0,01 (H_2S + H_2 + \sum (n/2) C_m H_n + 1,24) + 0,016 \alpha V_0 .$$

Şeýlelikde q_2 kesgitlenýär.

$q_3 = 1 \% , q_5 \approx 6 \%$ hasabynda kabul edilýär.

Şondan soňra (1) formula boýunça gazan agregadynyň PTK - siniň ahyrky bahasy hasaplanýar.

Taýýarlanmak üçin soraglar:

1. Prinsipial ýylylyk shemasynyň manysy nämeden ybarat?
2. BÖG - barlag ölçeýji gurallarynyň haýsysyny bilýärsiňiz?
3. Gazanyň PTK - sini kesgitlemek üçin näme etmeli?
4. Ýylylyk balansynyň deňlemesi we kesgitlenilişi nähili?

Peýdalanylmaly edebiýatlar:

1. Щегелов М.М. и др. 1973 г.
2. Гусев Ю.Л. «Основы проектирования котельных установок» 1973 г.
3. Роддатис К.Ф. “Котельные установки” 1977 г.

G O Ş M A Ç A L A R

1-nji goşmaça

Fiziki ululyklaryň bir ölçeg birliginiň beýleki ölçeg birligine gatnaşygy

Fziki ululyklar	Bellenilişi	Birlikleriň gatnaşygy
Güýç	F	$1 \text{ kG} = 9,8066 \text{ N}$ $1 \text{ N} = 10^5 \text{ din}$
Basyş	P	$1 \text{ kG/sm}^2 = 98066,5 \text{ N/m}^2$ $= 736,5 \text{ mm, sim}$ süt, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 1,02$ $\text{kG/sm}^2 = 10^5 \text{ Pa}$
Iş	L	$1 \text{ kG m} = 9,80665 \text{ J}$
Energiýa	U	$1 \text{ kWt s} = 860 \text{ kkal}$ $1 \text{ a, g, s} = 0,736 \text{ kWt s}$
Ýylylyk mukdary	Q	$1 \text{ kkal} = 4,1868 \text{ kJ}$
Ýylylyk akymy	Q	$1 \text{ kkal/s} = 1,163 \text{ Wt}$
Ýylylyk akymynyň dykzlygy	q	$1 \text{ kkal/(m}^2 \text{ } ^\circ\text{C)} = 1,163$ Wt/m^2
Entalpiýa, faza üýtgeýiş ýygylgy	i	$1 \text{ kkal/kg} = 4,1868 \text{ kJ/kg}$

Ýylylyk sygymy	C_p	$1 \text{ kkal}/(\text{kg } ^\circ\text{C}) = 4,1688$ $\text{kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$
Fziki ululyklar	Bellenilişi	Birlikleriň gatnaşygy
Şepbeşikligiň dinamiki koeffisiýenti	μ	$1 \text{ kG sek}/\text{m}^2 = 9,81 \text{ N}$ sek/m^2
Ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti	λ	$1 \text{ kkal}/(\text{m s } ^\circ\text{C}) =$ $1,163 \text{ Wt}/(\text{m } ^\circ\text{C})$
Ýylylyk beriş koeffisiýenti	α	$1 \text{ kkal}/(\text{m}^2 \text{ s } ^\circ\text{C}) =$ $1,163 \text{ Wt}/(\text{m}^2 ^\circ\text{C})$
Ýylylyk alyp berijilik koeffisiýenti	k	$1 \text{ kkal}/(\text{m}^2 ^\circ\text{C}) =$ $1,163 \text{ Wt}/(\text{m}^2 ^\circ\text{C})$
Şöhlenenmek koeffisiýenti	S	$1 \text{ kkal}/(\text{m}^2 \text{ s K}^4) = 1,163$ $\text{Wt}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$

