

S. Daňatarow

ÝYLADYŞ WE ÝYLYLYK EMELE GETIRIJI DESGALAR

Ýokary okuw mekdepleri
üçin okuw gollanmasy

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan
hödürlenildi*

Aşgabat
Türkmen döwlet neşirýat gullugy
2014

UOK 621.3+378

D 16

Daňatarow S.

D 16 Ýyladyş we ýylylyk emele getiriji desgalar. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.

Bu okuw gollanmasy talyplaryň umumy sapaklarda alan nazary bilimlerini tejribe geçirmek arkaly berkitmek bilen, ýyladyş ulgamynyň we ýylylyk emele getiriji desgalaryň enjamlarynyň ýylylyk-tehniki häsiýetnamalaryny öwrenmäge ýardam berer.

TDKP № 94, 2014

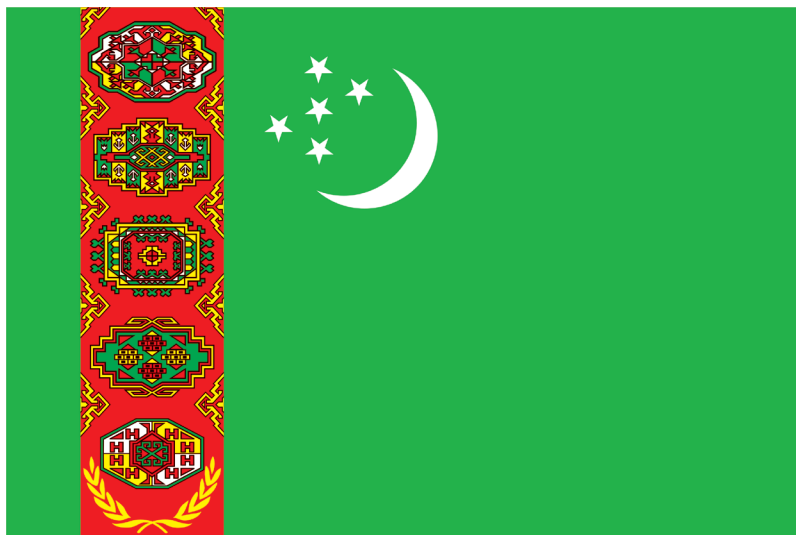
KBK 38.113 ýa 73

© S. Daňatarow, 2014.

**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň önünde.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

SÖZBAŞY

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

Barha ösýän güneşli ülkämiziň senagatyny, halk hojalygyny, oba hojalygyny, çylşyrymly ýylylyk we energiýa desgalaryny dolandyrmak üçin inžener hünärine eýe bolan zehinli ýaşlar gerek.

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

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

Ýylylyk tehnikaýersini esasynda öwrenilýän ýyladyş hem-de ýylylyk emele getiriji desgalar derslerinden ýokary bilim alýan her bir talyp ýylylyk energiýasynyň öndürilişini, ony ulanyjylara ýetirmekligi we ulanmaklygy, olara degişli ähli ýylylyk enjamlaryny we olaryň gurluşyny, birikdirilişini, işleýişini bilmelidir. Ýaşaýyş, 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-syny ýokarlandyrmaga degişli usullary gözlemäge ukyply bolmalydyr. Ýyladyş 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 çyzgylý ýyladyş ulgamyna, gyzdýryjy, birikdiriji, ýylylyk çalşyjy we emele getiriji desgalara, olaryň enjamlaryna, şeýle hem, durmuşda gündelik ýüze çykýan meselelere se-redildi. 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 syrlynyň özleşdirmegi başaryan we olary önümçilikde ornaşdyrmagyň tärlerini ýeterlik bilýän derejede taýýarlanylmalýdyr. Gollanma düzülende talyplary ylmy işe ugrukdyrmak, olaryň ýylylyk prosesleriniň geçişine has içgin düşünmek mümkinçiligi hem göz önünde tutuldy. Saýlanyp alnan hünärleriň talaplaryna baglylykda tejribe işleri saýlanyp alnyp bilner.

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) aýlanyşygynyň bozulmagyna 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 kömürturşygazy atmosfera howasynyň esasy düzüm bölegi bolmak bilen, olaryň suwdaky ergin mukdarynyň gatnaşyklary atmosferadaky mukdar gatnaşyklaryndan tapawutlanýar. Olaryň suwdaky ergin mukdar gatnaşyklarynyň atmosferadakydan tapawudy 1-nji tablisada görkezilýär.

1-nji tablisa

**$t = 0^{\circ}\text{C}$ we $p = 101,3 \text{ kN/m}^2$ ýagdaýynda atmosfera howasynyň
we suwdaky ergin howanyň düzümindäki O_2 , N_2 we CO
gazlaryň mukdary hakynda maglumat**

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 saklanyşynyň 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 boýunça ulalýar:

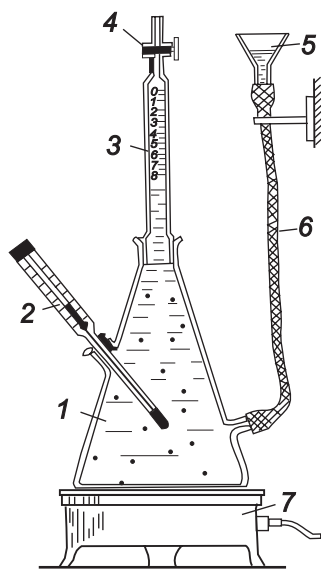
$$x = x_0 p, \quad (1)$$

bu ýerde

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

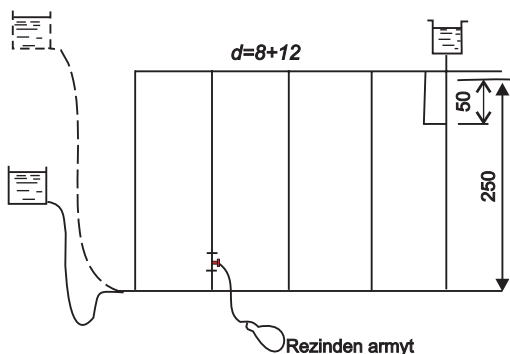
x – suwuň p , kN/m^2 basyşynda howanyň ereýjiligi, kg/m^3 ;

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



1-nji surat.

Suwda howanyň saklanyşynyň onuň temperaturasyna baglylygyny kesgitlemek üçin tejribe guralynyň shemasy



2-nji surat.

Howa ýolunyň demonstrasion görnüşi

Bu iş 1-nji suratda görkezilen çyzgy boýunça gurnalan enjam-da ýerine ýetirilýär. Gurnalan enjam gapdan (1), suwdan bölünip çykýan howany ýygnamak üçin niýetlenen ölçeýji turbajykdan (3), termometrden (2), enjamy suwdan doldurmak üçin ulanylýan guýgýç (5) bilen turbajykdan (6) ybaratdyr. Şonuň ýaly hem, gaba guýulýan suw elektrik gyzdryjynyň (7) kömegi bilen gyzdrylan ýagdaýynda öz göwrümini giňeldýändigini sebäpli guýguç özboluşly giňeldiji gap bolup hyzmat edýär.

Işi ýerine ýetirmek üçin kranyň (4) açyk ýagdaýynda ölçeýji turbajygyň şkalasynyň nol bölegine ýetýänçä 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 kesgitlenýär. Elektrik gyzdryjynyň naprýaženiýesini, şonuň ýaly-da suw gyzdryjylyk işjeňlik derejesini sazlamaga mümkinçilik berer ýaly elektrolitka awtotransformatoryň üsti bilen elektrik naprýaženiýesine birikdirilýär.

Elektrik gyzdryjy suwy gyzdryp başlanyndan, onuň düzümindäki ergin haldaky howa bölünip çykyp başlar we ölçeg turbajygyna ýygynar.

Tejribe işi ýerine ýetirilende 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. Suwdan bölünip çykýan howanyň tejribe arkaly alnan mukdary hakyndaky maglumatlaryň esasynda $V (sm^3/kg)$ we $t ^\circ C$ koordinatlarda onuň çyzgysyny gurmaly.

2-nji tablisa

Synag belgisi	Suwuň temperaturasy, °C	Turbajygyň 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 doldurylan we ony işledilen pursatynda howa çykaryjy enjamlaryň işleýşi anyklanýar we gurulmaly ýerleri görkezilýär.

Aýna turbajyklaryndan ýasalan howa çykaryjy ýollaryň demonstrasion görnüşiniň cyzgysy 2-nji suratda görkezilýär.

Tejribe işine degişli soraglar

1. Suwuň düzüminde O_2 , N_2 , CO_2 gazlaryň emele gelşi we olaryň zyýany barada näme bilýärsiňiz?
2. Suwuň düzüminden O_2 , N_2 , CO_2 gazlary nähili çykarmaly we olary çykarýan haýsy enjamlary bilýärsiňiz?
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?

