

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI  
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

**A.Meredow, E.Orazberdiýewa**

# **Energetiki gurnamalar**

**Aşgabat 2010**

## SÖZBAŞY

Garaşsyz baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryň laýyk gelyän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň “Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda” 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki zaman milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep-terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Hormatly Prezidentimiz ýygnaqlarda, uly Döwlet maslahatlarynda milli maksatnamada göz önünde tutulan meseleleriň çözülişleri, durmuşa geçirilişini esasy üns merkezinde saklaýar. Milli maksatnamada ilaty elektrik eneriýasy bilen üpjün etmegi gowulandyrmak barada öňde goýulan wezipeleri üstünlikli durmuşa geçirmek üçin, energetika ulgamlarynda işlejek ýokary bilimli hünärmenleri dünýä derejesinde taýýarlamak esasy mesele bolup durýar.

Dersiň maksady we meselesi. “Elektrik üpjünçiligi” hünäri boýunça bilim alýan talyp ýaşlaryň Türkmenistanyň syýasy – ykdysady ösüşlerini göz önünde tutup, Watanmyzyň gülläp ösmegi, halkymyzyň hal – ýagdaýynyň gowulanmagy üçin ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamagyň esasy bolup durýanlygy aýdyňdyr.

Hususy soraglardan energiýany ösdürmegiň häzirki zaman çeşmeleriniň, ulgamlarynyň işleýşi, ulanylyşy, olary kämilleşdirmek baradaky meseleleri çözmäge ukyply talyplaryň nazary pikirlerini ösdürmek meselesi dersiň esasy bolup durýar.

Dersiň esasy maksady – talyplary nazary maksatnamada geljekki ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamakdyr. Energetiki ulgamlaryň sazlaşykly işlemekleri, halk hojalygynda ýerlikli peýdalanmak, energiýany hasaba almak, energetiki resurslary ulanmaklygyň ähmiýetliligini, tygşytlylygyny talyplara öwretmek dersiň esasyny tutýar. Häzirki döwürde ekologiki taýdan arassa, ykdysady taýdan arzan, konstruksiýasy boýunça ýönekeý energetiki enjamlary gurmaklygyň, peýdalanmaklygyň tehnikalary öwredilýär. Okatmagyň esasy usuly hökmünde umumy okuw ulanylýar. Amaly we tejribe sapaklarynda bolsa desgalaryň bölekleri, olaryň berkligi, ýüze çykýan näsazlyklaryň önüni almak ýaly meseleleriň toplumyna seredilýär.

Elektrik we mehaniki enjamlar boýunça, şeýle hem umumy senagat maksatly mehanizmlaryň häzirki zaman elektropriwodlarynda ulanylýan shemaly çözümleriň bilimini almak dersi öwrenmegiň maksady bolup durýar.

## GIRIŞ

Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň iň wajyp pudaklaryndan biri bolup durýan energetika pudagy-da bu ösüşde iň öňdäki ýerleriň birini eýeleýär.

Türkmenistanyň energetiki maksatnamasynda we 2020-nji ýyla çenli döwre Türkmenistanyň ykdysady we sosial ösüşiniň esasy ugurlarynda ylmy-tehniki ösüşiniň tizlenmeginiň esasynda önümçiligiň ýokarlandyrylmagy ugry bilen energetikanyň we senagatyň ösüşiniň wajyp meseleleri kesgitlenen.

2020-nji ýyla çenli türkmen halkynyň Altyn asyrynyň ykdysady maksatnamasynda döwletiň elektrik energiýasyna bolan zerurlygyny doly kanagatlandyrmak göz önünde tutulýar: goňşy Eýran, Turkiýe, Owganistan, Päkistan ýurtlaryna onuň eksport üpjünçiliginiň göwrümlerini ýokarlandyrmak meýilleşdirilýär. Ýurtda elektrik energiýanyň önümçiligini 2007-nji ýylda 14,033 milliard kilowatt/sagat elektrik energiýasy işlenip çykaryldy we 2020-nji ýyla çenli 25,5 milliard kilowatt/sagat çenli ýokarlandyrylar.