2-nji goşmaça

Doýgun ýagdaýdaky suwuň fiziki parametrleri

$t, ^\circ\text{C}$	$P \cdot 10^5$ Pa	$\rho,$ kg/m^3	$i,$ kJ/kg	$C_p,$ $\frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$	$\lambda,$ $\frac{\text{Wt}}{\text{m } ^\circ\text{C}}$	$a \cdot 10^6$ m^2/s	$\mu \cdot 10^6$ $\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\nu \cdot 10^6$ m^2/s	$\beta \cdot 10^4$ $1/\text{K}$	$\sigma \cdot 10^4,$ N/m	Pr
0	1,013	999,9	0	4,212	0,560	13,2	1788	1,789	-0,63	756,4	13,5
20	1,013	998,2	83,91	4,183	0,597	14,3	1004	1,006	1,82	726,9	7,03
40	1,013	992,2	167,5	4,174	0,627	15,1	653,3	0,659	3,87	696	4,36
60	1,013	983,1	251,1	4,179	0,650	15,8	469,9	0,478	5,11	662	2,03
80	1,013	971,8	335,0	4,195	0,669	16,3	335,1	0,365	6,32	625,9	2,231
100	1,013	958,4	419,1	4,220	0,684	16,8	282,5	0,295	7,52	588,6	75
120	1,98	943,1	503,7	4,250	0,686	17,1	237,4	0,252	8,64	548,4	1,47
160	6,18	907,4	675,4	4,346	0,681	17,3	173,6	0,191	10,7	466,0	1,10
200	15,55	863,0	852,5	4,505	0,658	17,0	136,4	0,158	13,3	376,7	0,93
240	33,48	813,6	1037,5	4,76	0,617	16,0	114,8	0,141	16,8	285,5	0,88
280	67,19	750,7	1236,8	5,30	0,565	14,3	98,1	0,131	23,7	191,3	0,91
320	112,9	667,1	1462,1	6,57	0,494	11,3	85,3	0,128	38,2	98,10	1,14
370	210,5	450,5	1892,5	40,32	0,338	1,85	56,9	0,126	264	4,709	6,80

3-nji goşmaça

Doýma çyzygynda suw bugunyň fiziki häsiýetleri

$t, ^\circ\text{C}$	$P \cdot 10^{-5}$ Pa	P'' , kg/m^3	i'' kJ/kg	r , kJ/kg	C_p , $\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$	$\lambda \cdot 10^2$ $\text{W/m } ^\circ\text{C}$	$a \cdot 10^6$ m^2/se k	$\mu \cdot 10^6$ $\text{Pa}\cdot\text{sek}$	$\nu \cdot 10^6$ m^2/se k	Pr
100	1,013	0,598	2675,9	2256,8	2,135	2,372	18,58	11,97	20,02	1,08
120	1,98	1,121	2706,5	2202,8	2,206	2,593	10,50	12,85	11,46	1,09
140	3,61	1,966	2734,1	2145,0	2,315	2,791	6,130	13,54	6,89	1,12
160	6,18	3,258	2758,0	2082,61	2,479	3,012	3,722	14,32	4,39	1,18
200	15,55	7,862	2793,1	1940,7	3,023	3,547	1,492	15,99	2,03	1,36
240	33,48	16,76	2603,0	1766	3,881	4,290	0,658	17,75	1,06	1,61
280	64,19	33,19	2780	1543	5,234	5,490	0,317	19,91	0,600	1,90
320	112,90	64,72	2700	1238	8,206	7,510	0,141	22,85	0,353	2,50
360	186,74	144,0	2481	719,7	23,03	12,790	0,038	29,13	0,202	5,23

4-nji goşmaça

Gurak howanyň fiziki häsiýetleri ($P_b=760$ mm. sim.süt $\approx 1,01 \cdot 10^5$ Pa)

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho,$ kg/m^3	$C_p,$ $\text{kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$	$\lambda, 10^2$ $\text{Wt}/(\text{m } ^\circ\text{C})$	$a \cdot 10^6$ m^2/sek	$\mu \cdot 10^5$ Pa sek	$v \cdot 10^6$ m^2/sek	Pr
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
60	1,060	1,005	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,683
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,687
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
800	0,329	1,156	7,18	188,8	44,3	134,8	0,719
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	177,1	0,719
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,7	0,724