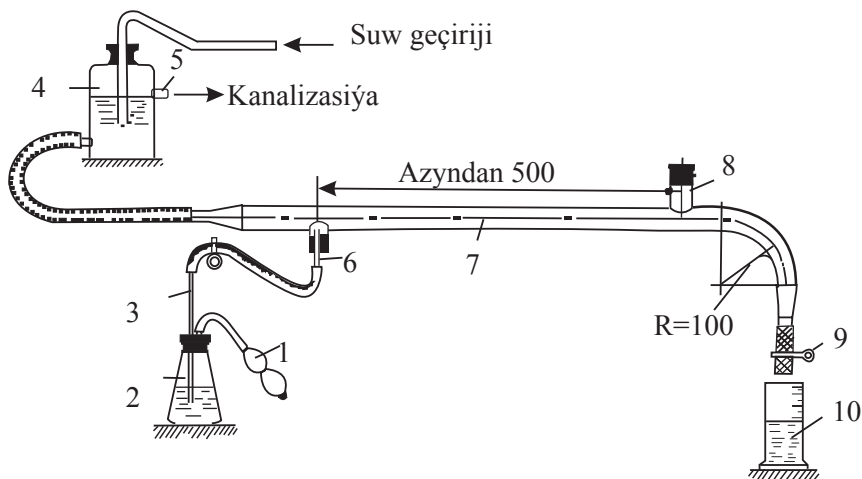
Peýdalanylmaly edebiýatlar

1. *B. Arazmedow.* Tehniki termodinamika. Aşgabat. TDNG., 2005 ý.
2. *A.П. Васкаков.* Теплотехника. М., 1991 г.
3. *К.Ф. Роддатис.* Котельные установки. Энергия М., 1977 г.
4. *В.Ф. Дроздов.* Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.
5. *Аşyrbayew M.N., Daňatarow S.* Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 ý.

2-nji TEJRIBE IŞI

DÜRLI ÝAPGYTLYKDAKY TURBAGEÇIRIJIDE 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 däl. Gyzdyryjy enjamlara barýan turbalaryň ýapgytlygy umumy uzynlygyna alanyňda 10 mm bolmalydyr.



3-nji surat. Dürli ýapgytlykdaky turbageçirijilerde howa köpürjigini çykarýan 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 çyzgysy (3-nji surat) aýna turbasyn-dan (7) we onda deňölçegli basyş döretmek hem-de suwdan howany

çykarmak üçin balondan (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 gelýän suwuň hasabyna we lagym suw ulgamyna birikdirilen turbajyk (5) arkaly artykmaç suwuň aýrylýandygy netijesinde balon 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 uýy ýaryna çenli suwdan doldurylan, agzy ykjam dykylan kolbanyň (2) içine çümdürilýär. 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 bilner.

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 etmegi 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 3-nji tablisada ýazylýar.

3-nji tablica

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 teklipl edilýär.

Geçirilen gözegçilikleriň we olaryň netijeleriniň jemleri esasynda *i-w* (ýapgytlyk-tizlik) koordinatalarda grafik gurulýar. Bu grafik belli bir ýapgytlykda ýerleşdirilen turbajykdaky suwdan howany çykarmak üçin suwuň hereketiniň minimal tizliginiň näçe bolmalydygyny görkezýän düşünjäni 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 enjamlar 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?

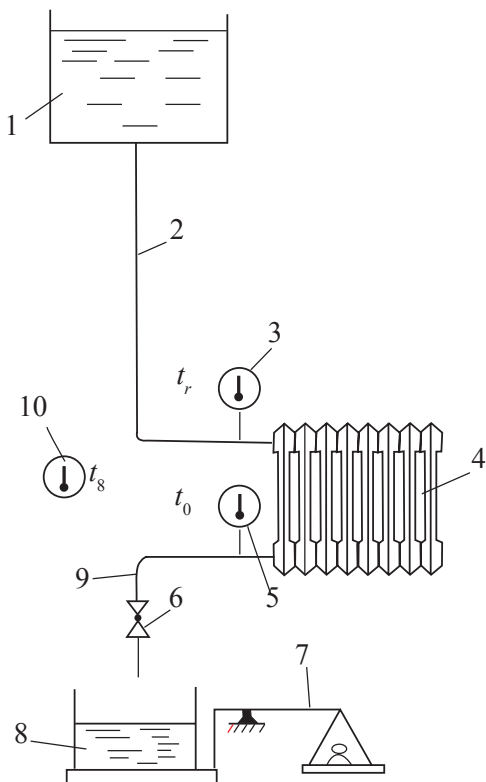
Peýdalanylmalý edebiýatlar

1. *B. Arazmedow*. Tehniki termodinamika. Aşgabat. TDNG., 2005 ý.
2. *А.П. Васкаков*. Теплотехника. М., 1991 г.
3. *К.Ф. Роддатис*. Котельные установки. Энергия М., 1977 г.
4. *В.Ф. Дроздов*. Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.
5. *Аşyrbaýew M.N., Daňatarow S.* Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 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 kesgittenilende enjamyň gyzdyryjy üstüniň meýdany – 2 m^2 ýa-da şol ululyga ýakyn bolmalydyr.



4-nji surat. Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin tejribe desgasyň çyzgysy

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini kesgitlemek üçin ulanylýan desganyň çyzgysy 4-nji suratda görkezilen.

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 (7) oturdylan ölçeýji 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 koeffisiýentini tapmak gyzdyryjy enjamyň üstünden ýylylyk äkidijiniň kesgitli mukdarynyň durnukly akymyndan soň başlanýar. Durnukly akymda ýylylyk äkidijiniň harçlanyş mukdarynyň takmynan bahasy aşaky deňleme boýunça kesgitlenilýär, $[kg/sag]$

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

bu ýerde F – tejribe geçirilýän enjamyň hakyky gyzdyrylýan üstüniň meýdany, (m^2); Q_{ekm} – ýylylyk äkidijiniň hasaplama parametrlerinde we ýylylyk äkidijiniň hem-de otagyň orta temperaturalarynyň tapawudy $64,5^\circ C$ bolanda, gyzdyryjy enjamyň 1 ekwiwalent kwadrat metrinin ýylylyk alyp-beriş koeffisiýenti, ($Q_{ekm} = 506 \text{ } Wt$); t_g , t_s – ýylylyk äkidijiniň hasaplama temperaturalary; $t_g = 95^\circ C$; $t_s = 70^\circ C$; c – ýylylyk äkidijiniň orta temperaturasynda suwuň udel ýylylyk sygymy; $c = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ } J/(kg \cdot ^\circ C)$.

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

Ýylylyk äkidijiniň talap edilýän mukdarynyň ahyrky bahasynyň we hasaplama ululyklaryň çäginde bolan gyzgyn we sowan suwuň hemişelik temperaturalarynyň kabul edilmegi, ýylylyk äkidijiden ýylylygyň gyzdryjy enjamyň diwarynyň üstünden otagyň howasyna geçiş prosesiniň durnukly boljakdygyna güwä geçýär. Şonuň bilen birlikde, tejribe işine başlamaga we gyzdryjy 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.

Tejribe arkaly alnan maglumatlar beýan görnüşinde 4-nji tablisada görkezilýär.

4-nji tablisa

Gözegçilik tertibi	Gözegçiligiň dowamlylygy τ , min	t_g , °C	t_s , °C	t_h , °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 – gyzdryjy enjamyň gözlenýän ýylylyk alyp-beriş koeffisiýenti, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

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

τ – gözegçiligiň dowamlylygy, min;

t_g, t_s, t_h – gyzgyn we sowan suwuň hem-de otagyň howasynyň ortaça temperaturasy, °C.

Tejribe arkaly 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 $1 \, \text{m}^2$ üstüniň ýylylyk berijiligi tapylýar. $Q_{\text{barl}}/Q_{\text{ekm}}$ – deňlik boýunça bolsa, gyzdyryjy enjamyň (radiatoryň) m^2 -dan ekm-e (ek-wiwalent metre) geçilende gyzdyryjy üstüniň artykmaç hasaplanma koeffisiýenti kesgitlenýär.

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

Peýdalanylmaly edebiýatlar

1. *B.Arazmedow, S.Daňatarow. Ýylylyk geçirilişiniň esaslary.*, 1999 ý.
2. *В.Ф. Дроздов. Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.*
3. *Aşyrbaýew M.N., Daňatarow S. Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 ý.*
4. *С.Д. Даңатаров. Ыылылык чалышмасы курсы боюнча барлаг ишлери ве оны ерине етирмек үчин усулы гөркезмелер. Ашгабат, 1992 й.*

4-nji TEJRIBE IŞI

GYZDYRYJY ENJAMYŇ ÝYLYLYK ALYP-BERIŞ KOFFISIÝENTINI 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 $2,0 m^2$.

Barlag geçirilýän tejribe desgasynyň çyzygysy aşaky 5-nji suratda görkezilýär.

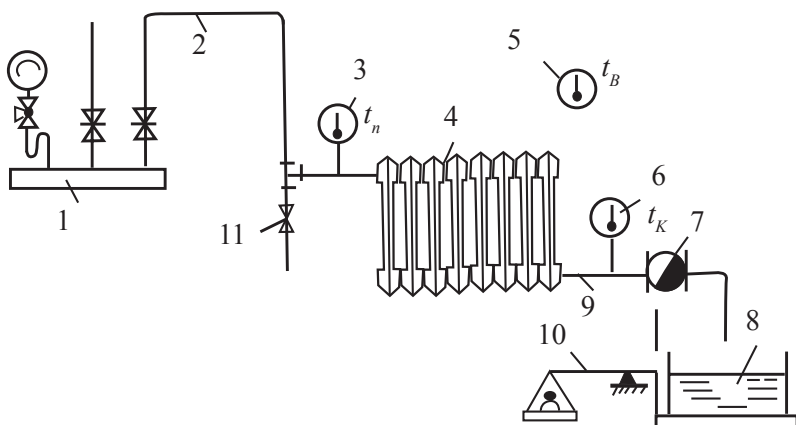
Gazandan gelýän bug paýlaýjy kollektora (1) barýar we ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin gurnalan gyzdyryjy enjama tarap turba (2) boýunça ugrukdyrylýar. Buguň temperaturasy termometr (3) bilen ölçenilýär. Tejribe başlamazdan ozal geçiriji turbany (2) arassalamak, şeýle hem, buguň guraklyk derejesini bilmek üçin barlag almak maksady bilen radiatoryň sowgudynda uýy kranly turbajyk (11) oturdylýar.

