

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI  
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**M.Myradow**

**Içinden ýanýan hereketlendirijiler  
we gazyturbina desgalary**

**Hünärler:** "Sowadyjy, kompressor maşynlary  
we desgalary".

Aşgabat 2010

## Giriş

Beýik Galkynyşlaryň düýpli özgertmeleriniň amala aşyrylýan döwründe „Döwlet adam üçindir we Adam Döwlet üçindir” diýen ýörelgäni öňe süren Mähriban Prezidentimiz, „Garaşsyz hemişelik Bitarap Türkmenistan Döwletimizde ýaşayan ynsanlaryň ählisi her bir ädimde özi hakynda Döwletimiziň, hökimetimiziň Prezidentiň özüniň yzgiderli alada edýändigini duýup ýaşamalydyr. Diýip beläp geçýär. Mähriban Prezidentimiz özüniň her bir kabul edýän çözgütlerinde, kabul edýän kararlarynda, gol çekýän resminamalarynda halk bähbidinden ugur alyp, halkyň eşretli ýaşayşy kemala getirmäge gönükdirilýär. Ýurdymyza beýleki ugurlar bilen bir hatarda ulag ulgamynyň ösdürilmegi hem Mähriban Prezidentimiziň halk hakyndaky aladalarynyň aýdyň miwesidir. Mähriban Prezidentimiziň aladalary netijesinde ýurdymyza dürli maksatlara niýetlenen awtomobil ulaglary uly göwrümde getirilýär. Özem şol awtomobil ulaglary dünýäniň ösen döwletleriniň ösen önümleridir. Şeýle awtomobil ulaglaryna halka oňaýly hyzmaty ýola goýmak maksdyna eýerip getirilen awtobuslar ýurdymyzyň halk hojalyk ýüklerini daşamaga niýetlenen ýük ulaglary, pudaklara edara-kärhanalara niýetlenen dürli maksatly ýeňil awtomobil ulaglary degişlidir. Mähriban Prezidentimiz halky azyk önümleri doly üpjün etmäge hem uly ünüs berýär. Şol maksatdan ugur alyp hem awtomabillerde ornaşdyrlan sowadyjy kameralary özünde jemleýän awtomobil ulaglarynyň hem uly toplumy ýurdymyza getirilýär. Sowadyjy kameralary özünde jemleýän awtomobil ulaglarynyň kömegi bilen azyk önümleri ýerlerdäki söwdä nokatlaryna daşalýar. Şeýle sowadyjy awtomobil ulaglarynda bolşy ýaly hereketlendiriji höküminde içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler ulnylýar. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijiler diňe bir awtomabilleri herekete getirmän eýsem, Sowadyjy kompressarlary özünde jemleýän awtomabillerde oturdylan kompressarlary mehaniki energiýa

bilen üpjün edip, kompressarlaryň doly iş hadysasyny amala aşyrmagynyň netijesinde sowadyjy kompressarlaryň doly işlemegini üpjün edýär.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler ýylylyk maşynlaryna degişli bolup, onuň döreýiş taryhy özüniň gözbaşyny XVIII asyrdan alyp gaýdýar. Dürli maksatlar üçin ulanylýan energiýanyň çeşmeleriniň kuwwatynyň kem-kemden güýçli derejede artmagy ýylylyk hereketlendirijileriniň döremegine sebäp boldy. XVIII asyryň ortalarynda has takygy 1723-1766-njy ýyllarda ýaşan russiýaly alym J.J.Polzunow ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylyk energiýasyny mehaniki energiýa öwürüp bilýän hereketlendirijini döredýär. Onuň yz ýanyndan 1736-1819-njy ýyllar aralygynda ýaşap geçen inlis alymy J.Uatt edil şonuň ýaly bug maşyny döredýär. Önümçiligiň ähli pudaklarynda gazanylan üstünlikler ýagny, awiasiýanyň ösüşi, älemiň özleşdirilmegi başga-da ençeme uly energiýa ulanylýar, bug we gazyturbinalarynyň içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriniň, reaktiw hereketlendirijileriniň, atom reaktorlary ýaly energiýanyň uly çeşmeleriniň döremeginiň netijesidir. XVIII asyrda döredilen ilkinji bug hereketlendirijisi diňe bir energiýanyň ösmegine we energiýanyň uly-uly çeşmeleriniň döremegine itergi bermän, eýsem senagatyň hem ösmegine we şol senagatda çig maly gaýtadan işläp taýýar önüm görnüşine getirmekde ýylylyk energetik maksatly içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ornunyň uludygyny açyp görkezdi.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ýangyjyň ýakylmagynyň esasynda döreýän ýylylyk energiýasy şol hereketlendirijileriň porşeniniň ýerleşýän ýerinde ýokary basyşy döredip, porşeni aşak itekläp, hereketi döredýär we mehaniki işi ýerine ýetirýär. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ýangyç şol hereketlendirijileriň içinde ýerleşen kamerada ýanýar. Bu hereketlendirijilerde ýanmak hadysasynda emele gelen tüsse gazlar işçi jisim bolup hyzmat edýär. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler suw we gaz

görnüşli ýangyçda işleýär. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijiler üç topara bölünýärler:

1. Porşenli içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler.
2. Gazturbinalar.
3. Reaktiw hereketlendirijiler.

Porşenli içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler hem öz gezeginde amala aşyran gaýtalanmalary boýunça üç topara bölünýärler:

1. Hemişelik göwrümde ( $V=\text{const}$ ) ýylylyk berilýän gaýtalanma ýa-da Ottanyň gaýtalanmasy.

2. Hemişelik basyşda ( $P=\text{const}$ ) ýylylyk berilýän gaýtalanma Dizeliň gaýtalanmasy.

3. Ýylylygyň bir bölegi hemişelik göwrümde ( $V=\text{const}$ ) başga bir bölegi bolsa hemişelik basyşda ýylylyk berilýän gaýtalanma ýa-da Trinkleriň gaýtalanmasy.

Bu gaýtalanmalaryň hemmesi hem termodinamiki gaýtalanmalar bolup, olar içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň amala aşyran hadysasyny doly beýan edýär. Bu gaýtalanmalaryň içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde takyk ýerine ýetirmegi, şol hereketlendirijileriň takyk işlemegine we ykdysady taýdan tygşytlylygy doly üpjün etmegine getirýär. Bulardan başga-da içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ýokarda agzalan gaýtalanmalaryň takyk ýerine ýetirilmegi şol hereketlendirijilerden ýangyç ýakylanda bölünip çykýan tüsse gazlaryň kadalaşmagyna we daşky gurşawa getirilýän zyýanyň az bolmagyny üpjün edýär. Bu bolsa bütün dünýäde esasy meseledir, şonuň üçin hem içinden ýandyrylýan hereketlendirijileri maksada laýyk ulanmaklyk örän zerurdyr.

Beýleki ýylylyk-energetik maksatly energetik desgalar ýaly içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler hem önümçilik maksatly senagat desgalarynda uly orny eýeleýärler. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijiler esasan halk hojalyk ýüklerini daşamakda esasy orny eýeleýär. Bulardan başga-da içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň başga bir görnüşi bolan

gazturbinalar önümçilik maksatly içinden ýandyrylýan hereketlendirijilere degişlidir. Gazturbinalarda ýangyç şol gazturbinalaryň içinde ýanýar. Gazturbina ýangyç daşdan ýörite gaz geçiriji arkaly berilýär. Ýylylyk energetik desgalaryň ählisinde diýen ýaly  $1\text{ m}^3$  gazy ýakmak üçin  $9-12\text{ m}^3$  howa gerek. Edil şonuň ýaly-da turbinalar hem senagatda önümçilik maksatly ýylylyk energetik desgalara degişli bolup, gazturbinaryň içinde ýerleşen kamerada geçirijiden berilýän gazy ýakmak üçin gerek bolan howanyň mukdary daşky gursawdan kompressoryň kömegi bilen sorulyp alnyp, ýokarlandyrylan basyş bilen aýratyn ulgam boýunça, ýagny howa geçiriji arkaly kamera berilýär. Ýöne kompressoryň gysyp goýberýän howasynyň diňe bir bölegi ýangyjy ýakmak üçin kamera berilýär. Kamerada garyşyk gaz emele gelýär. Kamerada garyşyk gazy ýakmak üçin gerek bolan ýylylyk mukdary daşdan berilýär. Şeýlelikde, ýangyjyň ýanma hadysasy amala aşyrylýar. Ýangyç ýananda, bölünip çykyan tüsse gazlar kompressorda gysylan howanyň başga bir bölegi bilen garyşyp ýene-de garyşyk gazy emele getirýär we ýokary basyş bilen turbinaryň pilçesine urlup, turbinary aýlap başlaýar. Turbina aýlananda, turbinaryň aýlaw okunda uçgun döräp, elektrik energiýasy öndürilýär. Şonuň üçin hem gazturbinaryň özi içinden ýandyrylýan hereketlendirijilere degişli bolsa-da, amala aşyrylan hadysalaryna baglylykda gazturbina desgasy senagat ähmiýetli önümçilik maksatly ýylylyk-energetik desgalara degişlidir.

Ýylylyk hereketlendirijileri öz işleýiş usullary we niýetlenen ugurlary boýunça içinden ýandyrylýan karbýuratorly hereketlendirijilere, dizel ýangyjynda işleýän dizel hereketlendirijilerine, gazturbina desgasyňa bölünýärler. İçinden ýandyrylýan karbýuratorly hereketlendirijiler we dizel ýangyjynda işleýän hereketlendirijiler halk hojalyk ýüklerini daşamakda esasy orny eýeleýär. Olar suwuk ýangyçda işleýän hereketlendirijileriň toparyny düzýär. Bulardan başga-da dizel ýangyjynda işleýän hereketlendirijiler demir ýol ulgamynda

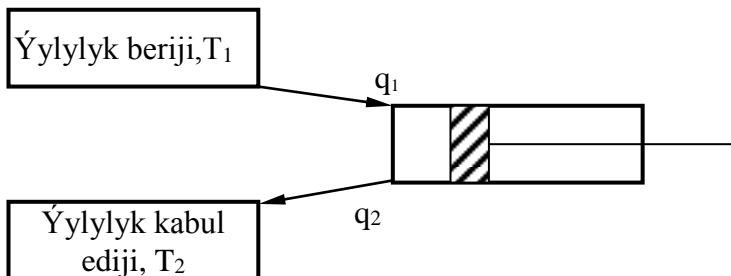
dizel ýangyjyny ýakmak bilen birinjiden otlyny herekete getirse, ikinjiden dizelde işleýän generatorlary herekete getirip, elektrik energiýasyny öndürýär. Şol öndürilen elektrik energiýasy bolsa wagonlardaky ýolagçylara dünýä ülüňlerine gabat gelýän derejede oňaly hyzmat etmek maksady bilen ulanylýar. Umuman alanyňda, ýylylyk hereketlendirijileriniň ýokarda agzalan görnüşü Türkmenistany ykdysady taýdan ösdürmekde belli bir mukdarda goşant goşýar we Türkmenistan üçin ähmiýetli bolup durýar.

Ýylylyk hereketlendirijileriniň senagatda ykdysady girdeýjileri gazanmak maksady bilen ulanylýan görnüşlerine gaz-turbina we bug-turbina desgalary hem-de gazan desgalary degişlidir. Gaz-turbina desgasy energetikada elektrik energiýasyny öndürmek üçin ulanylýar. Gaz-turbina desgasynda işçi jisim bolup tebigy gaz we gysylan howa hyzmat edýär. Gaz paýlaýjyda arassalanan gaz howa bilen garyşdyrylyp, gazyturbina desgasyň içinde ýerleşdirilen kamera berilýär. Gazyturbina desgasyň gysylyn howa bilen kompressoryň kömegi bilen üpjün edilýär. Kompressorda gysylan howanyň diňe bir bölegi tebigy gaz bilen garyşdyrylyp, gazyturbina desgasyň içinde ýerleşdirilen kamera berilýär.  $1\text{m}^3$  tebigy gazy ýakmak üçin  $9-12\text{m}^3$  howa gerek bolup, şol mukdardaky howa kompressoryň kömegi bilen öndürilýär. Gazyturbinaýň içinde ýerleşen kamera berlen garyşyk gaz ýakylýar we emele gelen tüsse gazlar kompressorda gysylan howanyň beýleki bir bölegi bilen garyşdyrylyp, ýokary basyş bilen turbinaýň pilçesine urlup, herekete gelmegi bilen turbinaýň oky bilen bur ugurda ýerleşen generatorda elektrik energiýasy öndürilýär. Şol sebäpli hem gazyturbina desgalary Türkmenistan üçin uly ähmiýete eýedir. Tebigy gaz bolsa Türkmenistanyň esasy baýlyklarynyň biridir.

## I.BAP İçinden ýandyrylýan hereketlendirijiriň gaýtalanmalary.

### 1.1. Karnonyň gaýtalanmasy

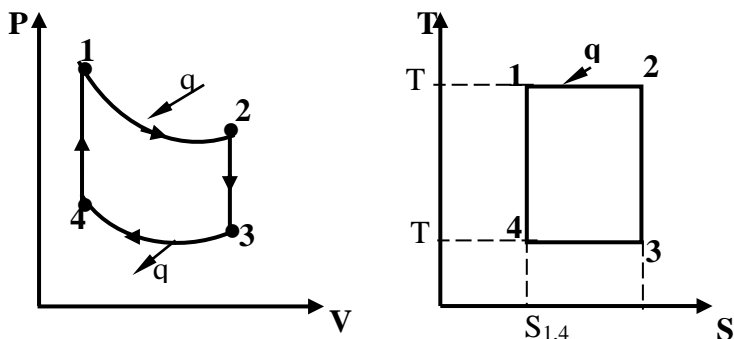
Ilkinji bolup fransuz inženeri hem-de alymy S.Karno gyzgyn çeşmeden (ýylylyk berijiden) alynýan ýylylygyň näçe bölegine peýdaly sorag berýär. Bu soraga jogap bermek üçin S.Karno hyýaly aýlawy derňeýär we onuň peýdaly täsir koeffisientini kesgitleýär. Karnonyň aýlawy amala aşyrmak üçin işçi jisim bolup hyýaly gaz hyzmat edýär. Ýöne Karno işçi jisim hökmünde hyýaly gazy ulanmagyň zerurlygynyň ýokdugyny hem subut edýär. Karnonyň hödürlän aýlawy aşakdaky ýaly amala aşyrylýar.



11-nji surat

Goý,  $T_1$  temperaturaly ýylylyk beriji we  $T_2$  temperaturaly ýylylyk kabul ediji, iki çeşme berlen bolsun (1.1-nji surat). Ýylylyk beriji çeşmeden alynýan  $q_1$  we ýylylyk kabul ediji çeşmä berilýän  $q_2$  ýylylyk mukdarynyň hasabyna çeşmeleriň temperaturalary üýtgemez ýaly olar ummasyz uly bolmaly. Şeýlelikde, aýlawyň amala aşyrylmagynyň bütin dowamynda çeşmeleriň temperaturalary üýtgemeli däl. Karnonyň aýlawy boýunça işleýän maşynyň çyzgysy 1.2-nji suratda görkezilendir. Maşynyň silindriň içindäki 1kg işçi jisime gezekme-gezeginde ýylylyk beriji we ýylylyk kabul ediji

çeşmeler birikdirilýär. Silindriň diwary ýylylyk çalşygyndan doly goralan işçi jisim bilen daşky gurşawyň arasynda hiç hili ýylylyk çalyşma bolmaly däl.



1.2-nji çyzgy. Hemişelik göwrümde ýylylyk berilýän

Karnonyň aýlawy dört hadysadan ybarat. PV we TS çyzgynamalarda Karnonyň aýlawyny düzýän dört hadysa (2-nji surat) şekillendirilýär. İşçi jisim ýylylyk beriji çeşme bilen utgaşdyrylýar. Netijede işçi jisim ýylylyk çeşmesinden alan  $q_1$  ýylylygynyň hasabyna giňelýär. İşçi jisimiň giňelmegi ýylylyk beriji çeşmäniň  $T_1$  temperaturasynda deň bolan hemişelik temperaturada (izotermik) amala aşyrylýar. Bu izotermik hadysa PV we TS çyzgynamalarda 2 çyzyk bilen şekillendirilýär.

1-2 hadysa tamamlanylandan soň işçi jisim bilen ýylylyk beriji çeşmäniň arasy üzülýär, ýagny, bir-birinden aýrylýar. Ýöne işçi jisim giňelmegini dowam edýär. Bu giňelme adiabatik hadysa boýunça amala aşyrylýar. Çünki silindriň diwary ymykly goralyp, daşky gurşaw bilen hiç hili ýylylyk çalyşma bolmaýar. İşçi jisimiň bu adiabatik giňelme hadysasy PV we TS çyzgynamalarda 2-3 çyzyk bilen şekillendirilýär. İşçi jisimiň bu izotermik we adiabatik hadysalary boýunça giňelmeleriniň ahyrynda silindriň porşeni ýokarky çäklendiriji nokatdan aşaky çäklendiriji nokada



süýşýär. Adiabatik giňelme hadysasy tamamlanan badyna işçi jisim bilen ýylylyk kabul ediji çeşme utgaşdyrylýar. Netijede, işçi jisim özüniň  $q_2$  ýylylygyny kabul ediji çeşmä berip gysylýar. Bu gysylma hadysasy kabul ediji çeşmäniň  $T_2$  temperaturasynda deň bolan hemişelik (izotermik) temperaturada amala aşyrylýar. PV we TS çyzgynamalarda işçi jisimiň hemişelik temperaturada gysylma hadysasy 3-4 çyzyk bilen şekillendirilýär.

Bu hadysa tamamlanan badyna işçi jisim bilen ýylylyk kabul edijiniň arasy üzülýär, ýagny bir-birinden aýrylýar. Ýöne işçi jisimiň gysylmasy dowam edýär. İşçi jisimiň bu gysylma hadysasy adiabatik gysylma hadysadyr. Çünki silindriň diwary ymykly goralan, daşky gurşaw bilen hiç hili ýylylyk çalyşma bolmaýar. Bu hadysa PV we TS çyzgynamalarda 1-1 surat bilen şekillendirilýär. Şeýlelikde, işçi jisim ilkişadaky ýagdaýyna gelýär. Silindriň porşeni aşaky çäklendiriji nokatdan ýokarky çäklendiriji nokada gelýär. Netijede, Karnonyň aýlawy tamamlanýar. Karnonyň aýlawyny düzýän hadysalar, ýokarda aýdylyşy ýaly, zygyder gaýtalanar. Şeýlelikde, Karnonyň aýlawy barada aýdylanlary jemläp, şeýle netije çykarmak bolar.

Karnonyň aýlawy iki sany izotermik (1-2 deň temperaturaly giňelme we 3-4 deňtemperaturaly gysylma) hem-de iki sany adiabatik (2-3 ýylylykçalyşmazdan giňelme we 4-1 ýylylykçalyşmazdan gysylma) hadysalardan emele getirilen öwrülişikli aýlawdyr. 4.2 çyzgyda görkezilişi ýaly 1-2 izotermik ( $T$ =hemişelik) giňelmek hadysasynda ýylylyk beriji çeşmesinden  $q_1$  ýylylyk işçi jisime berilýär. 3-4 izotermik ( $T_2$ =hemişelik) gysylmak hadysasynda  $q_2$  ýylylyk işçi jisimden ýylylyk kabul edijä berilýär.

Indiki Karnonyň peýdaly täsir koeffisientiniň kesgitlenilişine seredeliň. Karnonyň aýlawynyň bütin dowamynda ýylylyk beriji çeşmeden  $q_1$  ýylylyk alynýar. Onuň bir bölegi ýylylyk maşynynda mehaniki işe öwürülýär. Beýleki bölegi  $q_2$  işçi jisimden ýylylyk kabul ediji çeşmä berilýär.

Şeýlelikde, ýylylyk beriji çeşmeden alnan ýylylygyň  $q_1$ - $q_2$  mukdary peýdaly işe geçýär. Netijede, Karnonyň aýlawynyň peýdaly täsir koeffisienti, ýagny termiki PTK-sy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (1.1)$$

PV-çyzgynama (5.2-nji çyzga ser.) esaslanyp,  $q_1$  we  $q_2$ -ni kesgitläliň. Aýlawyň esasy nokatlaryna degişli parametrleri:

1 nokat üçin  $P_1, V_1, T_1$ ,

2 nokat üçin  $P_2, V_2, T_2$ ,

3 nokat üçin  $P_3, V_3, T_3$ ,

4 nokat üçin  $P_4, V_4, T_4$ ,

Izotermik hadysasy üçin işçi jisime berilýän ýa-da ondan alynýan ýylylygyň mukdary aşakdaky deňleme boýunça hasaplanylýar (1-nji mowzukda bu deňlemäniň subutnamasy berlendir).

$$q = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Şu deňlemäniň esasynda Karnonyň aýlawyndaky izotermik giňelmek hadysasynda işçi jisimiň ýylylyk beriji çeşmeden alýan  $q_1$  ýylylygy we izotermik gysylma hadysasynda işçi jisimiň kabul edijä berýän  $q_2$  ýylylygy kesgitlenilýär:

$$q_1 = RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (1.2)$$

$$q_2 = -RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3} = RT_1 \ln \frac{V_3}{V_4} \quad (1.3)$$

$q_1$  hasaplanylandaky (-) amatly ýylylygyň işçi jisimden kabul edijä berilýändigini aňladýar.

$q_1$ ,  $q_2$ -niň bahalaryny (1.2) we (1.3) deňlemelerden (1.1) formulada ornuna goýup alarys:

$$\eta_1 = \frac{RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}}$$

Aýlawyň adiabatik hadysalary üçin 2-nji mowzугy alarys:

$$\frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{V_3}{V_2} \right)^{k-1}, \quad \frac{T_1}{T_2} = \left( \frac{V_4}{V_1} \right)^{k-1} \quad (1.4)$$

Onda:  $\frac{V_3}{V_2} = \frac{V_4}{V_1}$

ýa-da  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$

Şeýlelikde,

$$R \ln \frac{V_2}{V_1} = R \ln \frac{V_3}{V_4}$$

onda:

$$\eta_1 = \frac{RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} - RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1}}{RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}}$$

Şeýlelikde,

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (1.5)$$

Indi Karnonyň aýlawynyň termiki peýdaly täsir koeffisientini TS çyzgynama boýunça kesgitleliň (1.2-nji surata ser.). Işçi jisimiň ýylylyk beriji çeşmeden alýan  $q_1$  ýylylygy we onuň ýylylyk kabul edijä berýän  $q_2$  ýylylygy  $T_s$  çyzgynama boýunça aňsat kesgitlenilýär:

$$q_1 = T_1 \Delta s, \quad q_2 = T_2 \Delta s,$$

Soňra  $q_1$  we  $q_2$ -niň bahalaryny (1.1) formulada ornuna goýup, Karnonyň aýlawynyň PTK-syny kesgitleýän formulasyny alarys:

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = \frac{T_1 \Delta s - T_2 \Delta s}{T_1 \Delta s} \quad (1.6)$$

Bu formuladan:

$$\eta_t = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (1.7)$$

Karnonyň aýlawynyň PTK-syny aňladýan formuladan aşadaky netijeleri çykarmak mümkin:

1.Karnonyň aýlawynyň PTK-sy diňe ýylylyk beriji çeşmäniň we ýylylyk kabul edijiň temperaturasy ( $T_1$ ,  $T_2$ ) baglydyr. Ýylylyk beriji çeşmäniň temperaturasy näçe köp bolsa we ýylylyk kabul edijiniň temperaturasy näçe az bolsa, Karnonyň aýlawynyň PTK-sy şonça-da köp bolar.

2.Karnonyň aýlawynyň PTK-sy hiç haçan 1-e deň bolmaz. Ol mydama 1-den kiçidir:  $\eta_t < 1$ .

Karnonyň aýlawynyň PTK-nyň 1-e deň bolmagy üçin ýa  $T_1 = \infty$ , ýa-da  $T_2=0$  bolmaly. Bu iki şertiň hiç birini amala aşyrmak mümkin däl.

3.  $T_1 = T_2$  bolan,  $\eta_t < 0$ . Bu ýagdaý ýylylyk energiýasyny mehaniki energiýa öwürmek üçin dürli temperaturaly ( $T_1 \neq T_2$ ) ýylylyk beriji we ýylylyk kabul ediji çeşmeleriň zerurdygyny tassyklaýar.

4. Karnonyň aýlawynyň PTK-sy işçi jisimiň tebigatyna bagly däl. Ol diňe ýylylyk beriji çeşmäniň we ýylylyk kabul edijiniň temperaturalaryna baglydyr. Muňa Karnonyň teoremasy hem diýilýär.

5. Berlen iki izotermik hadysanyň ( $T_1$ =hemişelik we  $T_2$ =hemişelik) arasyndaky Karnonyň aýlawynyň PTK-sy beýleki aýlawlaryň islendiginiň PTK-syndan uludyr. Karnonyň aýlawy hyýaly aýlawdyr. Hakyky ýylylyk maşynlarynyň aýlawlary Karnonyňkydan tapawutlydyr, çünki olarda izotermik giňelmäni we gysylmany amala aşyrmak mümkin däl. Şol sebäpli Karnonyň ýylylyk maşynyna hyýaly ýylylyk maşyny diýilýär.

Karnonyň aýlawynyň PTK-sy häzirki işleýän islendik ýylylyk maşynlarynyňkydan esli köp. Çünki Karnonyň aýlawyny düzýän izotermik we adiabatik hadysalary hakykatda amala aşyrmak mümkin däl. Umuman, Karnonyň aýlawy boýunça işleýän ýylylyk maşyn diňe ýylylyk kabul edijä berilýän ýylylykdan başga hiç hili ýylylygyň ýitgisi bolmadyk hyýaly maşyndyr. Häzirki wagtda giňden ulanylýan ýylylyk maşynlarynyň hakyky PTK-sy bilen Karnonyň hyýaly ýylylyk maşynyň PTK-syny deňeşdireliň.

Häzirki wagtda ýylylyk elektrik toplumlarynda ýylylyk maşyny bolup hyzmat edýän bug turbinalaryna berilýän buguň temperaturasy  $t_1=550^{\circ}\text{C}$ -a golaý. Çünki şeýle temperaturada turbina işlemeli möhletine çenli howpsuz işläp. Ýylylyk kabul ediji bolup hyzmat edýän kondensatorda kondensatyň temperaturasy  $t_2=25^{\circ}\text{C}$ -a golaý bolýar.

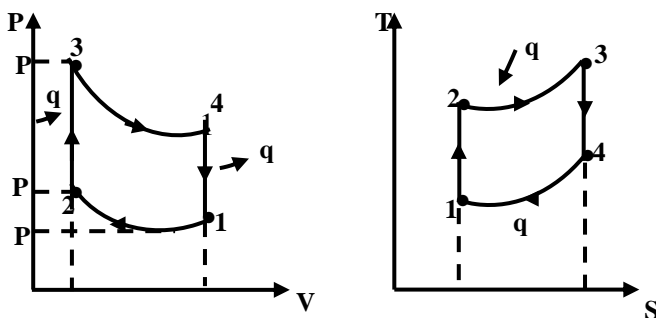
Şeýlelikde, Karnonyň aýlawynyň PTK-sy:

$$\eta_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{298}{823} = 0,638 = 63,8\%$$

Häzirki wagtda in köp ulanylýan ýylylyk maşyny bolup hyzmat edýän içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ýangyç ýakylýan kamerasynda (ýylylyk beriji çeşme) temperatura  $t_1=2000^{\circ}\text{C}$ ; daşky howa çykarylýan gazyň temperaturasy  $t_2=300^{\circ}\text{C}$ -a golaý bolýar. Şeýlelikde, şol kadada işleýän ýylylyk maşyny üçin Karnonyň aýlawynyň PTK-sy 74,6% bolýar. Talabalaýyk işleýän bug turbinalaryň hakyky PTK-sy 40%, içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriňki 42% bolýar. Şu seredilen aýlawa Karnonyň göni öwrülişikli aýlawy diýilýär. Bu aýlawdan başga-da Karnonyň ters öwrülişikli aýlawy bar. Karnonyň göni aýlawy ýylylyk energiýasyny mehaniki energiýa öwürýän ýylylyk maşynlaryna degişli.

## 1.2. Ottanyň gaýtalanmasy

Hemişelik göwrümde ýylylyk berilýän ýa-da başgaça aýdylanda hemişelik ýangyç ýakylýan içinden ýandyrylýan dwigateliň gaýtalanmasy PV we TS-diagrammalara seredeliň.



1.3-nji surat.

Seredýän gaýtalanmamyz aşakdaky hadysalardan ybarat:

1-2 adiabat gysylma. Bu hadysada ýanyjy garyndy (benzin bilen howa) gysylyp, onuň basyşy  $P_1$  – den  $P_2$  çenli köpelýär.

2-3 izohor hadysa. Bu hadysada işçi jisime  $q_1$  ýylylyk berilýär ýa-da başgaça aýdylanda ýanyjy garyndy ýanýar.

3-4 adiabat giňelme. Bu hadysada işçi jisim giňelip iş edýär (porşeni aşak hereketlendirýär).

4-1 izohor hadysa. Bu hadysada  $q_2$  ýylylyk mukdary howa berilýär. Netijede, doly gaýtalanma emele gelýär. Soň gaýtalanmasy sanalan hadysalar şol bir yzygiderlikde dynuwsyz gaýtalanýar.

PV we TS diagrammalaryň esasynda gaýtalanmanyň termiki PTK-nyň formulasynyň işläp çykarylyşyna seredeliň. Islendik gaýtalanmanyň PTK-sy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar.

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} \quad (1.8)$$

PTK-nyň kesgitlemesine görä, ol peýdaly  $q_1 - q_2$  ýylylygyň  $q_1$  umumy ýylylygyň mukdaryna bolan gatnaşygyna deňdir. Hemişelik göwrümde işçi jisime berilýän ýylylygyň mukdary.

$$q_1 = C_v (T_3 - T_2) \quad (1.9)$$

Işçi jisime izohor hadysada berilýän  $q_1$  ýylylygyň mukdary TS diagrammada (1.3-nji surat) gaýtalanmanyň 1234561 bilen çäklenen meýdanyna deň. Hemişelik göwrümde işçi jisimden alynýan ýylylygyň mukdary.

$$q_2 = C_v (T_4 - T_1) \quad (1.10)$$

Bu  $q_2$ , ýylylygyň mukdary (ýylylyk kabul edijä berilýän peýdasyz ýylylyk) TS diagrammada (1.3-nji surat) 14561 bilen çäklenen meýdana deň.

$q_1$  we  $q_2$  bahalaryny (2.3) formulada ornuna goýup alarys.

$$\eta_t = 1 - \frac{C_v(T_4 - T_1)}{C_v(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \quad (1.11)$$

PV we TS diagrammalarynda şekillendirilen gaýtalanmanyň 1, 2, 3 we 4 nokatlaryna gaýtalanmany häsiýetlendiriji nokatlarda işçi jisimiň termodinamik parametrlerini kesgitlemegiň usulyna seredeliň. Öňinçä gaýtalanmany häsiýetlendiriji ýene-de iki sany ululygy anyklalyň. PV diagrammasynda (1.3-nji surat)

$$\frac{V_1}{V_2} = \varepsilon \quad - \text{ gysylma derejesi}$$

$$\frac{P_3}{P_2} = \lambda \quad - \text{ basyşyň ýokarlanma derejesi}$$

Gaýtalanmanyň başlangyç nokadynda (1-nji nokatda) işçi jisimiň hemme termodinamik parametleri ( $P_1$ ;  $V_1$ ;  $T_1$ ) berilýär. Gaýtalanmanyň beýleki nokatlaryndaky işçi jisimiň parametrlerini onuň başlangyç nokadynyň parametrleriniň üsti bilen aňlatmaly. Indi öwrenýän gaýtalanmamyzyň 2, 3 we 4 nokatlaryndaky parametrleriniň tapylyş usulyna seredeliň.

$$V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon} \quad (1.12)$$

I-2 adiabat gysylma hadysasyndan:



$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^k = P \varepsilon^k \quad (1.13)$$

I-nji we 2-nji nokatlar üçin gaz halynyň deňlemesinden  $T_2$  tapylýar

$$P_1 V_1 = RT_1$$

$$P_2 V_2 = RT_2$$

ýa-da

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Bu ýerden

$$T_2 = T_1 \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = T_1 \frac{P_1 \varepsilon^k V_2}{P_1 V_1} = T_1 \frac{\varepsilon^k}{V_1 / V_2} = T_1 \frac{\varepsilon^k}{\varepsilon} = T_1 \varepsilon^{k-1} \quad (1.14)$$

Şeýlelikde,

$$T_2 = T_1 \varepsilon^{k-1}$$

3-nji nokat:

$$V_3 = V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon}, \frac{P_3}{P_2} = \lambda, P_3 = \lambda, P_2 = \lambda P_1 \varepsilon^{k-1}$$

2-3 izohor hadysa üçin gaz halynyň deňlemesinden  $T_3$  kesgitlenilýär.

$$P_2 V_2 = RT_2$$

$$P_3 V_3 = RT_3 \quad (1.15)$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3}, \quad T_3 = \frac{P_3 T_2}{P_2} = \lambda T_2 \quad \text{belläp,}$$

Formuladan  $T_2$ -niň bahasyna ornuna goýup,  $T_3$  tapylýar.

$$T_3 = \lambda T_1 \varepsilon^{k-1}$$

4-nji nokat:

$$V_4 = V_1$$

3 – 4 adiabat hadysasy üçin

$$P_3 V_3^k = P_4 V_4^k$$

$$P_4 = P_3 \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^k$$

$P_3$   $V_3$  bahalaryny ornuna goýup we  $V_4 = V_1$  gaz önünde tutup,  $P_4$  kesgitlenilýär.

$$P_4 = P_1 \lambda \quad (1.16)$$

4-nji we 1-nji nokatlar üçin gaz halynyň deňlemesinden  $T_4$  tapmak mümkin.

$$P_4 V_4 = RT_4$$

$$P_1 V_1 = RT_1$$

göz önünde tutup,  $P_4$  – iň bahasynda ornuna goýup,  $T_4$  taparys.

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{P_4}{P_1}$$

$$T_4 = T_1 \frac{P_4}{P_1} = T_1 \frac{\lambda P_1}{P_1} = \lambda T \quad (1.17)$$

Indi  $T_2$ ,  $T_3$  we  $T_4$  bahalaryny formulada ornuna goýup, termiki PTK formulasyny alarys.

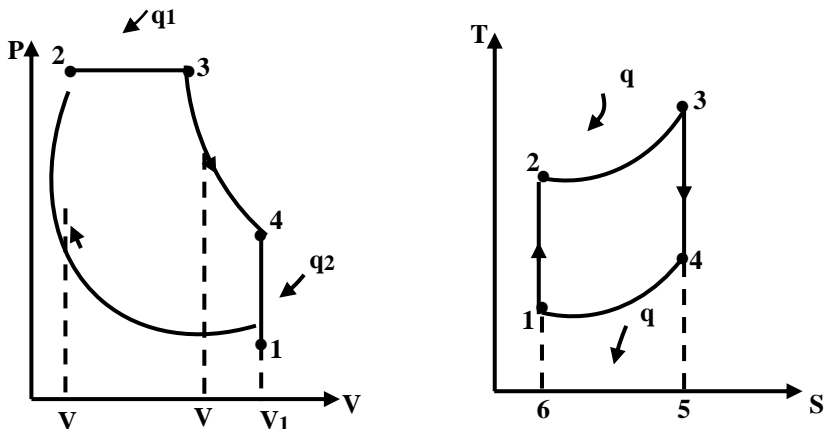
$$\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (1.18)$$

Formuladan görnüşi ýaly, hemişelik göwrümde ýylylyk berilýän gaýtalanmanyň PTK gysylma derejesine bagly. Gysylma derejesi näçe köp bolsa şonça-da gaýtalanmanyň PTK köp bolar. Şu ýerden gaýtalanma boýunça benzin ýakylýan korbýuratorly dwigateller işleýär. Has takygy sereden gaýtalanmamyz korbýuratorly dwigatelleriň nazary gaýtalanmasydyr. Korbýuratorly dwigatellerde gysylma derejesi:

$\varepsilon = 6 \dots 10$  bolup bilýär.

### 1.3. Dizeliň gaýtalanmasy.

Hemişelik basyşda ýylylyk berilýän (içinden ýandyrylýan dwigatelleriň gaýtalanmasyny) PV we TS diagrammalarynda seredeliň.



1.4-nji surat

Bu gaýtalanmany häsiýetlendirýän ululyklara gysylma derejesi we izobar giňelme derejesi diýilýän ululyklaryň degişlidigini bellemek gerek.

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \quad - \text{gysylma dereje}$$

$$\rho = V_3 / V_2 \quad - \text{izobarik giňelme}$$

PV we TS diagrammalardan görnüşi ýaly, seredilýän gaýtalanmamyz aşakdaky hadysalardan ybarat.

1-2 adiabat gysylma.

2-3 izobar hadysa. Bu hadysada işçi jisime  $q_1$  ýylylyk berilýär (ýangyç ýanýar).

3-4 adiabat giňelme. Bu hadysada işçi jisim giňelip, iş edýär.

4-1 izobar hadysa. Bu hadysada işçi jisimden  $q_2$  ýylylyk alnyp, daşky gurşawa berilýär.

Soňra gaýtalanmada sanalan hadysalar gaýtalanyp, şol bir yzygiderlikde üznüksiz dowam edýär. Indi gaýtalanmanyň PTK-syny aňladýan formulanyň alnyşyna seredeliň. İşçi jisime berilýän ýylylyk:

$$q_1 = C_P (T_3 - T_2) \quad (1.19)$$

Işçi jisimden alnyp, daşky gurşawa berilýän ýylylyk:

$$q_1 = C_V (T_4 - T_1) \quad (1.20)$$

$q_1$  we  $q_2$  bahalaryny dwigateliň termiki PTK-syny aňladýan formulada ornuna goýalyň.

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{C_V (T_4 - T_1)}{C_P (T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{K (T_3 - T_2)} \quad (1.21)$$

Gaýtalanmany häsiýetlendiriji nokatlarda termodinamik parametrleriň kesgitleniş usuly paragrafda jikme-jik beýan edildi. Edil şoňa meňzeşlikde  $T_2$ ,  $T_3$  we  $T_4$  tapyp we olaryň bahalaryny formulada ornuna goýup, seredilýän gaýtalanmada işleýän dwigateliň PTK formulasy alynýar.

$$\eta_t = 1 - \frac{\rho^k - 1}{K \varepsilon^{k-1} (\rho - 1)} \quad (1.22)$$

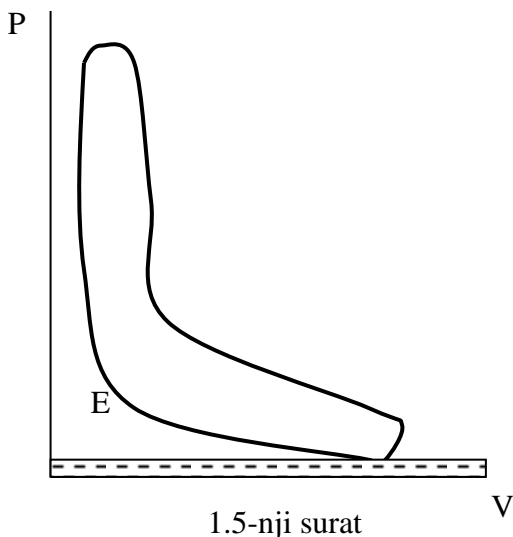
Görnüşi ýaly,  $\eta_t$  gysylma derejesiniň ( $\varepsilon$ ) köpelmegi bilen köpeliýär we tersine  $\rho$ -nyň köpelmegi bilen ol azalýar.

Sereden gaýtalanmamyz dizeliň dwigateliň nazary gaýtalanmasydyr. Hemişelik basyşda ýylylyk berilýän gaýtalanmany içinden ýandyrylýan dwigatelleriň PTK-sy hemişelik göwrümde ýylylyk berilýän gaýtalanmanyň PTK-dan uludyr, çünki onda gysylma dereje  $E = 14 \dots 16$  ýetýär.