5-nji goşmaça

Turbulent kadaly akymda $\varepsilon_1 = f(\ell/d, Re_{dc})$ baglylykdaky bahalary

Re _{dc}	ℓ/d									
	1	2	5	10	15	20	30	40	50	
1·10 ⁴	1,65	1,5	1,34	1,23	1,17	1,13	1,07	1,03	1	
2·10 ⁴	1,51	1,4	1,27	1,18	1,13	1,1	1,05	1,02	1	
5·10 ⁴	1,34	1,27	1,18	1,13	1,1	1,08	1,04	1,02	1	
1·10 ⁵	1,28	1,22	1,15	1,1	1,08	1,06	1,03	1,02	1	
1·10 ⁶	1,14	1,11	1,08	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1	

Yanğın emele gelyän gazlaryň fiziki häsiýetleri

6-njy goşmaça

$t, ^\circ\text{C}$	ρ kg/m^3	C_p $\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	$\lambda \cdot 10^2$ $\text{Wt/m}^\circ\text{C}$	$a \cdot 10^6$ m^2/sek	$\mu \cdot 10^2$ Pa sek	$\nu \cdot 10^6$ m^2/sek	Pr
0	1,295	1,042	2,28	16,9	15,8	12,20	0,72
100	0,950	1,068	3,13	30,8	20,4	21,54	0,69
200	0,748	1,097	4,01	48,9	24,5	32,80	0,67
300	0,617	1,122	4,84	69,9	28,2	45,81	0,65
400	0,525	1,151	5,70	94,3	31,7	60,38	0,64
500	0,457	1,185	6,56	121,1	34,8	76,30	0,63
600	0,405	1,214	7,42	150,9	37,9	93,61	0,62
700	0,363	1,239	8,27	183,8	40,7	121,1	0,61
800	0,330	1,264	9,15	219,7	43,4	131,8	0,60
900	0,301	1,290	10,0	258,0	45,9	152,5	0,59
1000	0,275	1,306	10,90	303,4	48,4	174,3	0,58
1100	0,257	1,323	11,75	345,5	50,7	197,1	0,57
1200	0,240	1,340	12,62	392,4	53,0	221,0	0,56

7-nji goşmaça

**Ýylylyk izolirleýji we beýleki gurluşyk materiallarynyň
dykzylygy ρ , λ ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti hem-de udel
ýylylyk sygymy C**

Materiallar	ρ kg/m ³	T °C	λ Wt/(m·°C)	c kJ/ (kg·°C)
asbest 3-sort	340	-	0,0870+0,24 10t	0,816
asbest 3-sort	650	-	0,11+0,19 10t	0,816
Asbet kartony	900	-	0,16+0,17 10t	0,816
Asbest şnury	800	-	0,13+0,15 10t	0,816
Asfalt	2120	0...30	0,6...0,74	1,67
Demir beton	2200	0	1,55	0,81
Şlak beton	1500	0	0,70	0,80
Pagta	800	30	0,042	-
Gyzyl kerpiç	1800	0	0,77	0,88
Selikat kerpiç	1900	0	0,81	0,84
Gyzyl kerpiçden örülen diwar	1700	0	0,81	0,88
Selikat kerpiçden örülen diwar	1900	0	0,87	0,84
Buz	928	-100	3,5	1,17
Buz	917	0	2,2	2,26
Hek	2000	50	0,9	0,88
Mramor	2800	0	3,5	0,92
Parafin	920	20	0,27	-
Gury çäge	1520	0...16	0,30...0,38	0,80