Gyzdyryjy enjama (4) doýgun bug girip enjamyň diwarlary bilen galtaşyp sowayar 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 kondensat bölüjiniň (7) 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 bugy goýbermeli we enjamdan kondensadyň çykyp başlanyndan soň baş 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-berlişiniň durnukly prosesi alnandan soň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek boýunça meseläni ýerine ýetirmek üçin işe başlanýar.



5-nji surat. Pes basyşly bug bilen gyzdyrylýan gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin tejribe diwarynyň çyzgysy

Gözegçiligiň her birini on minudyň dowamynda geçirmek teklipl edilýär we gözegçilik azyndan üç gezek gaýtalanýar. Netijeleriň has takyk alynmagy üçin t_b , t_k we t_h temperaturalar her minutdan ölçenilýär. Kondensatyň massasy bolsa, gözegçilik gutarandan soň bir gezek hasaplanýar. Tejribe arkaly alnan maglumatlaryň beýany 5-nji tablisa görkezilýär.

5-nji tablisa

Gözegçilik belgisi	Gözegçiligiň dowamlylygy τ , min	P , $\frac{N}{m^2}$	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 sü-tüniniň her biri boýunça orta temperatura tapylýar. Ondan soňra bolsa, hemme geçirilen gözegçilikler esasynda ululyklaryň orta bahalary ha-saplanýar. Ol ululyklar bolsa, aşaky deňlemäni çözmekde ulanylýar.

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

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 geliş 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 ba-hasyny k -nyň tablisalarda berilýän bahasy bilen deňeşdirilýär we gyzdryjy enjamlaryň hasaplamalarynda peýdalanylýar. Tablisalarda berilýän bahalardan tapawudynyň ululygy aşaky aňlatma boýunça kesgitlenýär.

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

Bug bilen gyzdrylýan radiator üçin alnan k -nyň bahasy suw bi-len gyzdrylýan radiator üçin alnan k -nyň bahasy bilen deňeşdirilýär we şol bir gyzdryjy enjamlaryň içinden ýylylyk äkidiji hökmünde bug ýa-da suw ulanylanda olaryň položitel we otrisatel taraplary kesgitlenip netije çykarylýar.

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Bugun 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. Bugun guraklygynyň (çyglylygynyň) kesgitlenişi nähili?

Peýdalanylmaly edebiýatlar

1. *B.Arazmedow, S.Daňatarow. Ýylylyk geçirilişiniň esaslary.*, 1999 ý.
2. *В.Ф. Дроздов. Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.*
3. *Аşyrbaýew M.N., Daňatarow S. Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 ý.*
4. *С.Д. Даңатаров. Ыылылык чалышмасы курсы боюнча барлаг ишлери ве оны ерине етирмек үчин усулы гөркезмелер. Ашгабат., 1992 й.*

5-nji TEJRIBE IŞI

İŞLEÝÄN ÝYLADYŞ ULGAMYNÄ 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 çyzygysy hem dürli bolup biler. Olaryň bir görnüşi 6-njy suratda görkezilendir. Gyzdyryjy enjamyň şeýle çyzygy 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 ölçeýji gaba alnanda onuň mukdary ölçenilýär.

Enjama barýan gyzgyn suwuň we ondan çykýan sowan suwuň temperaturasy deňişlilikde 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.

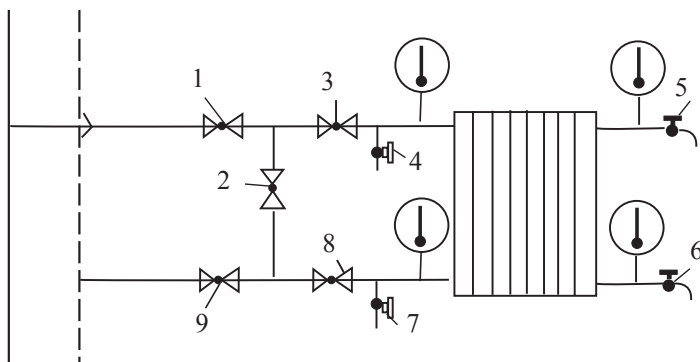
Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlenende ozalky 3-nji we 4-nji tejribe işiniň usuly peýdalanylýar. Gyzdyryjy enjamyň üstüniň ululygy ölçenilýär ýa-da kataloglardan alnýar.

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

Ýylylyk äkidijiniň kadadan ($17,4 \text{ kg}/(\text{ekm} \cdot \text{sag})$) tapawutlanyp hakyky sarp edilen şertinde enjamyň içinden geçýän gyzgyn suwuň sarp edilişiniň oňnositel bahasy aşaky aňlatma boýunça kesgitlenýär

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

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



6-njy surat.

Işleýän ýyladyş ulgamyna birikdirilen gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin termometrleriň we ýapyjy-sazlaýjy armaturalaryň gurnalyş çyzgysy.

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

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Gyzdyryjy enjamlaryň dikturba birikdirilişiniň çyzgylary we saýlanyşy nähili?
2. Enjamy dikturba birikdirmäniň haýsy çyzgysynda 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?

Peýdalanylmaly edebiýatlar

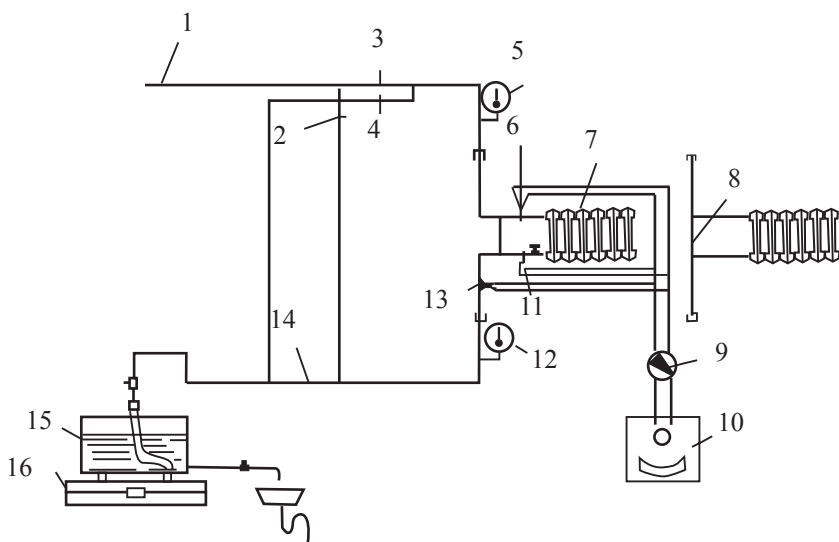
1. *B. Arazmedow, S. Daňatarow.* Ýylylyk geçirilişiniň esaslary. 1999 ý.
2. *В.Ф. Дроздов.* Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.
3. *Ашyrbaýew M.N., Daňatarow S.* Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 ý.
4. *С. Даңатаров.* Ыылылык чалышмасы курсы боюнча барлаг ишлери ве оны ерине етирмек үчин усулы гөркезмелер. Ашгабат. 1992 й.

6-njy TEJRIBE IŞI

GYZDYRYJY ENJAMA SUWUŇ AKYŞ KOEFFISIÝENTINI KESGITLEMEK

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

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



7-nji surat.

Gyzdyryjy enjamda suwuň akýş we ýylylyk beriş koeffisiýentini kesgitlemek üçin gurnawyň çyzgysy

Gyzdyryjy enjama ýokardan-aşak çyzgy 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 çyzgysy boýunça iýmitlendirmek bolsa 2-nji we 4-nji

kranlaryň açylan we 3-nji we 14-nji kranlaryň ýapylan ýagdaýynda amala aşyrylýar.

Tejribe işi geçirilende talyplaryň bir topary gyzdyryjy enjamy ýokardan-aşak iýmitlendirmek çyzygysy boýunça meseläni ýerine ýetirýär, beýleki topary bolsa, gyzdyryjy enjamy aşakdan ýokaryk, iýmitlendirilen çyzygy boýunça amala aşyrýar.

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 ösüşini 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. Görünýän (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 ölçeyji gap (15) tejribe gurnawynda göz önünde tutulandyr. Ölçeg geçirilen pursadynda otagyň içiniň howasynyň temperaturasyny hem ölçäp durmak zerurdyr.

Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk öndürijiligi aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

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

$$Q = x \cdot c(t_g - t_s), \quad (2)$$

bu ýerde

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

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

c – suwuň ýylylyk sygymy, $J/(kg \cdot ^\circ C)$.