**Dizeliň gaýtalanmasynyň indikator diagrammasynyň  
harakter  
nokatlarynda gaz halynyň parametrleri.**

**a) Silindri dolduryşyň ahyrynda işçi jisimiň parametrleri.**

Içinden ýandyrylýan dwigateliň bir gaýtalanmasynda onuň silindrinde ýerine ýetirýän işini häsiýetlendirýän hasaplamalar geçirip, PV koordinatynda nazary indikator diagramma gurup bolýar. Ol diagramma çyzgyda görkeziji ýaly şekillendirilýär. Çyzgyda punktir bilen dört taktly dizel dwigateliň nazary diagrammasy şekillendirilen. Çyzgydaky belgiler:



$V_c$  – ýangyjyň  
ýanyş  
kamerasyň  
göwrümi,  
 $V_n$  – silindriň işçi  
göwrümi,  
 $V_a$  – bir silindriň  
doly göwrümi,  
Ol  $V_a = V_c + V_n$   
formulada  
hasaplanylýar.  
Degişli  
hasaplamaryň  
netijesinde  
çyzgyda  
şekillendirişi ýaly

diagramma gurulýar. Diagrammany hökmany suratda millimetre bölünen kagyzyň ýüzünde şekillendirmelidir.

Silindrinde porşeniň baryp ýetýän iň soňky çetlerine ýokarky çäklendiriji çet (E,Ç,Ç) we – aşaky çäklendiriji çet diýilýär. (A.Ç.Ç.) EÇÇ we AÇÇ arasyna porşeniň geçiş ýoly diýilýär.

Dolduryş dört takty gaýtalanmanyň birinji taktydyr. Birinji taktyň başlamagynda porşen E.Ç.Ç-niň golaýynda bolýar. Ýangyjyň ýanyş kamerasynyň içi ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlardan dolan bolýar. Şol gazlaryň basyşy atmosfera basyşynda uly bolýar. Indikator diagrammada porşeniň silindrindäki bu ýagdaýy “Ç” nokadynda bolýar. Birinji nokatda porşen E.Ç.Ç-den A.Ç.Ç-e süýşýär we  $V_n$  göwrümi howadan doldurylýar. Howa gyzgyn silindriniň içine girip gyzýar, emma howanyň basyşy birinji taktyň ahyrynda atmosfera basyşyndan kiçi bolýar. Indikator diagrammada birinji “ÇA” çyzyk bilen häsiýetlendirilýär. Dolduryş taktyň ahyrynda howanyň basyşy  $P_a$ , temperaturasy  $T_a$  deňdir.

Degişli matematik deňlemeleriň düzülmegi esasynda  $P_a$  aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar.

$$P_a = P_0 \left[ 1 - \frac{n^2}{147,68 \cdot 10^6} \left( \frac{\varepsilon - 0,5}{\varepsilon - 1} \right)^2 \right]^3, \text{ ññà} \quad (1.23)$$

Bu formulada  $P_0$  – atmosfera basyşy bolup, onuň san bahasy  $P_0 = 0,1 \text{ MPa}$  deňdir, walyň aýlaw sany aýlaw/min,  $\varepsilon$  – gysyş derejesi bolup ol aşakdaky formulada hasaplanylýar.

$$\varepsilon = V_a/V_C$$

Bularyň bahalary kurs işini ýerine ýetirmek üçin berlen ýumuşdan bellidir. Dolduryş taktynyň ahyrynda howanyň temperaturasyny hasaplamazdan öňürti galyndy gazlar koeffisientini kesgitlemeli. Galyndy gazlar koeffisienti diýip içinde galan gazlaryň mukdarynyň silindre giren howanyň

mukdaryna bolan gatnaşygyna aýdylýar we q harpy bilen belgilenýär.

$$\gamma = \frac{P_r (T_o + \Delta t)}{(\varepsilon P_a - P_r) \beta T_r} \quad (1.24)$$

Bu formulada:  $T_r$  – silindrdäki galyndy gazyň temperaturasy;  
 $\Delta t$  – silindriň gyzgynlygy esasynda howanyň temperaturasynyň artmagy;

$P_r$  – basyş

Bu ululyklar jedwelden alynýar

$\beta$  we  $T_o$  barada aýdylýar

$\Delta t$ ,  $T_r$  we  $P_r$  ýerli walyň aýlaw sanyna görä jedwelden alynýar:

n aýlaw /min	1000	1500	2000
$\Delta t^{\circ}\text{C}$	35	30	25
$T_o\text{K}$	900	950	1000
$P_o\text{M}$ Па	0,103	0,106	0,110

Dolduryş taktyň ahyrynda gazlaryň temperaturasy şu formula boýunça hasaplanylýar.

$$T_a = \frac{T_o + \Delta t + \gamma \psi T_r (P_a / P_r)^{0.275}}{1 + \gamma \psi} \quad (1.25)$$

Bu formuladaky  $\psi$  - ýangyç ýanandan soň emele gelýän gazlaryň ýylylyk sygymynyň howanyň sygymyna bolan gatnaşygy. Şu kurs işi ýerine ýetirilende  $\psi = 1,1$  deň diýip kabul edilýär.



#### 1.4. Gysylma taktynyň ahyrynda silindrdäki işçi jisimiň ululyklary.

Gysylma dizeliň dört taktly gaýtalanmasynyň ikinji taktydyr. Gysylma silindrdäki porşeniň AÇÇ-deň EÇÇ-e çenli şüýsmeginiň netijesinde emele gelýär. Gysylma hadysasynda howanyň basyşy we temperaturasy ýokarlanýar. Gysylma indikator diagrammada AÇ çyzyk bilen şekilendirilendir. Gysylma taktynyň ahyrynda howanyň  $P_C$  bahasy we  $T_C$  temperaturasy politrop hadysasynyň deňlemeleri boýunça hasaplanylýar. Ýagny,  $pV^n = \text{const}$ ;  $TV^{n-1} = \text{const}$ ; onda:

$$P_C = P_a B^{n_1}, M\text{па}$$

$$T_C = T_a B^{n_1-1}, K$$

Bu deňlemelerde  $P_a$  we  $T_a$  dolduryş hadysasynda kesgitlenildi. Gysylma derejesi ( $\epsilon$ ) san hasaby berlen  $n$  gysylma hadysasynda politrop hadysanyň dereje görkezijisi. Ol gysylýan howanyň temperaturasyna we ergi walyň aýlaw kanunyna bagly bolýar. Silindriň içindäki howa bilen onuň diwarynyň arasyndaky ýylylyk çalyşmanyň ujypsyz bolany üçin politropyň derejesi  $n_1$  adiabat hadysasynyň  $K$  dereje görkezijisine ýakyn, ýagny:  $n_1 = K$ ,  $P_C$  we  $T_C$  formuladan hasaplanylanda  $n_1$ -iň bahasy ergi walyň aýlaw sanyna baglylykdan jedwelden alynýar.

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
$n_1$	132	1,34	1,35

## **Ýanmak hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň parametrlerini kesgitlemek.**

Ýanmak we giňelmek hadysalary bilelikde üçünji takt bolýar. Ol çyzgy bilen şekilendirilendir. Ýanmak hadysanyň bolup geçmegi bilen emele gelen gazlaryň basyş we temperaturasy örän ýokary derejä ýetýär. Indikator diagrammasynda ýanmak hadysasy çz çyzyk bilen şekilendirilýär. Dizel dwigatelinde ýangyjyň hemmesi bermesi diýen ýaly mukdary EÇÇ nokadynyň golaýynda ýanýar. Netijede, ýanmak hemmişelik göwrümde  $V=\text{const}$  bolýan nokadynda emele gelen gazlaryň temperaturasy 2500 K gola bolýar. Bu temperaturanyň san bahasy egri walyň aýlawyna baglylykda jedwelde berlendir.

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
T <sub>z</sub> , K	1930	2050	2120

Ýanmak hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň maksimal bahasy  $P_z$  aşakdaky formula boýunça hasaplanýar.

$$P_z = \lambda P_0 \text{ МПа} \quad (1.26)$$

Bu formulada  $\lambda$ -ýanmak hadysasynda basyşyň ýokarlanma hadysasy. Dizel dwigatelleri üçin  $\lambda = 1,81 - 2,6$ ; aralykda bolýar. Şu kurs işinde ýanmak hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň basyşy formula boýunça hasaplanýlar. Ýagny:

$$P_z = 1,5P_0 \text{ МПа}$$

## Giňelmek hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň parametrleri.

Giňelmek hadysasynda işçi jisimiň basyşynyň esasynda porşen EÇÇ-den AÇÇ-çenli süýşýär. Giňelme hadysasynda işçi jisim iş edýär, ýagny ergi waly aýlaýar. Şonuň üçin üçünji takta porşeni süýşýän ýolma iş ýoly diýilýär. Indikator diagrammada üçünji takt czb bilen şekillendirilendir. Giňelme taktyň ahyrynda jisimiň basyşy şeýle formula bilen hasaplanýar.

$$P_b = \left( \frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2} MIIa \quad (1.27)$$

Bu formulada:  $\rho$  –giňelmek dereje diýilýär. Ol jangyjyň ýanmak hadysasynyň soňky göwrüminiň  $V_z$  - basyşdaky göwrümine  $V_C$  – bolan gatnaşygyna deňdir.

$$\rho = \frac{V_z}{V_C} \quad (1.28)$$

$$\rho = \frac{\beta T_z}{\lambda T_0}$$

Formuladaky berme ululuklaryň hasaplanylýany hakda aýdylýar. Giňelmek hadysasynda politropyň dereje görkeziji  $n_2$  egri walyň aýlaw sanyna laýyklykda degişli tablisada alynýar:

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
$n_2$	1,26	1,24	1,23

Giňelmek hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň temperaturasy aşakdaky formula boýunça hasaplanýar.

$$T_b = T_z \left( \frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_{2-1}} \quad (1.29)$$

Bu formuladaky ululyklary hasaplama usuly hakda doly maglumat berildi. Geçirilen hasaplamalaryň anyklylygyny barlamak üçin şeýle deňeşdirme etmeli. Ýagny:

$$\frac{P_b}{P_a} = 1.04 \frac{T_b}{T_a} \quad (1.30)$$

Eger şu gatnaşykda 5% tapawutlansa, onda barlamaly. Şu formula boýunça barlagy şeýle geçiriler:

$$\frac{P_b \cdot T_a}{P_a \cdot T_b} = 1.04 \quad (1.31)$$

Umuman alynýan netije 1,04-den tapawutlanmaly däl. Hasaplamalaryň netijesinde indiki gurmaly:

$$V_C = \frac{V_n}{\varepsilon - 1} \quad (1.32)$$

formula boýunça hasaplamaly.

### **Dizeliň silindrleriň esasy ölçeglerini kesgitlemek.**

Dwigateliň effektiw kuwwaty hasaplanylýan formuladan, ýagny:

$$N_e = \frac{i \cdot V_h \cdot P_i \cdot n}{30 \cdot \tau} \quad (1.33)$$

Onuň silindriniň işçi göwrümini kesgitlemek mümkin:

$$V_h = \frac{30 \cdot \tau}{i \cdot P_i \cdot n}; \quad 1 \quad (1.34)$$

Bu formulada:  $i$  – dwigateliň silindriniň sany;

$\tau$  – dwigateliň taktlylygy, ( $\tau=4$ );

$n$  – ergi walyň aýlaw sany, (aýlaw/min);

$P_e$  – effektiw basyş, МПа;

$N_e$  – effektiw kuwwat, кВт.

Eger ýokarda sanalan parametrleriň ölçeg birlikleri görkeziji ýaly alynsa, silindriň göwrümi litrlerde ( $\ell$ ) bolar. Silindriň diametrini ( $D$ ) we porşeniň EÇÇ we AÇÇ-däki ýöreýiş aralygyny ( $S$ ) ilki mälim hasaplanylýar. Ýagny:  $\psi = S/D$  san bahasy mälim diýip kabul etmeli. Ondan başga-da silindrleriň san bahasy ( $i=2, 4, 6, 8$ ) mälim (kurs işinde berlendir). Dizel dwigatellerinde  $\psi = 0,8-1,25$  çäginde bolýar. Kurs işi ýerine ýetirilende  $\psi = 1,1$  diýip kabul etmek mümkin. Onda geometriýadan mälim bolşy ýaly, silindriň göwrümi:

$$V_h = \pi \frac{D^2}{4} \cdot S \text{ indi } \psi = \frac{S}{D} \quad (1.35)$$

formuladan “ $S$ ” bahasyny, ýagny  $S = \psi \cdot D$  formulada ornuna goýulsa

$$V_h = \pi \cdot \frac{D^3 \cdot \psi}{4} (mm^3) = \pi \cdot \frac{D^3}{4} \cdot 10^{-6} (dm^3) \quad (1.36)$$

Görkezilen ölçeg birlikler, ýagny:  $S$ -mm bolsa,  $V_h$  – litrlerde ( $\ell$ ) ýa-da ( $1\ell$ - $1dm$ ) bolsa,  $D$ -mm-de aňladylýar. Şeýlelikde, ýokarky formuladan silindriň diametri kesgitlenilýär.

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_h \cdot 10^6}{\pi \cdot \psi}} \quad (1.37)$$

Porşeniň EÇÇ-den AÇÇ-çenli ýöreýiş aralygy:

$$S = \psi \cdot D, \text{ mm}$$

Porşeniň ortaça tizligi:

$$C_p = \frac{S_p}{30}, \text{ m / s} \quad (1.38)$$

Şeýlelikde, dwigateliň umumy işçi göwrümi:

$$V = i \cdot V_h, \ell$$

Kurs işiň bölümünde dizeliň ýylylyk balansyny derňemeli. Dwigateliň silindrinde ýanýan ýangyjyň berýän ýylylygynyň diňe bir bölegi peýdaly ( $Q_e$ ) bolup, galan bölegi işlän gazlar bilen ( $Q_g$ ) we ýene-de bir bölegi sowadyjy suwuklar bilen ( $Q_w$ ) ýitýär. Bu ýitgilerden başga-da hasaba almasy kyn bolan ýitgiler bar. Meselem, gyzgyn dwigateliň üstünden şohlelenme we konweksiýa boýunça daşky gurşawa berilýän ýylylygyň ýitgisi. Şeýle ýylylygyň ýitgilerini dwigateliň ýylylyk balansynyň deňlemesini düzende, ýitginiň galyndy bölegi ( $Q_{ost}$ ) diýip hasaba alynýar.

Şeýlelikde, dizeliň ýylylyk deňlemesiniň balansyny aşakdaky ýaly ýazyp bolar:

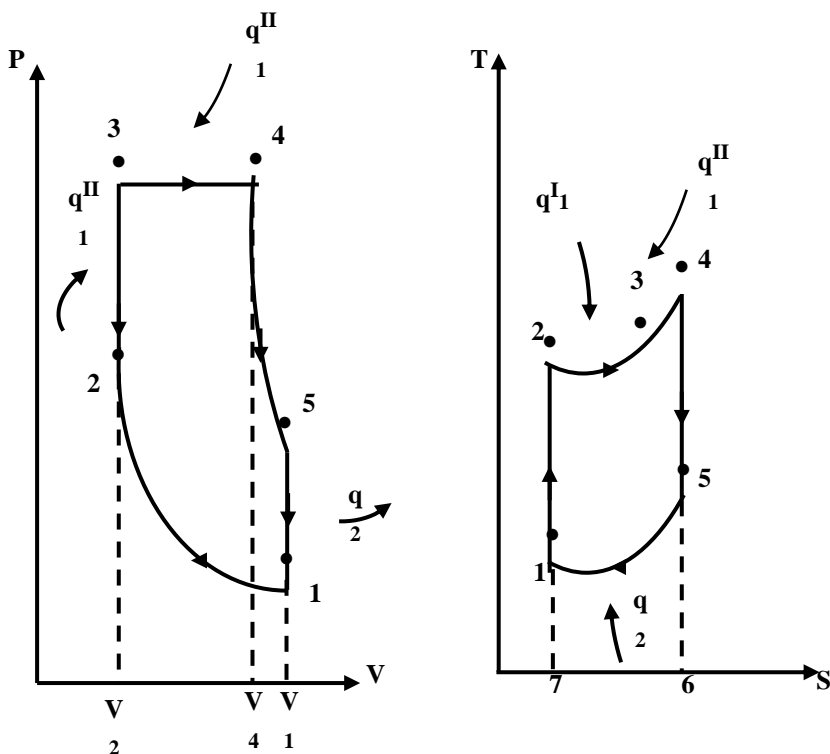
$$Q = Q_e + Q_g + Q_w + Q_{ost}$$

Formuladan görnüşi ýaly, ýangyç ýananda, bölünip çykýan ýylylyk  $Q$  peýdaly ýylylykdan we ýylylygyň ýitgilerinden ybarat. Dwigatelleriň ýylylyk balansy tejribe

esasynda hasaplanylýar. Emma, şu kurs işi ýerine ýetirilende degişli kitaplardan peýdalanylýp, ýylylyk balansyň her bir ýitgisini derňemeli. Derňewiň netijesini ýazmaly.

### 1.5. Trinkleriň gaýtalanmasy.

Ýylylygyň bir bölegi hemişelik göwrümde beýleki bölegi hemişelik basyşda berilýän içinden ýandyrylýan dwigateliň gaýtalanmasyny PV we TS diagrammalarynda seredeliň.



1.6-njy surat.

Seredilýän gaýtalanma aşakdaky hadysalardan ybarat:

1-2 adiabat gysylma.

2-3 izohor hadysa. Bu hadysada ýylylygyň bir  $q_1^I$  bölegi işçi jisime berilýär.

3-4 izobar hadysa. Bu hadysada ýylylygyň ýene-de bir  $q_1^{II}$  bölegi işçi jisime berilýär.

4-5 adiabat giňelme.

5-6 izohor hadysa. Bu hadysada işçi jisim  $q_2$  ýylylygy daşky gurşawa berýär. Soňra gaýtalanmany düzýän hadysalar şu yzygiderlikde gaýtalanyp, üznükiz dowam edýär. Indi gaýtalanmanyň PTK-syny aňladýan formulanyň alnyşyna seredeliň.

Işçi jisime berilýän ýylylygyň bir bölegi:

$$q_1^I = C_V (T_3 - T_2)$$

Işçi jisime berilýän ýylylygyň beýleki bölegi:

$$q_1^{II} = C_V (T_4 - T_3)$$

Işçi jisimiň daşky gurşawa berýän ýylylygy:

$$q_2 = C_V (T_5 - T_1)$$

$q_1 = q_1^I + q_1^{II}$  we  $q_2$  bahalaryny dwigateliň termiki PTK-syny aňladýan formulada ornuna goýup alarys:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{C_V (T_5 - T_1)}{C_V (T_3 - T_2) C_P (T_4 - T_3)} \quad (1.39)$$

1.39) paragrafda görkezilen usul boýunça gaýtalanmany häsiýetlendirýän nokatlaryň termodinamik parametrlerini tapyp,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  bahalaryny (1.40)



$$\eta_i = 1 - \frac{\lambda \rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1} [\lambda - 1 + k\lambda(\rho - 1)]} \quad (1.40)$$

formulada ornuna goýup, seredilýän gaýtalanmada işleýän dwigateliň PTK formulasy alynýar.

Şeýlelikde, seredilýän gaýtalanmanyň PTK-syny aňladýan formulanyň umumy görnüşe eýedigine göz ýetirmek kyn däl.

Hakykatdan-da, paragraflarda seredilýän gaýtalanmalar şu gaýtalanmanyň hususy ýagdaýydyr.

Eger  $\lambda = 1$  bolsa, formula formula öwrülýär.

Eger  $\rho = 1$  bolsa, formula formula öwrülýär.

Umuman aýdylanda, karbýuratorly we dizel dwigatelleriň ikisi-de şu seredilen gaýtalanma boýunça işleýärler. Olaryň tapawudy karbýuratorly dwigatelleriň ýylylygyň köp  $q^I_1$  bölegi hemişelik göwrümde işçi jisime berilýär, dizel dwigatellerinde bolsa ýylylygyň köp  $q^{II}_1$  bölegi hemişelik basyşda işçi jisime berilýär. Başgaça aýdylanda, ýangyjyň ýanma hadysasy karburatorly dwigatellerinde esasan hemişelik göwrümde, emma dizel dwigateline esasan hemişelik basyşda bolup geçýär.

Aýlawyň PTK-syny şu häsiýetlendiriji ululyklar bilen aňlatmak üçin onuň häsiýetli nokadynda işçi jisimiň parametrlerini kesgitlemeli.

Aýlawyň birinji nokadynda işçi jisimiň mälum bolan  $p_1$ ,  $V_1$  we  $T_1$  parametrleri boýunça onuň beýleki 2, 3, 4 we 5 nokatlarynda işçi jisimiň parametrleri kesgitlenilýär:

2-nji nokat:

$$V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon}$$

1-2 adiabatik hadysa boýunça

$$p_1 V_1^k = p_2 V_2^k$$

$$p_2 = p_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^2 = p^1 \varepsilon^K$$

1 we 2 nokatlar Klapeýronyň deňlemesinden

$$p_1 V_1 = RT_1$$

$$p_2 V_2 = RT_2$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{p_1 V_2}$$

$$T t_2 = T \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = T_1 \varepsilon^{k-1} \quad (1.41)$$

3-nji nokat:

$$V_3 = V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon}$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \lambda \quad p_3 = \lambda p_2 = \lambda p_1 \varepsilon^k$$

Klapeýronyň deňlemesinden

$$\begin{aligned}
p_2 V_2 &= RT_2 \\
p_3 V_3 &= RT_3 \\
\frac{T_3}{T_2} &= \frac{V_3 p_3}{p_2 V_2} = \frac{p_3}{p_2} \\
T_3 &= T_2 \frac{p_3}{p_2} = T_1 \varepsilon^{k-1} \frac{\lambda p_1 \varepsilon^k}{p_1 \varepsilon^k} \\
T_3 &= \lambda T_1 \varepsilon^{k-1} \quad (6.4)
\end{aligned}$$

4-nji nokat:

$$\begin{aligned}
\frac{V_4}{V_3} &= \rho; \quad V_4 = \rho V_3 = \rho V_2 = \rho \frac{V_1}{\varepsilon} \\
p_4 &= p_3 = \lambda p_1 \varepsilon^k
\end{aligned}$$

Klapeýronyň deňlemesinden

$$\begin{aligned}
p_3 V_3 &= RT_{31} \\
p_4 V_4 &= RT_4 \\
\frac{T_4}{T_3} &= \frac{p_4 V_4}{p_3 V_3} = \frac{V_4}{V_3} \\
T_4 &= T_3 \frac{V_4}{V_3} = \lambda T_1 \varepsilon^{k-1} \frac{\rho \frac{V_1}{\varepsilon}}{\frac{V_1}{\varepsilon}} \\
T_4 &= \lambda T_1 \varepsilon^{k-1} \quad (1.42)
\end{aligned}$$

5-nji nokat:

$$V_5 = V_4$$

4-5 adiabatik hadysa boýunça

$$p_4 V_4^k = p_5 V_5^k,$$

$$p_5 = 4(V_4/V_5)^k,$$

$$p_5 = p_1 \lambda \rho^k.$$

Klapeýronyň deňlemesinden

$$p_1 V_1 = RT_1,$$

$$p_5 V_5 = RT_5$$

$$\frac{T_5}{T_1} = \frac{p_5 V_5}{p_1 V_1} = \frac{p_5}{p_1} = \frac{p_1 \lambda \rho^k}{p_1}$$

$$T_5 = T_1 \lambda \rho^k \quad (1.43)$$

Şeýlelikde, seredilýän aýlawyň PTK-syny aňladýan bu formulanyň umumy görnüşe eýedigine göz ýeritmek kyn däl. Çünki 3 we 4-nji mowzuklarda seredilen aýlawlar  $\lambda$  we  $\rho$ -nyň bahalaryna görä, şu aýlawyň hususy ýagdaýlarydyr.

Eger  $\lambda = 1$  bolsa, (6.7) formuladan

$$\eta_1 = 1 - \frac{\rho^k - 1}{\varepsilon^{k-1} k (\rho - 1)} \quad (1.44)$$

Eger  $\rho = 1$  bolsa, (4.14) formuladan

$$\eta_1 = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1} k}$$

Umuman aýdylanda, karbýuratorlary we dizel hereketlendirijileriň ikisi-de şu seredilen aýlaw boýunça işleýärler. Olaryň tapawudy karbýuratorly hereketlendirijilerde ýylygyň köp bölegi hemişelik göwrümde işçi jisime berilýär, dizel hereketlendirijilerinde bolsa ýylylygyň köp bölegi hemişelik basyşda işçi jisime berilýär. Başgaça aýdylanda, ýangyjyň ýanma hadysasy karbýuratorly hereketlendirijilerde, esasan hemişelik göwrümde, emma dizel hereketlendirijilerde, esasan, hemişelik basyşda bolup geçýär.

## II BAP. Ýangyjyň ýanma hadysalary

### 2.1. Ýangyç barada düşünje.

Ýangyç - ýanyjy jisim bolup, ol ýylylyk energiýasyny almak üçin ulanylýar. Suwuk ýangyç esasan içinden ýandyrylan hereketlendirijilerde ýakylýar. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň bir görnüşi bolan dizel ýangyjynda işleýän içinden ýandyrylýan hereketlendirijilere suwuk ýangyç sorujy arkaly 3-4 MPa basyşa çenli gysylyp, ýangyç ýanyja berilýär. Ýangyç ýakyjy şeýle basyş bilen gysylan ýangyjy örän owunjak damjajyklara öwürüp, içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindriniň içine pürkýär.

Ýangyç damjalaryny ýangyç ýanyjynyň içinde pürkülmezinden öňürti howa gysylýar. Howa gysylýar we netijede, onuň temperaturasy silindrde pürkülen ýangyjyň ýanmak temperaturasyna ( $600^{\circ}\text{C}$ ) bagly bolýar. Suwuk ýangyç esasan 85-87% -C-ugleroddan, 12,5-14,7% - H-wodoroddan we takmynan 0,5% -O-kisloroddan durýar. Ýangyç ýakylanda ýylylyk berýän ýanyjy maddadyr. Ýangyç esasan ýakylandaky ýylylyk dörediji ukyby we düzümi bilen häsiýetlendirilýär. Ýangyjyň ýönekeý düzümi onuň haýsy elementlerden ybaratdygyny aňladýar. Ýangyjyň düzüminde az mukdarda bolsa-da kükürdiň düzüminiň bolmagy gowy hasap edilmeýär, çünki kükürt ýanyp, belli bir mukdarda ýylylyk berse-de emele gelen  $\text{SO}_3$  – kükürt gazy çyglylyk (suw) bilen birigip, kislotany emele getirýär. Ýagny:

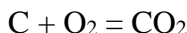


Bu kükürt kislotasy demirdir metal enjamlary zaýalaýar. Ondan başga-da kükürt ýananda emele gelen gazlar, ýagny,  $\text{SO}_2$  we  $\text{SO}_3$  ösümlüklere zyýan ýetirýär. Eger-de suwuk ýangyjyň düzümi belli bolsa, onda ýananda bölüp çykarýan ýylylygyny  $H_u$  – bilen belgiläp, ony hasaplamak bolar.

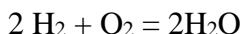
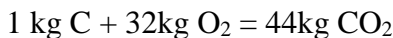
Ýangyjyň bölüp çykarýan Hu-ýylylygy belli rus alymy D.J.Mendeleýewiň formulasy boýunça hasaplanýar. Ýagny:

$$Hu = 33,913 \times C + 102,995 \times H - 10,885 \times O \quad (2.1)$$

Formula boýunça hasaplamalar geçirilende ýangyjyň düzümini % -de aňlatman ülüşlerde aňladylýar. Hu - ölçeg birligi MJ/kg. Ýangyjy ýakmak üçin howanyň mukdaryny hasaplamaklyk ýangyjyň ýanma hadysasyny hasaplamakda esasy orny eýeleýär. 1kg ýangyjy ýakmak üçin gerek bolan howanyň mukdaryny ýangyjyň himiki ýanmak hadysasynyň esasynda kesgitlenýär. Suwuk ýangyç ýananda onuň düzümindäki C-uglerod we H-wodorod O-kislorod bilen birigip, CO<sub>2</sub>-kömürturşy gazyny we H<sub>2</sub>O-suw buguny emele getirýär.



Ýagny,



onda  $4 \text{ kg } H_2 + 32 \text{ kg } O_2 = 36 \text{ kg } H_2O \quad (2.2)$

Bu ýanmak hadysasynyň netijesinde 12kg uglerody ýakmak üçin 32kg kislorod gerek bolýan bolsa, 1kg uglerody ýakmak üçin:

$$\frac{32}{12} = \frac{8}{3} \text{ kg}$$

kislorod gerek bolar.

Şonuň ýaly-da 4kg wodorody ýakmak üçin 32kg kislorod möhüm. Onda 1kg wodorody ýakmak üçin 32/4=8 kg kislorod gerek.

### Suwuk ýangyjyň ýanma ýylylygyny kesgitlemek.

1kg suwuk ýangyç öz düzüminde  $g_c$  kg uglerody  $g_H$  kg wodorody we  $g_o$  kg kislorody saklaýar. Şeýlelikde, 1kg suwuk ýangyjy ýakmak üçin gerek bolan  $O_2$ -kislorodyň nazary mukdary aşakdaky aňlatmada hasaplanýar:

$$l_{O_2} = \frac{8}{3} g_c + 8g_H - g_o; kg \quad (2.3)$$

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde suwuk ýangyjy ýakmak üçin howanyň içindäki  $O_2$ -kislorod ulanylýar. Howanyň düzüminde 23%  $O_2$ -kislorod bar. Şeýlelikde, 1kg ýangyjy ýakmak üçin gerek bolan howanyň mukdary:

$$l_o = \frac{8/3 g_c + 8g_H - g_o}{0,23}; kg \quad (2.4)$$

Islendik görnüşdäki ýangyjy ýakmak üçin howanyň artykmaçlyk koeffisientini kesgitlemek zerurdyr. Ýangyjy ýakmak üçin möhüm bolan howanyň hakyky  $\ell$ -mukdarynyň nazary  $\ell_o$ -mukdara bolan gatnaşygyna howanyň artykmaçlyk koeffisienti diýilýär we ol  $\alpha$  harpy bilen belgilenýär. Şeýlelikde:

$$\alpha = \ell / \ell_o$$

Howanyň artykmaçlyk koeffisienti ýangyç bilen howanyň garyndysynyň hilini häsiýetlendirýär. Eger  $\alpha < 1$  bolanda, kislorod azlyk edýär we bu garynda “baý” garyndy diýilýär. Çünki bolmasyndan ýangyç köp, howa bolsa az.  $\alpha > 1$  bolanda kislorod artykmaçlyk edýär we şu garynda “garyp” garyndy diýilýär. Şeýlelikde, 1kg ýangyjy ýakmak üçin gerek bolan howanyň hakyky mukdary formulada hasaplanýar:



$$\ell = \alpha \cdot \ell_o$$

$\alpha$  – ýylylyk hasaplamalar ýerine ýetirilende  $\alpha = 1,3$  ýa-da  $\alpha = 1,4$  diýip kabul edilýär. Ýangyjyň ýanma hadysasyny hasaplamakda ýangyç ýanadan soň emele gelen gazlaryň düzümini kesgitlemek möhüm meseledir. Ýangyç ýanandan soň emele gelýän gazlaryň düzümini ýangyjyň himiki ýanmak reaksiýasyna degişli deňleme boýunça kesgitlenýär.

$$G_{co_2} = \frac{11}{3} g_c \text{ kg} \quad (2.5)$$

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijiniň silindriniň ýanmak hadysasy howanyň artykmaçlyk koeffisientiniň, ýagny,  $\alpha > 1$  bolan ýagdaýynda bolýar. Netijede, ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlaryň düzüminde erkin kislorod bolýar. Şeýlelikde, 1kg ýangyç ýakylanda emele gelen gazlar aşakdaky formulalar boýunça hasaplanýar.

Ýangyç ýanandan soňra emele gelen CO<sub>2</sub>-kömürturşy gazynyň agramy:

Ýangyç ýanandan soň emele gelen H<sub>2</sub>O – suw bugunyň agramy:

$$G_{H_2O} = 9g_H \text{ kg}$$

Ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlaryň düzümindäki kislorodyň agramy:

$$G_{O_2} = (\alpha - 1) \left( \frac{8}{3}g_c + 8g_H - g_o \right) \text{ kg}$$

Ýangyç ýanandan soň emele gelen N-azotyň agramy:

$$G_{N_2} = 33,4 \alpha \left( \frac{8}{3}g_c + 8g_H - g_o \right) \text{ kg}$$

Şeýlelikde, ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlaryň umumy agramy:

$$G = G_{CO_2} + G_{H_2O} + G_{O_2} + G_{N_2} \text{ kg}$$

onda

$$g_{CO_2} = \frac{G_{CO_2}}{G}; g_{O_2} = \frac{G_{O_2}}{G}; g_{N_2} = \frac{G_{N_2}}{G}; g_{H_2O} = \frac{G_{H_2O}}{G} \quad (2.6)$$

Ýangyjyň ýanma ýylylygyny hasaplamak, ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlaryň gaz hemişeligini hasaplamak zerurdyr. Ýangyç ýanandan soňra emele gelen gazlaryň gaz hemişeligi aňlatmada hasaplanýar:

$$R = \sum R_i \quad g_i = g_{CO_2} \cdot R_{CO_2} + g_{H_2O} R_{H_2O} + g_{N_2} \cdot R_{N_2} + g_{O_2} R_{O_2} \quad (2.7)$$

Islendik gazyň gaz hemişeligi  $R_i = 8314/\mu_i$  J/kg grad.

Aňlatmadaky  $\mu_i$ - her bir aýratyn gazyň molekulýar massasy.

Gaz görnüşli ýangyjyň düzümi “Orta Aziýa-merkez” gaz geçirijisi boýunça alanyňda,  $1m^3$  tebigy gazyň düzümi aşakdaka deňdir:

$$CH_4=93\%$$

$$C_2H_8=0,7\%$$

$$N_2=2,5\%$$

$$C_2H_6=3,1\%$$

$$C_4H_{10}=0,6\%$$

$$CO_2=0,1\%$$

$1m^3$  tebigy gazy ýakmak üçin gerek bolan howanyň nazary göwrümi:

$$V_0 = 0,0476 \left( \left( 1 + \frac{4}{4} \right) \cdot CH_4 + \left( 2 + \frac{6}{4} \right) \cdot C_2H_6 + \left( 3 + \frac{8}{4} \right) \cdot C_3H_8 + \left( 4 + \frac{10}{4} \right) \cdot C_4H_{10} \right) \quad (2.8)$$

Gaz görnüşli ýangyjy doly ýakmak önüminiň mukdary ýangyç ýanandaky bölünip çykýan suw bugunyň we gury gazyň göwrüminiň jemi bilen hasaplanýar. Iki atomly gazlaryň göwrümi:

$$V_{R2}=(\alpha-0,21)V_0+0,01\cdot N_2$$

Üç atomly gazlaryň göwrümi:

$$V_{RO2}=0,01(CO_2+CO+H_2S+\Sigma m \cdot l_m H_n)$$

Suw bugunyň göwrümi:

$$V_{H_2O} = 0,01 \left( H_2 + H_{2S} + \Sigma \frac{n}{2} l_m H_n + 0,124 \alpha_g \right) + 0,0161 \cdot \alpha \cdot V_0$$

(2.9)

bu ýerde:  $\alpha_g$ - gaz görnüşli ýangyjyň öz düzüminde çyglylyk saklaýjylygy.

1m<sup>3</sup> gaz 10<sup>0</sup>C-de  $\alpha_g=10\text{g/m}^3$  diýip kabul edilýär.

Berlen temperaturany ýylylyk äkidijä bermek üçin peçde ýangyç ýakylýar. Bulardan başga-da termotehnologik hadysasynyň amala aşyrylmagynda himiki aktiwlik döredýär. Ýangyjyň ýanmagy hasaplanylýp, aşakdakyda kesgitlenilýär.

1. Ýangyjyň ýanma ýylylygy.
2. Ýangyjyň ýanmagy üçin gerek bolan howanyň mukdary.
3. Ýangyjyň ýanmagynda emele gelýän himiki düzümler hem-de onuň mukdary.
4. Ýangyç ýanandaky temperatura .

Gaty we suwuk ýangyç üçin ýangyjyň ýanma ýylylygy:

$$Q_{ph} = 340 c^p + 1030 H^p - 109(0^p - S^p) \text{ kJ/kg} \quad (2.10)$$

$\alpha$  - howanyň harçlanyş koeffisienti bolup, kislorod üçin  $\alpha=1$  bolanda, ýangyjyň ýanmagynda kislorodyň harçlanylyşy:

$$V_{O2} = 0,01 [1,867 C^p + 5,6 H^p + 0,7 \cdot (S^p - 0^p)] \text{ m}^3/\text{kg} \quad (2.11)$$

Gury howanyň harçlanylyşy  $\alpha=1$  bolanda:

$$L_0 = (1+k) V_0, \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$L_0 = l_1 Q^p_h + l_2 W^p - \Delta l, \text{ m}^3/\text{kg} \quad (2.12)$$

Gury howanyň harçlanylyşy  $\alpha > 1$  bolanda,  $L_0 \alpha = \alpha L_0, \text{ m}^3/\text{kg}$ .  
Ýangyç önüminiň göwrümi bilen howanyň tapawudy:

$$\Delta V = S_1 - \frac{S_2}{1000} \cdot Q^p_h - 0,0124(W^p - W_{gr}) \quad , \text{ m}^3 / \text{ kg} \quad (2.13)$$

Ýangyç önüminiň düzüminiň göwrümi:

$$V_{R\ O\ 2} = 0,01 (1,867 C^p + 0,7 S^p), \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{H_2O} = 0,01 [11,2 H^p + 1,244 (W^p + W_f)], \text{ m}^3/\text{kg} \quad (2.14)$$

$$V_{N\ 2} = 0,0008 N^p + k N_{O\ 2}, \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_{O\ 2} = (\alpha-1) V_{O\ 2}, \text{ m}^3/\text{kg}$$

$\alpha > 1$  bolanda ýangyç önüminiň göwrümi:

$$V_\alpha = L_\alpha + \Delta V, \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$V_\alpha = V_{R\ O\ 2} + V_{H_2O} + V_{N\ 2} + V_{O\ 2}, \text{ m}^3/\text{kg} \quad (2.15)$$

## 2.2. Gaz görnüşli ýangyjyň ýanma ýylylygyny kesgitlemek.

Tebigy gaz üçin ýa-da gaz görnüşli ýangyç üçin:

$$Q_H^p = 358 \text{ CH}_4 + 640 \text{ C}_2\text{H}_6 + 915 \text{ C}_3\text{H}_8 + 1190 \text{ C}_4\text{H}_{10} + 1465 \text{ C}_5\text{H}_{12} + 126,5 \text{ CO} + 107,5 \text{ H}_2 + 234 \text{ H}_2\text{S}, \text{ kJ/m}^3$$

(2.14)

$\alpha=1$  bolanda ýangyjyň ýanmagynda kislorodyň harçlanylyşy:

$$V_{O_2} = 0,01 [0,5 (\text{CO} + \text{H}_2 + 3 \text{ H}_2\text{S}) + (m + -) \sum C_m H_n - O_2], \text{ m}^3/\text{m}^3 \quad (2.16)$$

$\alpha = 1$  bolanda gury howanyň harçlanylyşy:

$$L_0 = (1+k) V_{O_2}, \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$L_0 = l_1 Q_H^p + l_2 W^p - \Delta l, \text{ m}^3/\text{m}^3 \quad (2.17)$$

$\alpha > 1$  bolanda gury howanyň harçlanylyşy:

$$L_\alpha = \alpha L_0, \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\Delta V = S_1 - \frac{S_2}{1000} Q_H^p - 0,0124 (W^p - W_{gr}) , \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

(2.18)

Ýangyç önüminiň göwrümi bilen howanyň tapawudy:

Ýangyç önüminiň düzüminiň göwrümi:

$$V_{RO_2} = 0,01 \text{ CO}_2 + (\text{SO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + m \sum C_m H_n), \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{H_2O} = 0,01 \left( H_2O + H_2 + H_2S + \frac{n}{3} \sum C_m H_n \right), m^3 / m^3$$

(2.19)

$$V_{N_2} = 0,01 N_2 + kV_{O_2}, m^3/m^3$$

$$V_{O_2} = (\alpha - 1) V_{O_2}, m^3/m^3 \quad (2.20)$$

$\alpha > 1$  bolanda ýangyç önüminiň göwrümi:

$$V_{\alpha} = V_{RO_2} + V_{H_2O} + V_{N_2} + V_{O_2}, m^3/m^3$$

$$V_{\alpha} = L_{\alpha} + \Delta V, m^3/m^3 \quad (2.21)$$

Ýylylyk äkidijiniň himiki aktiwligi  $\alpha$ – howanyň harçlanýş koeffisientine bagly. Eger-de  $\alpha > 1$  bolanda neýtral we  $\alpha < 1$  dikeldiji.