Beýik galkynyşlar, özgertmeler zamanasynda, biziň Garaşsyz, Baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde täze elektrik stansiýalar guruldy hem gurulýar: Mary döwlet elektrik stansiýasy – 1685 MWt, Abadan döwlet elektrik stansiýasy-321MWt, Aşgabat döwlet elektrik stansiýasy – 254,2 MWt, Daşoguz döwlet elektrik stansiýasy 254,2 MWt, Ahal döwlet elektrik stansiýasy – 254,2 MWt, Awaza döwlet elektrik stansiýasy – 254,2 MWt, Balkanabat döwlet elektrik stansiýasynda 380,2 MWt, Türkmenbaşy ýylylyk elektrik merkezi - 540MWt, Seýdi ýylylyk elektrik merkezi – 160 MWt hem-de ilkinji gurlan Hindi guş gidro-elektrik stansiýasy – 1,2 MWt, Türkmenbaşynyň Nebiti gaýtadan işleýän zawod toplumynyň elektrik stansiýasy – 126 MWt.

Türkmenistanda ýokary woltly Mary – “Serdar–500 kW” – Seýdi – Daşoguz aralykda 500 kW naprýaženiýeli, Mary-Aşgabat-Balkanabat aralygynda 220 kW naprýaženiýelielektrik geçiriji liniýasy ulanylýar. Mundan başga-da 10, 35, 110kW naprýaženiýeli elektrik ulgamlary ulanylýar.

Elektrik üpjünçiliginiň ulgamlarynyň düzülişiniň çylşyrymlaşmasy we ösmegi, elektrik energiýany peýdalanyjylaryň üýtgeýän düzülişi we häsiýeti bilen utgaşykda olaryň işiniň ygtybarlygyna we tygşytlylygyna görä ösýän talaplaryň häzirki zaman hasaplaýyş tehnikaýyň esasynda elektrik energiýany peýdalanmagy we paýlamagy dolandyrýan gurulmalaryň giňden girizilmegi ýokary kämillikli inženerlerini taýýarlamak meselesini öňde goýýarlar.

Elektrik energiýany elektrik stansiýalarda başga enegiýa öwürlmekliginiň hasabyna alýarlar. Energetik resurslar höküminde köplenç suwyň hereket energiýasy, himiki energiýa, eýe ýakmaklyk (gaty, suwyk we gaz halyndaky) we atom energiýasy ulanylýar. Şeýle energiýaçeşmelerini ulanmaklyk ekologik kynçyklary döredýär, ondan başgada ýangyçlaryň toplumlarynyň gutarnyksyz däldigini hem ýatdan çykarmaly dälendiris.

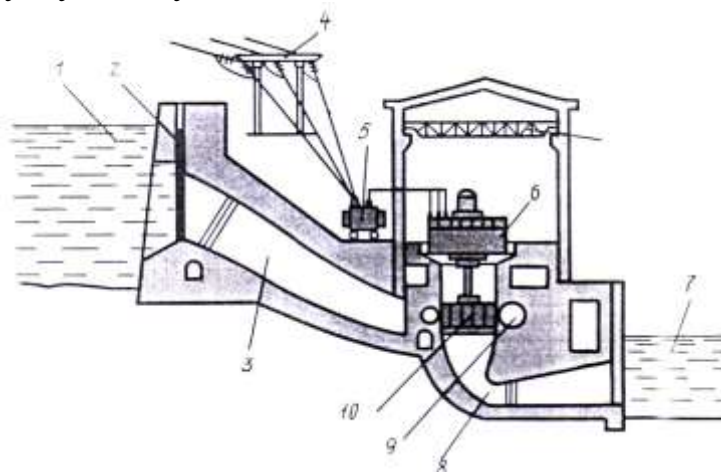
Soňky döwürde başga hili energiýa çeşmelerine üns berilýär: Gün, şemal, geotermal çeşmeler, biomassa we başgalar. Bu hilli energiýaçeşmeler gutarnyksyz we ekologiki taýdan arassa. Ýöne bulary elektrik energiýaowurmeklikde

kynçylyklary hem bar. Şu günki Gün şular ýaly gurallaryň peýdaly täsir koeffisientiniň (PTK) pesdigini hem bellemelidir, netijede alynýan energiýagymmat düşýär. Soňun üçin bular ýaly energiýa çeşmeleriň energosistemada tutýan orny örän kiçidir.