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 gyzydyryjy 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 maýdalawjydaky $t_g - t_s$ temperaturalar tapawudy belli bolsa, onda suwuň t_g , t_s we t_{gar} temperaturalarynyň ölçegini turbanyň üstüniň degişlilikde (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 minut wagtyň dowamynda termometrler (5) we (12) bilen azyndan 5 gezek ölçäp temperaturanyň hemişelik ýagdaýynda amala aşyrylýar. Ondan soňra suwuň akýş koeffisiýenti hasaplanýar:

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

Alnan ölçegleri we olardan işlenip alnan netijeleri 6-njy tablisada ýazylýar.

Ýymitleniş çyzygysy	Ölçeglerden alnanlar					Işleriň netijeleri						
	E.h.g. – mV 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												
Aşakdan ýokary												

Taýýarlanmak üçin soraglar

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

Peýdalanylmaly edebiýatlar

1. B. Arazmedow, S. Daňatarow. Ýylylyk geçirilişiniň esaslary. 1999 ý.
2. В. Ф. Дроздов. Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.
3. Ашyrbaýew M.N., Daňatarow S. Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 ý.
4. С.Д. Даңатаров. «Йылылык чалышмасы курсы боюнча барлаг ишлери ве оны ерине етирмек үчин усулы гөркезмелер». Ашгабат., 1992 й.

ÝÝLYLYK 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 bilner. Talyplaryň şeýle gazanlaryň konstruktiw bezeliş usullaryny özbaşdak öwrenmekleri üçin gazan desgalaryna degişli okuw kitaplaryndan peýdalanmak maslahat berilýär.

«DE» görnüşli bug gazany bolan gazan desgasyň gaz geçirijileriniň çyzygysyny we işleýiş kadasyňy öwrenmegiň meýilnamasy:

1. Gazsazlaýjy bekediniň – GSB (ГСП) we onuň düzümi böllekleriniň prinsipiýal çyzygysyny çyrmaly, şeýle hem her bir detalyny häsiýetlendirmeli.

2. GSB – gazsazlaýjy beketden gazana gazyň berilişi boýunça prinsipiýal çyzygysyny çyrmaly we oňa degişli ähli enjamlaryny häsiýetlendirip ýazmaly.

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

4. Ýerine ýetirilen işleriň netijeleri boýunça gysgaça hasabat ýazmaly.

Tejribe işi mugallymyň ýolbaşçylygynda ýerine ýetirilýär. Bu işiň ýokarda görkezilen meýilnamasynyň 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.

Meyilnamanyň 3-nji ýumuşynyň ýerine ýetiriliş usullary aşakda berilýär.

Gazany işleýşini der emek we onu PTK-syny kesgitlemek

Gazanyň ýylylyk tehniki barlaglary göni ýa-da öwürimli 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.

Öwürimli usul (balansa ters usul). Bu usulda gazan agregadynyň ýylylyk tehniki barlamalary has ýönekeý, şonuň ýaly-da ölçemeleriniň we hasaplamalaryň mukdary örän azlygy bilen tapawutlanýar. Şeýlelikde, göni usul boýunça gazan agregadynyň PTK-syny 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-syny kesgitlemek üçin esasan ýylylyk teknikasynyň barlaglarynyň göni we öwürimleýin usuly boýunça bölekleýin 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 ýylylyk ýitgisiniň mukdary – q_3 ;

3) gazan agregadyny gurşap alýan gurşawa ýitirilýän ýylylyk mukdary – q_5 .

Gazan agregadynyň PTK-sy (brutto) kabul edilen 100 % 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 ýitirilýän 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 ýagny, 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:

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

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

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

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 -ň bahasy tablisadan saýlanyp alynýar.

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

V_0 – ýangyjy ýakmak üçin zerur bolan howanyň nazary göwrümi.

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

Gazan agregadyndan zyňylýan ýangyn önüminiň entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$I_{zyň} = (V_{R_2} c_{R_2} + V_{RO_2} c_{RO_2} + V_{SB} c_{SB}) t_{zyň}, \quad (6)$$

bu ýerde c_{R_2} , c_{RO_2} , c_{SB} – tässäniň düzümindäki iki, üç atomly gazlaryň we suw bugunyň ortaça göwrümleýin ýylylyk sygymy;

$t_{zyň}$ – gazan agregadyndan zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasy (tüssäni atmosfera çykaryjy turbanyň düýbünde ölçenilýär). Bu temperatura gönüden - göni termometriň ýa-da termoparanyň kömegi bilen ölçenilýär. c_{R_2} , c_{RO_2} , c_{SB} -niň bahalary zyňylýan tüsse gazynyň $t_{zyň}$ temperaturasynda görä 7-nji tablisadan alynýar.

7-nji tablisa

Temperatura °C	c_{R_2} , $kJ/(m^3K)$	c_{RO_2} , $kJ/(m^3K)$	$c_{S.B.}$, $kJ/(m^3K)$
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:

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

Şeýlelikde q_2 kesgitlenýär.

Tebigy gazda işleýän gazanlar üçin

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

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

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Tebigy gazyň gazana berliş çyzgysyny 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-syny kesgitlemek üçin haýsy ululyklary bilmeli we enjamlardan peýdalanmaly?

Peýdalanylmaly edebiýatlar

1. *Роддатис К.Ф.* Котельные установки. 1977 г.
2. *Мухеев В.П.* Газовое топливо и его сжигание.
3. *Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренов.* Котельные установки промышленных предприятий.
4. *Аşyrbayew M.H., Daňatarow S.* Ýylylyk tehnikasy. Aşgabat, TDNG., 2011 ý.

2-nji TEJRIBE IŞI

DE-25-14 GAZAN AGREGADYNYŇ IŞLEÝŞINIŇ ÝYLYLYK GÖZEGÇILIGI

GAZAN AGREGADYNY BARLAMAKDA ÖLÇEG GURALLARYNYŇ GURNALYŞ ÇYZGYSY

Gazan desgalary işlände ýylylyk gözegçiligi dürli görnüşli barlag-ölçeg gurallarynyň (BÖG-КИП) 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 tygşylylygyna göz ýetirilýär. Gazan agregadynyň kadaly işlemegi üçin BÖG örän wajyp ähmiýete eýedir.

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

Barlag geçirmekligiň usulyna we ölçegleriň netijesine takyk mysalda seredeliň.

8-nji suratda DE-25-14 gazan agregadynyň ýylylyk balansy barlananda peýdalanylýan ölçeg gurallarynyň ýerleşiş nokatlary görkezilendir.

Gazan agregadynyň ýylylyk balansy barlananda ýylylyk ýitgileriniň esasyalaryny we gazan agregadynyň PTK-syny, şeýle 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:

1. Basyşlary ölçemek üçin;
2. Gaz geçiriji turbalary boýunça soruşy ölçemek;
3. Barlag geçirilýän gazan agregadynyň bug-suw, howa we gaz ýollaryndaky işçi jisimiň we gazlaryň temperaturalaryny ölçemek;

4. 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 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 (8-nji surat).

- a) Gazanyň barabanynda buguň basyşynyň bölüniş bahasy $0,1 \text{ kg} \cdot \text{g}/\text{sm}^2$ bolan islendik görnüşli pružinli manometriň (1) kömegi bilen ölçemek bolar.
- b) Ýakylýan gazyň gorelkanyň önüsyndaky basyşy «U»-şekilli manometr (2) bilen ölçenilýär.
- w) Berilýän howanyň ýanyş ojagynyň önüsyndaky basyşy «U»-şekilli manometr (3) bilen ölçenilýär.

II. Tüsse gazyny ýoly boýunça sorulyşy ölçenilişi

- a) Ojak giňişliginiň ýokarky bölegindäki (4) sorulyşy ýokarky ölçeg çägi 250 Pa bolan THЖ görnüşli soruşy ölçeýän gural bilen ölçenilýär.
- b) Gazanyň yzyndaky (5) we ekonomayzerden soňky (6) sorulyşy hem ýokarky ölçeg çägi 250 Pa bolan THЖ görnüşli soruşy ölçeýän gural bilen ölçenilýär.

III. Gaz, howa we çyg bug ýolunda gazlary we işçi jisimi temperaturalaryny ölçenilişi

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

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

w) Ýymitlendiriji suwuň temperaturasy suw ekonomazyerinden oň (10) we ondan soň (11) bölünüş bahasy 1°C bolan simaply aýna termometri bilen ölçenilýär.

ДЕ-25-14 gazanly gazan desgasy doýgun bug öndürýär. Şonuň üçin doýgun buguň (t_d) temperaturasyny buguň (P) basyşyna görä tablisalardan bilip bolýar (3-nji tablisa seret).