Mazut üçin ereme ýylylyk mukdary:

$$Q_m = 170-250 \text{ kJ/kg}$$

deňdir.

Kislorod bilen baýlaşdyrylan howany ulanmakda gaz ýakylanda, netijeliligiň düzümini kislorod bilen has-da baýlaşdyrylsa, onda netijelik 40% - nem ýokary bolar.

$$V'_o = \frac{21}{79} \cdot \frac{R-21}{R} L_0 \alpha; \quad V'_B = \frac{21}{70} \cdot \frac{100-R}{R} \cdot L_0 \alpha \quad (2.22)$$

$R$  – howanyň düzümindäki kislorodyň %-göterim gatnaşykda  $V'_B$ - howanyň we  $V'_{O_2}$ - kislorodyň sanyna baglylygy:

$L_0$  – gazy ýakmak üçin howanyň mukdary,  $m^3/m^3$

Kalorimetrik temperatura:

$$\varphi_g = \frac{1}{1 + \alpha_1 V_{teor}} \cdot \frac{\rho_g}{\rho_{sm}}, \quad kg$$

$$t_k = (Q^p_H + g_{fiz}) / (\sum V C_p) \quad (2.23)$$

bu ýerde:  $Q^p_H$  – ýanma ýylylyk,  $kJ/m^3$ ;

$g_{fiz}$  – Ýangyjyň we howanyň fiziki ýylylygy;

$v$  – ýangyç ýanandan soň emele gelen önümiň göwrümi.

$C_{cp}$  –  $0^0C$ -dan  $t_k$ -temperatura aralygyndaky hemişelik basyşda,  $P=const$  bolanda ýangyç ýanandan soňra emele gelen önümiň ortaça göwürümleýin ýylylyk sygymy bolup, onuň ölçeg birligi  $kJ/(m^3 \cdot K)$ .

Eger-de senagat peçlerinde ýangyç hökmünde mazut ulanylsa, onda farsunkada ýangyç ýananda emele gelen ýalynyň uzynlygy B.I.Kitaýewiň formulasy boýunça aşakdaky formulada hasaplanylýar:

$$L_p = 2 \left( 4,2 + \frac{60}{V_o} \right) d_o \quad (2.24)$$

bu ýerde:  $L_p$  – ýalynyň uzynlygy, m;

$V$  – bugaryjynyň udel harçlanylyşy,  $m^3/kg$ ;

$d_o$  – farsunkanyň daralýan ýeriniň (soplosynyň) diametri.

Turbulent kadada:

$$L_p = 14 k w^{0,34} \cdot d_o^{0,83} \quad (2.25)$$

bu ýerde:  $k$  - koeffisient bolup, ol ýangyjyň ýanma ýylylygyna baglydyr we  $k=0,016Q^p_H$ ;

Mazut üçin  $k=1,5-1,6$  deňdir.

$w$  - soplodan akýan gazyň tizligi, m/sek.

Gaz görnüşli ýangyjyň erkin turbulent akymyndaky ýalynyň uzynlygy:

$$L_p = 0,54 d_0^g \sqrt{(Q_{p_H}^p + 26V_{\text{teor}}/\rho_t) V^{\text{teor}}}$$

$$L_p = \frac{W_0}{2,4 + 0,325 w_g + w_B} (5,6 + 0,005 Q_H^p) d_0^g \quad (2.26)$$

$W_B$  – tizlik bilen hereket edýän howa akymynda ýangyç ýakylanda:

Gaz garyndysy konusyň içinde ýananda dörän ýalynyň beýikligi:

bu ýerde:  $w_g$  – gaz garyndysynyň akymynyň tizligi, m/s;

$u$  – ýalynyň ýaýrama tizligi, m/s.

Garyndydaky gazyň massasy:

$$H_p = \frac{d_0^g}{2} \sqrt{\frac{w_g^2}{u^2} - 1} \quad (2.27)$$

Garyndydaky howanyň massasy:

$$\rho_B = \frac{\alpha_1 V_{\text{teor}}}{1 + \alpha_1 V_{\text{teor}}} \cdot \frac{\rho_g}{\rho_{sm}}, \quad kg \quad (2.28)$$

bu ýerde:  $\rho_g$ ,  $\rho_B$ ,  $\rho_{sm}$  – howanyň, gazyň, gaz garyndysynyň dykzlygy.

Ýangyjyň ýanma ýylylygy  $Q_{p_H}^p = 35,6 \text{ MJ/m}^3$  deň bolanda,  $\alpha$ -nyň berlen bahasynda howanyň harçlanylyşy  $V'_B = BV_B$  formulada hasaplanýar.

Bu formulada B-gazyň harçlanylyşy  $\text{m}^3 V_B - \alpha = 1,05$  deň bolandaky howanyň harçlanylyşy.

“A” görnüşli gaz ýakyjy üçin gazyň basyşy:

$$P'_g = P_g + 0,4 (P'_B - P_B)$$



“B” görnüşli soplá üçin:

$$P'_g = P_g + 0,25 (P'_B - P_B) \quad (2.29)$$

bu ýerde:  $P_B$  we  $P_g$   $\alpha = 1,05$  deň bolandaky gazyň we howanyň basyşy.

“B” ýagdaýda gazyň harçlanmagynda howanyň basyşy:

$$P'_B = P_B [Q_H^P \cdot n' / (Q_H^P \cdot n)]^2$$

“A” görnüşli soplaly gaz ýanyjydaky gazyň basyşy:

$$P'_g = P_{1a} + 0,4 P_B (1 - \alpha)$$

Ýokarky formulada  $n$  we  $n'$  gaz ýakylandaky gazyň kratnosty. Gaz ýakyjynyň ýylylyk öndürjilik hasaplamasyny saklamak üçin gazyň harçlanylyşy:

$$V'_g = V_r (Q_H^P / Q_H^{P'}) \quad (2.30)$$

formulada hasaplanylýar.

bu ýerde:  $V'_r$  – gazyň harçlanylyşynyň gözlegi,  $m^3/s$ ;

$V_r$  – tebigy gazyň harçlanylyşy,  $m^3/s$ .

Gazyň hökmany basyşy:

$$\begin{aligned} P'_{r'} &= P_r \frac{\rho'_{o.r.}}{\rho_{o.r.}} \left( \frac{Q_H^P}{Q_H^{P'}} \right)^2 \\ P'_g &= \frac{\rho'_{o.g.}}{\rho_{o.g.}} \left( \frac{V'_r}{V_r} \right)^2 \end{aligned} \quad (2.31)$$

bu ýerde:  $P'_g$  – gözlenýän gazyň basyşy,  $P_{at}$ ;

$P_g$  – tebigy gazyň basyşy  $P_{as}$ ;

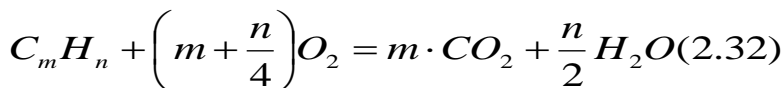
$\rho_{o.r.}$  – ulanylýan gazyň dykzlygy,  $kg/m^3$ ;

$P_{\text{o.r.}}$  – tebigy gazyň dykzlygy,  $\text{kg/m}^3$ ;

$Q^{\text{p}}_{\text{H}}$  – tebigy gazyň ýanma ýylylygy,  $\text{kJ/m}^3$ ;

$Q^{\text{p}}_{\text{H}}$  – ulanylýan gazyň ýanma ýylylygy,  $\text{kJ/m}^3$ ;

Eger-de uglewodorod gazy  $\text{C}_m\text{H}_n$  bilen belgilesek, onda gazyň ýanmagyndaky himiki reaksiýanyň deňlemesi asakdaky



görnüşde ýazylýar.

Bu ýerde:  $m$ - uglewodorod gazyň düzümindäki uglerodlaryň atomlarynyň sany;

$n$ - gazdaky wodorodyň atomlarynyň sany.

$\left(m + \frac{n}{4}\right)$  gazyň ýanmagy üçin gerek bolan kislorodyň sany

### **2.3. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ulanylýan suwuk ýangyjyň esasy häsiýetnamasy.**

**Benzin.** Şu öwrenilýän karbýuratorly awtomobillerde ýangyç hökmünde benzin ulanylýar. Benzin iki usul bilen, ýagny gös-göni gaýtadan işlemek arkaly we kreking-hadysa bilen nebitden alnýan önüm bugaryjy suwuk ýangyçdyr. Gösgöni gaýtadan işlemek hadysasy nebitiň gyzdýrylýanlygyndan we onuň buglarynyň aýryjy (rektifikasion) kolonna baryp, şol ýerde kondensirlenýänliginden ybaratdyr. Nebitiň iň ýeňil fraksiýalary (bölekleri)  $200^{\circ}\text{C}$  temperatura çenli nebitden bölünip aýrylýar we gös-göni gaýtadan işlemek usuly bilen alnan benzine öwrülýär. Benzin şu usul bilen alnanda, gaýtadan işlenilýän nebitiň mukdarynyň 15% çenlisi benzine öwrülýär.

Adatça awtomobil benzinlerini kreking-hadysa usuly bilen, ýagny nebit önümlerini ýokary basyş şertlerinde 500-

600°C-a çenli gyzdyrmak arkaly alýarlar. Nebit önümleriniň dargamagy netijesinde kreking-benzin alynýar, özem şonda onuň çykymy esasy çig malyň 45-50% ýetýär.

Dwigateliň silindrllerinde ýangyç garyndysynyň kadaly ýanmagy üçin we dwigatelden iň ýokary kuwwatlylygy almak üçin ýangyç hökmünde ulanylýan benziniň belli bir häsiýetleri bolmalydyr. Benziniň esasy häsiýetlerine onuň udel agramy, ýylylyk deredijiligi, bugaraganlygy we göçegenligi girýär. Mundan başga-da benzin metalyny korroziýalandyrmaly däldir we öz häsiýetlerini uzak wagtlap üýtgetmän saklamalydyr.

Maddanyň 1sm<sup>3</sup> gram bilen aňladylýan agramyna udel agram diýilýär. Awtomobil benzinleriniň udel agramy 0,07-0,76 g/sm<sup>3</sup> çemeleri bolýar (temperatura 20°C bolanda).

1kg ýangyç doly suratda ýananda, bölünip çykýan ýylylygyň mukdaryna ýylylyk döredijiligi diýilýär; ýylylyk döredijiligi kaloriýalary bilen ölçelýär. Awtomobil benzinleriniň ýylylyk döredijiligi 1050-1100 kkal/kg çäklerinde bolýar.

Bugaryjylyk benziniň hilini häsiýetlendirýän iň esasy görkezijileriň biridir, sebäbi benziniň bugaryjylygy onat bolanda, sowuk dwigateli otlamak aňsatlaşýar, dwigateliň silindrllerinde benzin buglarynyň kondensirlenmegi azalýar, şonuň netijesinde bolsa ýag az suwgalýar.

Ýangyjyň göçegenligi kanaly şertlerde dwigateliň silindrllerinde ýangyç garyndysy 25-30m/sek tizligi bilen ýanýar we silindrde basyş endigan artýar.

Has pes hilli ýangyç ulanylanda, dwigatel aşa gyzanda, otlanyş pursaty goýlanda, garyndy 2000 m/sek ýetýän tizlik bilen ýanmaga başlaýar. Ýangyjyň şeýle partlaýjy ýanmagyna göçegenligi diýilýär. Göçegen ýanyş mahalynda silindriň aýry-aýry böleklerinde basyş üzül-kesil artýar, metal şyrkyldysy peýda bolýar, dwigateliň kuwwaty pese düşýär, tuşitelden gara tüsse çykýar. Göçegenlik hadysasy kriwoşip-şatum mehanizmleriniň detallarynyň ýagdaýyna has zyýanly täsir edýär, ol ýerde podşipnikleriň wkładyşlaryň ýüzüne çalnan

metallaryň harap bolmagy we aýry-aýry detallaryň zaýanlanmagy mümkindir.

Ýangyjyň göçegenligine oktan sany bilen şertleýin baha berilýär. Oktan sany näçe ýokary bolsa, ýangyjyň göçegenligi şonça-da az bolýar. Awtomobil dwigatelleri üçin bolan benzinleriň oktana sany 66-dan 98 aralygyndadyr. Oktan sany has ýokary benzini gysyş derejesi has ýokary dwigateller üçin ulanýarlar. Benziniň antidetonasion häsiýetlerini ýokarlandyrmak üçin oňa antidetonatorlar goşulyp bilner. Has giň ýaýran antidetonatorlaryň biri etil suwuklygydyr, ony benziniň her 1kg 0,4-0,8 gr goşýarlar. Etil suwuklygy örän gaty zäherli bolansoň, etil garlan benzin hem zäherlidir. Etil garylmaýyk benzini etil garlan benzinden tapawutlandyrmak üçin etil garlan benzine boýag goşýarlar, şoňa görä-de, ol benziniň gyzgylt narynç ýa-da gök-ýaşyl reňki bolýar.

Etil suwuklygy oňat ereýär, onuň bugaryp uçujylygy ýokary bolýar we ol adamyň hamyndan geçýär. Etil garlan benziniň adamyň organizmine düşmegi örän agyr zäherlenme döredýär, şona görä-de benziniň agzyň bilen sormak, onuň bilen elini we egin-eşiğini ýuwmak, ýangyç rowodlaryna we ýangyç beriş sistemasynyň detallaryna agzyň bilen üflemek düýbünden gadagandyr. Baklara etil garlan benzin guýlanda, benziniň bugunyň sürüjä degmezligine gözegçilik etmek gerek.

Kāmahallarda gyryndynyň detanasion ýanmagyny onuň öz-özünden otlanmagy ýa-da aş gyzgynlyk zerarly otlanmagydyr öýdüp ýalnyşýarlar. Elektrik ujuny entek silindre barmanda hem-de garyndy gurumyň aş gyzan bölejiklerinden ýa-da sweçanyň elektrodralyndan öz-özi otlananda, aş gyzan dwigateliň silindrllerinde öz-özünden otlanyşyň bolmagy mümkindir. Bu pursatlaryň ikisinde-de garyndy kadaly tizlik bilen ýanýar. Adatça bu ýagdaý zažiganiýe öçürilende, dwigateliň entek birneme wagtlap işlemegini dowam etdirýän wagtynda ýüze çykýar.

ZMZ-53 we ZIL-130 dwigateller üçin A-76 benzini GAZ-21 dwigatel üçin bolsa A-72 tomus ýa-da gys benzini ulanýarlar.

Ýangyç beriş ulgamynyň gurallary. Ähli dwigatelleriň şol bir prinsipli ýangyç beriş sistemasy bolýar we olar ýangyjyň buglaryndan hem-de howadan emele gelýän ýangyç garyndysy bilen işleýärler. Ýangyç beriş sistemasynda ýangyjy saklamak, arassalamak we eltmek üçin niýetlenilen gurallar, howa arassalaýjy gurallar hem-de ýangyjyň buglaryndan we howadan ýangyç garyndysyny taýýarlamak üçin hyzmat edilýän gural girýär. Ýangyç awtomobiliň bir smenanyň dowamynda işlemegi üçin ýeterlik ýük awtomobillerinde ýangyç bakdan ýangyç filtrlerine–durlaýjylaryna barýar, şol ýerde bolsa ýangyçdan mehaniki garyndylar we suw aýrylýar. Ýük awtomobilleriň filtrli-durlaýjysy ýangyç bakynyň ýanynda, ramanyň üstünde ýerleşdirilendir. Ýangyjy bakdan filtriň üsti bilen geçirip, karbýuratora bermekligi dwigateliň karterinde ýerleşdirilen (GAZ-21), dwigateliň üstünde silindrleriň hatarlarynyň arasynda (ZIL-130) ýa-da paýlaýjy şesternýalaryň gapagynyň gandalynda (ZMZ-53) ýerleşdirilen ýangyç sorujysy ýerine ýetirýär.

Ýangyç bilen howadan ybarat zerur ýangyç garyndysy dwigateliň ýokarsynda soruş turbageçirijisinde oturdylýan karbýuratorda taýýarlanylýar. Ýangyç garyndysynyň taýýarlanmagy üçin karbýuratora gelýän howa karbýuratoryň gös-göni özünde ýa-da dwigateliň gapdalynda ýerleşdirilen howa filtrinde arassalanylýar. Bu halatda howa filtri karbýurator bilen patrübok arkaly birleşdirilýär.

Ýangyç beriji gurallaryň hemmesi metal turbajyklar–ýangyç geçirijileri arkaly özara birikdirilendir. Şu ýangyç geçirijileri bolsa awtomobiliň ramasynda ýa-da kuzowyna, ramadan ýa-da kuzowdan dwigatele geçýän ýerlerinde bolsa benzine çydamly reziniň ýörite sortlaryndan ýasalan şlangalar bilen berkidilendir.

Karbýurator dwigateliň silindrler golowkasynyň soruş kanallary bilen soruş turbageçirijisiniň kömegi arkaly birikdirilendir, çykaryş kanallary bolsa çykaryş turbageçirijisi bilen birleşdirilendir, çykaryş turbageçirijisi işlenen gazlaryň çykarylmagynyň sesini peseldiji bilen turbalaryň kömegi arkaly birikdirilgidir.

Dwigateliň kolençatyý walyň çendenaşa köp sanly aýlaw bilen işlemek mümkinçiliginiň önümi almak üçin awtomobilleriň ýangyç beriş sistemasyna kolençatyý walyň aýlaw sanyny çäklendiriji girizilendir. Ýük awtomobilleriň dwigatellerinde aýlaw sanyny çäklendiriji karbýuratora berkidilgidir, onuň datçigi bolsa paýlaýjy şesternýalaryň gapagyna berkidilgidir. Ol datçik dwigateliň gaz paýlaýjy walyndan herekete getirilýär.

Ýangyç garyndysynyň düzümi. Karbýuratorly dwigateliň silindrlerinde iş hadysasy örän çalt bolup geçýär, kolençatyý waly her minutda 2000 aýlaw sany bilen işleýän dwigatelde her bir takt 0,015 sekuntda bolup geçýär.

Suwuk ýangyç otnositel haýal ýanýar, emma silindirde ýangyjyň haýsy-da bolsa bir takty bolup, wagtyndan has gysga wagtyň içinde ýanmagy zerurdyr. Ýanyşyň tizligini sekuntda 25-30m çenli ýokarlandyrmak bilen, suwuk örän owunjak damjajyklara ownadylyp, soňra bolsa buga öwürülende, diňe şeýle şertde mümkindir. Iňňän owunjak damjajyklary emele getirmekli ýangyjy çaň ýaly ownutmak we bugarmak arkaly gazanmak mümkindir, ýangyjyň çalt bolsa şol buglary zerur mukdardaky howa bilen örän oňat garylmagy netijesinde amala aşýar.

Ýangyjyň doly ýanmagy üçin howadaky kislorodyň berk kesgitli mukdary zerurdyr. Eger garyndyda howa ýeterliksiz bolsa, ýangyjyň ählisi ýanyp bilmez, garyndynyň howasy artyk bolanda bolsa, ýangyjyň ählisi ýanýar, emma howadaky kislorodyň peýdalanylmadyk bölegi entek saklanyp galýar.

1kg ýangyjyň ýanmagy üçin 15kg howa gerekdigi kesgitlenipdi. Şonuň ýaly sostawly garynda kadaly garyndy diýilýär.

Emma welin 1:15 gatnaşykly garyndynyň ýangyjy doly suratda ýanmaýar we onuň bir bölegi biderek ýitirilýär.

Garyndynyň doly ýanmagy üçin ýangyç bilen howanyň gatnaşygy 1:17 – 1:18 bolmalydyr, şeýle garynda ýangyjy azaldylan garyndy diýilýär. Ýangyjy az garyndyda howanyň köp bolmagy zerarly onuň ýylylyk döredijilik ukyby peselýär, bu bolsa ýanyş tizliginiň peselmegine we dwigateliň kuwwatynyň aşaklanmagyna sebäp bolýar.

Dwigateliň kuwwatyny ýokarlandyrmak üçin garyndy iň ýokary tizlik bilen ýanmalydyr, onuň şeýle tizlik bilen ýanmagy üçin bolsa, ýangyç bilen howanyň gatnaşygy 1:13 bolmalydyr, şunuň ýaly garynda ýangyjy artdyrylan garyndy diýilýär. Garyndynyň sostawy şeýle bolanda, ýangyç doly suratda ýanmaýar we dwigateliň tygşytlylygy ýaramazlaşýar; munuň deregine ondan iň uly kuwwatlylygy almak başardýar.

Garyndyda ýangyç bilen howanyň gatnaşygy 1:13-den az bolanda, ýanyşyň tizligi azalýar, dwigateliň tygşytlylygy we onuň kuwwatlylygy peselýär. Beýle sostawly garynda ýangyjy köp garyndy diýilýär. Eger garyndyda ýangyjyň we howanyň gatnaşygy 1:18-den köp bolsa, onda onuň ýanyş tizligi hem üzül-kesel peselýär. Munuň özi hem dwigateliň tygşytlylygynyň we kuwwatynyň ýitmegine getirýär. Şeýle sostawly garynda ýangyjy az garyndy diýilýär. Garyndynyň sostawdan 1kg ýangyja 6kg-dan az howa düşýän bolsa ýa-da 1kg ýangyja 20kg-dan köp howa düşýän bolsa, silindrlerde ýangyç garyndysy otlanmaýar.

Işleýän dwigatelde adatça baş sany esasy düzgüni: sowuk dwigateli otlamak, az aýlawda işlemek (boş işleýiş), kem-käsleýin agram düşýärkä işlemek (ortaça agram düşende), doly agram düşýärkä işlemek we düşýän agram ýa-da aýlaw sany üzül-kesil artdyrylan mahalynda işlemek düzgünlerini

tapawutlandyrýarlar. Onuň işleýşiniň bu düzgünleriniň her biri üçin garyndynyň sostawy aýry-aýry bolmalydyr.

Sowuk dwigatel otlanylýarka, garyndy emele geliş şertleri örän ýaramazdyr: şol wagtda dwigatel sowuk bolýar, ýangyjyň köp bölegi silindrleriň diwarjyklarynda we soruş turbageçirijisinde kondensirlenýär, dwigateliň kolençatyý walynyň az sanly aýlaw bilen tovlanýandygyna görä, howa karbýuratora haýal tizlik bilen barýar.

Ýangyjyň silindrleriň diwarjyklarynda kondensirleýän böleginiň öwezi doldurylar ýaly, sowuk dwigateliň otlanylmagyny üpjün etmek üçin garyndynyň ýangyjy köp bolmalydyr.

Dwigatel az sanly aýlaw bilen boş işleýärkä hem silindrleriň işlenen gazlardan ýeterlik arassalanmaýandyklary zerarly garyndy emele gelmeginiň şertleri ýaramaz bolýar. Dwigatel şu düzgünde işleýärkä, silindrlere ýangyç garyndysy köp barmaly däl, emma ol özüniň hili boýunça ýangyjy artdyrylan garyndy bolmalydyr.

Dwigatel ortaça agram düşüp işleýärkä, onuň doly kuwwaty bilen işemegi talap edilmeýär we ýangyjyň tygşytlanmagy üçin garyndy ýangyjy azaldylan, ýagny doly ýanyp gutarar ýaly bolmalydyr.

Dwigatele doly agram düşüp işleýärkä, dwigatelden iň uly kuwwat alynmagy üçin garyndy iň uly ýanyş tizligine eýe bolmalydyr. Bu şertleri ýangyjy artdyrylan garyndy üpjün edip bilýär, emma şonda dwigatel özüne ortaça agram düşýän mahalynda işleýşinden az tygşytlylyk bilen işleýär.

Dwigatele düşýän agram ýa-da onuň kolençatyý walynyň aýlaw sany birden artdyrylanda, garyndynyň ýangyjy artdyrylmalydyr, ýogsam dwigatel öçer.

Ýanmak we giňelmek hadysalary bilelikde üçünji takt bolýar. Ol çyzgy bilen şekilendirilýär. Ýanmak hadysasynyň bolup geçmegi bilen emele gelen gazlaryň basyşy we temperaturasy örän ýokary derejä ýetýär. Indikator diagrammasynda ýanmak hadysasy çz çyzyk bilen şekilendirilýär. Dizel dwigatelinde



ýangyjyň hemme bermesi diýen ýaly mukdary EÇÇ nokadynyň golaýynda ýanýar. Netijede, ýanmak hemmişelik göwrümde  $V=\text{const}$  bolýar, nokadynda emele gelen gazlaryň temperaturasy 2500K golaý bolýar. Bu temperaturanyň san bahasy egri walyň aýlawyna baglylykda tablisada berlendir.

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
T <sub>z</sub> , K	1930	2050	2120

Ýanmak hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň maksimal bahasy  $P_z$  aşakdaky formula boýunça hasaplanýar:

$$P = \lambda P_0 MIIa \quad (2.33)$$

bu formulada:  $\lambda$ -ýanmak hadysasynda basyşyň ýokarlanma hadysasy. Dizel dwigatelleri üçin  $\lambda = 1,81 - 2,6$  aralykda bolýar. Şu kurs işinde ýanmak hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň basyşy formula boýunça hasaplanýlar. Ýagny:

$$P_z = 1,5P_0 MIIa$$

Giňelmek hadysasynda işçi jisimiň basyşyň esasynda porşen EÇÇ-den AÇÇ-çenli süýşýär. Giňelme hadysasynda işçi jisim iş edýär, ýangy, ergi waly aýlaýar. Şonuň üçin üçünji takta porşeni süýşýän ýolma iş ýoly diýilýär. Indikator diagrammada üçünji takt czb bilen şekilendirilendir. Giňelme taktyň ahyrynda jisimiň basyşy şeýle formula bilen hasaplanýar:

$$P_b = \left( \frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2} MIIa \quad (2.34)$$

Bu formulada:  $\rho$  – ömürt giňelmek dereje diýilýär. Ol jangyjyň ýanmak hadysasynyň soňky göwrüminiň  $V_z$  - basyşdaky göwrümüne  $V_c$  – bolan gatnaşygyna dendir.

$$\rho = \frac{V_z}{V_c} \quad ya - da \quad (2.35)$$

$$\rho = \frac{\beta T_z}{\lambda T_o}$$

Formuladaky berme ululuklaryň hasaplanylýandygy hakda aýdylýar. Giňelmek hadysasynda politropyň dereje görkeziji  $n_2$  egri walyň aýlaw sanyna laýyklykda deňişli tablisada alynýar:

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
$n_2$	1,26	1,24	1,23

Giňelmek hadysasynyň ahyrynda işçi jisimiň temperaturasy aşakdaky formula boýunça hasaplanýar.

$$T_b = T_z \left( \frac{\rho}{\varepsilon} \right)^{n_2-1} \quad (2.36)$$

Bu formuladaky ululyklaryň hasaplama usuly hakda doly maglumat berildi. Geçirilen hasaplamalaryň anyklygyny barlamak üçin şeýle deňeşdirme etmeli. Ýagny:

$$\frac{P_b}{P_a} = 1.04 \frac{T_b}{T_a} \quad (2.37)$$

Eger şu gatnaşykda 5% tapawutlansa, onda barlamaly. Şu formula boýunça barlagy şeýle geçiriler.

$$\frac{P_b \cdot T_a}{P_a \cdot T_b} = 1.04 \quad (2.38)$$

Umuman, alynýan netije 1,04-den tapawutlanmaly däl. Hasaplamalaryň netijesinde indiki barlagy:

$$V_C = \frac{V_n}{\varepsilon - 1} \quad (2.39)$$

formula boýunça hasaplamaly.

## 2.4. Gazogeneratorlar.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ýangyç hökmünde ýanyjy gaz ulanylýan bolsa, şol hereketlendirijilere gazda işleýän hereketlendirijiler diýilýär. Gazda işleýän hereketlendirijilerde ýangyç hökmünde ulanylýan ýangyjy gaz iki usul boýunça alynýar.

1. Gazogeneratorlarda gaty ýangyjy gazofikasiýalaşdyrmak arkaly.
2. Maşynlarda ýörite gazly ýangyçlary oturdyp, aram-aram ýokary basyş astynda gaz bilen doldurylmak arkaly.

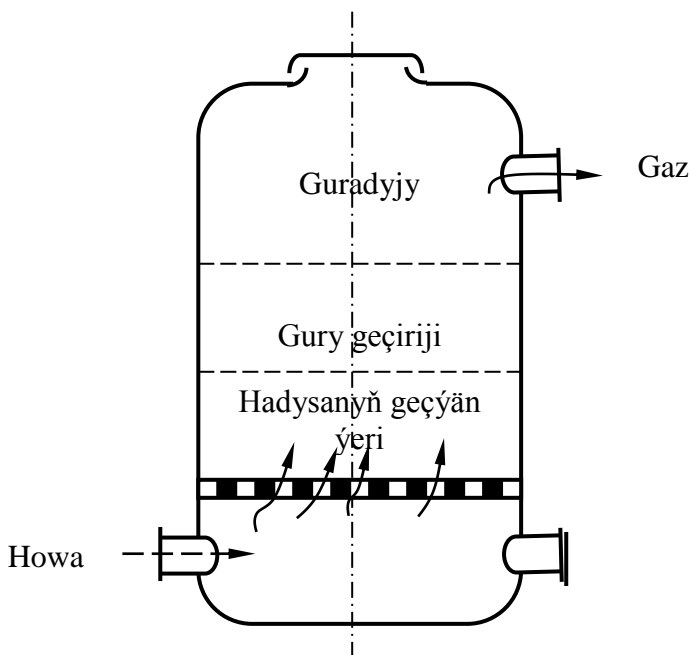
Birinji ýagdaýda maşynlar gazogeneratorly ikinji ýagdaýda diýip atlandyrylýar. Maşynlarda ulanylýan gaz iki topara bölünýärler.

1. Gysylýan gazlar.
2. Gysyp bolmaýan gazlar.

Birinji topara degişli gazlar 25-20kg/sm<sup>2</sup> basyşda ýeňil gysylýp, suwuk kola çalt geçýän gazlar. Ikinji topardaky gazlar bolsa has ýokary basyşda hem özüniň gaz halyny saklaýan gazlardyr. Gaz işleýän hereketlendirijilerde işçi garyndy ulanylýan gazyň howa bilen garyşmagynda emele gelýär. Umuman alanyňda, gazogenerator desgasy gazy öndürmäge we taýýarlamaga ukyby bolan ähli agregatlary öz içine alýar.

Gazogenerator desgasynyň esasy ülüşi öz gazogeneratory bolup, onda gaty ýangyçdan ýanyjy gaz öndürilýär. Gaty ýangyjyň gelip çykyşyna garamazdan, esasy ýanyjyň elementi beýleki ýangyçlaryňky ýaly ugleroddyr. Ondan başga-da gaty ýangyjyň düzüminde azda-kände wodorod we käbir ýagdaýda kükürt hem bolýar.

Hadysanyň göni amala aşyrylýan gazogeneratorlarynda howa ýoly arkaly aşakdan berilýär we howa ýokarlygyna hereket edýär.



21-nji surat

Aşakdan berilýän howa köplenç gözenekden geçip ýokarlygyna hereket edýär. Gözenegiň ýokarsynda gaty ýangyç bolup okislenme hadysasy howanyň täsir etmeginde bolup geçýär. Bu ýagdaýda gaty ýangyjyň düzümindäki uglerodyň esasy bölegi howanyň düzümindäki kislorod bilen berilýär.

Gazogeneratorda agaç, suw kömür 600-800<sup>0</sup>C temperatura çenli gyzdyrylanda onuň düzüminden

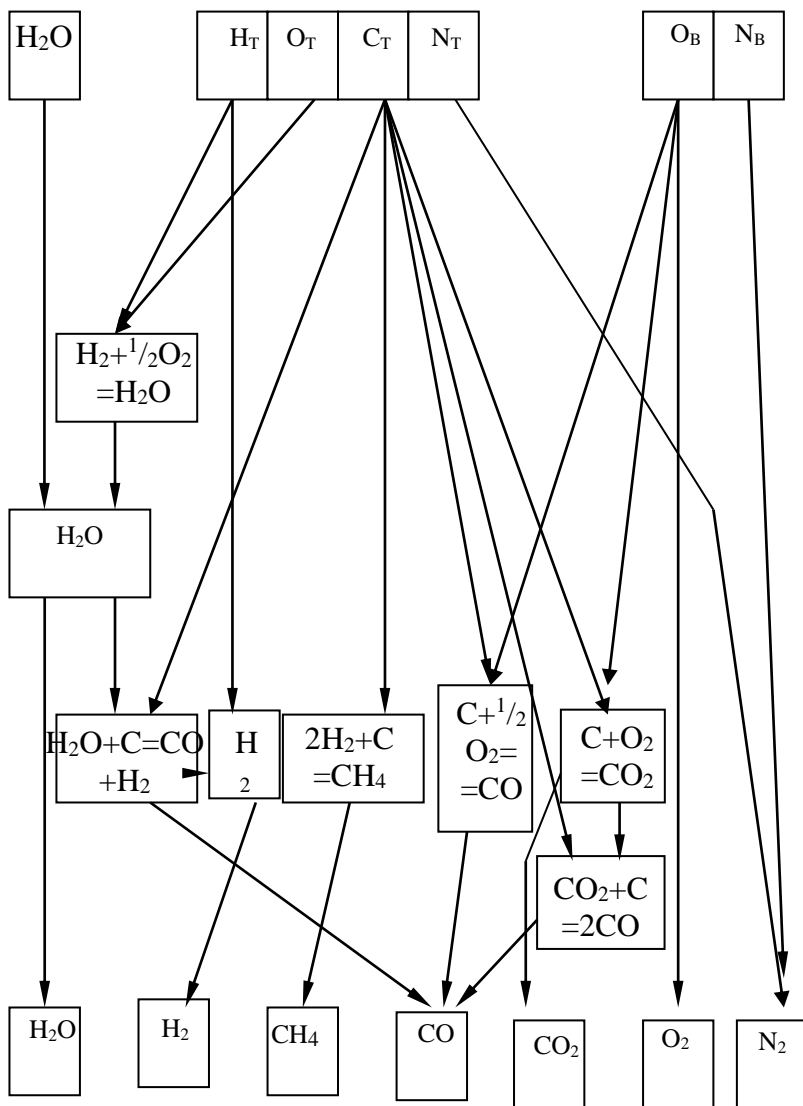
C – 92 ÷ 95%

H – 1,0 ÷ 2,6%

O + N – 7,0 ÷ 2,4%

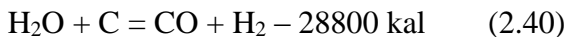
Jynsy	Düzümiň organiki massasy %			Ýylylyk öndürililik
	C	H	O+N	kkal/kg
Berýoza	49,3	6,1	44,6	4460
Buk	49,5	6,1	44,4	4500
Dub	50,7	6,05	43,25	4390
Listwini sa	50,1	6,3	43,6	4465
Sosna	50,2	6,0	43,8	4660

Bularda başga torfy düzüminde uglerodyň barlygy 50-den 62% ýetýär. Antrasintde bolsa uglerody saklaýjylyk 94-96% ýetýär. Islendik gaz generetordlarda esasy we baş maksat ýangyjyň ýakyjy bölegini ýanyjy gaza öwürmek bolup durýar. Bulardan başga-da gazogeneratorlar ýanyjy gazyň düzümindäki suwy aýyrmaga ukyply bolmalydyr. Gazogeneratorda öndürilýän gazyň esasy ýanyjy düzümini wodorod, uglerodyň okisi hem-de metan tutýar. Ýanmaýan bölegine bolsa gazogeneratordaky öndürilen ýanyjy gazyň düzümindäki kömürturşy gazy, kislorod azot we suw bugy tutýar. Islendik gaz generatorlarynyň esasy häsiýetlendiriji häsiýetine onuň öndürilijligi degişlidir.



2-нй чьзгы

Ýangyjyň ýaýramygynda we ýanmagynda emele gelen suw, ýangyjyň absolýut guradylmagynda bölünip çykýan suw bilen garyşýar. Şol suwuň bir bölegi ýangyjyň düzümindäki uglerod bilen reaksiýa geçýär we uglerodyň ikisini we wodorody emele getirip, olar ýylylygy ýuwudýarlar:



Ýokarky şekillenmedäki ýokarky bölejiklerde başlangyç önümler, ýagny gazogeneratora berilýän önümler ýerleşdirilen. Gazogeneratora tora berilýän ol önümler ýangyjyň düzümindäki  $\text{C}_m$ -wodoroddan,  $\text{O}_2$ -kisloroddan we  $\text{N}_m$ -azotdan hem-de howa bilen goşulýan howanyň düzümindäki  $\text{O}_B$ -kisliroddan,  $\text{N}_B$ -azotdan we  $\text{H}_2\text{O}$ -suw bugundan ybarat. Aşaky hatarda gazogeneratorly gazy düzüjiler ýerleşdirilen. Ol ýangyjyň ýanmagynda we dikeldilme hadysasynda emele gelýär.

Olar gazyň bugy  $\text{H}_2\text{O}$ , wodorod  $\text{H}_2$ , metan  $\text{CH}_4$ , uglerodyň okisi  $\text{CO}$ , kömürtürşy gazy  $\text{CO}_2$ , kislorod  $\text{O}_2$  we azot  $\text{N}_2$ .

Ýokarky we aşaky bölekleriň arasynda ýanma reaksiýasy we dikeldiji hem-de olaryň arasyndaky baglanşyk şekillenen. Ýokarda görkezilen şekillenmäniň esasynda ýangyjyň düzümindäki hemme kislorodyň ýaýramagyň esasynda ýangyjyň düzümindäki wodorodyň mukdary bilen birleşýär we himiki suwy emele getirýär. Bu reaksiýa gatnaşmaýan wodorod, azot wodorod bolup bölünip aýrylýar. Himiki suw bilen ýangyçdan bölünip çykýan çyglylygyň bir bölegi garyşyp, buga öwrülýär. Beýleki bölegi bolsa reaksiýany amala aşyrmak üçin ulanylýar, ýagny:



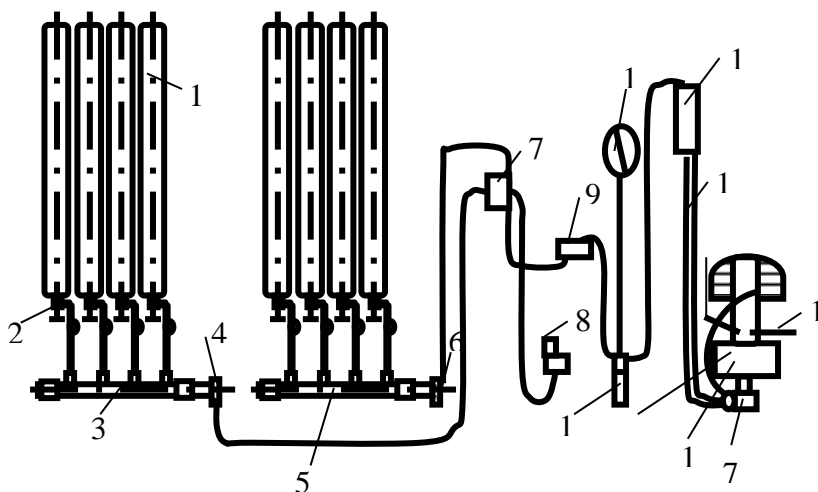
Reaksiýanyň netijesinde alnan önüm bolan uglerodyň okisi bitewiligine generatorly gaza geçýär. Wodorod bolsa azot

wodorod bilen birleşip, ol hem bölekleyin generatorly gaza geçýär we ikilenç uglerod bilen reaksiýa geçip metana öwrülýär. Uglerodyň esasy massasy howadaky kislorod bilen birleşip,  $C + O_2 = CO_2$  kömürtuşy gazyny emele getirýär. Uglerodyň okisi bolsa  $C + \frac{1}{2}O_2 = CO$  uglerod bilen birleşmeden soňra uglerodyň okisi emele gelip, ol hem dolulygyna generatorly gaza geçýär. Uglerodyň okisiniň generatorly gaza geçen halynda  $CO_2$  kömürtuşy gazynyň galyndysy hem generatorly gaza geçýär, ol galyndyny aýryp bolmaýar. Ýokarda aýdylanlary jemlemek bilen reaksiýanyň dowamyndaky C uglerod uglerodyň okisiniň emele gelmegine harçlanýar. Bulardan başga-da kömürtuşy  $CO_2$  gazynyň emele gelmegine harçlanýar  $H_2O + O = CO + H_2$  we metanyň emele gelmegini ýola goýýar. Howanyň we ýangyjyň düzümindäki ähli azot inert gazy ýaly reaksiýa gatnaşmaýar we generatorly gaza hiç hili üýtgeşiz dolulygyna geçýär.