Materiallar	$\rho \text{ kg/m}^3$	$T \text{ } ^\circ\text{C}$	λ $\text{Wt/(m}\cdot^\circ\text{C)}$	c kJ/ $(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$
Çyg cage	1650	20	1,13	2,09
Gant şekerı	1000	0	0,58	1,26
Adayt aýna	2500	20	0,74	0,67
Tekstolık	1300- 1400	20	0,23...0,34	146...1, 51
Farfor	2400	95	1,04	1,09
Ebonıt	1200	20	0,157...0,17	-
Hek suwagy	1000	0	0,7	0,84
Sement çäge suwagy	1800	0	1,2	054
Faner	600	0	0,15	2,51

8-nji goşmaça

Dürli materiallaryň ýylylyk şöhlelenme koeffisiýenti

Materiallar	t, °C	ε
Alýumin:		
ýylmanan	225...575	0,39...0,057
büdür-südür	26	0,055
okislenen	200...600	0,011...0,19
Wolfram	230...2230	0,053...0,31
wolfram simi	3000	0,391
Demir:		
Elektrolitde		
ýylmanan	175...225	0,052...0,064
ýylmanan	425...1020	0,14...0,377
guýulan	925...115	0,87...0,95
Polat:		
ýylmanan list	940...1110	0,52...0,61
okislenen	200...600	0,79
Çoýun:		
ýylmanan	200	0,21
gyrylan	830...990	0,60...0,70
okislenen	200...600	0,64...0,78
büdür-südür	40...250	0,96

Altyn	225...625	0,018...0,035
Materiallar	t, °C	ϵ
Latun: ýylmanan Düzümi 73,2% Cu Mis: 26,7% Zn Elektrolitde ýylmanan	245...355 80	0,028...0,031 0,018

9-njy goşmaça

Suw ýyladyş ulgamynyň turbalarynyň dürli diametrleri üçin ýylylyk äkidijiniň tizliginiň rugsat edilýän çägi

Turbanyň şertli diametri, mm	Rugsat edilýän maksimal tizlik, m/sek	Turbanyň şertli diametri, mm	Rugsat edilýän maksimal tizlik, m/sek
10	0.3	50	1.5
15	0.5	70	1.5
20	0.65	80	1.5
25	0.8	100	1.5
32	1	125	1.5
40	1.5	150	1.5

M A Z M U N Y

SÖZBAŞY.....	7
ÝYLADAŞ.....	9
№1-nji TEJRIBE IŞI. Suwuň düzümindäki howanyň mukdaryny kesgitlemek	9
№2-nji TEJRIBE IŞI. Dürli ýapgytlykdaky geçiriji turbada howa düwmesini çykarýan suwuň tizligini kesgitlemek.....	14
№3-nji TEJRIBE IŞI. Diwardaky gyzdyryjy enjamyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini kesgitlemek (ýylylyk äkidiji - suw).....	18
№4-nji TEJRIBE IŞI. Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp - beriş koeffisiýentini kesgitlemek (ýylylyk äkidiji - pes basyşly bug)	23
№5-nji TEJRIBE IŞI. İşleýän ýyladyş ulgamyna birikdirilen gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp - beriş koeffisiýentini kesgitlemek.....	28
№6-njy TEJRIBE IŞI. Gyzdyryjy enjama suwuň akys koeffisiýentini kesgitlemek.....	31
ÝYLYLYK EMELE GETIRIJI DESGALAR	
1-nji TEJRIBE IŞI. Önümçilik bug gazanynyň işleýiş kadasyny öwrenmek.....	37
2-nji TEJRIBE IŞI. DE-25 gazan agregadynyň işleýşiniň ýylylyk gözegçiligi.....	43
3-nji TEJRIBE IŞI. “HP-18” suw gyzdyryjy gazanymda ýylylyk tehniki barlaglary geçirmek..	55
4-nji T E J R I B E I Ş I. Ýylylyk çalşyjy apparatlaryň ýylylyk alyp - beriş koeffisiýentini kesgitlemek.	63
5-nji TEJRIBE IŞI. Çoýun suw gyzdyryjy azanynyň işleýiş kadasyny öwrenmek.....	74
GOŞMAÇALAR.....	80