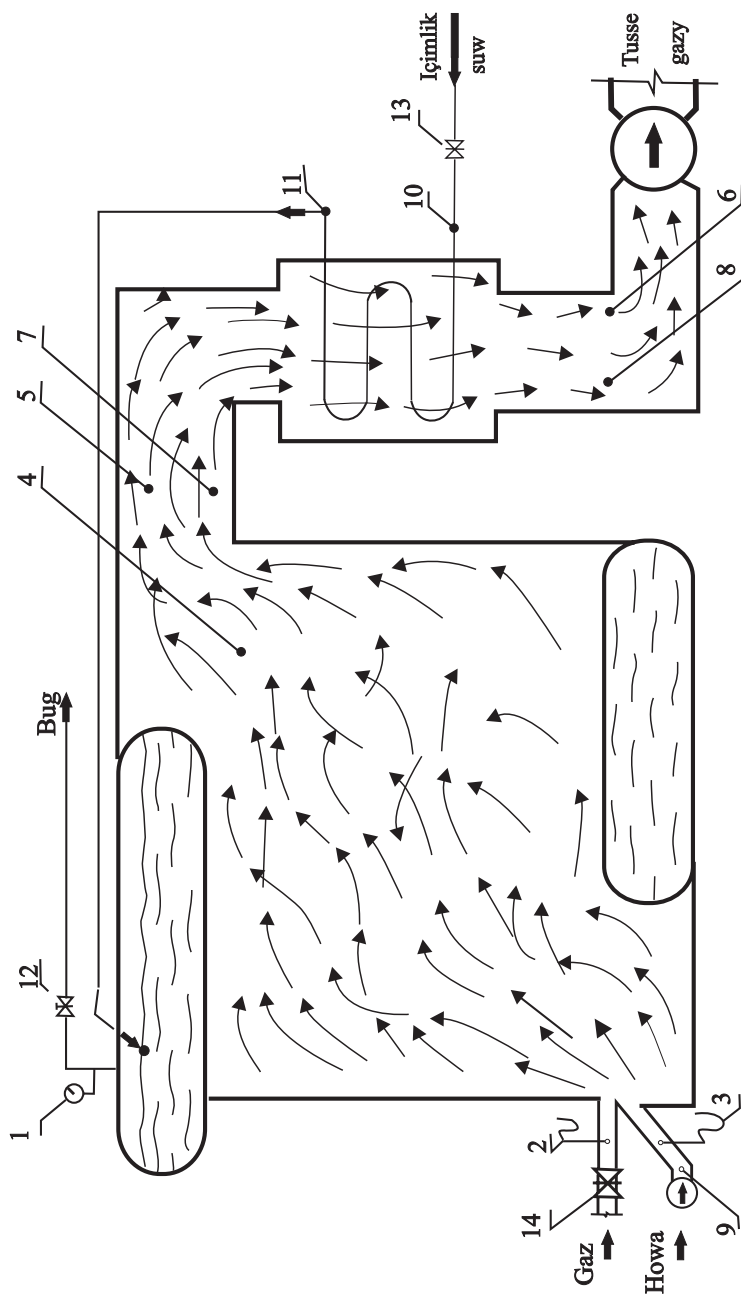
IV. Bugu , suwu , ýangyjy sarp edilişini kesgitleniliş we tüsse gazyny der emek

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

b) Ýymitlendiriji suwuň sarp edilişi ДТ-50 differensial manometri bolan diafragmanyň ýa-da takyklyk derejesi 1,0-dan pes bolmadyk islendik görnüşli suw ölçeyjiniň kömegi bilen ýymitlendiriji 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 gazderňejiniň, КОПО aspiratoryň kömegi bilen amala aşyrylýar.



8-nji surat. Bug gazanynda barlag-ölçeg gurallarynyň ýerleşýän ýerleri

BARLAGLARYŇ NETIJELERINIŇ IŞLENIŞ USULLARY WE ÝYLYLYK BALANSYNYŇ DÜZÜLIŞI

Barlaglaryň we tejribelerde alynanlaryň derňewi esasynda gazan agregadynda ýakylýan ýangyjyň tygşytlylygyny, ojak kamerasynyň we gyzdyryjy 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 PTK-syny 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 agregadynyndaky 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;

ýa-da

$$Q_b^i = Q_a^g + Q_h + Q_y, \quad ,$$

bu ýerde

Q_a^g – gurak massaly gaz halyndaky ýangyç ýanandaky çykyan 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 m^3 gaz halyndaky ýangyjy kadaly şertde ýakylýan ýagdaýy üçin düzülýär. Ýokarda

görkezilen (1) formuladaky ähli ululyklar kJ/m^2 ölçeg birliginde aňladylýar. Gazan agregadynyň PTK-sy (brutto) aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

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

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

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

bu ýerde

$$g_2 = \frac{Q_2}{Q_b^i} \cdot 100\%; \quad g_3 = \frac{Q_3}{Q_b^i} \cdot 100\%;$$

$$g_5 = \frac{Q_5}{Q_b^i} \cdot 100\%,$$

bu ýerde q_2 – atmosfera zyňylýan tüsse gazy bilen ýitirilýän ýylylyk ýitgisiniň mukdary ;

q_3 – ýangyjyň himiki tarapdan doly ýanyp bilmezligi sebäpli ýylylyk ýitgisiniň mukdary;

q_5 – gazan agregadyny gurşap alýan gurşawa ýitirilýän ýylylyk mukdary.

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

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

Ýönekeýleşdirilen usul boýunça hasaplamalarda aşakda görkezilen 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 öndürijiligi diýip atlandyrylar).

2) Howanyň nazary zerur mukdarynda işçi ýangyç doly ýananda bölünip çykyan $1 m^3$ gurak tüsse gazyna düşýän P ýylylyk mukdaryndan.

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

4) Işçi şertdäki gurak tüsse gazynyň göwrüminiň nazary şertlerde ýakylýan ýangyjyň gurak tüsse gazynyň göwrümüne bolan gatnaşygyna görä üýtgemeginden peýdalanylýar.

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

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

Tüsse gazy bilen ýitirilýän q_2 ýylylyk mukdaryny hasaplamak üçin ilki bilen n koeffisiýenti kesgitlemek zerurdyr. Bu n koeffisiýenti nazary şertdäki gurak tüsse gazynyň göwrümüne garanynda 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:

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

bu ýerde c' – düzediş koeffisiýenti. Tebigy gaz üçin $c' = 0,85$.

Gaz halyndaky ýangyç üçin c' düzediş koeffisiýentiň bahasyny tapmak üçin zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasyna t_{zyn} baglylykda professor M.B. Rawiçin beren maglumatyndan peýdalanylýar (8-nji tablisa).

t_{zyn} – ululyk ölçenilip alynýar.

8-nji tablisa

t_{zyn} – zyňylýan tüsse gazyň 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 ýitirilýän ýylylygy grafik boýunça ýa-da tablisadan kesgitlenýär. Bellenen (nominal) ýükden tapawutlanýan bolsa, onda daşky gurşawa ýitirilýän ýylylyk, aşakdaky formula boýunça täzeden hasaplanýar:

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

bu ýerde

D_n – gazanyň (nominal) bellenen bug öndürijiligi (25 t/sag).

D – barlag wagtyndaky gazanyň hakyky bug öndürijiligi, t/sag.

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

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

Şunlukda (3) formulanyň kömegi bilen gazan agregadynyň PTK-sy kesgitlenýär. Barlag geçirilýän gazan agregadynyň ähli parametrleriniň ölçegi birnäçe gezek amala aşyrylýar.

ÖLÇEGLER WE NETIJELERIŇ IŞLENIŞI

Gazanyň yzynda we ekonomazyeriň soňunda tüsse gazynyň temperaturasynyň ölçenilişi.

Ekonomazyeriň çykyşyndaky temperatura, ýa-da ϑ_{zyn} tüsse gazyndan ýitirilýän ýylylyk – q_2 (Rawiçiň usuly boýunça):

$$q_2 = \frac{\vartheta_{\text{zyn}} - l \cdot t_n}{\vartheta_{\text{max}}} \cdot c' \cdot n \cdot 100\%,$$

tebigy gaz üçin:

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

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

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

ϑ_{zyn} – atmosfera zyňylýan tüssäniň temperaturasy.

$L = K$ – atmosfera zyňylýan tüssäniň temperaturasyňa bagly bolan düzediş koeffisiýenti 9-njy tablisadan alynýar.

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

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

9-njy tablisa

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

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

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

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

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

Bu ýerde

w – buguň tizligi m/s ;

ρ – buguň dyklyzlygy kg/m^3 ;

d – bug turbasynyň diametri m .

Barlanýan gazan agregaty üçin:

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

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

$\rho = f(P)$, şeýlelikde, ρ basyşa görä kabul edilýär (10-njy tablisa).

Basyş bolsa – barabanda gurnalan manometr boýunça ölçenilýär.

10-njy tablisa

$P, \text{ kg/sm}^2$	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
$g \text{ m}^3/\text{kg}$	0,89	0,62	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,19	0,17	0,14
$\rho = 1/g, \text{ kg/m}^3$										

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-sy haýsy faktorlara bagly?
4. Atmosfera zyňylýan tüsse gazynyň ýylylyk ýitgisi nähili hasaplanýar?

Peýdalanylmalý edebiýatlar

1. *Делягин и др.* Теплогенерирующие установки. 1986 г.
2. *К. Ф. Роддатис.* Котельные установки. 1977 г.
3. *М. М. Щеголев и др.* Котельные установки. 1972 г.
4. *Ю.Л. Гусев.* Основы проектирования котельных установок. 1973 г.
5. *Аşyrbaýew M.H., Daňatarow S.* Ýylylyk tehnikasy. Aşgabat, TDNG., 2011 ý.