Umuman alanyňda, gazogeneratorlarda öndürilip içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ýakylmaga niýetlenen gazlar ýörite balonlarda saklanýar. Gaz balonlara gaplananda, onuň häsiýetleri doly öwrenilip,  $p=200\text{kg/sm}^2$  basyş astynda kadalaşdyrylýar. Gysylan gazly balonlar awtomobillerde oturdylanda birnäçe balonlar sazlaýjynyň kömegi bilen turbageçirijilere birikdirilip, umumy bir kollektordan akdyrylýar.

Gaz balonlaryň birikdirilişiniň we içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ýangyjy hökmünde ulanyş usulynyň şekillenmesi aşakdaky görnüşe eýe bolup, ol şekillenme ähli transport maksatly içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde esasy şekillenme bolup hyzmat edýär.





2.3-njy surat

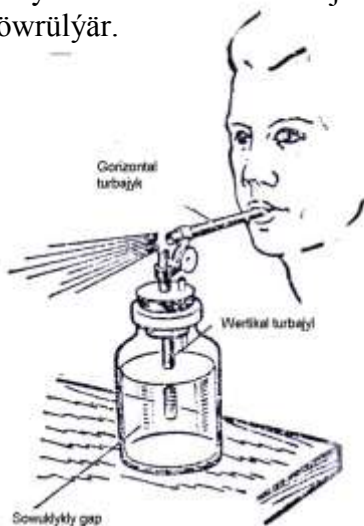
1-balon, 2-sazlaýjy, 3-yzky kollektor, 4-yzky bölegiň esasy sazlaýjysy, 5-öňdäki bölegiň kollektory, 6-öňdäki bölegiň esasy sazlaýjysy, 7-dört hatarly ugrukdyryjy, 8-dolduryjylyk ukyply sazlaýjy, 9-baş sazlaýjy, 10-basyşy ölçeýji manometri, 11- süzgüç, 12-reduktor, 13-gazyň garyşdyryja berilýän ulgamy, 14- karbýurator, 15-akseleratoryň dartyjysy, 16- ýangyjyň çykyş ýoly, 17-yza gaýdan klapany saklaýjy, 18- baş aýlawdaky turbajyk.

Türkmenistanyň şertlerinde Türkmenistan özüniň Garaşsyzlygyna we Bitaraplygyna eýe bolandan soňra ol özüniň ýerasty baýlygy bolan tebigy gazy suwuklandyryp başlandy. Munuň üçin tebigy gaz has ýokary basyşa çenli kompressorlaryň kömegi bilen gysylýar. Has takyk alanymyzda bolsa, Türkmenistanda esasan içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ýangyjy hökmünde suwuk ýangyç ulanylýar.

### III. BAP. Sazlaýjylar.

#### 3.1. Karbýuratoryň iş başarjaňlygy we olara bildirilýän talaplar.

Ýangyç garyndysynyň taýýarlanylş hadysasyna karbýurasiýa diýilýär. Ýangyç garyndysy karbýurator diýilýän guralda taýýarlanylýar. Karbýuratoryň işleýiş pulwerizasiýa prinsipine esaslanýar. Suwuklygyň içine batyrylan turbajygyň ýokarky ujundan ýokary tizlik bilen geçýän howa şol ýerde seýreklenme döredýär, şonuň netijesinde bolsa suwuklyk turbajyk bilen ýokary göterilýär, güýçli howa üflemesiniň täsiri astynda ol iňňän owunjak bölejiklere dargaýar we buga öwürülýär.

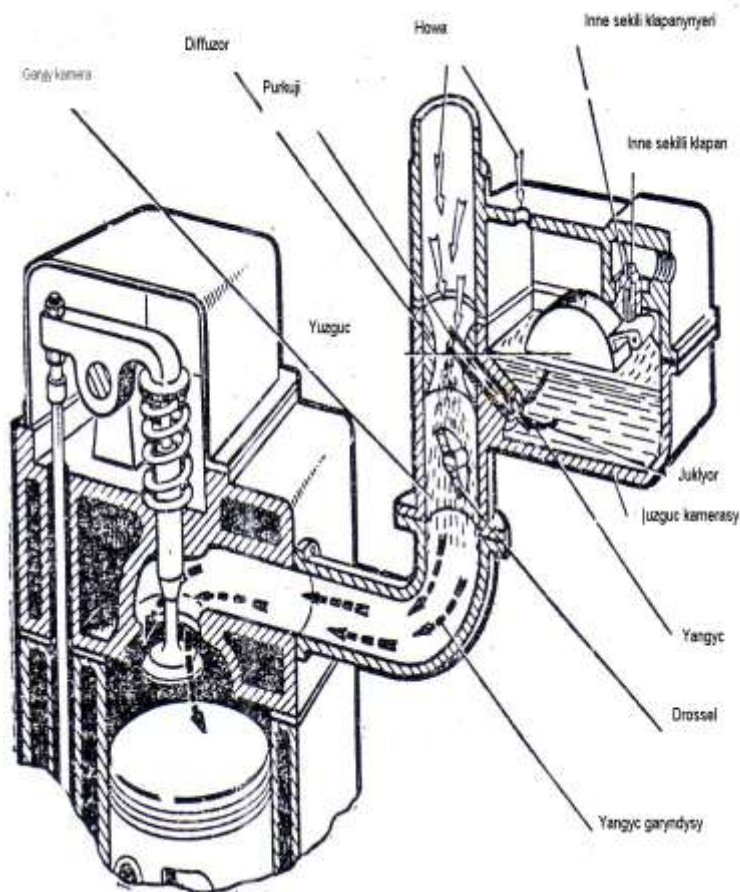


Iň ýönekeý karbýuratorda iki sany esasy bölegi: ýüzgüç kamerasyny we garyjy kamerany tapawutlandyrýarlar. Ýüzgüç kamerasynda ýüzgüçden we iňňe şekilli ýerli klapandan ybarat bekleýiş mehanizmi ýerleşdirilgidir. Turba görnüşinde ýasalan garyjy kamerada inçe bokurdak-diffuzor ýerleşýär, şol diffuzora ýüzgüç kamerasyndan pürküji

turbajyk çykarylandyr. Pürküjiniň ilki başynda örän kesgitli kesikli we formaly deşik-jiklýorlar bar. Diffuzordan aşakda drossel ýerleşýär.

Ýüzgüç kamerasy ýangyç bilen doldurylanda, ýangyjyň derejesi ýokarlanýar, ýüzgüç ýokaryk ýüzüp galyp, iňňe şekilli klapaný basýar we ýerdäki deşigi ýapýar. Eger ýangyç sarp edilmeyän bolsa, onda onuň ýüzgüç kamerasyna barmasy

kesilýär we ýangyjyň derejesi hemişelik ýagdaýynda galýar. Pürkütijiniň çykaryş deşigi ýüzgüç kamerasyndaky ýangyjyň derejesinden birneme ýokarrakda (1-2mm) ýerleşýär.



Garyjy kamera içinden ýandyrylýan hereketlendirijiň silindri bilen soruş turbageçiriji arkaly birikdirilgidir, şoňa görä-de soruş taktynda (soruş klapany açyk) seýreklenme dwigateliň silindrinden klapanyň aşaky soruş deşigi arkaly garyjy kamera geçýär. Karbýuratoryň diffuzoryndan geçýän howanyň tizligi artyp, diffuzorda seýreklenme döreýär. Ýüzgüç kamerasyndaky basyş (atmosfera basyşy ýaly) bilen garyjy kameradaky basyşyň (atmosfera basyşyndan pes) tapawudynyň bolmagynyň hasabyna ýangyç pürküşiniň içinden akmaga başlaýar. Geçen howa akymy ýangyç çüwdürimini owunjak damjajyklara bölýär we ol buga öwürlip, howa bilen güýçli suratda garyşýar.

Silindre eltilýän ýangyç garyndysynyň mukdary drossel açylanda ýa-da dwigateliň kolençatyý walyňnyň aýlaw sany artdyrylanda üýtgeýär.

Ýüzgüç kamerasyndaky ýangyjyň derejesi peselýär, ýüzgüç aşak düşýär, bekleýiş klapanyň eýerindäki deşik açylýar, şoňa görä ýüzgüç kamerasyňa ýene-de ýangyç barýar. Ýüzgüç kamerasy dwigatel işleýän mahalynda ýangyjyň zerur derejesini saklamak üçin, garyjy kamera bolsa ýangyç bugy bilen howadan garyndy taýýarlamak üçin hyzmat edýär.

Iň ýönekeý karbýurator diňe belli bir kesgitli düzgünde, ýagny dwigateliň kalençatyý waly hemişelik aýlaw sany bilen işleýän we drossel hemişe açyk durýan mahalynda zerur sostawly garyndynyň taýýarlanylmagyny üpjün edip biler. Iş ýüzünde dwigatel işläp duran mahalynda oňa düşýän agram we kolençatyý walyň aýlaw sany hemişe üýtgäp durýar.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň işlemegini üpjün etmek üçin karbýurator dwigatele agram düşüşi ýa-da kolençatyý walyň aýlaw sany her gezek üýtgände ýangyç garyndysynyň berk kesgitli sostawyny, dwigateliň şol işleýiş düzgüni üçin iň amatly sostawyny taýýarlamalydyr.

Sowuk içinden ýandyrylýan hereketlendiriji otlanylýan mahalynda, kolençatyý walyň aýlaw sanynyň azlygy zerarly garyndy emele gelmeginiň ýaramaz şertlerinde, iň ýönekeý

karbýurator ýangyjy köp sostawly garyndyny taýýarlap bilmez. Dwigatel az aýlaw bilen şol işleýän mahalynda, drossel ýapykka, diffuzordaky seýreklenme ýeterlik bolmaz we ol pürkujiden ýangyç pürkülmegini döredip bilmez. Şoňa görä-de iň ýönekeý karbýurator dwigateli az sanly aýlaw bilen boş işlemegini hem üpjün edip bilmez. Dwigatele ortaça agram düşüp işleýärkä, drossel açyldygyça, dwigateliň tygşytly işlemegi üçin ýangyjy azaldylan sostawdaky garyndy zerur bolan wagtynda ýangyç garyndysynyň ýangyjy artar. Dwigatele doly agram düşüp işleýärkä we oňa düşýän agram ýa-da kolençatyý walyň aýlaw sany birdänkä üýtgedilende, iň ýönekeý karbýurator garyndynyň ýangyjyny zerur mukdarda artdyryp bilmeýer.

### **3.2. Karbýuratoryň gurluşy we işleýşi.**

Iň ýönekeý karbýuratoryň şu ýokarda sanalyp geçilen kemçilikleriniň barlygy zerarly ony dwigateliň işleýşiniň dürli düzgünleriniň zerur sostawly ýangyç garandysynyň taýýarlamagyny üpjün edip bilýän birentek goşmaça enjamlar we abzalar bilen enjamlaşdyrmak zerurdyr. Az agram düşmeden köp agram düşmä çenli diapazonda ýangyç garyndysynyň zerur sostawyny almak üçin karbýuratora baş üleşleýji sistema girizilendir.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileri otlamak üçin zerur bolan köp ýangyçly sostawdaky garyndy almak üçin karbýuratory otlaýyş sistemasy bilen enjamlaşdyrýarlar. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň boş işleýşiniň az sanly aýlawy bilen işlemegini boş işleýiş sistemasy üpjün edýär, bu sistema drossel düýbünden diýen ýaly ýapyk wagty köp ýangyçly sostawdaky garyndyny taýýarlaýar. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijä doly agram düşüp işlände we kolençatyý walyň aýlaw sany birdenkä artdyrylanda,

garyndynyň zerur sostawynyň alynmagy karbýuratora ekonomაýzer we tizlendiriji sorujy diýilýän enjamlaryň girizilmegi bilen gazanylýar.

**Baş üleşleýji ulgam** içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindrlerine garyndynyň esasy mukdaryny baş üleşleýji sistema berýär. Karbýuratorlarda ýangyjy pneumatik bökdeýjili baş üleşleýji sistemany ulanýarlar.

**Ekonomაýzer.** Karbýuratoryň baş üleşleýji sistemasy adatça az ýangyçly sostawdaky garyndynyň taýýarlanylmagyny üpjün eder ýaly edilip sazlanýlar, emma welin dwigatele doly agram düşüp işlände, ondan diňe ýangyjy artdyrylan garyndyda işlände alnyp bilinjek iň ýokary kuwwatlylyk talap edilýär. Karbýuratorda garyndynyň ýangyjynyň artdyrylmagy drosseliň diňe doly açylyan mahalynda (dwigatele doly agram düşüp işleýän wagtynda) däl-de, eýsem drossel doly açyk dälkä, awtomobil bat alýan wagtynda hem amala aşmalydyr.

Karbýuratorda garyndynyň ýangyjyny artdyrmaklygy garyjy kamera gaşmaça ýangyç berýän ekonomაýzer amala aşyrýar. Özüniň herekete getiriliş usulyna baglylykda ekonomაýzeriň mehaniki ýa-da pneumatik hereketlendirijisi bolup biler.

K-88 karbýuratory ZIL-130 dwigatelde oturdýarlar. Ýangyç garyndysy aşak akymly karbýuratoryň iki diffuzorly iki sany garyjy kamerasy bolup, olaryň her haýsy biri-birine baglanyşyksyz işleýär we her biri dört silindr üçin ýangyç garyndysyny taýýarlaýar. Bu karbýurator üç sany esasy bölekden: ýüzgüç kamerasyň gapagy bilen birlikde howa patrubogyndan, korpusdan we drosselli aşaky iki patrubokdan ybaratdyr. Howa patrubogynda awtomatik klapanly howa ýoluny ýapyjy, ýüzgüç kamerasyň gapagynda bolsa gözenek filtr we iňne şekilli klapan ýerleşýär. Karbýuratoryň korpusynda ýüzgüç kamerasy we iki sany garyjy kamera, mehaniki we pneumatik hereketlendirijili ekonomაýzerler, tizlendiriji sorujy we jiklýorlar ýerleşýär. Garyjy kameranyň

kiçi diffuzorlarynyň halkalaýyn oýtajygyna emulsion kanal eltilendir, şu kanal bolsa howa jiklýory arkaly howa patrubogy bilen birleşýär. Ýangyç ýüzgüç kamerasyndan emulsion kanala ilki başda esasy jiklýordan, soňra bolsa doly kuwwat jiklýoryndan barýar. Doly kuwwat jiklýorynyň deşigi baş jiklýoryň deşiginden uly bolýar, sebäbi ekonomazyerler işlände, oňa şolardan goşmaça ýangyç barýar we onuň geçirijilik ukyby degişli derejede uly bolmalydyr.

Aýlaw sany azaldygyça ýa-da drosselleriň açylyşy artdygyça, olaryň aňyrsyndaky seýreklenme azalýar, şona görä-de pneumatik hereketlendirijili ekonomazyeriň porşeni pružiniň täsiri astynda ýokaryk süýşüp, iňňäni ýokary gadyrýar we ekonomazyeriň jiklýory arkaly doly kuwwat jiklýoryna gashmaça ýangyç barýar. Ekonomazyerleriň bilelikde işlemekleri dwigatele doly agram düşüp işlände, garyndynyň ýangyjynyň gerekli derejede artdyrylmagyny üpjün eder.

Pneumatik hereketlendirijili ekonomazyeriň esasy wezipesi awtomobiliň ýöreyşi entek birsydyrgyn ugrukmanka, ýagny göni peredaça sagatda 15-25km tizlik bilen ýöräp bat alýarka, garyndynyň ýangyjyny birneme artdyrmakdan ybaratdyr, sebäbi şol pursatda dwigateliň ýokarlandyrylan kuwwat bilen işlemegi gerek bolýar.

Drosseller birdenkä açylanda garyndynyň ýangyjyny artdyrylmagy tizlendiriji sorujynyň kömegi bilen amala aşyrylýar, tizlendiriji sorujyň hereketlendirijisi bolsa birikdiriji taýagy arkaly drosselleriň ryçagy bilen birikdirilendir. Ştoguň we onuň porşeniniň aşaklygyna birdenkä süýşmegi ýangyjyň basyşyny emele getirýär, şoňa görä-de yzyna geçiriji şarjagazly klapany ýapylýar we ýangyç kanal bilen gidip, tizlendiriji sorujyň forsunkasyna barýar we ýolunyň ugrunda geçiriji klapany açýar. Pürkülen ýangyjyň inçejik çüwdürimi kiçi diffuzorlaryň diwarjyklaryna degýär-de, gaty owunjak bölejiklere dargap, dwigateliň endigan işlemegini üpjün etmek üçin garyndynyň ýangyjyny artdyryar.

K-126B karbýuratory ZMZ-53 dwigatellerde oturdýarlar. Bu karbýurator özüniň gurluşy we işleýiş prinsipi boýunça K-88 karbýuratora meňzeşdir: munuňesasy tapawudy mehaniki hereketlendirijili diňe bir ekonomazyzeriniň barlygyndan ybaratdyr.

### **3.3. Transport maksatly içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň häsiýetnamasy.**

Awtomobil üç sany esasy bölekden: İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň, şassi we kuzowdan ybaratdyr.

Biziň öwrenýän şu awtomobillerimizde içinden otlanýan dwigatel oturdylandyr. Ýangyjyň ýanmagynyň himiki energiýasy şu dwigatelde mehaniki işe öwrülýär.

Şassi awtomobiliň esasyny emele getirýär we ol transmissiýadan, ýöreyiş böleginden hem-de dolandyrys mehanizmlerinden ybaratdyr.

Güýjüň öz täsiri bilen jisimi aýlandyrýan pursadyna aýlaýjy pursat diýilýär. onuň ululygy, güýji güýç goýulýan egne köpeltmek hasyly bilen kesgitlenilýär.

Awtomobilden transmissiýasy aýlaýjy pursady dwigateliň kolençatyý walyndan awtomobiliniň erediji (köplenç halatlarda yzky) tigrlerine geçirmek üçin niýetlenilen mehanizmlerden we uzellerden ybaratdyr.

Sepleniýe, peredaçalar gutusy, kardan geçirijisi, baş geçiriji, differensial we tigrleriň hereketlendiriji wallary (ýarym oklar) transmissiýa deňşlidir.

Sepleniýe dwigateli transmissiýanyň beýleki agregatlary we uzelleri bilen endigan birikdirmek we olary biri-birinden wagtlaýynça aýyrmak üçin niýetlenendir.

Geçirijiler gutusy dwigatelden awtomobiliň erediji tigrlerine geçirilýän aýlaýjy pursady üýtgemäge, dwigateli we erediji tigrleri biri-birinden aýyrmaga hem-de awtomobiliň yza ýöremegine mümkinçilik berýär.



Kardan geçirijisi aýlaýjy pursady peradaçalar gutusyndan baş geçirijä üýtgän burç astynda geçirýär.

Baş geçiriji özüne geçirilýän aýlaýjy pursady artdyrýar we ony göniburç astynda hereketlendiriji wallara geçirýär.

Differensial awtomobiliň erediji tigirleriniň deň bolmadyk aýlaw sanlary bilen aýlanmaklaryny üpjün edýär, bu bolsa awtomobil öwürümlerde we tekiz däl ýolda ýörelýän wagtynda zerurdyr.

Awtomobiliň tigirlerini hereketlendiriji wallara (ýarym oklar) aýlaýjy pursady defferensialdan erediji tigirlere geçirmek üçin niýetlenendir.

Awtomobiliň ýöreliş bölegi döwreden resorlaryň kömegi bilen döwrä birikdirilen öňdäki hem-de yzky mostlardan ybaratdyr. Öňdäki we yzky mostlaryň tigirleri bar, şol tigirler bolsa ereýji we erediji tigirler bolup bilerler.

Dolandyryş mehanizmleri awtomobiliň hereketiniň ugruny üýtgetmek, oňa togtama bermek we ony gozgamaýan halda saklamak üçin hyzmat edýär. Dolandyryş mehanizmlerine pul dolandyryşy togtamalar degişlidir.

Ýük awtomobiliň kuzowy şoferyň kabinasyndan we ýük platformasyndan ybaratdyr. Eňil awtomobilleriň kuzowy metaldan bitewi ýasalandyr. Daýanç ülüşleri ganatlar, kapot, oblisowka, brizgowikler hem kuzowa degişlidir.

Zil-130, Gaz-53A, KpAZ-257, MAZ-500, BelAZ-540, Ural-377, KAZ-608, LAZ-695B we PAZ-627 awtomobiller öz senagatynyň öndürýän esasy baza awtomobiller bolup, olar ýüke berdaşly transport maksatly maşynlar. Baza modelleriniň esasynda modifisirlenen, şeýli üýtgelgen awtomobilleri öndürýärler.

Moskwanyň Lihaçýow adyndaky zawody: 4,0-4,5t ýük göterýän ZIL-130A-1 týagaçy, 1,05t ýük göterýän ZIL-130B1 ýerli dartyjy awtomobili, ZIL-130G ulaldylan bazasy awtomobilini, ýüküni özi düşüriji 3,5 tonnalyk ZIL-MMZ-554 oba hojalyk awtomobilini, ýüküni özi düşüriji ZIL-MMZ-555A

gurluşyk awtomobilini, geçirijiligi artdyrylan ZIL-131 awtomobilini öndürýär.

Gorkiý şäherindäki zawody: 3,0 t ýük göterýän, geçirijiligi artdyrylan GAZ-66 awtomobili, ekranlaşdyrylan elektrik enjamly GAZ-66E awtomobili, lebyodkaly we şinalaryna merkezleşdirilen ýel biriji sistemaly GAZ-66 awtomobili, ekranlaşdyrylan elektrik enjamlary, lebyodkaly we şinalaryna merkezleşdirilen ýel beriji sistemaly GAZ-66E awtomobili öndürýär. Kremençugdaky завод: ýüküni özi düşüriji 10,0 tonnalyk KpAZ-256 awtomobili, 30,0 t ýük göterýän KrAZ-258 ýerli týagaçy öndürýär.

Minskidäki завод ýüküni özi düşüriji, metal kuzowly MAZ-503 awtomobili; 7,0t ýük göterýän, bortlary açylýan MAZ-503B awtomobili; 18t ýük göterýän ýerli MAZ-504 awtomobili-týagaçy; uzyn bazaly MAZ-500G modeli; Demirgazyk şertlerinde işletmek üçin niýetlenilen MAZ-512 awtomobili; Günorta şertlerinde işletmek üçin niýetlenen MAZ-513 awtomobili; geçirijiligi artdyrylan agaç daşajy MAZ-509 awtomobili öndürýär.

Belorus zawody bir oklary Belaz-531 dartyjy awtomobili-týagaçy; 40,0t ýük göterýän BelAZ-548 awtomobili we 65t ýük göterýän Belaz-524 awtopoýezdi öndürýär. Ural zawody Ural-379 awtomobilleriň iki görnüşini: geçip bilijiligi ýokary derejeli we geçirijiligi ýokarlandyrylan görnüşlerini öndürýär.

Kutaisidäki завод pagtany gapsyz daşamak üçin niýetlenilen, 11,5t ýük göterýän KAZ-717 ýarym tirkezli KAZ-608 awtomobil-týagaç öndürýär. Likinskidäki завод şäher tipli Liaz-677 awtobusy öndürýär. Lwowdaky завод ZIL-130 dwigatelli LAZ-695Ž, LAZ-697E “Turist” we ZIL-375 dwigatelli LAZ-699A awtobuslary öndürýär.

Pawlowo завод PAZ-972T “Turist” awtobusyny goýberýär.

Şu öwrenilýän awtomobilleriň gysgaça tehniki häsiýetlendirmesi tablisada getirildi.

Esasy maglumatlar	Awtomobilleriň markasy	
	ZIL-130	GAZ-53A
Awtomobiliň tipi	Ýük awtomobili	
Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň tipi	Dört takty karbýuratorly	
Ýük göterijiligi, m ýokagçy ýerleşijiligi, orunlary	5,0	4,0
Öz agramy, kg	4300	3250
Doly agramy, kg	300-9300	7400
Gabara ölçegleri, mm:		
Uzynlygy	6675	6400
ini	2500	2380
beýikligi	2335	2220
Bazasy, mm	3800	3700
Koleýasy, mm:		
öň tigrileriňki	1800	1560
yzky tigrileriňki	1790	1680
Öwrümiň iň az radiusy, m	8	9
Iň ýokary tizligi, km/sag	85	80
Ýer bilen iň ýakyn aralygy, mm	275	265

Häzirki zaman awtomobillerinde oturdylýan ýylylyk dwigatelleri içinden otlanylýan, ýagny ýangyjy silindriň gös-göni içinde ýandyrylan dwigatellerdir.

Eger ýanyşy goldamak üçin zerur ýangyç garyndysynyň silindrde girizip, soňra bolsa ony elektrik uçguny bilen otlasaň, köp mukdarda ýylylyk bölünip çykar we silindrde basyş ýokarlanar.

Ýangyç garyndysy ýangyjyň we howanyň buglaryndan ybaratdyr. Silindrde ýangyç gyryndysyna işlenen gazlaryň galyndylary garylýar, şondan soň ol garynda iş garyndysy diýip at berilýär.

Giñelýän gazlaryň basyşy ähli tarapa, şol sanda porşene hem geçip, ony süýşmäge mejbur eder. Şatunyň ýokarky golowkasy (kellejigi) bilen porşeniň barmak arkaly şarnirli birikdirilmegine, şatunyň aşaky golowkasynyň bolsa kolençatyý walyň şýkasyna hereketli birikdirilmegine görä, şatun bilen birlikde porşen süýşende, kolençatyý wal we onuň ujuna berkidilen mohawik aýlanýar. Özünem şonda porşeniň göni hereketi şatunyň we kolençatyý walyň kömegi bilen mahowigiň aýlanma hereketine öwrülýär.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň işlemegini dowam etdirmegi üçin, silindri işlenen gazlardan yzygiderli arassalap durmak we ony täze ýangyç garyndysynyň zarýady bilen dolduryp durmak zerurdyr. Silindri işlenen gazlardan arassalamak we ony ýangyç garyndysynyň täze zarýady bilen doldurmak klapanlar bilen ýapylýan iki sany deşik (çykaryş we soruş deşikleri) arkaly amala aşyrylýar.

Silindrde gazlar giñelende, porşen aşak süýşüp, mahowigiň güýjüniň zapasyny täzedan dikeldýär, şonuň hasabyna bolsa porşen ýene-de ýokaryk galýar. Porşen ýokaryk süýşýän wagtynda çykaryş klapanyň deşigi açylýar we işlenen gazlar silindrden atmosfera çykarylýar.

Porşen ýokarky ýagdaýa ýeten dessine, çykaryş klapanyň deşigi ýapylýar. Kolençatyý wal bilen mahowik aýlanmagyny dowam etdirýär, porşen bolsa aşaklygyna gaýdýar. Şonda silindrde seýreklenme emele gelýär we açyk duran soruş deşigi arkaly silindr ýangyç garyndysyny täze zarýad bilen dolýar.

Porşen aşaky ýagdaýyndaka iş garyndysyny ýakmak maksada laýyk däl, sebäbi giñelýän gazlaryň basyşy peýdalanylyp bilinmez. Aýlanmagyny dowam etdirmek bilen, mahowik kolençatyý wal we şatun arkaly porşeni ýokarlygyna süýşürer, şol ýapylygy bolýandygyna görä garyndy gysylar. Gysylan iş garyndysyny elektrik uçguny bilen otlalarylar, şonda ähli hadysalar yzygiderli gaýtalanar.

Gymyldamaýan nokatlaryň arasynda porşeniň geçýän ýoluna porşeniň ýoly diýilýär. Porşeniň her gezek geçen ýolunda kolençatyý wal  $1/2$  aýlaw eder, ýa-da  $180^{\circ}\text{C}$  aýlanar. Porşeniň bir gezek geçen ýolunda silindriň içinde bolup geçýän hadysa takt diýilýär.

Porşen ýokarky gymyldamaýan nokatdan aşaky gymyldamaýan nokada süýşende silindrde emele gelýän boşluga silindriň iş göwrümi diýilýär.

Porşen ýokarky gymyldamaýan nokatdaka onuň ýokarsynda iň az göwrümlü boşluk galyp, şol boşluga ýanyş kamerasynyň göwrümi diýilýär.

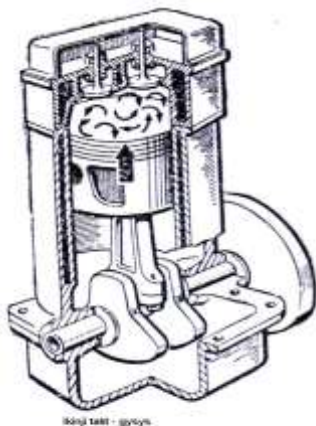
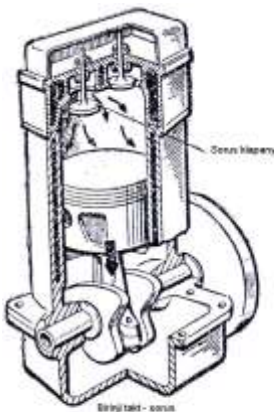
Silindriň iş göwrümi bilen ýanyş kamerasynyň göwrümi bilelikde alnanda, silindriň doly göwrümini emele getirýär. Köp silindrli dwigatellerde ähli silindrleriň iş göwrümleriniň jemi litrlerde aňladylýar we ona dwigateliň litražy diýlip at berilýär.

Silindriň doly göwrüminiň ýanyş kamerasynyň göwrümine gatnaşygy bilen kesgitlenýän gysyş derejesi dwigateliň möhüm görkezijileriniň biridir. Dwigateliň gysyş derejesi ýokarlandygyça, onuň tygşytlylygy we kuwwatlylygy artýar.

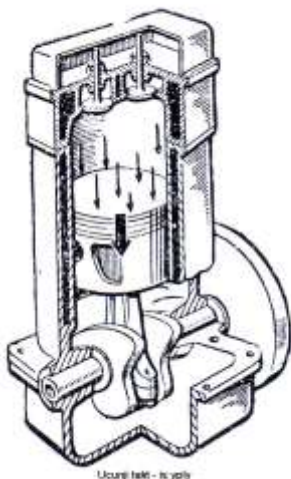
### **3.4. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň tygşytlylygyny ýokarlandyrmak.**

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň tygşytlylygyny ýokarlandyrmak ýylylyk ýitgileriniň kemeldilmegi netijesinde gazanylýar, sebäbi gysyş derejesi uly bolanda ýanyş kamerasynyň gazlar bilen galtaşýan üsti kiçelýär. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kuwwatyny artdyrmak porşene ortaça basyşyň ýokarlandyrylmagy netijesinde gazanylýar. Uly gysyş astynda iş garyndysynyň temperaturasy ýokarlandygyça we ýanyş tizligi artdygyça, porşene ortaça basyş köpeliýär.

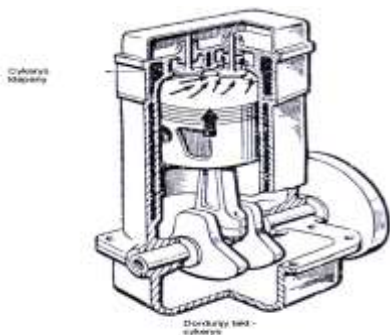
Birinji takt – soruş taktydyr, şol wagt porşen ýokarky gymyldamaýan nokatdan aşaky gymyldamaýan nokada tarap süýşýär, şonda soruş deşiginiň klapany açyk çykaryş deşiginiň klapany ýapyk bolýar. Silindrde seýreklenme döreýär, ýangyç garyndysy bolsa ony doldurýar. Diýmek, soruş takty silindri ýangyç garyndysynyň täze zarýady bilen doldurmak üçin hyzmat edýär.



İkinji takt – gysyş taktydyr, şol wagt porşene tarap süýşýär, deşikleriň ikisi hem klapalar bilen ýapyk bolýar. Iş garyndysynyň göwrümi 6,5-7,0 esse kiçelýär, temperatura 300-400<sup>0</sup>C-a çenli ýokarlanýar, şonuň netijesinde bolsa silindrdäki basyş 10-12 kg/sm<sup>2</sup>-a çenli artýar. Gysyş takty iş garyndysynyň oňat garylmaga we otlamaga taýýarlanylmagy üçin hyzmat edýär.



Üçüncü takt – ýanyş we gazlaryň giňelmeginiň taktydyr. Gysyş taktynyň ahyrynda sweçanyň elektrodларыnyň arasynda elektrik uçguny döräp, ol uçgun iş garyndysyny otlaýar. İş garyndysy ýananda, bölünip çykan ýylylyk gazlary 2200-2500<sup>0</sup>C temperatura çenli gyzdyrýar: şonda gazlar giňelýärler we 35-40 kg/sm<sup>2</sup> basyş döredýärler, şol basyşyň täsiri astynda bolsa porşen ýangy tarapa süýşýär. Deşikleriň ikisi hem klapanylar bilen ýapylgy bolýar. Porşeniň şol wagtky hereketine hem porşeniň iş ýoly diýip at berýärler. İş ýolunda gazlaryň porşene täsir edýän basyşy porşene barmagy we şatun arkaly kriwoşipe geçirilip, kolençatyý walyň aýlanmagyny döredýär. Porşeniň iş ýoly ýangyýyň ýanmagynyň ýylylyk güýjüni mehaniki işe öwürlmek üçin hyzmat edýär.



Dördünjü takt – çykaryş taktydyr, bu taktta porşen tarap ýokarlygyna süýşýär. Şol wagt soruş deşigi ýapyk, çykaryş deşigi bolsa açyk bolýar. İşlenen gazlar silindrden atmosfera çykarylýarlar. Çykaryş taktynyň wezipesi silindri işlenen gazlardan arassalamakdan ybaratdyr.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijä işleýän mahalynda silindrde bolup geçýän işler şu ýokarda görkezilen

tertiple üznüksiz gaýtalanyp durýar. Silindrde belli bir yzygiderlilikde bolup geçýän işler şu ýokarda görkezilen tertiple üznüksiz gaýtalanyp durýar.

Silindrde belli bir yzygiderlilikde bolup geçýän işleriň-soruş, gysyş, iş ýoly we çykaryş hadysalarynyň jemine dwigateliň iş gaýtalanmasy diýilýär.

Şu öwrenilýän awtomobillerde dört taktly dwigateller, ýagny porşeniň her bir dört hodundan ýa-da kolençatyý walyň her gezekki iki aýlawyndan soň taktlary gaýtalanyp durýan dwigateller oturdylýar.

Içinden ýandyrylýan hereketlendiriji işe başladylanda, taýýarlaýyş taktlary startýor (elektrik dwigateli) ýa-da otlaýyş tutawajy bilen kolençatyý waly aýlamak arkaly amala aşyrylýar. Dwigatel işläp başlan dessine, bu taktlar iş taktynda mahowigiň toplan güýjüniň hasabyna bolup geçýär.

Içinden otlanýan dwigatel iki mehanizmden we dört sistemadan ybaratdyr. Kriwoşip-şatun we gaz paýlaýjy mehanizmler dwigateliň mehanizmlerine girýär, onuň sistemalaryna bolsa sowadyş, ýaglaýyş, ýangyç beriş we zažiganiýe (otlaýyş) sistemalary girýär.

Kriwoşip-şatunyň mehanizmi gazlar giňelende, olaryň basyşyny özüne kabul edip alýar we porşeniň gönüçzykly, öňe-yza hereketini kolençatyý walyň aýlanma hereketine öwürýär.

Gaz paýlaýjy mehanizm täze ýangyç garyndysynyň zerur zarýadyny dwigateliň öz wagtynda goýbermek we işlenen gazlary ondan çykarmak üçin niýetlenilendir.

Sowadyş sistemasy dwigatel işlände, onuň gyzyýan detallaryndan ýylylygy sowmak üçin hyzmat edýär. Şu öwrenilýän dwigatellerde suwuklyk guýulýan sowadyş sistemasy ulanylýar.

Ýaglaýyş sistemasy içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ülüşleriniň sürtülýän üstlerine ýag bermek, olary birnemek sowatmak we ýagy arassalamak üçin niýetlenilendir.



Ýangyç beriş ulgamy benziniň buglary bilen howadan ýangyç garyndysyny taýýarlamak, ony içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindrleriň bermek we ýanmadan emele gelen zatlary aýyrmak üçin hyzmat edýär.

Zažiganiýe sistemasy pes naprýaženiýeli tokly ýokary naprýaženiýeli tokla öwürmek we iş garyndysyny otlar ýaly ony sweçalat etmek üçin niýetlenilendir.

Şu öwrenilýän bir silindrli içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň işleýşi endigan däl, sebäbi ýanyşyň bolup geçýän wagtynda, ýagny iş garyndysynyň taýýarlaýyş takty (soruş we gysyş) hem-de jemleýji takty, ýagny çykaryş takty geçýär. Agyr mahowigi ulanmak netijesinde bir silindri içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň işleýşiniň endigansyzlygyny azaltmak bolar. Emma, dwigateliň işleýşiniň endigansyzlygyny azaltmagyň has netijeli usuly umumy kolençatyý wal bir silindrli dwigatelleriň birnäçesinden ybarat ýaly bolup durýan silindrli içinden ýandyrylýan hereketlendirijileri ulanmaklykdyr. Şu halatda köp silindrli dwigateliň endigan işlemegi dürli silindrlerde iş taktlarynyň belli bir yzygiderlilikde gezeleşdirilmeginiň hasabyna gazanylýar.

Şu öwrenilýän awtomobilleriň içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň esasy tehniki-ekspluatasion maglumatlary tablisada getirildi.

Esasy maglumatlar	Dwigateliň modeli	
	ZIL-130	ZMZ-
Silindrleriň ýerleşşi	V şekilli	
Silindrleriň sany	8	8
Silindrleriň işleýiş tertibi	1-5-4-2-6-3-7-8	1-5-4-2-6-3-7-8
Kuwwaty, a, g	170	115
Iň ýokary kuwwatlylyk bilen işlände, kolençatyý walyň aýlaw sany, sag/aýl.	3600	3200
Litraž, l	6,000	4,250
Gysyş derejesi	6,5	6,7

### 3.5. Transport maksatly hereketlendirijilerde sazlaýjynyň orny.

**Deňleýiş.** Şu gözden geçirilen karbýuratorlaryň ählisi deňlenilen tipli karbýuratorlardyr. Bu karbýuratorlaryň ýüzgüç kamerasy atmosfera bilen gös-göni birleşmän, howa ýoluny ýapyjynyň ýokary ýanyndan howa patrübogyna eltilen kanal arkaly birleşýär. Munuň özi howa filtriniň garşylygy ýokarlanaýsa, ýangyç garyndysynyň ýangyjynyň köpelmeginiň önüni almak üçin zerurdyr.

Hapalanan filtrden garyjy kamera howanyň barmagy kynlaşýar, garyjy kamerada seýreklenme köpeliýär, ýangyjyň çüwdürilmesi artýar we ýangyç garyndysynyň ýangyjy köpeliýär, bu bolsa ýangyjyň sarp edilişiniň artmagyna getirýär.

Deňlenilen karbýuratordaky jiklýorlar howa filtrinde garşylyk üýtgände, diffuzordaky we ýüzgüç kamerasyndaky üýtgemeýän basyşlaryň tapawudynyň täsiri astynda işleýärler.

Boş işleýiş az aýlawyna sazlaýyş. Awtomobilniň dwigateli boş işleýiş az aýlawy bilen ep-esli wagt işleýär. Aýlaw sany näçe köp boldugyça, awtomobil şonça-da tygşytly

işleýär. Boş işleýşiň az aýlawynda dwigateliň durnukly işlemegi garyndynyň mukdaryna we hiline bagly bolýar.

Garyndynyň zerur mukdaryny we hilini boş işleýiş sistemasynda iki sany wagt bilen sazlaýarlar.

Drosseliň açylyşyny çäklendirýän direg winti garyndynyň mukdaryny sazlaýar, boş işleýiş sistemasynyň winti bolsa garyndynyň hilini üýtgedýär. Sazlaýyş howa ýoluny ýapyjy doly açyk wagtynda we sowadyjy suwuklygyň temperaturasy azyndan 80°C mahalynda geçirýärler. Sazlamazdan öňürti, hil sazlaýyş wintini ahyryna çenli saga berkidýärler-de, 2,0-2,5 aýlaw yzyna towlaýarlar. Direg wintini drosseliň okuna berkidilen ryçagy aýlaw başlaýan ýagdaýyndan 1,2-2,0 aýlaw towlap berkidýärler.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň işe girizip, içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kolençatyý waly mümkin bolan az sanly aýlaw bilen işlemäge başlaýança, drosseliň direg wintini towlaýarlar: drosseliň ýagdaýyny üýtgetmezden, garyndynyň hilini sazlaýyş wintini towlap berkidip ýa-da gowşadyp, içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kolençatyý walynyň iň köp sanly aýlaw bilen işlemegini gazanýarlar. Soňra drosseliň direg wintini ýene-de yza towlap, içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kolençatyý walynyň mümkin boldugyna az, emma, durnukly aýlaw sany bilen işlemegini gazanýarlar. Sazlaýyş barlamak üçin drosseli açmak we birdenkä ýapmak zerurdyr. Eger şonda içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler işlemegini bes etmeýän bolsa, onda sazlaýyşyň dogry geçiriligidir. Eger içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler dursa, onda drosseliň direg wintini ýarym berkidip, ondan soň ýene-de barlamak gerek.

Her bir kamerasynyň hil sazlaýyş winti bar bolan K-88 we K-126B karbýuratorlary boş işleýşiň az aýlawyna birneme başgaçarak sazlaýarlar. İşlemän duran dwigatelde şu karbýuratorlary sazlamazdan öňürti, garyndyny sazlaýyş wintlerini tä diregine çenli towlap berkitmek, soňra bolsa olaryň her birini 2-3 aýlaw yza towlamak zerurdyr. Şondan soň

dwigateli otlamaly we drosseliň direg wintini towlap, dwigateliň durnukly işlemegini gazanmaly. Soňra hil sazlaýyş wintleriniň birini, her gerek barlananda,  $\frac{1}{4}$  aýlaw berkitmek bilen, tä dwigatel näsaz işläp başlaýança, garyndynyň ýangyjyny azaldýarlar, soňra bolsa şol winti  $\frac{1}{2}$  aýlaw gowşadýarlar.

Garyndynyň hilini sazlaýjy ikinji wint bilen hem sazlaýyş işleriniň ählisini edil şeýle yzygiderlikde geçirmek gerekdir.

Garyndynyň hilini sazlap bolanyndan soň drosseliň direg wintini içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kolençatyý waly iň az sanly aýlaw bilen ikisiniň hem kömegi bilen garyndynyň sostawyndaky ýangyjy ýene-de azaltmaly. Adatça iki-üç gezek şular ýaly sazlaýyşdan soň üç wintiň ählisi üçin hem dogry ýagdaýy kesgittärlär.

Ýüzgüç kamerasyndaky ýangyjyň derejesiniň barlanylyşy we sazlanlyşy. Karbýuratoryň ýüzgüç kamerasyndaky ýangyjyň derejesi dwigateliň işleýşine uly täsir ýetirýär.

Ýangyjyň derejesi ýokary bolsa, ol pürkujiniň deşiginden agyp çykar we garyndynyň ýangyjy köpeler. Ýangyjyň pes bolsa, garyndynyň hem ýangyjy azalýar.

K-105 we K-126B karbýuratorlarda ýangyjyň derejesini ýüzgüç kamerasynyň diwarjygyndaky serediş deşigi arkaly barlaýarlar. Ýangyjyň derejesini awtomobili gorizonta meýdançada durzup, dwigatel boş işleýşiň az aýlawynda 5 minutdan işlände barlamalydyr. K-105 karbýuratorda ýangyjyň derejesi serediş deşiginiň etegindäki bellikleriň çäklerinde bolmalydyr. K-126B karbýuratorda ýangyjyň derejesi korpus bilen ýüzgüç kamerasynyň ganatynyň sepgidiniň tekizliginden 19-21mm aşakda bolmalydyr.

K-88 karbýuratorda ýangyjyň derejesi iki usul bilen barlanylyp bilner. İçinden ýandyrylýan hereketlendiriji az aýlaw bilen boş işleýärkä, ýangyjyň derejesini barlaýyş dykysyny towlap aýyrmaly we açylan deşikden ýangyjyň

derejesine seretmeli (şonda gözüň kontrol deşigiň deňinde bolmalydyr). Dogry sazlanýlanda, ýangyjyň derejesi görner, emma, ýangyç deşikden akmaly däldir.

Ýangyjyň derejesi ikinji usul bilen barlanylanda mehaniki hereketlendirijili ekonomazyeriň klapanyňy bekleýän dykyny towlap açmak we onuň ýerine rezin şlangaly we aýna turbajykly ştuseri towlap oturtmak zerurdyr. Karbýuratoryň ýüzgüç kamerasyny el bilen işledilýän ryçagyň kömegi arkaly ýangyç bilen doldurmaly. Aýna turbajygy onuň ýokarky ujy korpus bilen karbýuratoryň gapagynyň sepgidiniň tekizliginden ýokarda durar ýaly edip oturtmak gerek.

Turbajykdaky ýangyjyň derejesi bilen karbýuratoryň sepgidiniň tekizliginiň arasyňy ölçäp, ýangyjyň hakyky derejesini kesgitleýärler. Şol arkaly 18-19mm çäklerinde bolmalydyr.

Eger ýüzgüç kamerasyndaky ýangyjyň derejesi gereginden ýokary ýa-da aşak bolsa, onda ýüzgüjiň ryçagynyň direg plastinasyny gerekli tarapa egip ýa-da iňne şekilli klapanyň eýeriniň astyndaky prokladkalaryň galyňlygyny üýtgedip, ýangyjyň derejesini sazlamak zerurdyr.

Tehniki taýdan abat dwigatel doly kuwwatyna ýetmelidir, doly kuwwaty bilen işlände we boş işlände bökdençsiz işlemeledir, çakdanaşa gyzmaly däldir, tüsselemeli däldir we sykaldyşlaryň arasyndan ýag goýbermeli däldir. Dwigateliň näsazlygyny dwigateli sökmezden, onuň daşky alamatlary boýunça kesgitlep bolar.

Del dükürdileriň we sesleriň peýda bolmagy, dwigateliň kuwwatynyň peselmegi, ýagyň sarp edilişiniň artmagy, ýangyjyň artykmaç harç edilmegi, işlenen gazlarda tüssäniň peýda bolmagy we beýleki kemçilikler kriwoşip-şatun mehanizminiň näsazlygyny görkezýän alamatlardyr.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde şakyrdy we sesler onuň esasy detallarynyň işläp sandan çykmagy we birikdirilgi detallaryň birigýän ýerlerinde uly zazorlaryň peýda bolmagy netijesinde döreýär. Içinden ýandyrylýan

hereketlendirijilerdäki dükgüldiler stetoskopyň kömegi bilen diňlenip eşidilýär, munuň üçin belli bir endigiň bolmagy gerek.

Porşen we silindr sürtülip işlände hem-de olaryň arasyndaky yş ulalanda, zarnyldyly metal dükgüldisi döreýär, bu dükgüldi sowuk içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň işleýärkä oňat eşidilýär. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ähli şertlerinde mese-mälim eşidilýän metal dükgüldisi porşen barmagy bilen şatunyň ýokarky golowkasynyň arasyndaky zazoryň ulalandygyny aňladýar. kolençatyý walyň aýlaw sany birdenkä artdyrylanda dükgüldiniň güýçlenmegi düýp ýa-da şatun podşipnikleriniň wkładyşlarynyň sürtülip zaýalanandygyny bildirýär, özünem ol dükgüldiniň has güňlejek çykmagy düýp podşipnikleriň wkładyşlarynyň zaýalanandygyny aňladýar.

Adatça sürtülme zerarly wkładyşlar has beter zaýalananda, olaryň antifriksion gatlagy ereýär, bu bolsa ýagyň basyşynyň birdenkä örän pese düşmegine getirýär. Şeýle ýagdaý ýüze çykanda dwigatel haýal edilmän durzulmalydyr, sebäbi bu ýagdaýda dwigateliň işledilmegi detallaryň döwürmegine eltip biler.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kuwwatynyň peselmegi porşen halkalarynyň sürtülip zaýalanmagy, olaryň ganawjyklarda ýatyp galmagy, porşenleriň we silindrleriň zaýalanmagy hem-de silindrler golowkasynyň ýaramaz çekdirilmegi netijesinde döreýär. Bu näsazlyklar silindrde kompressiýanyň peselmegini döredýärler.

Kompressiýany kompressometr bilen barlananda, diňe barlanýan silindriň zažiganiýe sweçasyny towlap aýyrýarlar, onuň ýerine bolsa kompressometriň nakoneçnigini oturdýarlar. Karbýuratoryň drosselini we howa ýoluny ýapyjysyny doly açyp, kolençatyý waly starteriň kömegi bilen 2-3 sekunt aýlaýarlar. Saz işleýän dwigatelde kompressiýanyň ululygy 7,0-7,2 kG/sm<sup>2</sup> çäklerinde bolmalydyr. Dürli silindrdäki kompressiýanyň ululygynyň tapawudy 1 kG/sm<sup>2</sup> –dan köp

bolmaly däldir. Şeýlelik bilen, her bir silindrdäki kompressiýany yzygiderli barlamak gerek.

Ýagyň sarp edilişiniň artmagy, ýangyjyň artykmaç sarp edilmegi, işlenen gazlarda tüssäniň peýda bolmagy (karterdäki ýagyň derejesi kadaly bolanda) adatça porşen halkalary ganawjyklarda ýatyp ýa-da silindrleriň halkalary zaýаланanda ýüze çykýar. Halkanyň ýatyp galmagyny dwigateli sökmän hem düzetmek bolýar, munuň üçin agşam gyzgyn dwigateliň her bir silindrine zažiganiýe sweçasý oturdylýan deşikden denaturat goşulan spirt bilen nebitiň deň böleginden taýýarlanan 20g garyndyny guýup goýmaly. Ertesi irden dwigateli otlamaly, 10-12 minut işletmeli-de, soňra onuň ýagyny çalşyrmaly.

Porşenleriň depesinde we silindrleriň golowkalarynda ýerleşýän ýanyş kameralarynda gurum baglamagy bilen ýylylyk geçirijiligi peselýär, bu bolsa dwigateliň çenden artyk gyzmagyna, onuň kuwwatynyň peselmegine we ýangyjyň artyk sarp edilmegine sebäp bolýar. Gurumy aýyrmak üçin içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň suwuny dökmeli, silindrler golowkasynda berkidilen abzallary aýyrmak we gaýkalary towlap aýranyndan soň, silindrler golowkasyny aýyrmaly we gaýkalary towlap aýranyňdan soň silindrler golowkasyny prokladka zyýan ýetirmän, seresaplyk bilen aýyrmaly, eger prokladka silindrler bloguna ýa-da golowkasyna ýelmeşen bolsa, onda ony uýy kütäk pyçak ýa-da ýasy we ýuka metal bölegi bilen aýyrmak gerek.

V-şekilli içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde silindrleriň golowkalaryndan hemme abzallary aýyrmak, soruş turbageçirijisini aýyrmak we diňe şondan soň golowkany aýyrmak zerurdyr.

Porşenleriň depesine ýa-da ýanyş kamerasynyň diwarlaryna zyýan ýetirmezlik üçin gurumy agaçdan ýa-da ýumşak metaldan ýasalan gazawlar bilen aýyrmak gerek.

Ýanaşyk silindrleri arassa esgi bilen ýapyp, silindleriň gurumyny gezek-gezegine arassalamalydyr.

Gurumy aňsatlyk bilen aýyrmak üçin, onuň üstünde nebite batyrylan esgini goýup, ony ýumşatmak gerek. Gurum aýrylandan soň ähli detallary arassalamak we ýerli-ýerine oturtmak zerurdyr.

Arassalamadan soň silindrler golowkasynyň prokladkasy oturdylanda, oňa poroşok görnüşli grafik sürtkem gerek.

Suwuň doňmagy ýa-da gyzgyn içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň sowadyş köýnegine sowuk suwuň dolmagy netijesinde silindrler blogunyň we golowkasynyň sowadyş köýneginiň diwarlarynda jaýryklar emeli gelip bilerler.

### **3.6. Kriwoşip-şatun mehanizmine tehniki taýdan hyzmat edilende ýerine ýetirilýän esasy işler.**

Gündelik hyzmat (Г-X).

1. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijini işletmeli we onuň dürli şertlerde işleýşini diňläp görmeli.

2. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijilni tozandan we hapadan arassalamaly. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileri hapadan gazawlar bilen arassalanýarlar, ony kistiň kömegi arkaly nebit bilen ýuwýarlar, ondan soň bolsa guraýança süpürýärler. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň benzin bilen ýuwmak bolmaz, sebäbi ol ýangyjyň döremegine getirip biler.

Birinji tehniki hyzmat (TX-1).

İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň rama berkidilişini barlamaly. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň daýançlarynyň berkidilişi barlananda, olaryň gaýkalarynyň splintlerini aýyrmaly, gaýkalary soňuna çenli towlap berkitmeli we ýene-de splintlemeli. Berkidiş



gaýkalary çekdirilende açarlary gaýkalaryň takyk ölçegleri boýunça saýlap almak bilen, guran enjamlardan peýdalanmak zerurdyr. Agzy parallel bolmadyk işlän gaýka bilen işlenmeklige rugsat edilýär. Gaýkanyň we açaryň gyraňlarynyň arasynda metal plastinkalary goýup, uly ölçegli açarlar bilen gaýkany towlap gowşatmak we berkitmek, başga açary ýa-da turbany birikdirip, açaryň sapyny uzaltmak gadagandyr.

Ikinji tehniki hyzmat (TX-2).

1. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileri göwrä berkitmeli.

2. Karteriň düýbünü berkitmeli.

3. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindrindäki kompressiýany barlamaly.

4. Silindrler blogy bilen golowkanyň birikmesiniň jebisligini barlamaly, gerek bolsa, golowkany berkidýän gaýkalary we boltlary çekdirmeli. Silindrler golowkasyny berkidýän boltlary we gaýkalary dwigatel sowukka Zil-130-a bolsa içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň gyzdyryp çekdirmelidir. Gaýkalary çekdiriş pursadyna kontrollýk etmäge mümkinçilik berýän ýörite dinamometrik açar bilen towlap çekdirmek zerurdyr. Çekdiriş pursady 7,3-7,8 kGm çäklerinde bolmalydyr.

Hyrly birikmeleri birdenkä gaty towlaman, dwigatelleriniň her bir görnüşi üçin kesgitli tertipde endigan çekdirmek gerek. Ilki ortadan.

V şekilli Zil-130 we 3M3-53 içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde silindrleriň golowkalarynyň berkitmelerini çekdirmäge başlamazdan önürti, sowadyş sistemasyndan suwy dökmelidir we soruş turbageçirijisini berkidýän gaýkalary gowşatmalydyr.

Silindrler golowkasynyň gaýkalary çekdirilenden soň soruş turbageçirijisiniň gaýkalaryny ýene-de çekdirmeli we klapanlaryň hem koromyslolarýň arasyndaky ýslary sazlamaly.

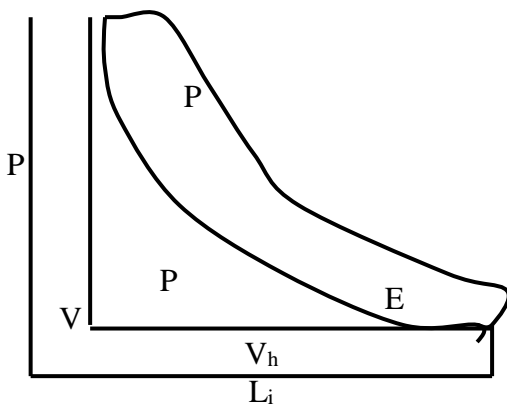
I. Dizeliň işleýşini häsiýetlendiriji görkezijiler:

- a) dizeliň effektiwligini häsiýetlendiriji (ortaça indikator basyşy, ortaça indikator we effektiwligi);
- b) konstruksiýanyň kämilleşdirilişini görkezijiler;
- ç) ýangyç ýanandan soň emele getirijiler zyýanlygyny häsiýetlendirýän görkezijiler we başgalar.

Dizeliň şu esasy görkezijileriniň nämediklerini hasaplamagyň usullaryna seredeliň.

a) Dizeliň effektiwligini häsiýetlendirýän görkezijileri.

1) Ortaça indikator we effektiw basyş. Dizeliň silindrdäki ýangyç ýanandan soňra gazlaryň bir gaýtalanmada bitirýän işi indikator diagrammada onuň meýdanyna ekwiwalentdir. Şol gazlaryň basyşy porşeniň hereket etmegi netijesinde yzygider ütgýär. Indikator diagrammanyň meýdanyny kesgitlemek üçin onuň çylşyrymly meýdanyny özüne deň bolan gönüburçlugyň meýdany bilen alynýar; ol gönüburçly indikator diagramma bilen bir esasyda  $V_h$  – görülyär. Şeýle gurulan gönüburçlugyň beýikligi indikator basyşy bolar:



3.1 surat.

Eger porşene käbir  $P_i$  hemişelik basyşy täsir edýär diýilip şert edilse, onda ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlaryň

porşeniniň EÇÇ-deň AÇÇ-bir gezek geçende bitirýän işi  $L_i$ -şeyle hasaplanylýar:

$$L_i = P_i \cdot V_h \text{ MJ}$$

Ortaça indikator basyş şu formula boýunça hasaplanylýar:

$$P_i = \varphi \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \left[ \lambda(\rho - 1) + \frac{\lambda \rho}{n_2 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\delta n_2 - 1} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon n_1 - 1} \right) \right], \text{ MPa} \quad (3.1)$$

bu formulada:  $\varphi$ -diagrammanyň tegelenme koeffisienti. Dizel dwigatelleri üçin  $\varphi=0,92$  kabul edilýär. Basyşyň ýokarlanylş derejesi –  $\lambda$ . Ol:

$$\lambda = \frac{P_z}{P_c} \quad (3.2)$$

boýunça hasaplanylýar.  $\delta$ -giňelme derejesi. Ol giňelme hadysasynyň ahyryndaky göwrümiň ýanmak hadysasynyň ahyryndaky göwrümüne gatnaşygyna deň. Ýagny:

$$\delta = \frac{V_b}{V_z} = \frac{\varepsilon}{\rho} \quad . \quad (3.3)$$

$\lambda$  we  $\delta$ -niň bahalaryny formuladan ornuna goýup, ortaça indikator basyşy ( $P_i$ ) hasaplamak bolar.  $n_1$  we  $n_2$  san bahalary tablisalardan alynýar. Ortaça effektiv basyş  $P_e$  şeýle hasaplanylýar:

$$P_e = \eta_M P_i \quad (3.4)$$

Bu formulada  $\eta_M$  mehaniki PTK, bolup ol dwigateli esasy görkezijileriň biridir.

$$\eta_M = \frac{P_i - P_M}{P_i} = 1 - \frac{P_M}{P_i}$$

*Onda :*

$$P_e = \left( 1 - \frac{P_M}{P_i} \right) P_i \quad (3.5)$$

Täze içinden ýandyrylýan hereketlendiriji üçin mehaniki ýitgini  $P_M$  esaslar üçin formula hödürülenýär:

$$P_M = 0,1(0,8 + 0,2 W_p), \text{ МПа} \quad (3.6)$$

Bu formulada  $W_p$  – porşeniň ortaça tizligi. Ol egri walyň aýlaw sanyna bagly aşakdaky tablisadan alynýar.

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
$W_p$ M/C	3,5	5,25	7,0

Şeýle  $P_M$ -iň bahasyny kesgitläp, formuladan ortaça effektiw basyşy ( $P_e$ ) hasaplamak bolar.

2) İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň ortaça indikator we effektiw kuwwaty.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň indikator kuwwaty aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$N_i = \frac{i \cdot V_h \cdot P_i \cdot n}{30 \cdot \tau} \cdot k Wt \quad (3.7)$$

bu formulada:  $V_h - \pi$ ,  $P_i - \text{МПа}$ ,  $n - \text{aýlaw/min}$ ,  $\tau$ -dwigateliň taktlylygy  $T=4$ . Şu kurs işi ýerine ýetirýän içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň indikator kuwwaty onuň mehaniki PTK boýunça hasaplap bolýar. Ýagny:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i}$$

*Onda :* (3.8)

$$N_i = \frac{N_e}{\eta_M} \cdot kWt$$

$\eta_M$  formula boýunça hasaplanylýar.

Indikator we effektiw kuwwat özara nähili tapawutlandyrylýar? Olaryň tapawudy şeýle.

Indikator kuwwatynyň bir bölegi porşeniň hereket etmegini ýüze çykarýan sürtülmäniň garşysyna harçlanýar. Ýene-de bir bölegi dwigateliň özünüň kömegi bilen mehanizmlerini işletmek üçin sarp edilýär. Bu sarp edilýän kuwwatda mehaniki ýiten diýilýär we  $N_M$  bilen belgilenýär. Indikator kuwwata peýdaly kuwwat, tapawutlanýan kuwwata dwigateliň effektiw kuwwaty diýilýär. Effektiw kuwwaty tapawutlanýar. Ýagny:

$$N_e = N_i - N_M$$

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň effektiw kuwwatynyň san bahasy kurs işini ýerine ýetirmekde berlen bolsa-da ony barlag üçin aşakdaky formula boýunça hasaplamaly:

$$N_e = \frac{i \cdot V_h \cdot P_i \cdot n}{30 \cdot \tau} \cdot kWt \quad (3.9)$$

Şu formula boýunça effektiw kuwwatyň hasaplanylýp çykarylan bahasy bilen onuň kurs işinde berlen bahasy bilen takmynan gabat gelmeli. Şeýle bolsa geçirilen hasaplamlarynyň dogrudygyny aňladýar.

b) Dizeliň tygşytlylyk görkezijisi.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ýanýan ýangyjyň çykarýan ýylylygy dolandyryjy peýdaly işe öwürilmeýär. Onuň bir bölegi ýitgi bolýar. Bu ýitginiň esasy bölegi içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň daşky gurşawa goýberýän tüssesi bolýar. Onuň ýene-de bir bölegi içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň sowadyjy suwuklandyryşy. Şeýlelikde, ýangyjyň berýän ýylylygyny peýdaly ulanyş derejesi dwigateliň tagşytlygyny häsiýetlendirýär we ol içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň indikator PTK-sy bilen aňladylýar.

$$\eta = \frac{3600}{G_t \cdot H_u} \quad (3.10)$$

Bu formulada:  $G_t$  - ýangyjyň bir sagatda hasaplanylýşy, g/s;  
 $H_u$  – ýangyjyň ýylylyk çykaryjylyk ukyby, Mj/kg.

Onuň hasaplanyş usuly hakda aýdylýp, formulany başgarak hem aňlatmak mümkin.

$$\eta_i = \frac{3600}{\frac{G_t}{N_i} \cdot H_u} \quad ya - da \quad \eta_i = \frac{3600}{g_i \cdot H_u} \quad (3.11)$$

$G_t/N_i$  - ýangyjyň udel indikator harçlanylýşy diýilýär we  $g_i$  bilen belgilenýär. Ýagny:

$$g_i = \frac{G_t}{N_i} \cdot g / kWt \cdot sagat \quad (3.12)$$

Ýangyjyň udel indikator harçlanylyşyny aşakdaky formula boýunça hem hasaplap bolar.

$$g_i = 3600 \frac{\rho_k \cdot \eta_v}{N_i}; \quad g / kWt \cdot sagat \quad (3.13)$$

Bu formulada  $\rho_k = 1.293 \text{ kg/m}^3$   $\alpha$  we  $L_0$  hasaplamak boýunça şu metodik gollanmanyň basyşda aýdypdy. Şeýle hem indikator basyşyň ( $P_i$ ) hasaplanylyşy babatda aýdylpdy, dolduryş koeffisienti  $\eta_v$  – egri walyň aýlaw sanyna baglylykda tablisadan alynýar.

n, aýlaw/min	1000	1500	2000
$\eta_v$	0,86	0,87	0,88

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň tygşytly doly baha bermek üçin onuň PTK-syndan peýdalanylýar. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň effeitiw PTK-sy aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\eta_e = \frac{3600 \cdot N_e}{G_t \cdot H_u} = \frac{3600}{\frac{G_t}{N_e} \cdot H_u} = \frac{3600}{g_e \cdot H_u} \quad (3.14)$$

Bu formulada  $G_{t/Ne}$  aňlatma ýangyjyň udel effeitiw harçlanylyşy diýilýär. Ol:

$$g_e = \frac{G_t}{N_e}; \quad g / kWt \cdot sagat \quad (3.15)$$

Ýangyjyň udel effektiv harçlanylyşy şeýle formula boýunça hem hasaplanylýar:

$$g_e = \frac{g_i}{\eta_M} \quad (3.16)$$

Şeýlelikde, dwigateliň indikator we effektiv PTK-sy hem-de ýangyjyň udel indikator we effektiv harçlanylyşy onuň tygşytly işleýşini häsiýetlendirýär.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň effektiv PTK-sy şeýle formula boýunça hasaplanylýar:

$$\eta_e = \eta_M \cdot \eta_i$$

### **3.7. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň sowadyş, ýaglaýyş, iymitlendiriş ulgamlary.**

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň synag edilende aşakdaky ulylyklar ölçenýärler :

1. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň walynyň aýlaýjy momenti –  $M_e$  (kgm);
2. Egri walyň minutda aýlaw sany –  $n$  (sek<sup>-1</sup>);
3. Ýangyjyň sagatda çykdaýjysy –  $G_t$  (kg/sag);
4. Howanyň sagatda çykdaýjysy –  $G_H$  (kg/sag);
5. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň sorylýan howanyň temperaturasy –  $t_H$ , °C ;
6. Sowadyjy suwyň temperaturasy –  $t_s$ , °C ;
7. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň karterinde (düýbinde) ýagyň temperaturasy –  $t_y$ , °C ;
8. Işlenen gazlaryň temperaturasy –  $t_i$ , °K ;
9. Girişde basyşyň peselmegi -  $\Delta P_k$  (Pa, kg/sm<sup>2</sup>);
10. Ýagyň basyşy –  $P_y$  (MPa, kg/sm<sup>2</sup>) ;
11. Barometriki basyş –  $B_b$  (rt. süt. Mm) ;
12. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň geçen



sowadyjy suwyň mukdary –  $G_s$  (kg/sag) ;

13. Yanyşa uçgynyň berilýän wagty ( $\varphi_{\square_z}$ )  $\square\square$  ýa-da dizelde ýangyjyň pürkölýän wagty ( $\varphi \square\square_p$ ) – e. w. a., grad. (egri walyň aýlawy) ;

14. Howanyň çyglygy –  $\varphi_{\square}$  (%).

Synag stendine girýän bölekler :

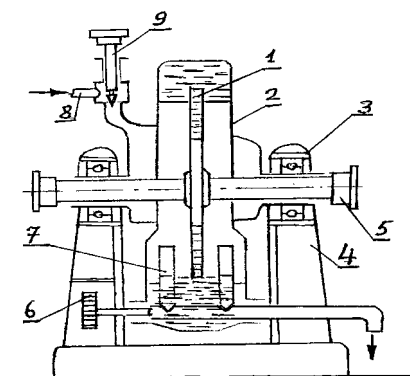
- durzyjy enjam ;
- sowadyjy enjam ;
- işlenen gazlary çykaryjy enjam ;
- içinden ýandyrylýan hereketlendirijini ýangyç bilen üpjün edýän enjam ;
- içinden ýandyrylýan hereketlendirijileri işledýän enjamlar ( pult bilen ).

Içinden ýandyrylýan hereketlendiriji işlän döwründe oňa düşýän agram stentde durzyjy enjamyň üsti bilen edilýär. Enjamyň egri wal bilen bile aýlanýan bölegine rotor diýilýär. Köplenç, gidrawliki durzyjy enjam ulanylýar (2-nji sur.). Rotoryň aýlanmasyna (1) enjamyň içine (2) guýlan suw päsgelçilik döredýär. Enjamyň korpussy (2) stoýkada (4) goýlan podşipnikleň (3) üsti bilen öwrülip bilýär. Gidrodurzyjynyň waly (5) dwigateliň egri waly bilen baglanyşykly.

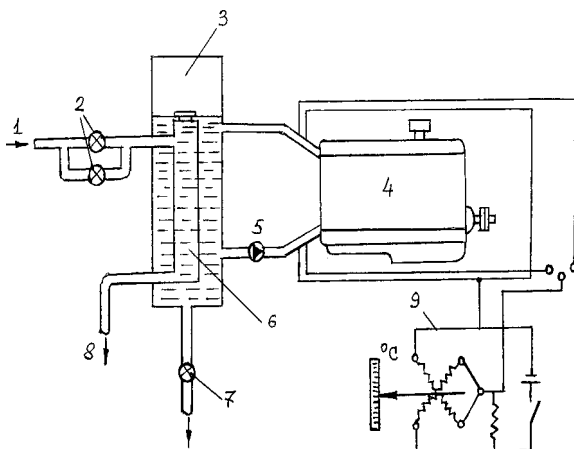
Enjamyň içine suw ýokarda ýerleşýän turba (8) bilen berilýär. Rotor aýlananda suw merkeze ymtylyjy güýçler bilen diwara gysylyp suw tegelegini emele getirýär. Şonda suwyň galyňlygy wentiliň (9) we patrubbkalaň (7) üsti bilen sazlanýar. Patrubbkalar (7) enjamyň (6) kömegi bilen bir gapdala gyşaryp suwyň bölegini daşyna akdyryp bilýär.

Suw bilen rotoryň we suw bilen diwaryň arasynda döreyän sürtülme sebäpli, dwigateliň egri walyna agram düşürilýär.

Synag edilende şol agram salýan güýç tereziň siferblatynda görünýär ( $P_t$ ). Täsir edýän güýjiň egni



3.2-nji surat.



3.3-nji surat.

İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň şekillenmesi.

- 1 – sowuk suwyň berlişi; 2 – suwyň temperaturasyny sazlaýan kranlar; 3 – bak-sowadyjy; 4 – dwigatel; 5 – goşmaça suw nasosy ; 6 – sowadyjy radiator; 7 – suwy döküji kran; 8 – dökülýän suw; 9 – lagometr.

$l = 0,7162 \text{ m}$  deňdir.

Onda aýlaýjy moment

$M_e = P_t * l, (\text{kg} \cdot \text{m})$

Dwigateliň effektiw kuwwaty

$N_e =, M_e * n / 716,2 = P_t * n / 10^3$  at güýji (A. G.) ýa-da kWt

$n$  – dwigateliň egri walynyň aýlaw sany.

Ol tahometrleriň ýa-da jemleýji hasaplaýjylaryň kömegi bilen ölçenýär. Häzirki wagtda  $n$  elektron enjamlaryň kömegi bilen ölçenýär.

$n = \Delta n * 60 / \tau,$  aýlaw / minuta ýa-da  $\text{sek}^{-1}$

$\Delta n$  – hasaplaýjynyň görkezýän aýlaw sany;

$\tau$  - belli bir wagt, sek.

Belli bir mukdardaky ýangyjy belli bir wagtda ölçeyärler, soňra sagatda çykýan ýangyjy hasaplaýarlar :

$G_t = \Delta G_t * 3,6 / \tau,$  kg/sag

$\Delta G_t$  - ýangyjyň belli bir mukdary. Ony ölçemek üçin ýörite tereziler ulanylýar. Şol ýangyjyň harç edilýän wagty  $\tau$

hasaplaýjylaryň kömegi bilen ölçenýär.

Ölçeg üçin rotor görnüşli enjamlar ulanylýar. Şonda howanyň belli bir mukdary ( $\Delta V$ ) ölçenýär ( $\tau$  wagtyň dowamynda ).

Sagatda harçlanýan howanyň mukdary :

$$G_h = \frac{\Delta V}{\tau} * \gamma_h * 3600, \text{kg} / \text{sag}$$

$\gamma_h = 0,465 B_0 / (273+t_0)$

$B_0$  - barometriki basyş (rt. süt. mm)

$t_0$  - howanyň temperaturasy,  $^{\circ}\text{C}$

Sowadyş sistemasynda suwyň, dwigateliň karterindäki ýagyň, howanyň temperaturalaryny ölçemek üçin garşylyk termometrleri ulanylýarlar.

Işlenilen gazlaryň temperaturasyny ölçemek üçin termoparalar (termoelektriki datçikler) ulanylýar.

Sowatmak üçin iki konturly sistema ulanylýar. Birinji kontura (aýlaw) dwigateliň içindäki suw köýnekleri we bak-sowadyjy (holodilnik) girýärler. Ikinji kontura sowadyjy radiator we suw beriji set girýärler. Dwigateliň içinden geçýän suw bakdaky suwyň we sowadyjy radiatoryň temperaturalarynyň tapawydy bilen sowadylýar. Şol tapawut 60-65<sup>0</sup>C deňdir. Suwyň aýlawyny çaltlaşdyrmak üçin goşmaça nasos goýulýar (3 sur.), sowadyjy suwyň temperaturasyny sazlamak üçin radiatoryň üstünden geçýän suwyň mukdaryny üýtgedýärler. Ol ýörite kranlaryň üsti bilen amala aşyrylýar.

Häzirki zaman synag stendleri suwyň belli bir temperaturasyny awtomatiki ölçegde saklaýar.

Bu ulgam dizel dwigatelleriniň iýmitlendiriş ulgamyndan tapawutlydyr. Karbýurator dwigatellerinde ýangyç garyndysy karbýuratorlarda taýýarlanylýar.

Ulgama girýän bölekler we detallar: karbýurator, ýangyç nasosy, ýangyç filtri. Ulgamyň esasy bölegi karbýurator hasaplanýar. Karbýuratorlarda iki kamera ýerleşýär. Olaryň biri garyşdyryjy kemere, beýlekisi içi poplawokly benzin beriji kamera.

Häzirki zaman karbýurator dwigatellerinde iki basgançakly garyşdyryjy kameraly karbýuratorlar ulanylýarlar. Şol garyşdyryjy kameralar yzygiderli işe girýärler.

Karbýuratorlarda, şeýle hem, benziniň tygşytly ulanylmagyny üpjün edýän ekonomazyer we benziniň çaltlaşdyryjy ýörite nasos ýerleşýär.

Benzin beriji nasos benzini bakdan karbýuratora bermek üçin niýetlenendir.

Benzin bilen howa garyndysy karbýuratorlardan ýörite turbalaryň üsti bilen silindrlere berilýär. Soňra sweçalaryň kömegi bilen ýangyç garyndysy silindrleriň içinde ýandyrylýar.

Ýangyç arassalaýjy filtrlr benzin nasosynda, karbýuratora benzin berilýän turbada ýerleşýärler. Käbir awtomobiliň ýangyç beriş ulgamynda iri hapalary saklaýjy otstoýnikler oturdylýar. Häzirki zaman karbýurator

dwigitellerine A–95 we A–80 benzin bilen iýmitlendirýärler.

Çykaryş prosesinde silindrdäki işlenilen gazlar uly tizlik bilen daşyna çykýarlar. Bu proses çykaryş klapany açylanda başlanýar. Klapany açylan badyna gazlaryň köp bölegi uly ses bilen we uly tizlik bilen silindrlerden çykýarlar. Şonda gazlaryň temperaturasy hem uly bolýar. Soňra gazlaryň sesi, tizligi we temperaturasy peselýär. Çykýan gazlaryň sesini peseltmek üçin ýörite enjam - gluşitel ulanylýar. Bize belli bolşy ýaly işlenilen gazlaryň düzüminde daşky gurşawa, adamlara zyýanly toksikiýny gazlar köpdür. Howany, daşky gurşawy hapalaýan esasy dwigatel karbýurator dwigatelleridirler. Bu dwigatelleriň gazlaryň düzüminde 170–e golaý adama we daş töwerege zyýanly himiki birikmeler bardyr. Şolardan iň köpi we iň zyýanlysy uglerodyň oksididir (CO). Şol gazyň reňki ýokdyr, udel agramy bolsa howaňka golaýdyr. CO gazy dwigateliň silindrlinde ýangyjyň (benziniň) doly ýanmaýanlygy zerarly emele gelýär. Häzirki zaman ýeňil maşynlarynda çykýan zyýanly gazlary azaltmak üçin ýörite enjamlar - katalizatorlar ulanylýarlar. Olar gluşyteliň ýanynda oturdylýarlar. Ýöne gluşitel we katalizator gazlaryň çalt çykmagyna päsgelçilik döredýärler. Şeýle bolanda dwigateliň kuwwaty çala peselýär.

### **3.8. Çykaryş hadysasynda işlenilen gazlaryň silindrlerden doly çykarylşy.**

Çykaryş prosesinde işlenilen gazlaryň silindrlerden doly çykmagy hökmandyr. Sebäbi çykmadyk gazlar täze girjek garyndynyň (karbýurator dwigatellerinde) ýa-da howanyň (dizel dwigatellerinde) ýerini saklaýarlar. Daşky gurşawy gorap saklamak häzirki wagtda iň bir wajyp meseleleriň biridir.

Atmosfera howasy esasan awtomobilleriň, ulag maşynlarynyň dwigatellerinden çykýan gazlar bilen hapalanýar. Adama zyýanly gazlary dizel dwigatellerine

garanynda karbýurator dwigatelleri köp mukdarda atmosfera goýberýärler.

Işlenilen gazlaryň düzüminde uglerodyň okisi, azotyň okisi, gaz görnüşli gurşynyň birleşmesi we beýleki zyýanly himiki düzümler bar.

Daşky gurşaw üçin iň howply gaz uglerodyň okisi CO hasaplanýar. Bu gaz dwigateliň silindrlinde benziniň doly ýanmaýanlygy sebäpli emele gelýär.

Karbýurator dwigatellerinde işlenilen gazlaryň düzüminde CO mukdary 10% çenli bolup bilýär.

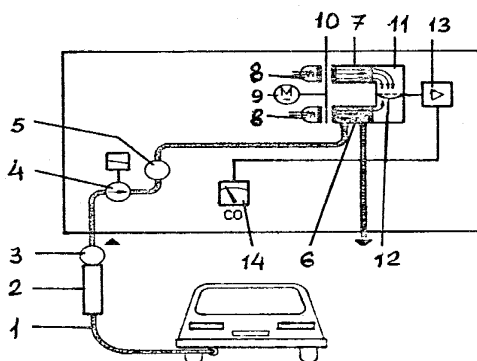
Uglerodyň okisi reňksiz, udel agramy howanyňka golaý gazdyr. Şonuň üçin bu gaz islendik ýerde, şol sanda adamlaryň dem alyş organlarynyň golaýynda bolup biler.

Karbýurator dwigatellerinden goýberilýän ugle-rodyň okisiniň mukdaryny azaltmak maksady bilen ähli ösen ýurtlarda uly ylmy işler alnyp barylýar. Şol geçirilýän işleriň bir topary häzirki zaman, içinde benziniň doly ýanýan karbýurator dwigatellerini döretmek bolsa, beýlekileri dwigatellerde katalizatorlar (neýtralizatorlar) ulanmakdyr. Katalizatorlar üstüne himiki elementler çalyňan sim torlaryndan ýa-da şarlardan durýarlar. Olar işlenilen gazlaryň çykýan ýerinde ýerleşdirilip zyýanly gazlaryň mukdaryny azaldýarlar.

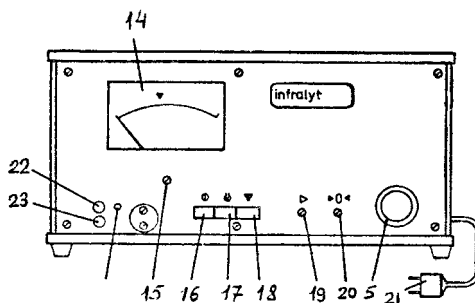
Işlenilen gazlaryň düzümindäki CO-nyň mukdary ýörite gazoanalizatorlaryň kömegi bilen ölçenýär. Gazoanalizatorlaryň birnäçe görnüşleri bar. Bu enjam napreženiýesi 220 W bolan elektrik togynda işleýär. Onuň işleýşi 4-nji suratda görkezilendir. Gazlary kabul ediji zond (1) awtomobiliň gluşiteline (gazlaryň sesini peseldijä) berkidilýär. Soňra gazlar kondensaty aýryjy enjama (2) barýar. Şol ýerde işlenilen gazlar kagyz süzgüjiň (3) üstünden geçip, gazoanalizatoryň içine berilýär.