3-nji TEJRIBE IŞI

«HP-18» SUW GYZDYRYJY GAZANYNDA ÝYLYLYK TEHNIKI BARLAGLARY GEÇIRMEK

1. «HP-18» suw gyzdyryjy gazan hakynda esasy maglumatlar

Barlag geçirilýän suw gyzdyryjy gazany Aşgabatdaky santeh-önümleri 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/sm^2 ;

3). Suw gyzdyrmak temperaturasy – 115°C ;

4). Tebigy gaz ýakyladaky ýylylyk öndürijiligi – 95000 kkal/sag ;

5). Gazanyň gyzdyryjy üstüniň meýdany – 56 m^2 ;

6). Gazanyň doly göwrümi – 1415 litr;

7). Tebigy gaz ýakylanda gazanyň gyzdyryjy üstüniň kabul edilen ýylylyk güýjenmesi (naprýaženiýasy) – $17000 \text{ kkal/m}^2 \cdot \text{sag}$.

2. Dört sany «HP-18» gazanly gazan desgasyň geçiriji turbalaryny çyzgysyny we işleýiş kadasyny öwrenmekligi meýilnamasy

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

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

3. BÖG-barlag-ölçeg gurallaryň görkezmesi boýunça gazanlaryň işleýişine derňew geçirmeli we gazanyň PTK-syny kesgitlemeli;

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

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

6. İşler mugallymyň ýolbaşçylygynda ýerine ýetirilýär.

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

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

3. Gazany işleýşini der eliş we onu PTK-syny kesgitlemek

Gazan agregatlarynyň ýylylyk tehnika barlaglary göni we aýlawly usul 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 PTK-syny 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 PTK-syny kesgitlemek üçin, göni usulyň we aýlawly usulyň käbir böleginden peýdalanmak maslahat berilýär.

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

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 PTK-sy (brutto) 100% hasabynda kabul edilen harçlanýan ýylylyk bilen ýitgileriň jeminiň arasyndaky tapawudy-na 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:

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

Maý gaz ýatagyndan alynýan tebigy gazyň 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 dykzylygy $\rho = 0,74 \text{ kg/m}^3$.

Şeýlelikde, Maý gaz ýatagyňnyň tebigy gazy ýananda çykarýan aşaky ýylylygyny hasaplamak üçin, aşakdaky formulany ýazýarys:

$$\begin{aligned} Q_a^g = & 359\text{CH}_4 + 640\text{C}_2\text{H}_6 + 813\text{C}_3\text{H}_8 + \\ & + 118\text{C}_4\text{H}_{10} + 1460\text{C}_5\text{H}_{12} \text{ kJ/m}^3 . \end{aligned} \quad (4)$$

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 temperaturasyňa görä howanyň ýylylyk sygymy.

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

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

$$V_0 = 0,0476 [0,5H_2 + 0,5CO + 1,5 H_2S + 2CH_4 + \Sigma (m + n/4) C_m H_n - O_2], m^3/m^3. \quad (6)$$

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

$$I_{zyñ} = (V_{R_2} c_{R_2} + V_{RO_2} c_{RO_2} + V_{SB} c_{SB}) t_{zy} , \frac{kcal}{m^3}. \quad (7)$$

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 ($t_{zyñ}$) görä ortaça göwrümleýin ýylylyk sygymy. Zyňylýan tüssäniň temperaturasy ($t_{zyñ}$) termometriň ýa-da termoparanyň kömegi bilen ölçenilýär we şol $t_{zyñ}$ 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:

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

Şeýlelikde q_2 hasaplanýar.

q_3 – iň bahasyny 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 PTK-synyň 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 we sazlanýlar.

4. Hil taýdan sazlamaklygy grafigi

Ýylylyk sarp edijileriň (abonentleriň) ýylylyk sarp edijilik ýüki (ýylylyk ýüki) üýtgeýän ululykdyr. Ol ululyk birnäçe täsir ediji ululyklara (faktorlara) baglydyr we ol bütün 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 talabyna görä **merkezi hil boýunça sazlaýyş** usuly ulanylýar. Jaýlaryň ýyladyş ulgamyna sarp edýän ýylylyk talapy esasan daşky howanyň temperaturasyna baglydyr.

Merkezi hil boýunça sazlamakyň 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:

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

$$\tau'_2 = \tau'_1 - \Delta \tau \frac{\tau_{ic} - t'_{dy}}{t_{ic} - t_{dy}}. \quad (10)$$

Bu ýerde

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

τ_1 we τ'_1 – daşky howanyň temperaturasyň t_{dy} we t'_d bahalaryna degişli geçiriji turba boýunça gidýän suwuň temperaturasy.

τ_2 we τ'_2 – daşky howanyň t_{dy} we t'_d temperaturasynda degişli bolan geçiriji turba boýunça gelýän suwuň temperaturasy.

τ_{enj} -daşky howanyň t_{dy} temperatura şertinde gyzdyryjy enjamlarda (batareýalarda) 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 bütin ýyladyş döwründe dowam edýär.

Temperatura grafigini gurmak üçin aşaky maglumatlar kabul edilýär:

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

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

Taýýarlanmak üçin soraglar

1. Suw gazanyň haýsy toparlara bölüp bolýar?
2. Suw gyzdyryjy gazan desgasynyň prinsipial ýylylyk çyzygysyny çyzyp düşündirmeli we oňa degişli enjamlar hakynda aýdyp bermeli.
3. Suw gyzdyryjy gazan üçin temperatura grafigi nähili gurulýar we gazanyň işleýşi nähili sazlanýar?
4. Suw gyzdyryjy gazanyň PTK-syny ýokarlandyrmak üçin haýsy usullary bilýärsiňiz?

Peýdalanylmaly edebiýatlar

1. *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети. Энергия М. 1982 г.
2. *Козин В.Е.* и др. Теплоснабжение. М. Высшая школа 1980 г.
3. *Аşyrbaýew М.Н., Daňatarow S.* Ýylylyk tehnikasy. Aşgabat, TDNG., 2011 ý.

4-nji TEJRIBE IŞI

ÝYLYLYK ÇALŞYJY APPARATLARYŇ ÝYLYLYK ALYP - BERIŞ KOEFFISIÝENTINI KESGITLEMEK

Işiň maksady rekuperatiw ýylylyk çalşygy apparatlaryň içki turbalarynyň içinden geçýän gyzgyn suwy turbalaryň gapyrgaly daşky üstinden sowuk howanyň ýuwup geçmegi arkaly ýylylyk çalyşmasy bolup geçende apparadyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini tejribe arkaly kesgitlemekden ybaratdyr.

Gyzgyn suw gyzdyryjy ýylylyk äkidiji, sowuk howa bolsa gyzyjy ýylylyk äkidiji bolup hyzmat edýär.

Ýylylyk çalşygy apparatlary görnüşleri

Hereket ugry boýunça gyzgyn gurşawda ýylylygy özüne siňdirip gyzyýan we sowuk gurşawda ýylylygyny berip sowaýan suwuklyklara ýa-da gazlara ýylylyk äkidijiler diýilýär.

Bir ýylylyk äkidijiden beýleki ýylylyk äkidijä ýylylyk beriş prosesini amala aşyryýan apparatlara ýylylyk çalşygy apparatlar diýilýär.

Ulanyşy we konstruktiv gurluşy boýunça ýylylyk çalşygy apparatlar örän dürli görnüşlidir. Ýylylyk çalyşmak häsiýeti boýunça apparatlar rekuperatiw, regeneratiw we garyşdyryjy ýylylyk çalşygy apparatlara bölünýär.

Ähli apparatlaryň içinden iň ýönekeýi we ykjamy garyşdyryjy ýylylyk çalşygy 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-maýdalanan gaty material, suw-ýag we ş.m. ýylylyk äkidijiler üçin 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 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 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 koeffisiýentiniň bahasyny ulaltmak maksady bilen, diwaryň haýsy tarapynyň ýylylyk beriş koeffisiýenti kiçi bolsa, şol tarapy gapyrgaly edip gyzdyryjynyň üstüni ulaldýarlar.

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 jisiimi dürli maksatlar üçin ulanýarlar.

Hasaplanýş de lemeleri

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

Ýylylyk balansyny de lemesi

Ýylylyk çalşyýjy apparatlar üçin ýylylyk balans deňlemesi şeýle ýazylýar.

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

Bu deňlemäniň üsti bilen, ýylylyk çalşyýjy apparatlaryň Q ýylylyk öndürijiligini kesgitläp bolýar. Beýleki parametrleri bolsa tejribäniň üsti bilen kesgitlenilýär (9-njy surat).

G_1 – harçlanan gyzgyn suwuň mukdary, kg/s ;

c_{p1} – gyzdyryjy ýylylyk äkidijiniň ýylylyk çalşyýjy 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) $c_{p1} \approx 4190 \text{ } J/(kg.K)$ diýip kabul edip bileris. t'_1 , t''_2 – suwuň apparada girendäki başlangyç we çykandaky ahyrky temperaturasy $^{\circ}C$; G_2 – sowadyjy (ýa-da gyzyýan) 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, $^{\circ}C$; η – ýy-

lylyk çalşyýy apparadyň diwarlarynyň üsti boýunça, daşky gurşawa ýitirilýän ýylylygy hasaba alýan apparadyň peýdaly täsir koeffisiýenti.

Tejribelerden belli bolşy ýaly, ýylylyk çalşyýy apparadyň ýylylyk ýitgisi 1÷10%-e barabardyr. Apparadyň PTK-syny tejribäniň netijesi boýunça kesgitlemek mümkindir:

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

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.