Gurumdan we beýleki gaty jisimlerden arassalanan gazlar süzgüçden soň membranaly nasosa (4) we goraýjy süzgüje (5) berilýärler. Soňra gazlar ölçeyji we deňşdiriji gaplara (6 we 7) berilýärler.

Paraboliki aýnaly infragyzyň şöhle goýberijiniň (8) şöhleleri sinhron elektrodwigatel (9) bilen aýlanýan obtýuratoryň (10) üsti bilen infragyzyň şöhläni kabul edijä (11) berilýär. Soňra signallar membranaly kondensatordan (12) güýçlendiriji enjama (13) berilýär. Gazoanalizatoryň indikatory (14) CO-nyň mukdaryny prosentlerde görkezýär



3.4-nji surat.



3.5-nji surat.

Gazoanalizatoryň ön tarapdan görnüşi 2-njy suratda berlendir. Enjam işe girizilmezden ozal indikatoryň

strelkasynyň nolda durşynyň dogrylygyny barlamaly. Sazlamak zerur bolsa wintiň (15) kömegi bilen sterlka nola goýulýar. Gazoanalizator knopkanyň (16) üsti bilen işe girizilýär we 30 minut dowamynda gyzdrylýar. Soňra knopkanyň (17) kömegi bilen gazoanalizatora arassa howa sorulýar. Ýene-de enjamyň indikatorynyň strelkasynyň nolda durşynyň dogrylygy barlanylýar. Eger strelka noly dogry görkezme, ony sazlaýjy regulatoryň (20) üsti bilen sazlamaly.

Gazoanalizatoryň dogry işleýänligini barlamak üçin knopka (18) basmaly.

Indikatoryň strelkasy 4,5 sany görkezmeli (indikatoryň şkalasynda şol sanda gyzyly üçburçlyk belgi goýlan). Strelkany sazlamak regulatoryň (19) üsti bilen amala aşyrylýar. Barlagdan soň knopka (18) goýberilýär.

Enjamy sazlamak işi CO-nyň mukdary ölçelende her gezek geçirilýär.

Süzgüçleriň (3 we 5) reňkleri garalananda olary çalyşmaly.

CO-nyň mukdaryny ölçemek ilki dwigateliň kiçi aýlawda işleýän mahaly (holostoý hod ) amala aşyrylýar. Soňra dwigateliň aýlaw sany ulaldylyp, indikatoryň strelkasynyň üýtgemegine syn edilýär. Strelkanyň görkezen iň uly sany barlanylan dwigateliň gazlarynyň düzüminde CO-nyň mukdaryny görkezýär.

Ýeňil awtomobillerde dwigatelden çykýan işlenilen gazlaryň düzüminde CO-nyň mukdary 2 % -den köp bolmaly däldir.

Karbýurator dwigateliňiň iýmitlendiriş ulgamy nädogry sazlananda, dwigateliň porşenli böleginiň detallarynyň iýlip könelen döwründe ýa-da dwigateliň pes oktanly benzin bilen işlän döwründe CO-nyň mukdary has köpelig biler.

Dizellerde ýangyç beriş enjamlary onuň esasy bölegi hasaplanýar. Ýangyjyň berilişi dizeliň oňat işlemegini kesgitleýär.

Ýangyç beriş enjamlarynyň esasy wezipesi ýangyjy ýokary basyş bilen ýanuş kameralaryna pürkmekdir.

Iýmitlendiriş ulgamyna girýän bölekler we detallar:



ýokary basyşly ýangyç nasosy, ýangyjy ýangyç bakyndan ýokary basyşly nasosa berýän pompa, ýangyç filtrlri, ýokary we aşak basyşly turbalar, forsunkalar.

Ýangyç ýanyş kamerasyna ownuk pürkilende belli bir ölçegde bolmalydyr. Eger şeýle bolmasa ýanyşyň kadaly geçmegi bozulýar, dizeliň kuwwatynyň peselmegine getirýär.

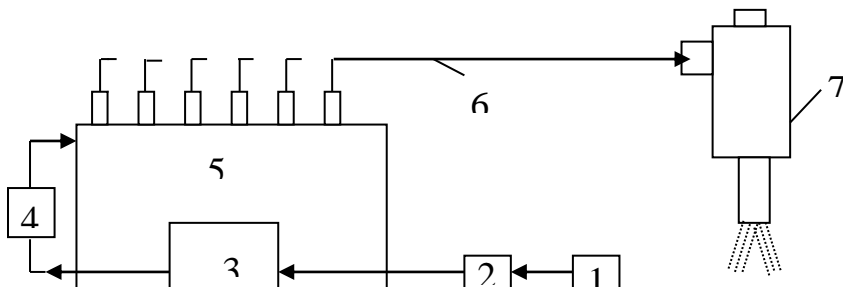
Ýokary basyşly ýangyç nasosy birnäçe böleklerden we detallardan durýar: wal, plunjer we onuň wtulkasy, bir tarapa geçiriji klapa, sazlaýjy mehanizm. Ýanyşa berilýän dizel ýangyjynyň mukdary plunjeriň öz okunyň daşynda aýlanmagy bilen üýtgedilýär. Dizeliň silindrleriniň sanyna baglylykda ýokary basyşly ýangyç nasosynda şonça seksiyalar bolýar. Dizeliň işleýiş režimine baglylykda berilýän ýangyjyň mukdary nasosyň hemme seksiyalarynda plunjerler bir tarapa süýşirilip üýtgedilýär. Şoňa bir tarapy dişi ýangyç reýkasy mümkinçilik döredýär.

Plunjeriň üstünde bir tarapa geçiriji klapa ýangyjyň basyşy  $50 \text{ kg/sm}^2$  deň bolanda açylyp ýangyjy forsunka tarap goýberýär.

Nasosyň walynyň gulajyklary plunjerleriň sanyny deňdir.

Ýangyç beriji pompa (nasos) ýangyjyň bakdan ýokary basyşly ýangyç nasosyna berilmegini üpjün edýär.

Pompa ýokary basyşda nasosa berkidilip şondan herekete getirilýär. Pompada şeýle hem, ýangyç beriş ulgama düşýän howany aýyrmak üçin niýetlenen el nasosy bardyr.



3.6 surat

1 – ýangyç baky; 2 – iri hapalary saklaýjy filtr; 3 – ýangyç pompasy; 4 – ownuk hapalary saklaýjy filtr; 5 – ýokary basyşly ýangyç nasosy; 6 – ýokary basyşly ýangyç turbasy; 7 – forsunka.

Ýangyç beriş ulgamynyň esasy detallarynyň biri forsunkadyr. Ol belli basyşda ýangyç pürküp başlaýar: tiz hereketli dizel dwigatellerde forsunkanyň pürküşi  $175\text{kg/sm}^2$  basyş töwereginde başlaýar, orta we haýal hereketli dizel dwigatellerde  $150\text{kg/sm}^2$  basyşda.

Forsunkanyň ýokary böleginde onuň açylyşynyň sazlaýjy bölek ýerleşýär. Dizel dwigateliň ýangyç beriş ulgamynyň çyzgysy.

### **3.9. Iş göwrüminiň we gysyşyň derejesiniň hasaplamasy. Howanyň dolýygynyň hasaplamasy.**

Porşenli ýylylyk dwigatelleriniň esasy görkezijileri bolup olaryň iş göwrümleri we gysyş derejeleri hasaplanýarlar.

a) Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň iş göwrümini hasaplamak

b)

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S \cdot i, \text{sm}^3$$

D - silindriň diametri, sm;

S - porşeniň aşaky buthawsyz nokatdan ýokarky buthawsyz nokada çenli geçýän ýoly, sm;

i - silindrleriň sany.

Eger iş göwrümini litrde (liträž) hasaplamaly bolsa

$$V'_h = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 10^3} \cdot S \cdot i, \text{ L}$$

c) İçinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindrindäki gysyş derejesini hasaplamak.

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

$V_a$  – silindriň doly göwrümi,  $\text{sm}^3$ ;

$V_c$  – silindriň ýanyş kamerasynyň göwrümi,  $\text{sm}^3$ ;

$V_h$  – silindriň iş göwrümi,  $\text{sm}^3$ .

Gysyş derejesiniň  $\varepsilon$  ulaldygyça, dwigateliň kuwwatyna we ýangyç tygşytlamagyna oňat täsir edýär. Ýöne  $\varepsilon$  ulaldygyça dwigateliň kriwoşip-şatun mehanizminiň detallarynyň agramy artýar.

Karbýurator dwigatellerinde  $\varepsilon = 6 \dots 10$ , dizel dwigatellerinde  $\varepsilon = 14 \dots 22$ . Dizellerde  $\varepsilon$ -niň uly bolmagy olaryň has uly kuwwatly bolmagyna mümkinçilik döredýär.

Porşenli dwigatellerde bolup geçýän prosessleri öwrenmäge P-V (silindrdäki basyş – silindriň göwrümi) we P- $\varphi$  (silindrdäki basyş – tirsekli walyň aýlawy, gradusda) diagrammalary kömek edýärler.

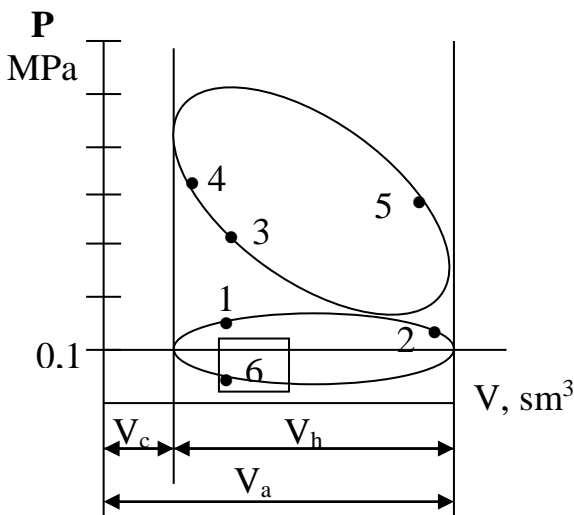
a) P-V diagrammasy.

Bu diagramma silindriň göwrüminiň üýtgäninde ondaky basyşynyň üýtgemegini görkezýär. Göwrümiň üýtgemegi porşeniň hereketine baglydyr.

$V_c$  – ýanyş kamerasynyň göwrümi;

$V_h$  – iş göwrümi;

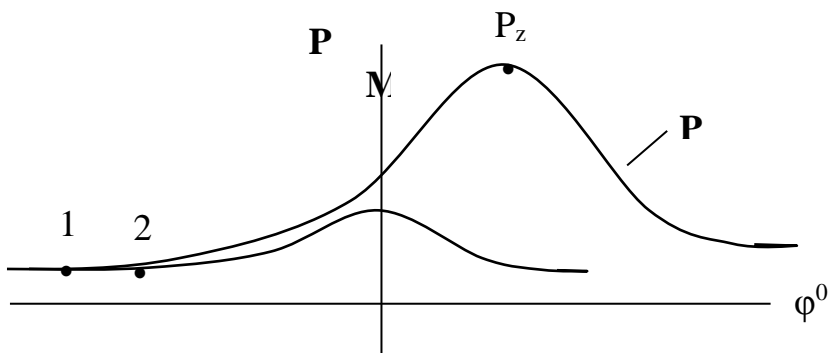
$V_a$  – silindriň doly göwrümi.



3.7-nji surat.

- 1- giriş klapanynyň açylýan pursady (dizelde);
  - 2- giriş klapanynyň ýapylýan pursady;
  - 3- dizelde silindre ýangyjyň pürkölýän pursady;
  - 4- ýangyç garyndysynyň öz – özünden tutaşýan
  - 5- pursady;
  - 6- çykaryş klapanynyň açylýan pursady;
  - 7- çykaryş klapanynyň ýapylýan pursady.
- b)  $P - \varphi^\circ$  diagrammasy.

Bu diagramma içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň görkezijileriniň häsiýetnamalary gurulanda hem-de synaglar geçirililende ýanyşyň hilini görkezýär. Diagrammada tirsekli walyň aýlaw sanyna baglylykda silindrde basyşyň üýtgemegini görkezýär.



Ý. B. N.

3.8-nji surat.

$P_z$  – ýanyşda döreýän in uly basyş.

1 - silindre ýangyjyň pürkölýän pursady;

2- ýangyç garyndysynyň öz- özünden tutaşýan pursady.

1-2 çyzygy – ýangyç berileninden soň ýanyşyň döremeýän wagty

Ý.Б.Н. – ýokarky butnawsyz nokat.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileri işlän wagty dürli  $\alpha$  bilen işleýärler. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindrine giren howanyň mukdarynyň teoretiki girmeli mukdaryna bolan gatnaşygyna (1 kg ýangyjyň ýanmagy üçin) howanyň dolylygynyň koeffisienti diýilýär. Ol  $\alpha$  bilen belgilenýär.

$$\alpha = \frac{l}{l_0},$$

$l$  – 1 kg ýangyjyň ýanmagy üçin silindre giren howanyň mukdary ;

$l_0$  – 1 kg ýangyjyň ýanmagy üçin teoretiki (hasaplama arkaly

tapylan) gerek howanyň mukdary.

$\alpha$ -nyň ulylygy 1-den kiçi ýa-da uly bolup bilýär, teoretiki taýdan 1-e deň bolup bilýär.

$\alpha = 1$  – steriometriki garyndy;

$a < 1$  – baý garyndy (ýangyjy köp);

$a > 1$  – garyp garyndy (ýangyjy az);

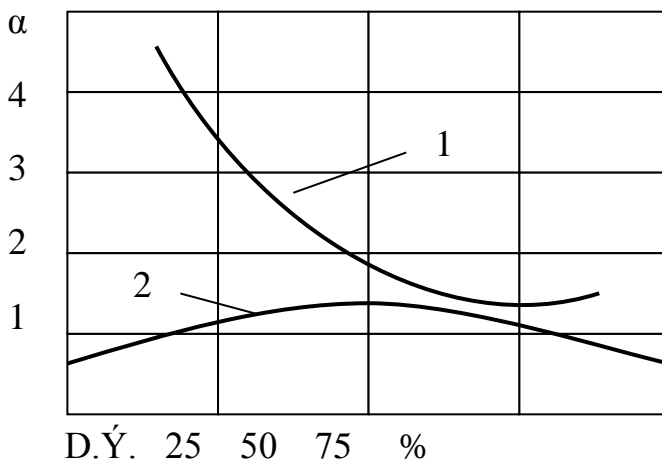
Eger  $\alpha < 1$  bolsa garyndyda ýangyç köp bolup, howa az bolýar. Şonuň üçin ýangyç ýananda howa ýetmän CO emele gelýär, daş töweregiň howasyny hapalaýar.

Eger  $\alpha > 1$  bolsa garyndyda ýangyç az howa bolsa köp bolýar. Şeýle bolanda ýangyç doly ýanyp bilýär. Şu ýagdaýda ýangyç tygşytlanýar.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde  $\alpha$ -nyň ulylygy :  
karbýuratorly içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde  $a = 0,8 \div 1,3$ ;

dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde  $a = 1,25 \div 5$ .

Aşakda düşýän agrama baglylykda  $\alpha$ -nyň üýtgeýşi karbýurator we dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler üçin berilýär



3.9-njy surat

Belli bolşy ýaly dizel 3.7-nji surat.

- 1- giriş klapanynyň açylýan pursady (dizelde);
  - 2- giriş klapanynyň ýapylýan pursady;
  - 3- dizelde silindre ýangyjyň pürkülýän pursady;
  - 4- ýangyç garyndysynyň öz – özünden tutaşýan pursady;
  - 5- çykaryş klapanynyň açylýan pursady;
  - 6- çykaryş klapanynyň ýapylýan pursady.
- b)  $P - \varphi^0$  diagrammasy.

Soryş prosesinde diňe howany sorýarlar, karbýurator dwigatelleri bolsa howa bilen benziniň garyndysyny sorýarlar.

Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde silindrlere näçe köp howa (dizellerde), ýangyç garyndysy (karbýuratorly içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler ) girse, şonça onuň kuwwaty uly bolýar. Şonuň üçin käbir içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň silindrlerden öň basyş döredýän turbokompressor goýulýar.

Silindrlere girýän howanyň ýa-da garyndynyň mukdary köp zatlar baglydyr:

1. Girişdäki basyşa. Eger-de silindrlere howa ýa-da garyndy barýan turbanyň içki diwarlary digir-digir bolsa, onda ol girişdäki basyşy peseltýär we silindrlere girýän howanyň (ýa-da garyndynyň) mukdaryny azaltýar. Şeýle bolande içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kuwwaty peselýär.

2. Sikleriň arasynda silindrlerde galýan gazlaryň mukdaryna. Galan gazlar howanyň (ýa-da garyndynyň) silindrlere doly girmegine päsgel berýär.

3. Silindrlere girýän howanyň temperaturasynyň üýtgemegine. Giren howa silindrleriň gyzgyn diwarlaryndan öz temperaturasyny ýokarlandyrýar. Ýokarlandyrmanyň mukdary: karbýuratorly içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde  $\Delta T = 0 \div 20^{\circ}\text{C}$ , dizellerde  $\Delta T = 20 \div 40^{\circ}\text{C}$ . Karbýurator içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň  $\Delta T$  benziniň bugarmagyna kömek edýär we giriş prosesine kän bir täsir etmeýär.

Dizellerde  $\Delta T$  silindre girýän howanyň dykzlygyny

peseltýär. Netijede silindre girýän howanyň mukdary azalýar.

Gysyşyň aýagynda basyşyň we temperaturanyň ulylygy ýanyşa uly täsir edýär.

Gysyşyň aýagynda basyşyň ulylygy: karbýurator dwigatellerde  $0,9 \div 1,5$  MPa, dizellerde  $3,5 \div 5,0$  MPa. Temperaturanyň ulylygy: karbýuratorly içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň  $550 - 750$  °K, dizellerde  $700 - 900$  °K deňdir. Belli bolşy ýaly dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerinde ýangyç garyndysy öz-özünden tutaşmak bilen ýanýar. Muňa uly basyş we temperatura kömek edýär.

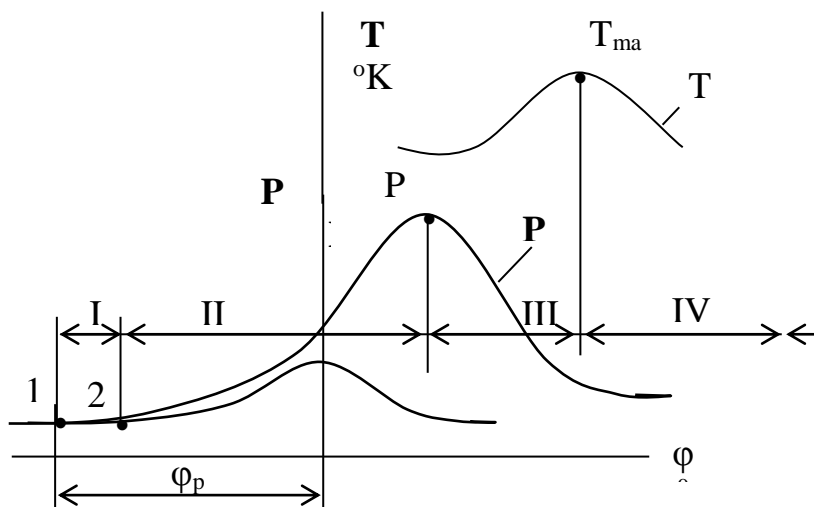
Ýanyş hadysasy içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň esasy prosesdir. Bu hadysa içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň kuwwaty baglydyr.

Dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerinde ýanyş hadysasy 4 tapgyrdan durýar :

1. ýanyşyň säginýän tapgyry ;
2. ýanyşyň çalt geçýän tapgyry ;
3. ýanyşyň haýal geçýän tapgyry ;
4. ýanyşyň gutarýan tapgyry.

Aşakda dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerinde ýanyşyň tapgyrlary  $P - \varphi^\circ$  diagrammasynda görkezilýär.





Ý.B.

3.10-nji surat.

$\varphi_p$  – pürkmegi öňürdýän burç;

T – ýanyşyň temperaturasyny;

x – çykaryş klapanynyň açylýan pursady.

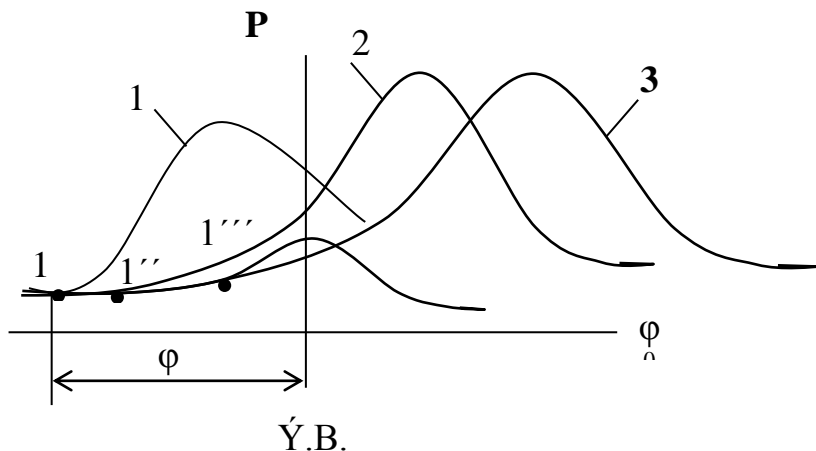
Dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň iň uly kuwwaty almak üçin berilen ýangyç garyndysynyň esasy bölegi ýokarky butnawsyz nokadyň golaýynda ýanmalydyr. Eger-de ýangyjyň köp bölegi 4-nji tapgyrda ýanşa, onda ol dizeliň kuwwatyny peselder. Sebäbi ýanyş Ý.B.N.-den porşen aşak gaýdanda bolup geçýär. Soň bolsa çykaryş klapany açylýar. Şeýlelikde ýangyç silindrde doly ýanyp bilmeyär.

### 3.10. Dizelleriň ýanyş hadysasyna täsirler.

- gysyşyň derejesi;
- pürkmegi öňürdýän burçlar;

c) ýangyjyň pürkilişiniň häsiýetnamalary.

Ýanyşa täsir edýän faktorlara seredeliň. Ýanyşa täsir edýän ýangyjyň berilmegini öndürýän burçlar. Burçyň ulylygy ýanyşy ýokarky butnawsyz nokatdan öňe ýa-da yza süýşirip biler. Eger ýanyş öňe süýsse, onda ol porşeniň ýokaryk hereketine täsir eder. Şonda dwigateliň kuwwaty peseler. Eger ýanyş prosesi Ý.B.N. kân soň bolup geçse, onda hem ýangyç doly ýanman kuwwat peseler. Şonuň üçin ýangyç berilişini öňürdýän burç amatly (optimal) bolmalydyr. Aşakda  $P - \varphi^0$  diagrammada dürli burçlaryň mysaly berilýär.



3.11-nji surat.

$\varphi_p$  –berilişini öňürdýän burç;

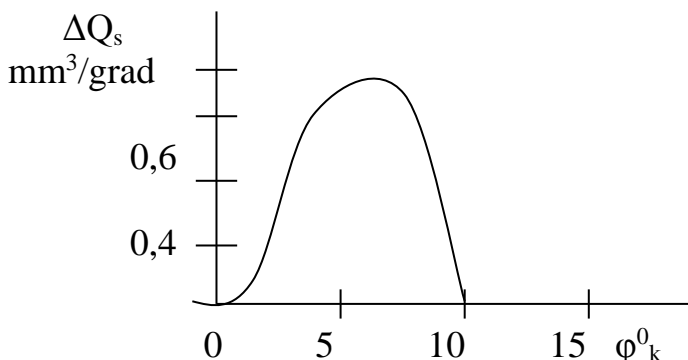
1 – ýangyç ir berilip burç uly bolanda;

2 – ýangyç amatly burçda berilende;

3 – ýangyç giç berilende.

Ýanyşa täsir edýän faktorlaryň biri hem ýangyç beriliş häsiýetnamasydyr. Dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerinde az wagtyň ucinde ýangyjy belli bir

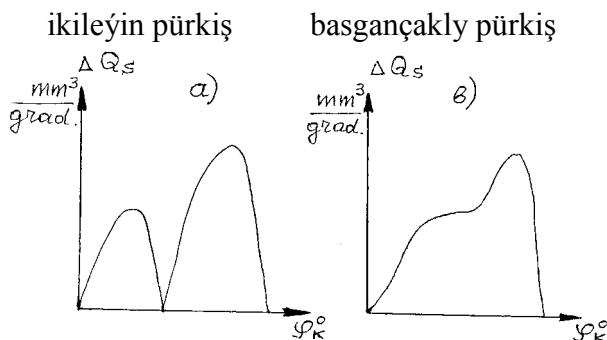
häsiýetnama bilen bermek kyn çözügütleriň biri bolup galýar. Häzir dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerinde ýangyç şu aşakdaky häsiýetnama bilen berilýär.



3.12-njy surat.

$\Delta Q_s$  – siklde pürkölýän ýangyjyň mukdary;  
 $\varphi_k^0$  – ýokary basyşly ýangyç nasosynyň walynyň aýlawy.

Şeýle häsiýetnama bilen işleýän dizeliň sesi güýçli bolýar we titreme döredýär. Sebäbi ýangyç garyndysy öz-özinden tutaşanda porşene uly urgy täsir edýär. Şol urgyny peseltmek üçin ýangyjy silindre ikileýin ýa-da başgançakly berilýärler.



3.13 –nji surat

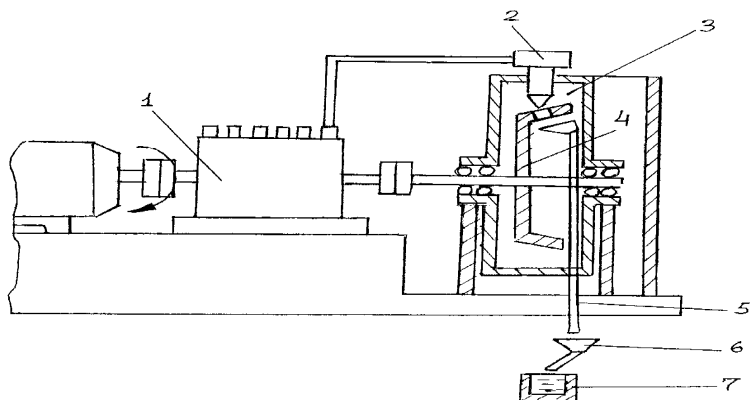
Işde dizel dwigatelleriniň silindrlerine pürkülýän ýangyjyň häsiýetnamalaryna seredilýär. Belli bolşy ýaly, dizellerde ýangyjy ýörite ýangyç beriji enjam berýär.

Häsiýetnamalar pürkijiniň (forsunkanyň) pürkülýän ýangyjy bilen ýokary basyşly ýangyç nasosynyň aýlaw sanynyň baglanyşygy esasynda gurulýarlar.

Ilki differensial häsiýetnamalar, soňra bolsa integral häsiýetnamalar gurulýar.

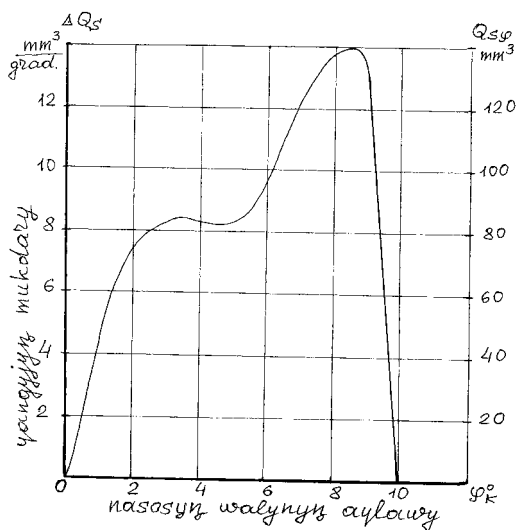
Işde berlen differensial häsiýetnamalar esasynda integral häsiýetnamalary gurmaly. Differensial häsiýetnamalary gurmak üçin dürli usullar ulanylýarlar :

1) Stroboskop enjamyny ulanmak bilen (314-nji sur.)



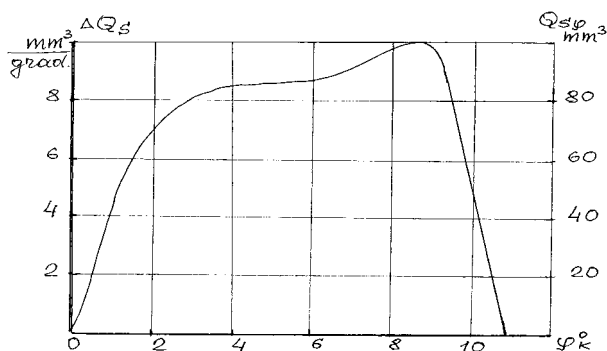
3.15-nji surat.  
Stroboskopyň shemasy.

Ýangyç nasosynyň (1) üsti bilen berilýän ýangyç pürkijä (2) berilýär. Pürküji stroboskopa (3) berkidilýär.



3.16-nji surat

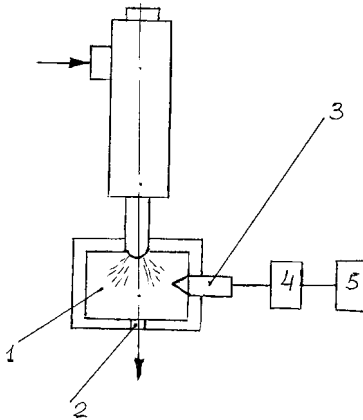
Pürkülen dizel ýangyjy aýlanýan diskiň üstine barýar. Diskde (4) ini  $1^{\circ}\text{C}$  deň bolan ýş (deşik) goýlan. Pürkülen ýangyjyň bir bölegi şol ýşdan geçip, turba (5) guýulýar. Soň ternawyň (6) üsti bilen ölçegli gaba (7) guýulýar. Stroboskopyň korpusyny pürküji bilen birlikde  $1^{\circ}\text{C}$  – dan üýtgedip pürkmegiň häsiýetnamasy gurulýar (8 we 9 sur.).



3.17-njy surat.

### 3.11. Pürküşiň häsiýetnamasy.

Pürküşiň basyşynyň üsti bilen (3.18 sur.)



3.18-nji surat.

Pürküşiň basyşynyň ölçenilişi

Bu usulda ýörite kamera (1) pürkülen ýangyjyň basyşyny ölçeyär. Ýangyç kiçi deşikden (žiklýordan) (2) çykýar. Şol deşiň diametrini kameradaky basyş 5-6 MPa bolar ýaly saýlaýarlar. Basyş datçik (3) kabul edýär. Datçikden signal güýçlendirijä

(4), soňra ossillografa (5) berilýär. Ossillograf basyşyň üýtgemegini görmäge ýa-da ony plýonka (kagzya) ýazmaga mümkinçilik döredýär.

$$\Delta Q_s = \frac{\mu_z f_z \sqrt{\frac{2}{\rho}} * \sqrt{P_k} * 10^3}{6n_k}, \text{ mm}^3 (\text{mg})$$

Häsiýetnama gurlanda  $\Delta Q_s$  -iň hasaplanylýşy :

$\mu_z f_z$  - žiklýoryň deşiginiň effektiw ulylygy ;

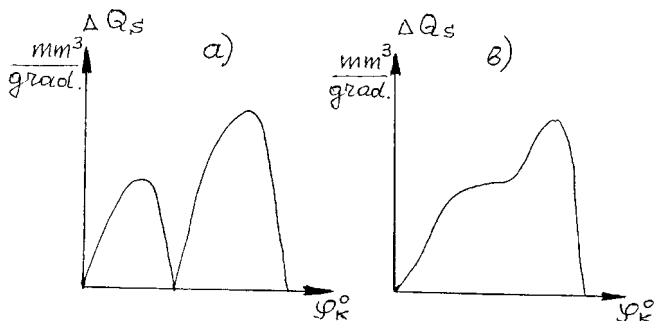
$\rho$  - ýangyjyň dykzlygy ;

$n_k$  - ýangyç nasosynyň aýlaw sany.

Bu usul beýlekilerden has amatly hasaplanýar.

Pürküş häsiýetnamalary dürli-dürli bolup bilerler (1-nji sur. ).

Eger dizel dwigatelinin pürküş häsiýetnamalary ikileýin pürküş ýa-da basgançakly pürküş bolsa, onda dwigateliň sesi peselip, ömri uzalýar.



3.19-njy surat.

Pürküşiň häsiýetnamalarynyň görnüşleri

a) ikileýin pürküş; b) basgançakly pürküş.

Integral häsiýetnamany gurmak

Berlen pürküş häsiýetnamany ulanyp, integral häsiýetnamalary gurmaly (3.18 we 3.19 sur.).

Integral häsiýetnamanyň öz masştaby (ölçeği) bolmaly (sag tarapda ýerleşýär). Her gradusda  $\Delta Q_s$  bahasy öňdäki graduslardaky  $\Delta Q_s$ -iň jemlerine deňdir.

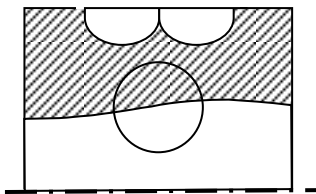
Dizel dwigatellerinde dizel ýangyjy bilen howanyň ýangyç garyndysyny döretmek prosesi ýanyş kamerasynyň içinde bolup geçýär. Şonda gysylan ýokary temperaturaly howanyň üstüne dizel ýangyjy ownuk görnüşinde pürkilýär. Her dizel dwigateline ýanyş prosessi özboluşly bolup geçýär. Şonuň üçin her dizeliň öz ýanyş kamerasy bolýar.

Awtomobil, traktor, teplovoz, gämi dizelleriniň ýanyş kameralary bir-birinden tapawutlydyrlar.

Ýanyş kameralary esasy 3 görnüşe bölünýärler.

1. Bölünmedik ýanyş kameralary.

Bu kiçi göwrümlü, çuň däl, porşeniň depesinde ýerleşýän ýanyş kamerasy häzir teplovoz

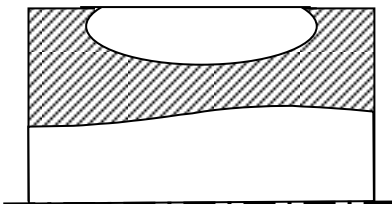
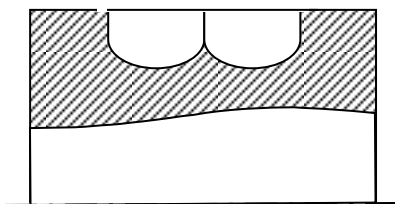


## 2. Ýarym bölünen ýanyş kameralary.

Bu kameralaryň göwrümi we çuňlugy bölünmedik ýanyş kameranyňkydan ulydyr. Bu kameralar ЯМЗ–236, ЯМЗ–238, КАМАЗ–74, А–03 odurdylýarlar.

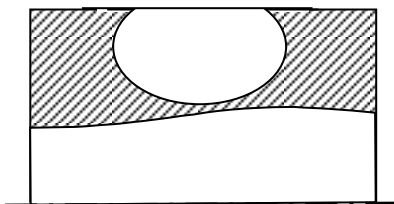
Şonuň ýaly hem ýarym bölünen ýanyş kameralary dürli görnüşde bolýarlar. Aşakda şeýle kameralaryň birnäçesiniň çyzgylary berilýärler.

a) “ЯМЗ” ýanyş kamerasy



b) “ЦННТА” ýanyş kamerasy

ç) Şar görnüşli ýanyş kamerasy



Бөлünen ýanyş kamerasы.

Bu ýanyş kameralarynda kameranyň bir bölegi dwigateliň golowkasynda beýleki bölegi bolsa porşende ýerleşýärler. Şeýle kameralar traktor dizellerinde köp ulanylýarlar.

a) “Вихрь” ýanyş kamerasы

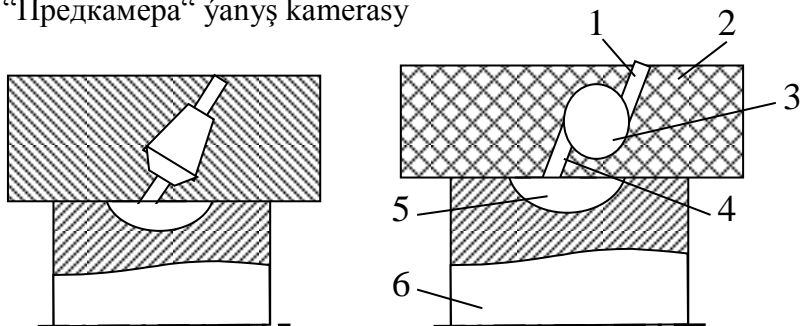
1 – ýangyç berilýän kanal (forsunka oturdylýan ýer);

2 – dwigateliň golowkasy;



- 3 – ýanyş kamerasynyň ýokarky bölegi;
- 4 – kameranyň iki bölegini birikdirýän kanal;
- 5 – kameranyň aşakgy bölegi;
- 6 – porşen.

“Предкамера” ýanyş kamerasy



Dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň 3 görnüşli ýangyç garyndylary ulanylýar.

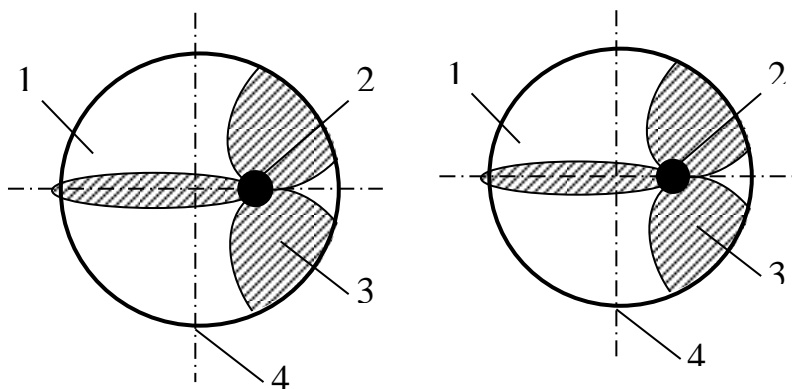
#### 1). Göwrümleýin ýangyç garyndysy.

Bu garyndyda silindre pürkülýän ýangyç ýanyş kamerasynyň kiçi göwrümünde, kameranyň diwarlaryna degmän bugarýar. Şeýle garyndylar bölünmedik ýanyş kameralary ulanylanda emele gelýärler.

Bu garyndy ýananda dizelde uly ses we wibrasiýa döreýär, ýöne dizeliň kuwwatyny ulaltmaga mümkinçilik bar.

#### 2). Gatlaklaýyn ýangyç garyndysy.

Garyndynyň bu görnüşine başgaça «M» - prosess diýilýär (ony oýlap tapan nemes inženeriniň adynyň baş harpy – «Moýrer»). Bu garyndyda silindre pürkülýän ýangyjyň köp bölegi (70% golaýy) ýanyş kamerasynyň içki diwarlaryna ýelmeşip gatlak (plýonka) emele getirýärler. Şeýle etmek bilen ýangyç otlاندaky urgyny peseltýärler we dizeliň sesini azaltýarlar. Şeýle ýangyç garyndysy «MAN» firmasynyň dizellerinde ulanylýar, şol sanda «IKARUS» awtobuslarynyň dizel içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň . Bu usul ýangyç pürkiji forsunkanyň bir gapdalda süýşirip goýmak bilen amala aşyrylýar.



1. silindr;
2. forsunka;
3. pürkülýän ýangyç;
4. ýangyç gatlagy.