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

Bu ýede F – ýylylyk çalşyýy 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 çalşyýy 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 çalşyýy apparadyň bir turbasynyň içki diametri we uzynlygy, m ; n – apparadyň turbalar toplumyndaky turbalarynyň sany.

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

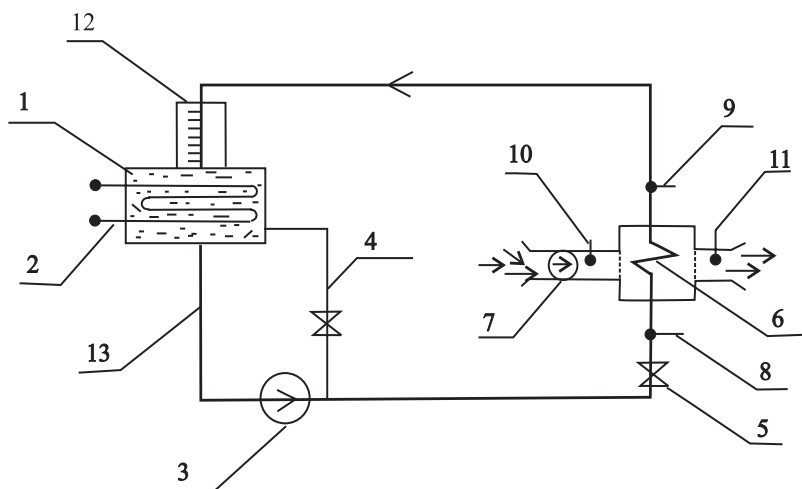
$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_u - \Delta t_k}{\ln\left(\frac{\Delta t_u}{\Delta t_k}\right)} \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (4)$$

Bu ýerde Δt_u we Δt_k – apparada girýän ýylylyk äkidijileriň we çykýan ýylylyk äkidijileriň temperaturalarynyň tapawudy (9-njy 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 tejribe arkaly ölçäp, takyk hasaplamagyň netijesinde bilip bolýar.

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



9-njy surat. Tejribe guralynyň çyzgysy.

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.

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

Tejribäni geçirilişini yzygiderliligi

Gapdaky suwy (1) gyzdyrmak üçin elektrik gyzdyryjyny (2) toga birikdirmeli, 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 gyrgyzn suwuň mukdaryny sazlamaly.

Ölçeqleri tejribäniň durnukly kadasynda alynýar. Tejribäniň durnukly kadasydygyny bilmek üçin her baş minutdan üç 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 11-nji tablisada ýerleşdirilýär.

11-nji tablisa

Tejribede alnan ölçegler

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 de lemesi boýunça ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek

Apparadyň ýylylyk öndürjiligin 1-nji formuladan kesgitleýäris:

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

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

ýa-da $Q = G_2 c_{p2} (t'_2 - t''_2) \cdot \eta,$

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

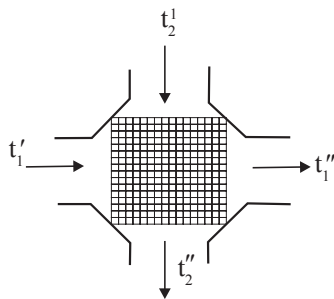
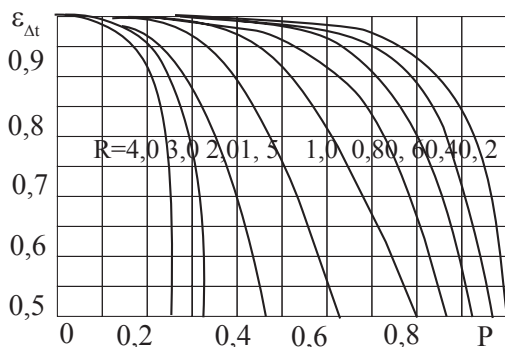
Apparadyň PTK-syny (1-a) formula boýunça takykklanýar. Eger kabul edilen PTK bilen hasaplanyp alnan PTK-nyň tapawudy $2 \div 3\%$ bolsa, onda apparadyň ýylylyk öndürjiliginin hasabyna degişli düzediş girizilmeyär.

Ýylylyk çalşyjynyň turbalarynyň gyzdyryjy üstüniň meýdanyny 3-nji formula boýunça hasaplananda geçirilende konstruktiv maglumatlara görä $d_{ic} = 0.0121 \text{ m}$ we $l = 0.16 \text{ m}$, $n = 72$ san kabul edilýär.

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 $\overline{\Delta t}$ 4-nji formula boýunça hasaplanýar. $\varepsilon_{\Delta t}$ -ni bolsa P we R ululyklara baglylykda kömekçi grafikden tapylýar (10-njy surat).



10-nji surat.

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

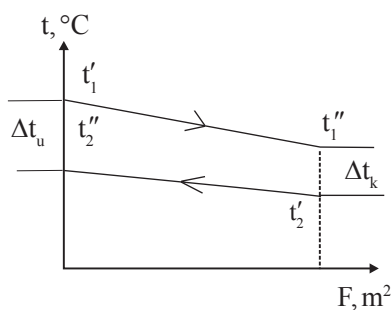
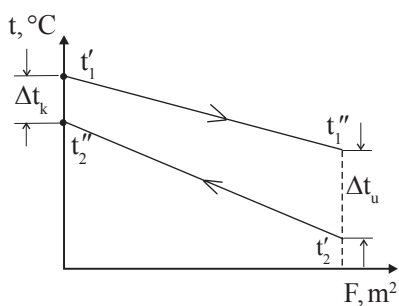
$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_2''}; \quad (6)$$

$$R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'}. \quad (7)$$

Temperaturalaryň uly we kiçi tapawudy tejribäniň netijesinde alnan temperaturalaryň esasynda gurlan çyzgýt boýunça tapyp bolýar. Ol çyzgýt aşakdaky 11-nji surat ýaly gurulýar.

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

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



11-nji surat. Garşydaş, akymly ýylylyk äkidijileriň temperaturalarynyň üýtgeýiş häsiýeti

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

Tejribeden alnan işlemeleriň netijesi 12-nji tablisa ýerleşdirilýär.

12-nji tablisa

№	$\frac{Q}{Wt}$	F, m^2	$\Delta t_u, ^\circ C$	$\Delta t_k, ^\circ C$	$\overline{\Delta t},$	P	R	$\varepsilon_{\Delta t}$	$\Delta t, ^\circ C$	$\frac{K, \frac{Wt}{m^2 K}}{}$
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. 1999 ý.
2. *В. Ф. Дроздов.* Отопление и вентиляция. Отопление М., 1976 г.
3. *Ашyrbaýew M.N., Daňatarow S.* Ýyladyş. Aşgabat. TDNG., 2012 ý.
4. *С.Д. Даңатаров.* Ыылылык чалышмасы курсы боюнча барлаг ишлери ве оны ерине етирмек үчин усулы гөркезмелер. Ашгабат 1992 й.

5-nji TEJRIBE IŞI

ÇOÝUN SUW GYZDYRYJY GAZANYNYŇ IŞLEÝIŞ KADASYNY ÖWRENMEK

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

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

Iki sany çoýundan suw gyzdyryjy «Uniwersal» görnüşli gazany bolan gazan desgasyňyň geçiriji turbalarynyň çyzgysyny we işleýiş kadasyňy öwrenmegiň meýilnamasy:

1. Gazan desgasyňyň prinsipial ýylylyk çyzgysyny çyzmaly we ähli enjamlaryny ýazyp düşündirmeli;
2. BÖG-nyň (barlag-ölçeg gurallarynyň) görkezmeleri esasynda gazanyň işleýişine derňew geçirmeli we onyň PTK-syny 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.

Gazany işleýişini der emek we onu PTK-syny kesgitlemek

Gazanyň ýylylyk tehniki barlaglary göni ýa-da öwrümli 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.

Öwürümlü 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-syny kesgitlemek üçin ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylygy, ýangyjyň düzümini we ş.m. ululyklary bilmek zerur bolýar. Öwürümlü 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-syny kesgitlemek üçin esasan ýylylyk tehnikasynyň barlaglarynyň göni we öwürümleýin usuly boýunça bölekleyin kesgitlemek usulyýetini ulanmak maslahat berilýär.

Gazan agregadynda gaz halyndaky ýangyç ýakylanda ýüze çykýan ýylylyk ýitgileri:

1) atmosfera zyňlýan 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 agregadynyň gurşawyna ýitirilýän ýylylyk mukdary – q_5 .

Gazan agregadynyň PTK-sy (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 zyňlýan tüsse gazlary bilen ýitirilýän ýylylyk mukdary, ýanma önümleriniň fiziki ýylylyk mukdary q_2 bolup durýandygyny bellemek gerek.

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

bu ýerde $I_{\text{zyň}}$ – 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:

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

Ulanlyýan tebigy gazyň himiki düzümi:

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

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

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

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

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

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

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

$$\rho = 0,74 \text{ kg/m}^3.$$

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

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

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 koef-fisiýenti ($\alpha = 1,1$)

c_h – gazan desgasyndaky howanyň temperaturasyňa görä ýylylyk sygymy. Şol temperatura görä c_h -nyň 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.

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

Gazan agregadyndan zyňylýan ýangyn önüminiň entalpiýasy aşaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$I_{\text{zyň}} = (V_{\text{R}_2} c_{\text{R}_2} + V_{\text{RO}_2} c_{\text{RO}_2} + V_{\text{SB}} c_{\text{SB}}) t_{\text{zyň}} . \quad (6)$$

Bu ýerde c_{R_2} , c_{RO_2} , $c_{\text{S,B}}$ – iki, üç atomly gazlaryň we suw bugunyň ortaça göwrümleýin ýylylyk sygymy.

$t_{\text{zyň}}$ – gazan agregadyndan zyňylýan tüsse gazynyň temperaturasy (tüssäni atmosfera çykaryjy turbanyň düýbünde ölçenýär). Bu temperatura gönüden – göni termometriň ýa-da termoparanyň kömegi bilen ölçenýär. c_{R_2} , c_{RO_2} , $c_{\text{S,B}}$ -niň bahalary zyňylýan tüsse gazynyň $t_{\text{zyň}}$ temperaturasyna görä 13-nji tablisadan alynýar.

13-nji tablisa

Temperatura, °C	c_{R_2} , $\text{kJ}/(\text{m}^3\text{K})$	c_{RO_2} , $\text{kJ}/(\text{m}^3\text{K})$	$c_{\text{S,B}}$, $\text{kJ}/(\text{m}^3\text{K})$
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:

$$\begin{aligned} V_{\text{R}_2} &= (\alpha - 0,21) V_0 + N_2 / 100 , \\ V_{\text{RO}_2} &= 0,01 (\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \Sigma m C_m H_n) , \\ V_{\text{SB}} &= 0,01 (\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \Sigma (n/2) C_m H_n + 1,24) + 0,016\alpha V_0 . \end{aligned}$$

Şeýlelikde q_2 kesgitlenýär.

Tebigy gazda işleýän gazan desgalary üçin $q_3 = 1\%$, $q_5 \approx 6\%$ hasabynda kabul edilýär.

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

Taýýarlanmak üçin soraglar

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

Peýdalanylmalý 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.
4. *Аşyrbayew M.H., Daňatarow S.* Ýylylyk tehnikasy. Aşgabat, TDNG., 2011 ý.

G O Ş M A Ç A L A R

1-nji goşmaça

Fiziki ululyklaryň bir ölçeg birliginiň beýleki ölçeg birligine gatnaşygy

Fiziki ululyklar	Bellenilişi	Birlikleriň gatnaşygy
1	2	3
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 dykzylygy	q	$1 \text{ kkal/(m}^2 \text{ }^\circ\text{C)} = 1,163 \text{ Wt/m}^2$

1	2	3
Entalpiýa, faza üýtgeýiş ýygylgy	i	1 kkal/kg = 4,1868 kJ/kg
Ýylylyk sygymy	c_p	1 kkal/(kg °C) = 4,1688 kJ/(kg °C)
Şepbeşikligiň dinamiki koef- fisiýenti	μ	1 kG sek/m ² = 9,81 N sek/m ²
Ýylylyk geçirijilik koef- fisiýenti	λ	1 kkal/(m·s·°C) = 1,163 Wt/(m °C)
Ýylylyk beriş koeffisiýenti	α	1 kkal/(m ² ·s·°C) = 1,163 Wt/(m ² °C)
Ýylylyk alyp berijilik koef- fisiýenti	k	1 kkal/(m ² ·s·°C) = 1,163 Wt/(m ² °C)
Şöhlelenmek koeffisiýenti	S	1 kkal/(m ² ·s·K ⁴) = 1,163 Wt/(m ² K ⁴)

Doýgun ýagdaýdaky suwuň fiziki parametrleri

t, °C	P · 10 ⁵ , Pa	ρ , kg/m ³	i , kJ/kg	c _p , $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$	λ , $\frac{\text{Wt}}{\text{m}^\circ\text{C}}$	a · 10 ⁵ , m ² /s	μ · 10 ⁶ , Pa · sek	ν · 10 ⁶ , m ² /sek	β · 10 ⁴ , m ³ /sek	σ · 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	5,1	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

**Doýgun ýazygynda suw bugunýň
fiziki häsiýetleri**

t°, C	$P \cdot 10^{-5}, Pa$	$P'', kg/m^3$	$i'', kJ/kg$	$r, kJ/kg$	$cp, kJ/kg^{\circ}C$	$\lambda \cdot 10^2, Wt/m^{\circ}C$	$a \cdot 10^6, m^2/sec$	$\mu \cdot 10^6, Pa \cdot sek$	$\nu \cdot 10^4, m^2/sec$	Pr
100	1,013	0,598	2675,9	0,560	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

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

t °C	r, kJ/kg	ϵ_v , kJ/kg °C	$\lambda \cdot 10^2$, Wt/m °C	a $\cdot 10^6$, m ² /sek	$\mu \cdot 10^5$, Pa \cdot sek	v $\cdot 10^6$, m ³ /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

Turbulent kadaly akymda $\varepsilon_l = f(\ell/d, Re_d)$ baglylykdaky bahalary

Re_{dc}	ℓ/d								
	1	2	5	10	15	20	30	40	50
$1 \cdot 10^4$	1,65	1,5	1,34	1,23	1,17	1,13	1,07	1,03	1
$2 \cdot 10^4$	1,51	1,4	1,27	1,18	1,13	1,1	1,05	1,02	1
$4 \cdot 10^4$	1,34	1,27	1,18	1,13	1,1	1,08	1,04	1,02	1
$6 \cdot 10^5$	1,28	1,22	1,15	1,1	1,08	1,06	1,03	1,02	1
$8 \cdot 10^6$	1,14	1,11	1,08	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1

Ýangyç ýananda emele gelyän gazlaryň fiziki häsiýetleri

t °C	ρ , kg/m ³	c_p , kJ/kg °C	$\lambda \cdot 10^2$ Wt/m °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

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

Materiallar	ρ, kg/m³	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

7-nji goşmaçanyň dowamy

Materiallar	ρ , kg/m ³	t, °C	λ , Wt/(m · °C)	c, kJ/(kg · °C)
Çyg cage	1650	20	1,13	2,09
Gant şekeri	1000	0	0,58	1,26
Adaty aýna	2500	20	0,74	0,67
Tekstolik	1300- 1400	20	0,23...0,34	146...1,51
Farfor	2400	95	1,04	1,09
Ebonit	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 şöhlenme koeffisiýenti

Materiallar	t, °C	ϵ
Alýumin:		
ýylmanan	225...575	0,39...0,057
büdür-südü	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

Materiallar	t, °C	ε
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
Latun:		
ýylmanan düzümi 73,2% Cu	245...355	0,028...0,031
Mis: 26,7% Zn elektrolitde ýylmanan	80	0,018

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

Turbanyň şertli diametri, <i>mm</i>	Rugsat edilýän maksimal tizlik, <i>m/sek</i>	Turbanyň şertli diametri, <i>mm</i>	Rugsat edilýän maksimal tizlik, <i>m/sek</i>
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
ÝYLADYŞ	9
1-nji TEJRIBE IŞI. Suwuň düzümindäki howanyň mukdaryny kesgitlemek	9
2-nji TEJRIBE IŞI. Dürli ýapgytlykdaky turbageçirijide howa düwmesini çykarýan suwuň tizligini kesgitlemek.	13
3-nji TEJRIBE IŞI. Diwardaky gyzdyryjy enjamyň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini kesgitlemek (ýylylyk äkidiji - suw).	16
4-nji TEJRIBE IŞI. Gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp - beriş koeffisiýentini kesgitlemek (ýylylyk äkidiji - pes basyşly bug)	21
5-nji TEJRIBE IŞI. Işleýän ýyladyş ulgamyna birikdirilen gyzdyryjy enjamyň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek.	25
6-njy TEJRIBE IŞI. Gyzdyryjy enjama suwuň akyş koeffi-siýentini kesgitlemek.	27
ÝYLYLYK EMELE GETIRIJI DESGALAR	31
1-nji TEJRIBE IŞI. Öňümçilik bug gazanynyň işleýiş ka-dasyny öwrenmek.	31
2-nji TEJRIBE IŞI. ДЕ-25-14 gazan agregadynyň işleýşiniň ýylylyk gözegçiligi.	36
3-nji TEJRIBE IŞI. «HP-18» suw gyzdyryjy gazanynda ýyly-lyk tehniki barlaglary geçirmek.	46

4-nji TEJRIBE IŞI. Ýylylyk çalşygy apparatlaryň ýylylyk alyp-beriş koeffisiýentini kesgitlemek	52
5-nji TEJRIBE IŞI. Çoýun suw gyzdýryjy gazanynyň işleýiş kadasyny öwrenmek.	61
GOŞMAÇALAR.	66

Sapargeldi Daňatarow

ÝYLADYŞ WE ÝYLYLYK
EMELE GETIRIJI DESGALAR

Redaktor

Teh redaktory

Surat redaktory

A. Ekiýewa

O. Nurýagdyýewa

G. Orazmyradow

Çap etmäge rugsat edildi 09.04.2014. Möçberi 60x90^{1/16}. Şertli çap listi 5,0.
Şertli reňkli ottiski 9,25. Hasap-neşir listi 4,59. Çap listi 5,0. Sargyt № . Sany 500.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
744000, Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 100

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.
744004, Aşgabat, 1995-nji köçe, 20.