### 3). Göwrümleýin we gatlaklaýyn ýangyç garyndysy.

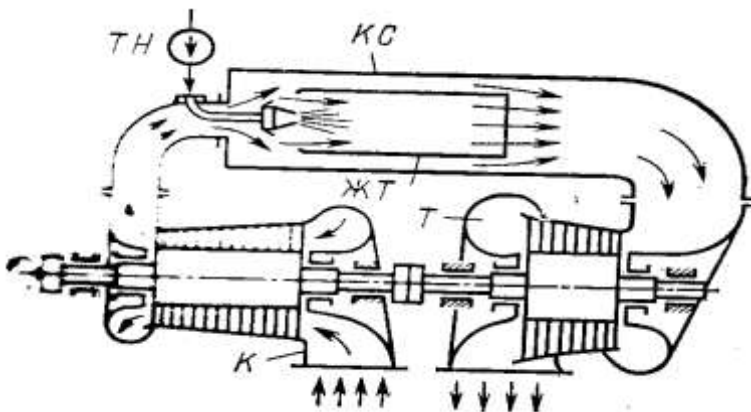
Bu garyndyda ýangyjyň bir bölegi ýanyş kamerasynyň içki diwarlarynda ýangyç gatlagyny döredýär, beýleki bölegi kameranyň göwrümünde bugarýar. Şeýle ýangyç garyndysy ýarym bölünen ýanyş kameralaryny ulanmak bilen amala aşyrylýar («KAMA3», «MA3» awtomobilleriniň dizellerinde, «Altaý» traktorlarynyň dizellerinde). Garyndynyň bu görnüşi ulanylanda dizeliň sesi we ýangyç tygşytlanyşy ortaça ölçegde bolýar.

## IV. BAP. Gaztribina desgalary

### 4.1. Gaztribina desgasyň gurluşy we ulanyş ugurlary.

Ilkinji gaztribina Orsýetde 1897-1900-njy ýyllarda inžener P.D.Kuzminskiý tarapyndan gurulýar, 1900-1904-nji ýyllarda bolsa Germaniýada inžener Ştolsýň gaztribina desgasyň synaglary geçirilýär.

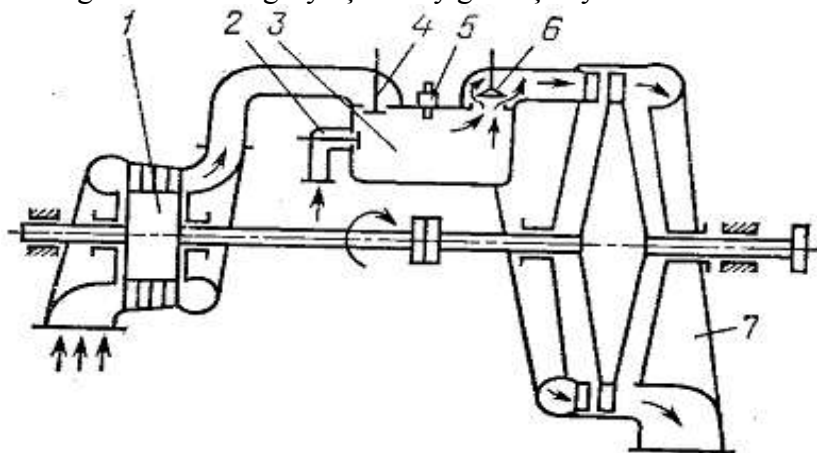
Gaztribina desgasy diýip üç sany esasy bölegi özünde jemleýän, ýagny, howa kompressoryny, ýangyç ýakylýan kamerany, gaztribinany özünde jemleýän gurluşa aýdylýar. Gaztribina desgasynda ýangyç hemişelik basyşda ( $P=\text{const}$ ) we hemişelik göwrümde ýakylýar.



4.1-nji surat.

$P=\text{const}$  ýagdaýda ýangyjyň ýokylýan gaztribina desgasy atmosferadan K-kompressoryň kömegi bilen howany sorup alyp, howanyň basyşynyň ýokarlanmagynda ÝÝK-ýangyç ýakyjy kamera berilýär. Şol bir wagtyň özünde ýangyç ýakyjy kamera Ý.Ü.S-ýangyç üpjünçilik sorujysynyň kömegi bilen suwuk ýa-da gaz görnüşli ýangyç berilýär. Kompressordan

berilýän howa iki bölege bölünip, birinji bölegi ýangyç bilen garyşyp, garyşyk gazy emele getirýär we GT-gyzdyryjy turbanyň içine barýar, ikinji bölegi bolsa GT-gyzdyryjy turbanyň daşy bilen geçip, ýangyç ýanandan soň emele gelen tüsse gazlar bilen garyşyp, T-turbinany herekete getirýär V-const gazturbina desgasy aşakdaky görnüşe eýedir.



4.2-nji surat.

Beýleki ýylylyk-energetik maksatly energetik desgalar ýaly içinden ýandyrylýan hereketlendirijiler hem önümçilik maksatly senagat desgalarynda uly orny eýeleýärler. İçinden ýandyrylýan hereketlendirijiler esasan halk hojalyk ýüklerini daşamakda esasy orny eýeleýär. Bulardan başga-da içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň başga bir görnüşü bolan gazturbinalar önümçilik maksatly içinden ýandyrylýan hereketlendirijilere degişlidir. Gazturbinalarda ýangyç şol gazturbinalaryň içinde ýanýar. Gazturbina ýangyç daşdan ýötite gaz geçiriji arkaly berilýär. Ýylylyk energetik desgalaryň ählisinde diýen ýaly  $1\text{m}^3$  gazy ýakmak üçin  $9-12\text{m}^3$  howa gerek. Edil şonuň ýaly-da turbinalar hem senagatda önümçilik maksatly ýylylyk energetik desgalara degişli bolup, gazturbinaryň içinde ýerleşen kamerada, geçirijiden berilýän

gazy ýakmak üçin gerek bolan howanyň mukdary daşky gurşawdan kompressoryň kömegi bilen sorulyp alnyp, ýokarlandyrylan başyş bilen aýratyn ulgam boýunça, ýagny howa geçiriji arkaly kamera berilýär. Ýöne kompressoryň gysyp goýberýän howasynyň diňe bir bölegi ýangyjy ýakmak üçin kamera berilýär. Kamerada garyşyk gaz emele gelýär. Kamerada garyşyk gazy ýakmak üçin gerek bolan ýylylyk mukdary daşdan berilýär. Şeýlelikde, ýangyjyň ýakma hadysasy amala aşyrylýar. Ýangyç ýananda bölünip çykýan tüsse gazlar kompressorda gysylan howanyň başga bir bölegi bilen garyşyp, garyşyk gazy emele getirýär we ýokary basyş bilen turbinanyň pilçesine urlup, turbinany aýlap başlaýar. Turbina aýlananda, turbinanyň aýlaw okunda uçgun döräp, elektrik energiýasy öndürilýär. Şonuň üçin hem gazyturbinanyň özi üçinden ýandyrylýan hereketlendirijilere degişli bolsa-da, amala aşyrylan hadysalaryna baglylykda gazyturbina desgasy senagat ähmiýetli önümçilik maksatly ýylylyk-energetik desgalara degişlidir.

Ýylylyk hereketlendirijileri öz işleýiş usullary we niýetlenen ugurlary boýunça içinden ýandyrylýan karbýuratorly hereketlendirijilere, dizel ýangyjynda işleýän dizel hereketlendirijilerine, gazyturbina desgasyňa bölünýärler. İçinden ýandyrylýan karbýuratorly hereketlendirijiler we dizel ýangyjynda işleýän hereketlendirijiler halk hojalyk ýüklerini daşamakda esasy orny eýeleýär. Olar suwuk ýangyçda işleýän hereketlendirijileriň toparyny düzýär. Bulardan başga-da dizel ýangyjynda işleýän hereketlendirijiler demir ýol ulgamynda dizel ýangyjyny ýakmak bilen, birinjiden otlyny herekete getirse, ikinjiden dizelde işleýän generatorlary herekete getirip, elektrik energiýasyny öndürýär. Şol öndürilen elektrik energiýasy bolsa wagonlardaky ýolagçylara dünýä ülüňlerine gabat gelýän derejede oňaly hyzmat etmek maksady bilen ulanylýar. Umuman alanyňda, ýylylyk hereketlendirijileriniň ýokarda agzalan görnüşi Türkmenistany ykdysady taýdan

ösdürmekde belli bir mukdarda goşant goşýar we Türkmenistan üçin ähmiýetli bolup durýar.

Ýylylyk hereketlendirijileriniň senagatda ykdysady girdeýjileri gazanmak maksady bilen ulanylýan görnüşlerine gazyturbina we bugturbina desgalary hem-de gazan desgalary degişlidir. Gazyturbina desgasy energetikada elektrik energiýasyny öndürmek üçin ulanylýar. Gazyturbina desgasynda işçi jisim bolup tebigy gaz we gysylan howa hyzmat edýär. Gaz paýlaýjyda arassalanan gaz howa bilen garyşdyrylyp, gazyturbina desgasyň içinde ýerleşdirilen kamera berilýär. Gazyturbina desgasyň gysylan howa bilen kompressoryň kömegi bilen üpjün edilýär. Kompressorda gysylan howanyň diňe bir bölegi tebigy gaz bilen garyşdyrylyp, gazyturbina desgasyň içinde ýerleşdirilen kamera berilýär.  $1\text{m}^3$  tebigy gazy ýakmak üçin  $9-12\text{m}^3$  howa gerek bolup, şol mukdardaky howa kompressoryň kömegi bilen öndürilýär. Gazyturbinaýnyň içinde ýerleşen kamera berlen garyşyk gaz ýakylýar we emele gelen tüsse gazlar kompressorda gysylan howanyň beýleki bir bölegi bilen garyşdyrylyp, ýokary basyş bilen turbinanyň pilçesine urlup, herekete gelmegi bilen turbinanyň oky bilen bur ugurda ýerleşen generatorda elektrik energiýasy öndürilýär. Şol sebäpli hem gazyturbina desgalary Türkmenistan üçin uly ähmiýete eýedir. Tebigy gaz bolsa Türkmenistanyň esasy baýlyklarynyň beridir.

Ýylylyk hereketlendirijileriniň ýene-de bir görnüşine bugturbina desgalary degişlidir. Bugturbina desgalary hem energetik maksada eýedir. Gaz howa bilen garyşdyrylyp, gazan desgasyň otýanaryna berilýär. Otýanarda ýangyç ýakylanda döreýän ýylylyk energiýasy suwy gaýnadýar. Suw gaýnanda emele gelýän bug bugy aşa gyzdyryja berilýär we bug aşa gyzýar. Bug aşa gyzanda onuň temperaturasy we basyşy ýokarlanýar. Şoňa baglylykda hem buguň göwrümi artýar. Ýokary basyşly aşa gyzdyrylan bug uly tizlik bilen turbinanyň pilçesine urulýar we turbinany herekete getirmek bilen, turbinanyň oky bilen bir ugurda ýerleşen generatorda elektrik

energiýasy öndürilýär. Bugturbina desgasy bilen deňeşdirilende gazturbina desgasy Türkmenistan üçin has ähmiýetli bolup durýar. Bug öndüriji gazan desgalary bolsa energetik ulgamynda bugturbina desgasy üçin kömekçi enjam bolup hyzmat edýär. Gazturbina desgasyň Türkmenistan üçin uly ähmiýete eýedigini we ykdysady taýdan onuň ähmiýetiniň uludygy göz önünde tutulyp, Türkmenbaşynyň nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda şol zawody elektrik energiýasy bilen doly üpjün etmek maksady bilen Türkmenistanyň ilkinji we ömürlük Prezidenti Beýik Saparmyrat Türkmenbaşynyň yhlasy netijesinde gazturbina desgasy gurlup, ulanylmaga tabşyryldy.

Bularda başga-da Abadanyň DEES-da we Seýdiniň “Ýagtylyk” ýylylyk energetik merkezinde gazturbina desgasy gurlup ulanylmaga tabşyryldy. Merhemetli Serdarymyz Beýik Saparmyrat Türkmenbaşynyň doglan gününüň we ýaşyl Tugumyzyň toýunyň toýlanýan günlerinde Aşgabadynyň ýokarsynda gazturbina desgasy gurlup ulanylmaga tabşyryldy. Ýaňy ýakynda sarpasy belent Serdarymyz Beýik Saparmyrat Türkmenbaşynyň Daşoguz welaýatyna saparynda Daşoguz welaýatyny doly elektrik energiýasy bilen üpjün etmek maksady bilen Daşoguz welaýatynda hem gazturbina desgasyň gurulmagy barada Beýik Saparmyrat Türkmenbaşy perman çykarjakdygyny halka ýetirdi.

Şulardan çen tutulanda Türkmenistanyň halk hojalygynda senagat ähmiýetli ýylylyk hereketlendirijileriniň uly ähmiýete eýedigini öz-özünden düşnükli. Energetikany ösdürmekde gazturbina desgasy örän wajyp bolup, elektrik energiýasy bilen ýurduň doly üpjün edilmegi bilen önümçilik kärhanalarynyň ulgamy giňeýär. Önümçilik munuň özi tilsimatly maşynlaryň el güýji bilen birigip, çig maly gaýtadan işläp taýýar önüm görnüşine getirmekde amala aşyrylýan hadysalary öz içine alýar. Şeýle önümçilik kärhanalarynyň işiniň takyk ýola goýulmagynda ýylylyk hereketlendirijileri dürli çylşyrymly hadysalary öz içine alýar. Umuman

alanymyzda, ýylylyk hereketlendirijileri Türkmenistanda halk hojalyk ýüklerini daşamakda we senagatyň güýçli depginler bilen ösdürilmeginde hem-de şol önümçiliklerde zerur bolan ýylylyk energetik maksatly hadysalaryň takyk we maksada laýyk amala aşyrylmagynda uly ähmiýete eýedir.

Türkmenistanyň özüniň Garaşsyzlygyna we baky Bitaraplygyna eýe bolandan soňra özüniň ýer asty baýlygynyň hakyky eýesi boldy. Indi Türkmenistan özüniň ýerasty baýlygy bolan tebigy gazyny diňe bir içerki maksatlar üçin öz içinde ulanman, eýsem Russiýa, Eýran, Ukraina ýaly döwletlerde hem satýar. Gazy satmaklyk turbageçirijiler arkaly amala aşyrylýar, ýagny, tebigy gaz turbageçirijiler arkaly akdyrylýar. Gazlar turbageçirijerden akdyrylanda gazlaryň bugarmagynyň netijesindeki ýitgini aradan aýyrmak maksady bilen tebigy gaz ýokary tizlik bilen akdyrylýar.

Uzak aralyklara tebigy gaz akdyrylanda ýokary tizligi üpjün etmek maksady bilen takmynan her 100km aralykdan gazlary gysyp, ýokary basyşy döretmek maksady bilen kompressor merkezler gurulýar. Ol kompressor merkezler gazy gysyp, ýokary basyşy döredýärler. Tehniki termodinamikadan mälüm bolşy ýaly, gaz gysylyp, onda ýokary basyş döredilende onuň göwrümi kiçelip, temperaturasy artýar we şol bir wagtda gazlar akdyrylanda gazlaryň tizligi artýar. Gazlaryň tizliginiň artmagyna hyzmat edýän kompressor merkezlerinde kompressorlary herekete getirmek üçin olarda elektrik hereketlendirijiler birikdirilýär. Şol elektrik hereketlendirijiler hem gazturbina desgasynda öndürilen elektrik energiýasy bilen iýmitlendirilýär. Şonuň üçin hem her bir kompressor merkeziniň ýerleşýän ýerinde şol kompressor merkezlerine gazturbina desgasy birikdirilýär. Birikdirilen gazturbina desgasy akdyrylýan tebigy gazlary şol gazturbinalaryň pilçesine urlup herekete gelýär. Ýagny, gaz ýakylýar, onuň täsir güýjüniň täsir etmeginde elektrik energiýasy öndürilip, şol elektrik energiýasy hem kompressoryň elektrik hereketlendirijisini herekete getirýär. Munuň özi hiç bir



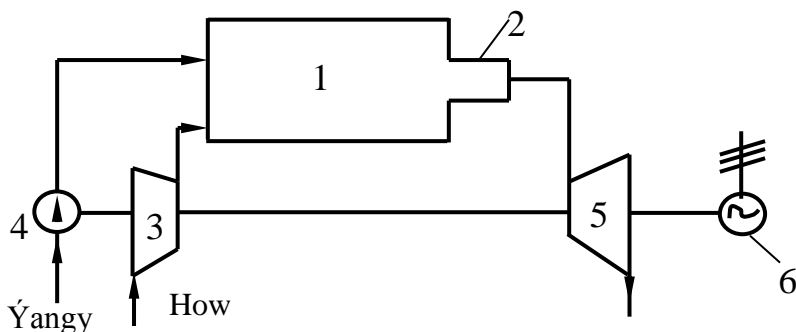
energiýa çykdaýjysyz elektrik energiýasynyň öndürilmegine we peýdaly ugra gönükdirilmegine getirýär.

#### **4.2. Ýönekeý gazzurbina desgasynyň gurluşy.**

Gaz turbina desgasy ýylylyk dwigatelleriň bir görnüşi bolup, ol ýylylyk energiýasyny mehaniki energiýa özgertmek üçin niýetlenendir. Gaz turbina içinden ýandyrylýan dwigatellere degişlidir. Şeýlelikde, ýylylyk energetikasynda içinden ýandyrylýan dwigatellere degişli porşeni we gaz turbina dwigatelleri ulanylýar, 1934-nji ýyldan W.W.Uwarowyň ýolbaşçylygynda dünýäde ilkinji gezek GTD tejribede derňeldi. 1945-nji ýyldan başlap SSSR-de we birnäçe döwletlerde GTD gurluşygy güýçli ösüp başlady.

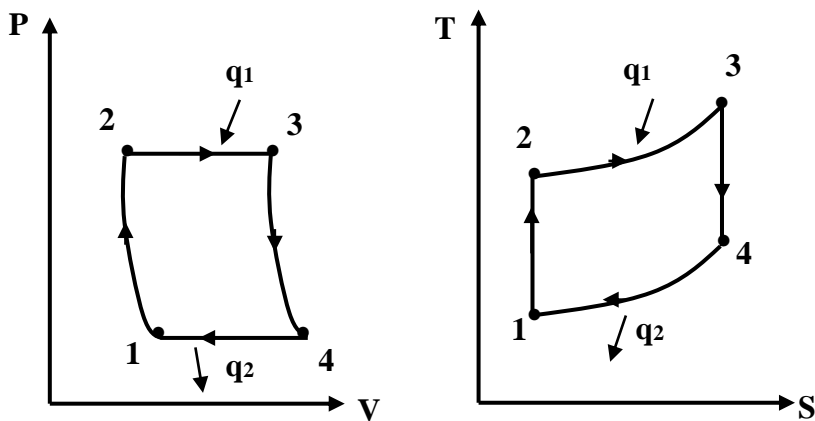
Häzirki wagtda GTD awiasiyada giňden ulanylýar. Ondan başga-da GTD tebigy gazyň çykarylýan ýerinden turbalar boýunça bermekde gaz kompressorlar stansiýalarynda ulanylýar. GTD başga-da dürli maksatlar-da ulanylýar we olaryň ulanylýan oblasty giňelýär.

GTD gaýtalanmai hemişelik basyşda ýa-da hemişelik göwrümde ýylylygyň berilmegi boýunça amala aşyrylyp bililýär. Praktikada köplenç GTD-iň gaýtalanmai hemişelik basyşda ýylylygyň berilmeginiň netijesinde bolýar. Başgaça aýdylanda, GTD-iň ýangyç ýakylýan kamerasynda ýanyş hadysasy hemişelik basyşda bolup geçýär. Şol sebäpli GTD-ň hemişelik basyşdaky ýylylyk berliş gaýtalanmaini beýan edeliň. GTD-da bolup geçýän hadysalara düşünmek üçin ilki onuň shemasyna seredeliň.



4.3-nji surat.

1 ýangyç ýakylýan kamera, 2 soplo, 3 kompressor, 4 ýangyç beriji nasos, 5 gaz turbina, 6 elektrogenator, GTD işleýiş hadysasy PV we TS diagrammalarynda şekillendirilendir.(1-nji surat)



4.4-nji surat Hemişelik basyşda ýylylyk berilýän GTD- niň gaýtalanmasy.

Kompressoryň kömegi bilen howa gysylyp, ýangyjyň ýanýan kamerasyna berilýär. Bu 1-2 adiabat hadysasy boýunça

amala aşyrylýar. Ýanyjy kamera nasosyň kömegi bilen berilýär. Ýanmak hadysasy hemişelik basyşda bolup geçýär. (2-3 hadysa). Bu hadysada  $q_1$  ýylylyk işçi jisime berilýär. Gaz turbinasynda gaz giňelýär. (3-4 adiabat giňelme hadysasy). Soňra gaz daşaryk çykyp gidýär. Bu 4-1 hadysa hemişelik basyşda bolup geçýär. Hemişelik basyşda işçi jisim  $q_2$  ýylylygy daşky gurşawa berýär.

Indi seredilýän gaýtalanmaň PTK kesgitleýän formulanyň getirip çykarylyşyny beýan edeliň.

Işçi jisime berilýän ýylylyk /8.2-nji surat/

$$q_1 = C_p (T_3 - T_2) \quad (4.1)$$

Işçi jisimden alnyp daşky gurşawa berilýän ýylylyk

$$q_2 = C_p (T_4 - T_1) \quad (4.2)$$

$q_1$  we  $q_2$  bahalaryny GTD-nyň termiki PTK aňladýan formulada ornuna goýalyň.

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \quad (4.3)$$

$P_2/P_1 = \pi$  k mpressorda howanyň basyşynyň ýokarlanyş derejesi.  $V_3/V_2 = \rho$  izobar giňelme derejesi, gaýtalanmaň PTK-i häsiýetlendirýän ululyklardyr. Indi gaýtalanmany häsiýetlendirýän nokatlarda termodinamik parametrleriň tapylyşyny yzygider beýan edeliň.

Gaýtalanmaň 1-nji nokadynda  $P_1$ ,  $T_1$ ,  $V_1$  termodinamik parametrleriň hemmesi mälim diýip hasap edeliň.

2-nji nokat:

$$P_2/P_1 = \pi, \quad P_2 = \pi P_1 \quad (4.4)$$

1-2 adiabat boýunça gysylma hadysasy üçin

$$P_1 V_1^K = P_2 V_2^K \quad (4.5)$$

Bu ýerden

$$V_2 = \frac{V_1}{\pi^{1/K}} \quad (4.6)$$

Gaz halynyň deňlemesinden:

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= RT_1 \\ P_2 V_2 &= RT_2 \end{aligned} \quad (4.7)$$

Bu formuladan:

$$\begin{aligned} \frac{T_2}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \pi \frac{V_1}{V_1 \pi^{1/K}} \\ T_2 &= T_1 \pi^{\frac{K-1}{K}} \end{aligned} \quad (4.8)$$

3-nji nokat:

$$P_3 = P_2 = P_1 \pi, \quad \frac{V_3}{V_2} = \rho, \quad V_3 = \rho V_2 = \rho \frac{V_1}{\pi^{1/K}} \quad (4.9)$$

$$P_2 V_2 = RT_2$$

$$P_3 V_3 = RT_3, \quad \frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{\rho \cdot \frac{V_1}{\pi^{1/K}}}{V_1 / \pi^{1/K}} \quad (4.10)$$

Gaz halynyň deňlemesinden:

Bu formuladan

4-nji nokat:

$$P_4 = P_1$$

$$T_3 = \rho T_2 = \rho T_1 \pi^{\frac{K-1}{K}} \quad (4.11)$$

3-4 adiabaty boýunça giňelme hadysasy üçin

$$P_4 V_4^K = P_3 V_3^K \quad (4.12)$$

Gaz halynyň deňlemesinden:

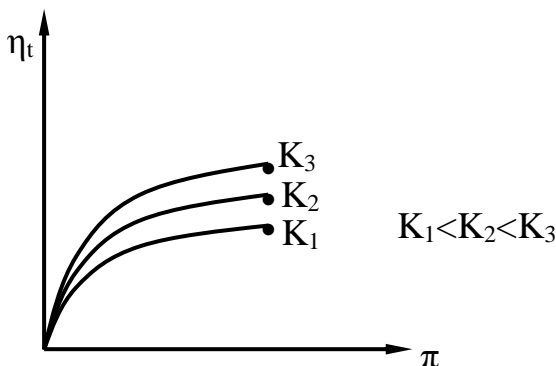
$$P_4 V_4 = R T_4, \quad P_1 V_1 = R T_1$$

$$T_4 = T_1 \rho \quad (4.14)$$

Indi  $T_2$ ,  $T_3$  we  $T_4$ -iň bahalaryny (14) formulada ornuna goýup, GTD gaýtalanmasynyň PTK-i aňladýan formulany alynýar.

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\pi^{K-1/K}} \quad (4.15)$$

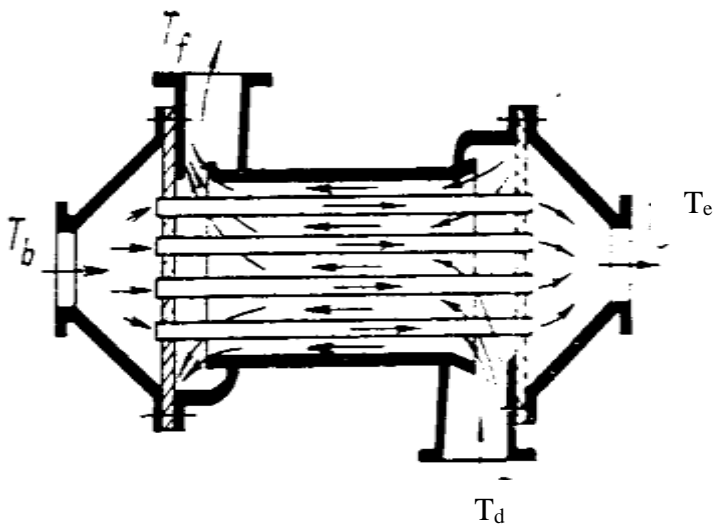
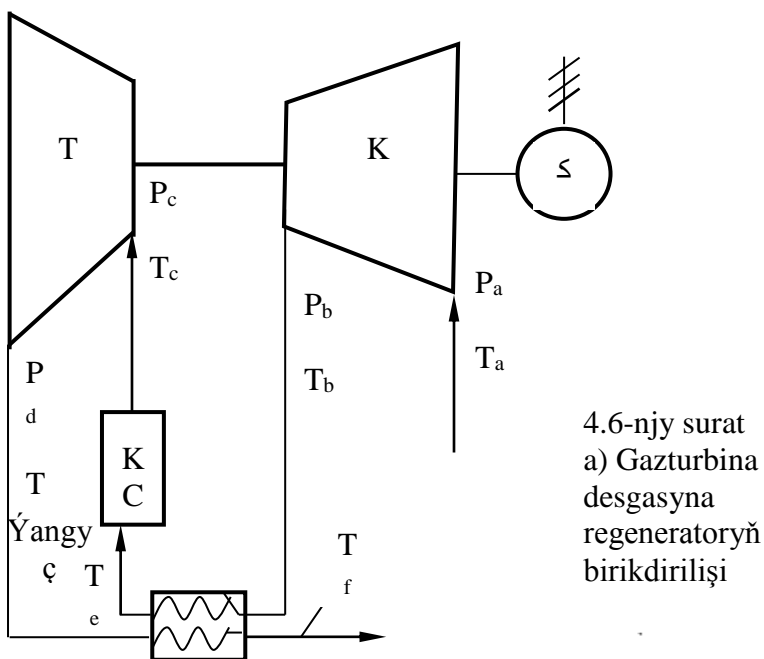
Bu formuladan görnüşi ýaly, GTD gaýtalanmasynyň PTK basyşyň ýokarlanylş derejesiniň artmagy bilen köpeliär (3-njy surat)



4.5-nji surat GTD-nyň PTK-iň basyşyň ýokarlanylş derejesine baglylygy.

### 4.3. Gaz turbina desgasynyň regenerasiýaly iş kadasy.

Regenerator-munuň özi ýylylyk çalşyjy apparatyň wezipesini ýerine ýetirmek bilen, ol ýönekeý gazy turbina desgalarynyň işi bilen deňeşdirilende, ykdysady taýdan netijesi uludyr. Ýönekeý gazy turbina desgalarynda daşky gurşawa çykýan  $T_2$ -absolýut temperatura bilen  $q_2 = C_{pg}(T_2 - T_1)$  mukdardaky ýylylyk daşky gurşawa bisarpa zyňylýar. Regeneratorly gazy turbina desgalarynda bolsa şonça mukdardaky ýylylygyň kömegi bilen regeneratora kompressoryň kömegi bilen gysylan howa gyzdrylýar. Özem regeneratorlarda tüsse gazlar gysylan howanyň akymynyň garşysyna hereket edýärler. Bu bolsa ýangyç ýakylýan kamera ýangyjy ýakmak üçin berilýän howany we turbina tüsse gazlar bilen garyşdyryp, garyşyk gazy emele getirmek üçin berilýän howanyň temperaturasyny belli bir mukdara çenli ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Bu bolsa emele gelen garyşyk gazyň basyşyny we temperaturasyny ýokarlandyrmaga, göwrümini artdyrmak hem-de turbinanyň peýdaly täsir koeffisientini  $\eta_T = 0,87$ , kompressoryň peýdaly täsir koeffisientini bolsa  $\eta_K = 0,84$  ýetirmäge mümkinçilik berýär. Bu netijeler bolsa gazy turbina desgasynyň ideal iş kadasyny doly öwrenmek bilen olardaky ýetmezçilikleri ylmy nukdaý nazardan öwrenilmeginiň netijesinde gazanyldy.



4.7 surat.  
Garşylykly hereketdäki regeneratoryň gornüşi

Gaz turbina desgasynyň regenerasiýaly iş kadasynyň peýdaly täsir koeffisiýenti formula boýunça kesgitlenilýär.

Hasaplamada kabul edilýär.

$$\eta = \frac{\left[ \eta_T (1 - \delta^{-m}) - \frac{\varepsilon^m - 1}{\tau \eta_K} \right] \eta_{KC}}{1 - \frac{1}{\tau} \left( 1 + \frac{\varepsilon^m - 1}{\eta_K} \right) - G \left[ 1 - \eta_T (1 - \delta^{-m}) + \frac{1}{\tau} \left( 1 + \frac{\varepsilon^m - 1}{\eta_K} \right) \right]};$$

(4.16)

$\varepsilon = \delta$ , regenerasiýa derejesi  $\tau$  ýumuş boýunça kabul edilýär. Ähli beýleki ululyklaryň bahalary regenerasiýasyz gaz turbina desgasynyň peýdaly täsir koeffisientiniň hasabyndaky ýaly kabul edilýär.

Regenerasiýaly we regenerasiýasyz gaz turbina desgasynyň peýdaly täsir koeffisiýentiniň tapawudyny deňeşdirmeklik hasaplamalaryň netijeleri bilen ýerine ýetirilýär.

Kompressorda gysylan howanyň basyşy, ýagny, gysylmaklygyň ahyryndaky howanyň basyşy formula bilen kesgitlenilýär.

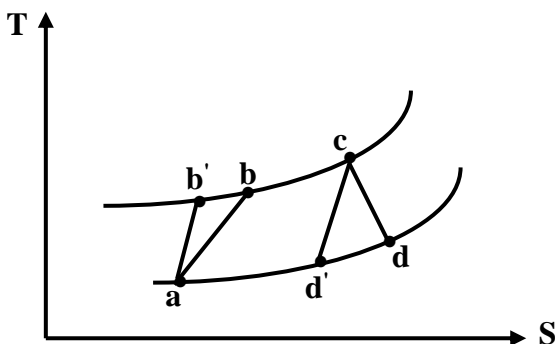
$$P_b = \varepsilon P_a;$$

Kompressorda 1kg howanyň gysmak üçin sarp edilýän iş:

$$H_k = i_b - i_a = C_p (T_b - T_a); \quad (4.17)$$

Bu ýerde:  $i_b$  we  $i_a$  TS-diagrammada a we b nokatlarda işçi jisimiň (howanyň) entalpiýasy (sur.1)





4.8-nji surat

Kompressoryň täzelenmesini izoentropéýaly peýdaly täsir koeffisienti PTK ( $\eta_K$ ) bilen häsiýetlendirilýär.

Bu PTK-i hem içki otnositel PTK-i diýip atlandyrmak kabul edilip we ol formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\eta_K = \frac{i_{b'} - i_a}{i_b - i_a} = \frac{T_{b'} - T_a}{T_b - T_a}; \quad (4.18)$$

bu ýerde:  $i_b$  we  $i_a$  - a we b nokatlarda işçi jisimiň (howanyň)entalpiýasy.

Kompressoryň işini kompressorda howanyň gysylma derejesi  $\varepsilon$  bilen baglaşdyrmak bolar. Munuň üçin 4-nji formuladan  $T_b$ -i kesgitläp we ony 3-nji formula goýmak gerek.

$$T_b = T_a + \frac{T_{b'} - T_a}{\eta_K} \quad (4.18)$$

Belli bolşy ýaly, kompressorda howanyň adiabat gysylmasynda:

$$T_b^1 = T_a \varepsilon^m; \quad (4.19)$$

Şeýlelikde, kompressorda 1kg howany gysmak üçin sarp edilýän iş formula boýunça kesgitlenilýär.

$$H_K = C_p T_a \frac{\varepsilon^m - 1}{\eta_K}; \quad (4.20)$$

Şeýlelikde, ölçeg birlik  $H_K$ , kJ/kg;

Hemme hasaplamalaryň 1kg işçi jisim üçin ýerine ýetirilýändigini bellemek

Howa üçin adiabat görkezijisi  $K=1,4$ . Kompressoryň peýdaly täsir koeffisiýentini (PTK)  $\eta_K = 0,84$  deň diýip kabul etmek bolýar.

$C_p$ -howanyň orta ýylylyk sygymy, ol  $T_a$  we  $T_b$  orta temperaturalar boýunça kesgitlenilýär. Howa üçin:

$$C_p = 0,9956 + 0,00009299 t \quad (4.21)$$

bu ýerde:  $t$  - indiki formula bilen kesgitlenýän orta temperatura:

$$\begin{aligned} T &= \frac{T_a - T_b}{2}, & \text{bu eerd} \\ T_b &= T_a \left( 1 + \frac{\varepsilon^m - 1}{\eta_K} \right); & \text{onda} \\ T &= T_a \left( 1 + \frac{\varepsilon^m - 1}{2\eta_K} \right); & (4.22) \end{aligned}$$

bu ýerde: (9)-nji formuladaky  $t, t = T - 273$

#### 4.4. Gaz turbina desgasynyň turbinasynyň ýylylyk hasaplamasy.

Turbinada işçi jisimiň giňelmek derejesi aşakdaky formula bilen hasaplanylýar.

$$\delta = \frac{P_c}{P_d}; \quad (4.23)$$

Kompressordaky gysylma derejesiniň arasyndaky baglanyşyk indiki formula bilen aňladylýar.

$$G = \lambda_{+} \varepsilon \quad (4.24)$$

Bu ýerde:  $\lambda$ -gaz turbina desgasynyň içindäki basyş ýitgisi, ýagny, bu koeffisienti kompressor we ýanyş kamera arasyndaky howa giňişligindäki basyş ýitgisini hem-de gaz giňişligindäki basyşyň ýitgisini hasaba alýar.

$$\lambda = 0,94/0,96$$

Turbinada 1kg ýangyç önüminiň giňelme işi:

$$H_T = i_c - i_d = C_p (T_c - T_d) \quad (4.25)$$

Turbinanyň hili izoentropiýa PTK bilen häsiýetlendirilýär.

$$\eta_T = \frac{i_c - i_d}{i_c - i_{d^1}} = \frac{T_c - T_d}{T_c - T_{d^1}}; \quad (4.26)$$

Turbinanyň işini giňelme derejesi  $\delta$  bilen formula arkaly baglaşdyrmak mümkin.

$$H_T = C_p T_c \eta_T (1 - \delta^{-m}) \quad (4.27)$$

Hasaplamalarda  $\eta_T = 0,87$

$$C_p = 1,023 \frac{\text{KDZ}}{\text{kg}^0\text{S}}; \quad \text{kabul}$$

edilýär.

4-nji formula boýunça turbinanyň udel işi kesgitlenýär.

Gaz turbina desgasynyň esasy bir wajyp häsýetlendirijisiniň biri GTD-nyň peýdaly işiniň turbinanyň işine bolan gatnaşygyna deň bolan peýdaly iş  $H_T$ ,  $\frac{\text{KDZ}}{\text{kg}}$ ;

$$\varphi = \frac{H_T - H_K}{H_T} = 1 - \frac{H_K}{H_T}; \quad (4.28)$$

koeffisientidir.

7-nji formuladan  $H_K$ -ny we 6-njy formuladan  $H_T$ -ny 7-nji formula goýup alýarys:

$$\varphi = 1 - \frac{\varepsilon^m - 1}{\tau \eta_T \eta_K (1 - \delta^{-m})}; \quad (4.29)$$

Gaz turbina desgasynyň ýakylýan ýangyç diňe iki görnüşli bolýar. Ol suwuk we gaz halyndaky ýangyçlardyr. Ýangyjyň ýanýan elementleri bolup esasan uglerod, wodorod we olaryň dürli birleşmeleri, şeýle hem kükürt we onuň birleşmeleri hyzmat edýär.

Ýangyjyň esasy görkezijilerine onuň düzümi we ýanyjylyk ukyby degişlidir. Ýangyjyň esasy ýanyjysyny uglewodlar düzýär. Tebigy gazlar esasan metandan ybaratdyr ( $\text{CH}_4$ ), ýolugry nebitli gazlarda köp mukdarda  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  we  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  bolup biler. Gaz turbina desgasy üçin bolan suwuk ýangyçlaryň 86-87,5%-ni uglerod we 11÷13,5%-ni bolsa wodorod düzýär.

Suwuk ýangyçlaryň düzümine girýän elementler 1kgg ülüşde, gaz halynda göwrümi boýunça %-de berilýär.

Suwuk ýangyç ýanyjy komponentlerden başga öz düzüminde uly bolmadyk mukdarda kislorody saklaýar ( $0 \div 0,5\%$ )

Ýangyjynyň esasy görkezijileriniň ýene biri onuň ýanma ýylylygydyr. “1kg suwuk ýangyç ýananda ýa-da 1m gaz görnüşli ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylyk mukdaryna ýangyjyň ýanma ýylylygy diýilýär.” Suwuk ýangyjyň ýanma ýylylygy aşakdaky usul boýunça kesgitlenýär. Ýangyjyň ýanma ýylylygyny onuň düzümi boýunça hem kesgitlemek bolýar. Suwuk we gaty ýangyjyň ýanma ýylylygyny kesgitlemek üçin ençeme formulalar hödürlenen.

Suwuk ýangyjyň pes ýanma ýylylygyny D.I.Mendeleyewiň formulasy boýunça kesgitlenilýär:

$$Q_H^p = 340C + 1030H + 109(S - O) - 25,2W; \frac{KDZ}{kg} \quad (4.30)$$

Ýangyjyň düzümi C, H, S, O we çyglylyk W %-de aňladýar.

Gaz turbina desgasynda ulanylýan suwuk ýangyjyň düzüminde çyglylyk ( $W=0$ ), kükürt ( $S=0$ ) we kislorod ( $O=0$ ) ýoklugyny bellemek gerek, şeýlelikde ýangyjyň ýanma ýylylygyny formula boýunça kesgitlenýär.

$$Q_H^p = 340C + 1030H \frac{KDZ}{kg}; \quad (4.31)$$

Gaz görnüşli ýangyçlaryň ýanma ýylylygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär.

Bu ýerde  $Q_{H_2}$ ,  $Q_{CH_4}$ ,  $Q_{C_2H_6}$ ..., her bir gazyň ýanma ýylylygy, olar degişli tablisadan alynýar.

$$Q_H^P = 0,01(Q_{CH_4} \cdot CH_4 + Q_{C_2H_6} \cdot C_2H_6 + Q_{C_3H_8} \cdot C_3H_8 + Q_{H_2} \cdot H_2 + \dots), \quad (4.32)$$

### **Gaz görnüşli ýangyjyň düzümine girýän aýratyn gazlaryň ýanma ýylylygy**

Gaz	Himiki formulasy	Aşaky çäk ýanma ýylylygy $Q_H^P$ , KDŽ /m <sup>3</sup>
Wodorod	H <sub>2</sub>	10830
Uglerodyň oksidi	CO	12680
Kükürt wodorod	H <sub>2</sub> S	23460
Metan	CH <sub>4</sub>	35930
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	63950
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	91540
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	119020
Pentan	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	146540
Etilen	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	59250
Propilen	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	86270
Butilen	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	113870

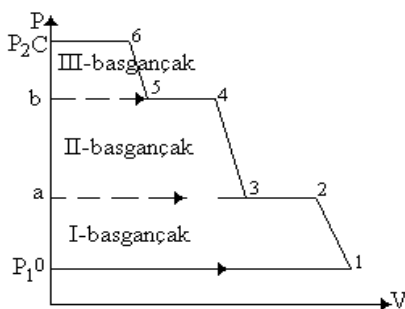
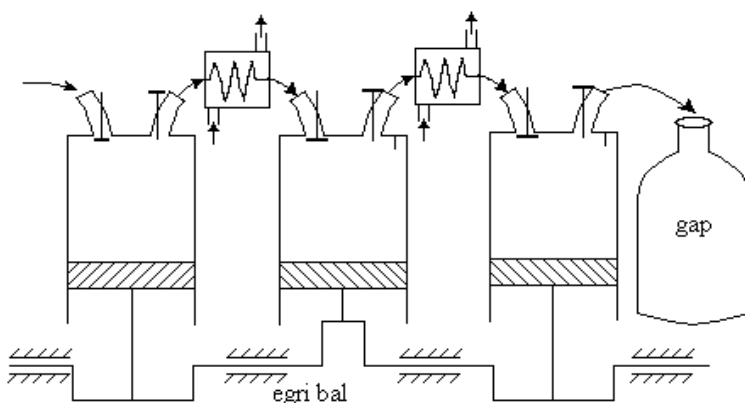
Formulalar boýunça  $Q_H^P$  hasaplanandan soň ýangyjyň ýanmagy üçin gerek bolan hawanyň mukdaryny kesgitleýäris.

$$L_0 = \frac{100}{23} h_{O_2} = \frac{100}{23} \left( \frac{\frac{8}{3}C + 8H - O}{100} \right); \quad (4.33)$$

#### 4.5. Yzygider ýerleşen birnäçe kompressorlaryň birleşen işi.

Gaz turbina desgasynyň ýangyç berilýän kamerasyna howa tebigy gaz bilen garyşdyrlyp berilýär. Şol nukdaý nazardan hem yzygider birikdirilen kompressorlardan peýdalanylýar.

Üç basgançakly kompressoryň işleýşine seredeliň



Üç basgançakly kompressoryň ideal indikator diagrammasy aşadaky ýaly şekillendirilýär.

0-1 – birinji basgançagyň sorýan ugry

4.9-njy surat

- 1-2 - birinji basgançagyň politrop gysylmasy
- 2-a - birinji basgançakdan birinji sowadyja sorulma
- a-3 - ikinji basgançaga birinji sowadyjydan sorulma
- 3-4 - ikinji basgançagyň politrop gysylmasy
- 4-b - ikinji basgançakdan ikinji sowadyja sorulma
- b-5 - üçünji basgançaga ikinji sowadyjydan sorulma
- 5-6 - üçünji basgançakdaky politrop gysylma
- 6-c - üçünji gysylmada gaba berliş ulgamy

Her bir sowadyjyda gazyň sowadylmagy şol bir temperatura çenli, ýagny, başlangyç temperatura çenli sowadylýar.

Basyşyň gatnaşygy her bir basgançakda deň diýip kabul edilýär:

$$P_2/P_1 = P_4/P_3 = P_6/P_5 = x \quad (4.34)$$

Basyşyň gatnaşygynyň her bir basgançakda deň bolan ýagdaýynda

$$(P_2/P_1) \cdot (P_4/P_3) \cdot (P_6/P_5) = x^3 \quad (4.35)$$

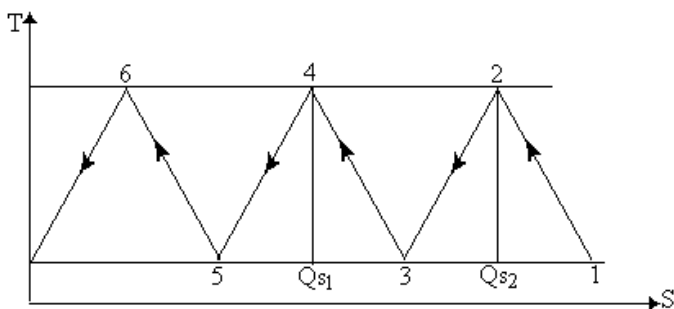
Bu ýerden basyşyň ýokarlanma derejesi:

$$x = \sqrt[3]{\frac{P_6}{P_1}} = \sqrt[3]{\frac{P_a}{P_b}} \quad (4.36)$$

Ýokarda seredilen üç basgançakly kompressoryň gaýtalanmasy TS- diagrammada:

$$PV^n = \text{const} \quad (4.37)$$





4.10-njy surat

### Ýerine ýetirilen iş

$$\begin{aligned}
 l_1 &= \frac{n-1}{n} P_1 V_1 \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = \frac{n-1}{n} R T_1 \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \\
 l_2 &= \frac{n-1}{n} P_3 V_3 \left[ \left( \frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = \frac{n-1}{n} R T_3 \left( \frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{n-1}{n}} - R T_3 \left[ \left( \frac{P_4}{P_3} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \\
 l_3 &= \frac{n-1}{n} P_5 V_5 \left[ \left( \frac{P_6}{P_5} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] = \frac{n-1}{n} R T_5 \left[ \left( \frac{P_6}{P_5} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] \quad (4.38)
 \end{aligned}$$

Bu ýerden  $l_1=l_2=l_3=l$  onda  $l_k=3l$ .

Ýylylyk mukdary:

$$Q_{s1} = mc (T_2-T_1); \quad Q_{s2} = mC_p (T_2-T_1) \quad (4.39)$$

Elektrodwigateliň kuwwaty:

$$N = G \cdot \ell \quad (4.40)$$

Bu ýerde: **M** – kompressoryň öndürijiligi **kg/s**;  $\ell$  = iş; m-basgançaýyň sany.

Kompressoryň PTK-sy:

$$S = N_c/N_0 \quad (4.41)$$

Hakyky netijelilik kuwwaty:

$$N_1 = S_M \cdot N_0 \quad (4.42)$$

Porşenli kompressorlar üçin:

$$S_M = 0,8—0,9$$

#### **4.6. GTD-nyň iş hadysasynda garyşyk gazyň gazturbinaýn tutýan orny.**

Garyşyk gazlar – öz aralarynda himiki reaksiýa geçmeýän birnäçe gazlaryň garyndysy. Meselem, ýangyç ýananda emele gelýän gaz: kömürturşy /CO<sub>2</sub>/, suw bugy /H<sub>2</sub>O/, azot /N<sub>2</sub>/ we kislorod /O<sub>2</sub>/ gazlarynyň garyndysydyr: ýakylýan tebigy gaz metanyň /CO<sub>4</sub>/, kömürturşy gazyň, azodyň we başga-da birnäçe gazlardan ybaratdyr. Biziň dem alýan howamyz hem öz düzüminde esasan azot bilen kislorody saklaýan gaz garyndysydyr. Garyşyk gazlaryň käbiri tehnikada giňden ulanylýar. İçinden ýandyrylýan dwigatellerde ýangyç ýananda emele gelen garyşyk gazlar /CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>/ şol dwigatelleriň işçi jisim bolup hyzmat edýär. Dürli tehnik meseleleri çözmek üçin garyşyk gaz halynyň parametlerini /P/ basyşyny we /V/ udel göwrümini kesgitlemek zerur bolaýr. Garyşyk gazyň düzümine girýän gazyň her biri aýratynlykda, göýä beýleki gazlar ýok ýaly içine salnan gabyň ähli göwrümini doldurýar. Dalytonyň kanuny boýunça garyşyk gazyň basyşy /P/ her bir aýratyn gazyň basyşynyň jemine deň.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1)$$

Garyşyk gazy häsiýetlendirýän ululyklary kesgitlemek üçin, onuň düzümini bilmek gerek. Garyşyk gazyň düzümi her bir aýratyn gazyň mukdary boýunça kesgitlenilýär we şol mukdar gazlaryň massalary ýa-da göwrümleri boýunça berilýär. Goý garyşyk gaz  $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$  massaly gazlardan ybarat bilsun, onda garyşyk gazyň massasy şol aýratyn gazlaryň massasynyň jemine deňdir.

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n = \sum_{i=1}^n m_i \quad (2)$$

Şeýlelikde, her bir gazyň massasy boýunça üleşi:

$$g_1 = m_1 / m, \quad g_2 = m_2 / m, \quad g_3 = m_3 / m, \dots, \quad g_n = m_n / m.$$

Garyşyk gazyň düzümindäki aýratyn gazlaryň massasy boýunça üleşleriniň jeminiň bire deňdigine göz ýetirmek kyn dälär.

$$g = g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n = \sum_{i=1}^n g_i = 1 \quad (3)$$

Garyşyk gazyň düzümindäki aýratyn gazlar göwrümleri boýunça üleşlerde hem berilýär. Eger garyşyk gazyň düzümindäki aýratyn gazlaryň göwrümi boýunça üleşlerini  $z_1 = V_1 / V, z_2 = V_2 / V, \dots, z_n = V_n / V$  bilen aňlatsak, onda edil garyşyk gazyň düzümindäki aýratyn gazlaryň massasy bilen üleşlerine meňzeşlikde degişli formulalar ýazyp bileris.

$$r = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n = \sum_{i=1}^n r_i = 1 \quad (4)$$

Garyşyk gazlaryň düzümindäki aýratyn gazlaryň massasy we göwrümi boýunça üleşleri bilinse, onda degişli

Gaz garyndysynyň gaz hemişeligi we oraça molekulýar massasyna seredeliň. Gaz garyndylary üçin gaz halynyň deňlemesini şeýle ýazyp bolar:

Bu deňlemede  $P$  Daltonyň kanuny boýunça gaz garyndysynyň düzümindäki her bir aýratyn gazyň basyşynyň jemini aňladýar.  $V$  – gabyň göwrümine deň bolan gaz garyndylarynyň göwrümi,  $m$  – gaz garyndylarynyň düzümindäki her bir aýratyn gazyň massalarynyň jemini aňladýar,  $T$  – gaz garyndysynyň temperaturasy,  $R$  – gaz garyndylarynyň gaz hemişeligi. Gaz garyndysynyň düzümindäki her bir aýrarn gaz üçin gaz halynyň deňlemesini ýazalyň:

Bu deňlemeler ulgamynyň sag we çep taraplaryny goşup, her bir aýratyn gazyň basyşynyň jemini  $p$  bilen belgiläp, aşakdaky aňlatmany alarys:

(5) we (2.20) deňlemelerin ep taraplary deň bolany in laryň sag taraplary deđdirler. Onda:

$$mRT=(m_1R_1 + m_2R_2 + \dots+m_nR_n)T.$$

Bu deňlemeden garyşyk gazlaryň gaz hemişeligi hasaplanylýan aňlatma alynýar:

$$R = (g_1R_1 + g_2R_2 + \dots + g_nR_n) = \sum_{i=1}^n g_iR_i \quad (8)$$

Islendik gazyň gaz hemişeliginiň molekulýar massasy bilen özara baglanyşygynyň 8 formulasynyň esasynda deňlemäni başga görnüşde aňlatmak mümkin, ýagny

$$R = 8314 \left( \frac{g_1}{\mu_1} + \frac{g_2}{\mu_2} + \dots + \frac{g_n}{\mu_n} \right) = 8314 \sum_{i=1}^n \frac{g_n}{\mu_n}. \quad (9)$$

Gaz garyndysynyň gaz hemişeligini onuň göwrümleýin ülşi bilen hem aňlatmak bolýar:

$$g_1 + g_2 + \dots + g_n = \frac{m_1}{m} + \frac{m_2}{m} + \dots + \frac{m_n}{m} = \frac{p_1V_1 + p_2V_2 + \dots + p_nV_n}{pV} = 1. \quad (10)$$

Awogadronyň kanuny boýunça

$$\mu_1 g_1 = \mu_2 g_2 = \mu g = \frac{\mu_1}{\rho_1} = \frac{\mu_2}{\rho_2} = \frac{\mu}{\rho} = const \quad (11)$$

ýa-da

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2}.$$

Awogadronyň kanunynyň esasynda we (11) aňlatmany göz önünde tutup, (12) deňlemeden alarys:

$$\frac{\mu_1 r_1 + \mu_2 \rho_2 + \dots + \mu_n \rho_n}{\mu} = 1. \quad (12)$$

Şeýlelikde, gaz garyndysynyň ortaça molekulýar massasy  $\mu$  (12) deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$\mu = \mu_1 r_1 + \mu_2 r_2 + \dots + \mu_n r_n = \sum_{i=1}^n \mu_i r_i. \quad (13)$$

Gaz garyndysynyň gaz hemişeligini onuň göwrümleýin üleşi bilen aňlatmak üçin gaz garyndysynyň ortaça molekulýar massasy hasaplanylýan (13) deňlemäni degişli matematiki özgertmeler esasynda almak bolar:

$$\begin{aligned} \mu &= \mu_1 r_1 + \mu_2 r_2 + \mu_n r_n. \\ \frac{8314}{R} &= \frac{8314 r_1}{R_1} + \frac{8314 r_2}{R_2} + \dots + \frac{8314 r_n}{R_n}, \\ R &= \frac{1}{\frac{r_1}{R_1} + \frac{r_2}{R_2} + \dots + \frac{r_n}{R_n}}. \end{aligned} \quad (14)$$

Gaz garyndysynyň her bir gazynyň gaz hemişeligini molekulýar massasy boýunça aňladylýan deňleme esasynda ýazmak bolar:

$$R = \frac{8314}{\mu_1 r_1 + \mu_2 r_2 + \dots + \mu_n r_n} = \frac{8314}{\mu}. \quad (15)$$

Ondan başga-da garyşyk gazyň düzümi massalarynyň üleşleri boýunça berilse, onda göwrümleri boýunça üleşler geçmek we tersine, eger garyşyk gazyň düzümi göwrümleriniň üleşleri boýunça berilse, onda onuň massalary boýunça üleşlerine geçmek mümkin. Şu aýdylanlar aşakdaky formulalar boýunça hasaplanylýar. Tablisadaky /2.1 tablisa/ formulalarda garyşyk gazyň düzümindäki aýratyn gazyň islendiginiň dykzlygy  $S_i$  udel göwrümi  $V_i$  molekulýar massasy  $M_i$  we gaz hemişelik  $R_i$  bilen belgilenendir.



**Tablisa 1**

Garyşyk gazyň berlen ülüşi	Berlen üleşden başga üleşe geçmek	Garyşyk gazyň dykzlygy we udel göwrümi	Garyşyk gazyň molekulýar massasy	Garyşyk gazyň hemişelik
Massa Boýunça üleşler	$z_i = \frac{g_i / M_i}{\sum_{i=1}^n \frac{g_i}{M_i}}$	$S = 1 / \sum_{i=1}^n \frac{g_i}{S_i}$ $\nu = \frac{1}{S}$	$M = 1 / \sum_{i=1}^n \frac{g_i}{M_i}$	$R = \sum_{i=1}^n g_i R_i$
Göwrüm boýunça üleşler	$g_i = \frac{z_i M_i}{\sum_{i=1}^n z_i M_i}$	$S = \sum_{i=1}^n z_i S_i$ $\nu = \frac{1}{S}$	$M = \sum_{i=1}^n z_i M_i$	$R = \frac{8314}{\sum_{i=1}^n z_i M_i}$



Ýylylyk maşynlaryny, gazanlaryny we başga-da birnäçe ýylylyk energitiki desgalaryny hasaplamak üçi gaz garyndysynyň parametrini bilmek möhümdir. Çünki ýylylyk maşynlarynyň aglabasynyň işçi jisimi bolup, gaz garyndysy hyzmat edýär. Edil şonuň ýaly-da gazan desgalarynyň pejinde ýangyç ýananda gaz garyndysy emele gelýär. Gaz garyndysynyň gyzdyrylanda alýan we sowadylanda berýän ýylylygynyň mukdaryny hasaplamak üçin olaryň ýylylyk sygymyny bilmek möhüm. Gaz garyndysynyň düzüminiň massalaýyn, göwrümleýin we kilomollaýyn ülüşleri boýunça berilýändigine esaslanyp, degişli hasaplamalar geçirilýär. Massasy  $m_1, m_2, \dots, m_n$  we ýylylyk sygymlary  $c_1, c_2, \dots, c_n$  bolan garyşyk gazlar üçin

$$mc = m_1c_1 + m_2c_2 + \dots + m_nc_n,$$

$$c = \frac{m_1}{m}c_1 + \frac{m_2}{m}c_2 + \dots + \frac{m_n}{m}c_n.$$

Şeýlelikde, gaz garyndylary babatda aýdylanlara esaslanyp aşakdaky deňlemäni ýazmak bolar:

$$c = g_1c_1 + g_2c_2 + \dots + g_nc_n = \sum_{i=1}^n g_i g_i. \quad (16)$$

(16) deňleme boýunça massalaýyn ülüşde berlen gaz garyndysynyň ýylylyk sygymy hasaplanylýar. Eger gaz garyndysy göwrümleýin ülüşde berilse, onda onuň ýylylyk sygymy şeýle deňleme boýunça hasaplanylýar:

$$C = r_1C_1 + r_2C_2 + \dots + r_nC_n = \sum_{i=1}^n r_iC_i. \quad (17)$$

Gaz garyndysynyň ýylylyk sygymy her bir aýratyn gazyňky ýaly temperatura, basyşa, gyzdymagyň ýa-da sowadylmagyň şertine(hemişelik basyşda ýa-da hemişelik göwrümde) bagly. (16) we (17) deňlemeler boýunça gaz garyndysynyň ýylylyk sygymyny hasaplamak üçin onuň düzümine girýän her bir gazyň ýylylyk sygymy (2.2-nji jedwelden) peýdalanyp, aýratynlykda hasaplanylýar.

## **V BAP. Tehniki howpsyzlyk düzgünleri.**

### **5.1 Ýylylyk gaz üpjünçilik ulgamynda tehniki howpsuzlyk düzgünleri.**

Gaz geçirijiler uly ilatly şäherlerde, ýaşaýyş merkezlerinde we uzak bolmadyk aralyklara geçirilende topragyň arasyndan geçirilýän gaz geçirijiler topragyň arasyndan geçirilende ýörite düzgünler berjaý edilmelidir. Gaz geçiriji topraga gömülende standart çuňlukda gömülmän, eýsem ol gazyň düzümine baglylykda amala aşyrylýar. Eger-de gaz geçirijileriden guradylan gaz akdyrylanda, onda gaz geçiriji topragyň doňma bölegine çenli gömülýär, eger-de gaz geçirijiden çygly gaz akdyrylanda, onda gaz geçiriji topragyň doňma gatlagynda ortaça aşaklykda geçirilýär. Gaz geçiriji eger-de asfalt ýa-da beton düşelen geçelgeleriň aşagyndan geçirilende 80 sm aşaklykdan geçirilýär. Eger-de transport gatnawy göz önünde tutulmadyk ýerlerde 90 sm aşakdan geçirilýär. Gaz geçirijiler gelejekde hem transport gatnawy göz önünde tutulmadyk ýerlerde 60 sm aşaklykdan geçirilýär. Bu kadalaryň özi gaz geçirijileri mehaniki şikeslenmekden goraýar. Bulardan başga-da topragyň özi gaz geçirijilerde temperaturanyň birden ýokarlanmagynyň önüni alýar we gaz geçirijini goramakda topragyň özi izolýasiýa bolup hyzmat edýär. Transport serişdeleriň hereketinden topraga düşýän güýjenme 0,7 m çenli ýaýraýar, ulanylýan köprülerden bolsa bu görkeziji 0,70 m çenli ýaýradýar. Eger-de toprak tokga-tokga bolsa, onda bu görkeziji 0,8 m çenli ýaýraýar.

Gaz geçirijide temperaturanyň 1°C ýokarlanmagynyň netijesinde 2,5 MPa ýüklenme bolup geçýär. Açyk görnüşli gaz geçirijilerde bu görkeziji ygtyýar edilýän kada çenli, ýagny, 140 MPa çenli üýtgäp bilýär. Toprak gaz geçiriji ulgam üçin direg hökmünde ulanylýar. Daşlyk, gaty typançak ýerlerde gaz geçirijiniň aşagyna düşek hökmünde 20 sm galyňlykda

çäge düşelýär. Gaz geçirijileri kadaly howpsuz ulanmak üçin gaz geçirijiler kolleriniň akar çeşmeli çaylaryň, tramwaý, awtomobil, demir ýollaryň aşagyndan geçirilende ýörite düzgünler göz önünde tutulýar. Ykdysady taýdan tygşytllygy üpjün etmek maksady bilen uly gatnawly awtomobil ýollaryny demir ýollaryň, tramwaý ýollaryndan gaz geçirijiler geçirilende ýerasty we ýerüsti taslamalar ulanylýar. Yöne bu taslamalaryň haýsy biri ulanylanda-da ýerli sebitler doly özleşdirilýär. Uly gatnawly awtomobil ýollarynyň aşagyndan ýa-da demir ýollaryň aşagyndan gaz geçirijiler geçirilende ýörite niýetlenen gorag gatlagynyň içi bilen geçirilýär. Özem şol gorag gatlagy demir we gara ýollaryň aşaky esasyndan 1,5 m aşakda ýerleşdirilýär. Gorag gatlagy in soňky relsden 3 m uzaklyga gara ýollardan bolsa 2m uzaklyga çenli çykarylýar. Gaz geçirijiler şeýle geçelgeleriň yüz metrden uzak bolmadyk aralykda akymy baglaýjy ornaşdyrylýar. Eger-de gaz geçiriji aýlawly gaz geçirijiler toplumyna degişli bolsa iki ugurda-da baglaýjy ornaşdyrylýar. Gorag gatlagynyň içinde näçe mukdarda birikmeler az bolsa, şonça-da amatly hasaplanylýar. Gorag gatlagynyň gutarýan ýeri ýörite pagtalar bilen baglanylyp, mazut bilen suwalýar hem-de barlag enjamy oturdylýar. Ýerasty gaz geçirijiler taslananda her bir gaz geçiriji eger-de jübüt gaz geçirijiler göz önünde tutulan bolsa, onda her bir gaz geçiriji niýetlenen mukdardaky gazyň 0,75 % öz üstünden geçirmelidir. Munuň özi jübüt gaz geçirijiniň niýetlenen mukdardaky gazy doly geçirmäge we ýene-de 50% gazy öz üstünden geçirmek ukybyny döretmekdir. Gaz geçiriji ulgamda ulanmak üçin kebşirlemekde ýokary netijeleri gazanmaga ukyply bolan düzüminde uglerody az bolan metallar öndürilýär.

Gaz geçiriji turbalary taýýarlamaga ukyply bolan metallaryň düzüminde uglerod 0,27% ýokary bolmaly däldir hem-de kebşirlemede onuň uzalmasy 18 % az bolmaly däl. Şäher gaz geçiriji ulgamynda köp ulanylýan turbalaryň diametri 100-400mm aralygynda ulanylýar. Ýerasty gaz

geçirijilerde minimal şartli diametri 50 mm we turbanyň diwarynyň galyňlygy 3 mm-den kiçi bolmaly dälär. Eger-de gaz geçiriji suw asty gurak gatlagynyň içi bilen geçiriljek bolsa onda ulanyljak turbanyň diwarynyň galyňlygy 5 mm-den kiçi bolmaly dälär. Her turbanyň ýörite pasporty ýa-da özüniň sertifikaty bolýar. Eger-de ulanylmagyna niýetlenen turbanyň pasporty ýa-da sertifikaty bolmadyk ýagdaýynda himiki barlagdan geçen ýagdaýynda hem-de mehaniki synagdan geçen ýagdaýynda ulanmaklygy ygtyýar edilýär.

Polat turbalar birikdirilende kebşirleme ulanylýar. Bu ýagdaýda birikdirilmäge niýetlenen yşy jebis baglamaga ukyply kebşirleme ulanylýar, hem-de şol kebşirlemede aşakdaky şertler berjaý edilmeli:

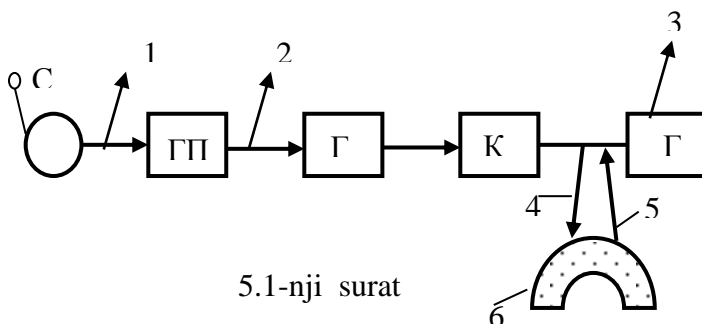
- a) kebşirleme bilen turbalar birikdirilende şol birikmeleriniň berkligi metallaryň minimal berkligine deň bolmalydyr.
- b) elektro-dugaly kebşirlemeleriniň islendik görnüşinde turbalar burç boýunça egreldilende 120<sup>0</sup>C-den we elektro kontaktly kebşirlemede bu hadysa amala aşyrylanda 100<sup>0</sup>C bolmaly dälär.

Kebşirleme bilen birikmelerde başga-da gaz geçiriji ulgamlary birikdirmekde fasonly birikdirmeler diýip atlandyrylýan birikmeler ulanylýar. Fasonly birikmelere troýnikli birikmeler, flansly birikmeler, geçirijili birikmeler baglanmalar, ýagny, dyky hökmündäki birikmeler degişlidir. Fasonly birikmeler gaz geçiriji ulgamda gaz sazlaýjylaryň kadalaşdyryjylaryň gözegçilik enjamlarynyň we ş.m. oturdylyjak ýerlerinde, baglaýjylaryň oturdylyjak ýerlerinde amala aşyrylýar. Fasonly birikmelere aýyрма hem degişli bolup, aýyrmalar gaz geçirijileriň ugry üýtgediljek bolanda ulanylýar. Üç taraply gaz geçirijiler bir tarapa ýa-da iki tarapa gaz geçirijiler bölünmek göz önünde tutulanda ulanylýar. Üç taraply gaz geçirijiler 80x50 başlap 900x800mm ölçegde taýýarlanylýar. Üç taraply gaz geçirijileri gaz geçiriji ulgamda çäklendirilen görnüşde ulanmaklyga ygtyýar edilýär. Sebäbi üç taraply gaz geçirijilerde basyşyň köp mukdardaky ýitgisi ýüze çykýar. Gaz

geçiriji ulgamdaky birikmeleriň ýene-de biri hem flansly birikmelerdir.

Flansly birikmeler ulanylanda iki flansyň birikdirilýän aralygynda ýörite prokladka goýulýar. Ol prokladkalara paranit prokladkalar esasy bolup, olardan başga-da galyňlygy 3-5 mm-e deň bolan benzine we beýleki uglewodorod birikmelere çydamly bolan rezin asbest kartony ulanylýar.

Gaz ýatagyndan alynýan gaz magistral gaz geçiriji turbalar arkaly ulanyjylara berilýär. Gaz ýatagyndan alnan gazy gaz ýygnaýja, akduryja we paýlaýjy bermek üçin birnäçe çylşyrymly hadysalar amala aşyrylýar hem-de çylşyrymly gurluşyk ulgamlary döredilýär. Gaz ýatagyndan alnan gaz ilki bilen gaz ýygnaýjy merkeze berlip, ol ýerde gazyň düzümindäki çyglylyk hem-de mehaniki tozanlar arassalanýar. Ondan soňra gaz ýygnaýjydan gaz magistral gaz geçirijä berilýär we şol magistral gaz geçiriji bilen 150 km uzaklyga çenli akdurylýar. Häzirki döwürde magistral gaz geçirijilerde gazyň basyşyny 8 MPa çenli emeli usulda ýokarlandyrylýar. Magistral gaz geçirijilerde akýan gazyň basyşynyň pese gaçmagy bilen kompressor merkezlerinde gaz gysylyp, gaz geçirijiniň umumy uzynlygyna zerur hasaplanylýan basyşa çenli ýetirilýär. Magistral gaz geçiriji ulanyja golaýlanda gaz paýlaýjy merkez gurulýar. Gaz geçirijiniň şekillenmesi boýunça yzygiderlik aşakdaky ýaly amala aşyrylýar:



5.1-nji surat

C-gaz ýatagy

1-gaz ýatagyna berkidilen gaz geçiriji

ГПП-gaz kabul ediji merkez.

2- magistral gaz geçiriji.

ГC-gaz geçirijiniň baş gurluşygy

KC-kompressor merkezi.

3-şäher gaz geçirijileri

ГPC-gaz paýlaýjy merkez

4-gaz saklaýja berilýän gaz

5-gaz saklaýjydan alynýan gaz

6-ýerasty gaz saklaýjy

Ilatly merkezlerde gaz geçirijiler iki dürli atlandyrylýar:

a) paýlaýjy gaz geçirijiler bolup ol gaz geçirijiniň üsti bilen gaz gaz paýlaýja çenli we beýleki çeşmelere berilýär.

b) Aýratyn jaýa we beýleki desgalara berilýän gaz geçiriji.

Gazyň basyşy ýokary bolan ýagdaýynda gazyň kiçi diametrli bir mukdaryny gaz geçirijilere bermäge mümkinçilik döredýär.

Gaz üpjünçilik ulgamy gaz geçirijileriň ýerleşşi bilen tapawutlanýarlar. Gaz geçirijiler aýlawly, ýagny, halka görnüşinde, ýapyk kombinirlenen gaz geçirijilere bölünýärler.

Ýapyk gaz geçirijiler dürli ugurlar boýunça gaz ulanyjylara gaz berilýär. Bu gaz geçirijileriň gutarýan uýy başga bir gaz geçirijä birikmeýär. Şonuň üçin hem bu gaz geçirijilere ýapyk gaz geçirijiler merkezler üçin ulanylýar. Bu gaz geçirijiler bir taraplaýyn iýmitlenýärler. Bu bolsa abatlaýyş işleri geçirilende kynçylyk döredýär. Artykmaçlyk tarapy gaz geçirijiniň uzynlygy hiç hili orny eýelänok.

Aýlawly gaz geçirijiler ýapyk ulgamly gaz geçirijiler tarapyna degişlidir. Bu gaz geçirijiniň artykmaçlyk tarapy ähli gaz ulanyjylar üçin basyşyň akymy deň ölçegli.

Ýylylyk energetik desgalarda tehniki howpsuzlyk düzgünlerini berjaý etmeklik hökmanydyr. Ýylylyk energetik desgalaryň müdirliginde tehniki howpsuzlyk gullugynyň inženeri aşakdaky tehniki howpsuzlyk düzgünlerini bilmelidir, berjaý etmelidir we azyndan her üç aýdan bir sapar ähli

işgärleri tehniki howpsuzlyk düzgüni bilen tanyşdyrmalydyr, hem-de ýörite depderçe ýöredip, tehniki howpsuzlyk düzgüni bilen her bir işgäriň tanyşanlygy barada tanyşdyrylandan soň gol çekdirmelidir, ol düzgünler doly berjaý edilmelidir. Tehniki howpsuzlyk düzgünleri aşakdakylary öz içine alýar:

1. Elektrik energiýasyny ulanmakda tehniki howpsuzlyk düzgünleri.
2. Tebigy gazy ulanmakda tehniki howpsuzlyk düzgünleri.
3. Ýangyna garşy göreş çäreleri.

Elektrik geçirijiler gyzgyn we gyzdyrylýan üstden has daşda ýerleşdirilmelidir.

Elektrik geçirijiler ýokary gyzgynlyga çydamly izolýasiýa materialy bilen örtülen bolup, diňe şolar ýokary gyzgynlygy öndüriji merkezler bolan gazan desgalarynyň ýerleşýän ýerinde we olaryň iş hadysalaryny amala aşyrmakda hyzmat edýän mehanizmlerde ulanylmalydyr. Senagat peçleriniň ýerleşýän ýerinde hem ýokary gyzgynlyga çydamly izolýasiýa materialy bilen örtülen elektrik geçirijiler ulanylmalydyr. Bir uýy elektrik çeşmesine çatylyp, beýleki uýy mehanizmden boşadylyp, taslanmaklygyň özi gaty howply bolup, beýle ýagdaýa ýol berilmeli däl. Hökmany suratda şeýle ýagdaýda ilki bilen elektrik iýmitlendiriji çeşmä birikdirilen üç elektrik çeşmesinden boşadylyp, diňe şondan soňra beýleki üç mehanizmden boşadylmalydyr hem-de elektrik geçiriji ýygnaýy goýulmalydyr. Bulardan başga-da bir uýy görünmeýän, beýleki uýy bolsa boş duran elektrik geçiriji el bilen ellenilmän elektrik energiýasyny geçirmeýän gury materialyň kömegi bilen bir gyra sowulyp, dessine bu ýagdaý barada elektrömehaniga habar berilmelidir we bu ýagdaýyň öňi alynmalydyr.

Tebigy gaz bilen iş salyşýan her bir adam gaz bilen zäherlenmegiň adamyň ömri üçin howpludygyny ýatdan çykarmaly däl. Şonuň üçin hem aşakdaky kadalar doly berjaý edilmelidir.



1. Tebigy gazyň ulanylýan ýerinde hökmany suratda howa çalşygy kadaly amala aşyrylmalydyr.
2. Tebigy gazyň ýakylmazýndan öňürti gaz geçirijidäki birikmelerden gazyň syzmaýanlygyna doly göz ýetirilmelidir. Onuň üçin ýuwujy serişdeleriň köpürjigi ulanylmalydyr. Eger-de şol birikmelerde gazyň syzmasy ýüze çykarylan halatynda, syzylmanyň öňi alynmalydyr. Diňe sondan soňra gaz ýakyjylarda tebigy gaz ýakylýp bilner.
3. Eger-de gazyň syzmasy jaýlaryň içinde ýa-da gaz paýlaýjy merkeziň jaýynyň içinde ýüze çyksa, onda hökmany ýagdaýda syzylmanyň ýüze çykan jaýynda howa çalşar ýaly aýnalar we gapylar açylmalydyr we gazyň konsentrasiýasy kesgitlemelidir.
4. Näsazlyk ýüze çykan jaýynda elektrik ýşyklandyryjy ýakylmaly däl. Şeýle ýagdaýda goragy göz önünde tutulan akumulýatorlarly ýşyklandyryjylar ulanylmalydyr. Olar hem ozal daşarda ýakylýp, diňe şondan soňra näsazlygyň ýüze çykan jaýynda girilmelidir.
5. Näsazlygyň ýüze çykan jaýynda abatlaýyş işleri geçirilende ýörite bir nobatçy bolup, ol ähli hadysany öz gözegçiliginden sypdyrmaly däl.
6. Abatlaýyş işleri amala aşyrylanda jaýdan ot ýakmak, çilim çekmek düýbünden gadagandyr. Bu ýagdaýlara gözegçilik etmek gözegçi nobatçynyň baş wezipesidir.
7. Näsazlygy aradan aýyrmak üçin uçgur emele gelmeýän enjamlar ulanylmalydyr. Kebşirleme işlerini amala aşyrmak düýbünden gadagandyr.
8. Näsazlygyň ýüze çykan ýerinde abatlaýyş işleri amala aşyrylanda oňa gatnaşyjylaryň ählisi gaza garşy enjamy geýip, şondan dem almalydyr. Ol enjam geýlende onuň şlangalarynyň eplenmänligine, olarda deşigiň ýa-da ýyrtygyň ýoklugyna göz ýetirmelidir.
9. Gazyň ulanylýan ýerinde elektrik çeşmelerinde abatlaýyş çäreleri elektrik energiýasynyň söndürilen ýagdaýynda amala aşyrylmalydyr.

Ýangyna garşy göreş çäreleri diňe bir ýylylyk enegetik desgalaryň ulanylýan ýerinde göz önünde tutulman, ähli senagat, jemgyýetçilik jaýlarynda olaryň ýerleşýän meýdanynda göz önünde tutulan bolmalydyr. Ýangyna garşy göreş çärelerine ýangyn ýüze çykanda söndürmek maksady bilen ulanylmaga niýetlenen suw saklanýan howuzlar ýa-da ýokary tizlikde akýan güýçli akymly suw kranlary, gaplarda çäge saklanylmaly, ýangyn söndüriji enjam doly ýagdaýda, ştir hökmany bolmalydyr. Eger-de ýangyn söndürmek üçin ýokary tizlikli, güýçli akymly suw kranlary göz önünde tutulan bolsa, onda ýangyna garşy şlangalar hem göz önünde tutulan bolmalydyr. Bu çäreleriň dogry ýola goýulmagy ýangynyň önüni almaga ýardam eder. Eger-de ýangyn has güýçli ýagdaýda ýüze çykan halatynda ýangyn söndüriji gulluga habar berilmelidir.

## **Edebiýat:**

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan-sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Umumymilli "Galkynyş" Hereketiniň we Türkmenistanyň Demokratik partiýasynyň nobatdan daşary V gurultaýlarynyň bilelikdäki mejlisinde sözlän sözi. Aşgabat, 2007.
8. Gurbanguly Berdimuhamedow. Eserler ýygyndysy. 1-nji tom. Aşgabat, 2007.
9. Türkmenistanyň Prezidentiniň "Obalaryň, şäherçeleriniň, etrapdaky şäherleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin" Milli maksatnamasy, Aşgabat, 2007.
10. "Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry" Milli maksatnamasy, "Türkmenistan" gazetiniň, 2003-nji ýyl, Alp Arslan aýynyň 27-si.
11. "Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy". Aşgabat, 2006.
12. М.И.Лызо Тракторы, автомобили, двигатели. М., 1963.

13. Луканин В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 книга Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС. Кн.3 2007.
14. Луканин В.Н. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 книга Теория рабочих процессов. книга 1., 2007.
15. Дащенко А.И. Технология двигателестроения. 2006.
16. А.Г.Костюк, А.Н.Шерстбок Газотурбинные установки. М., 1979.
17. М.С.Ховаха Автомобильные двигатели. М., 1977.

## MAZMUNY.

<b>Giriş</b>	<b>7</b>
<b>I BAP.</b>	
<b>Içinden ýandyrylýan hereketlendirijiriň gaýtalanmary</b>	
1.1. Karnonyň gaýtalanmasy.	12
1.2. Ottanyň gaýtalanmasy.	19
1.3. Dizeliň gaýtalanmasy.	25
1.4. Gysylma taktynyň ahyrynda silindrdäki işçi jisimiň ululyklary.	30
1.5. Trinkleriň gaýtalanmasy.	36
<b>II BAP.</b>	
<b>Ýangyjyň ýanma hadysalary</b>	
2.1. Ýangyç barada düşünje.	43
2.2. Gaz görnüşli ýangyjyň ýanma ýylylygyny kesgitlemek	50
2.3. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijilerde ulanylýan suwuk ýangyjyň esasy häsiýetnamasy.	55
2.4. Gazogeneratorlar.	64
<b>III BAP</b>	
<b>Sazlaýjylar</b>	
3.1. Karbýuratoryň iş başarmaňlygy we olara bildirilýän talaplar.	71
3.2. Karbýuratoryň gurluşy we işleýşi.	74
3.3. Transport maksatly içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň häsiýetnamasy.	77
3.4. Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň tygşylylygyny ýokarlandyrmak.	82
3.5. Transport maksatly hereketlendirijilerde sazlaýjynyň orny.	87
3.6. Kriwoşip-şatun mehanizmine tehniki taýdan hyzmat edilende ýerine ýetirilýän esasy işler.	93

3.7.	Içinden ýandyrylýan hereketlendirijileriň sowadyş, ýaglaýyş, iymitlendiriş ulgamlary.	101
3.8.	Çykaryş hadysasynda işlenilen gazlaryň silindrlerden doly çykarylşy.	106
3.9.	Iş göwrüminiň we gysyşyň derejesiniň hasaplamasy. Howanyň dolylygynyň hasaplamasy.	111
3.10.	Dizelleriň ýanyş hadysasynda täsirler.	118
3.11.	Pürküşiň häsiýetnamasy.	123

#### **IV BAP.**

##### **Gaztrubina desgalary.**

4.1.	Gazturbina desgasyňyň gurluşy we ulanyş ugurlary.	128
4.2.	Ýönekeý gazturbina desgasyňyň gurluşy.	134
4.3.	Gaz turbina desgasyňyň regenerasiýaly iş kadasy.	139
4.4.	Gaz turbina desgasyňyň turbinasynyň ýylylyk hasaplamasy.	144
4.5.	Yzygider ýerleşen birnäçe kompressorlaryň birleşen işi.	148
4.6.	GTD-nyň iş hadysasynda garyşyk gazturbinaňyň tutýan orny.	151

#### **V BAP.**

##### **Tehniki howpsyzlyk düzgünleri.**

5.1	Ýylylyk gaz üpjünçilik ulgamynda tehniki howpsuzlyk düzgünleri.	159
	<b>Edebýatlar</b>	<b>167</b>