Termoýader sintez geljegi bar energiýaçeşmesi hasaplanýar. Käbir ýeňil elementleriň ýadrolarynyň birleşmesi netijesinde ýylylygy bolup çykýar soňa hem termoýader sintez diýilýär. Termoýader ýangyjy hökminde wodorodyň izotopy, deýteriý we tritiý ulanylýar, ýer ýüzinde bularyň toplumlary gutarnyksyzdyr. Häzirki döwürde termoýader sinteziň geçirmekliginiň esasy kynçylygy- bu termoýader reaksiýanyň dolanyşygyna gözegçilik etmek.

## 1. Hidro (suw) elektrik stansiýalary

Elektrik energiýany almaklyk üçin suwyň hereketini ulanýarlar. Ulanylýan suw çeşmelerine baglylykda **GES** platinalar we geçiji suwlar bölünýärler. 1.1-nji çyzgyda GES-i diklik kesilen şekili görkezilendir. Açyk siberli suw howdanyndan naporly suw geçiriji üsti bilen spiral kamera geçýär niredede ony suw turbinasynyň lopatkasyna gönükdirýarlar. Turbina generatoryň rotorynyň aýlanmagyna getirýär we elektrik enegiýany öndürýär.



1.1-nji çyzgy. GES-iň diklik kesilen şekili.

- 1 – suw howdan,
- 2 – siber,
- 3 – suw geçiriji,
- 4 – elektrik geçiriji,
- 5 – transformator,
- 6 – elektrik generator,
- 7 – aşaky suw howdan,
- 8 – aşaky suw geçiriji,
- 9 – spiral kamera,
- 10 – suw turbinasy.

Napryaženiye transformatoryň kömegi bilen ulaldylandan soň liniýalaryň kömegi bilen elektrik energiýa sarp edijilere ugrukdyrylýar. **GES**-iň ýörite görnüşi gidroakkumulirlenýän elektrostansiýasydyr **GAES**. Olary ýokarky we aşaky suw howdanlarynyň arasynda ýerleşdirýärler. Şu elektrik energiýasy ulanylanda **GAES** generator režimde işleýär. Suw ýokarky suw howdanyndan elektrik energiýany öndürýän gidroturbina zyňylýar we aşaky suw howdanyna geçýär. Suwy aşaky suw howdanyndan ýokarky howdanyna nasosyň kömegi bilen çekýärler.

## 2. Atom elektrik stansiýalary

Ilki bilen atom energetikasynyň fiziki esaslaryna seredip geçeliň. Ýigriminji asyryň iň uly açyşlarynyň biri bolan, atom energiýasyny peýdalanmak we ulanmak mümkin boldy. Gynansak-da diňe bir parahat durmuş üçin ulanamk däl, eýsem harby maksatlar üçin hem peýdalanyldy.

Adamzat taryhynda ylymyň gazananlarynyň aýyrganç netijesi 1945-nji ýylyň 6-njy we 9-njy awgustynda Hirosima we Nagasaki diýen ýapon şäherlerini weýrançylyga getirdi.

Neýtronlar bilen urany bombalamagyň netijesinde aşgar-ýer elementiniň, meselem, bariniň ýadrosynyň döreýändigini 1938-nji ýylda nemes alymlary O.Gan we F.Ştrasman görkezdiler. Olaryň yz ýanyndan awstriýaly fizikler L.Maýtner we O.Friş atom agyrlýgy 235-e deň uranyň izotopynyň ýadrosynyň neýtronlaryň täsiri astynda iki bölege bölünýändigini ýüze çykardylar. Öýjükleriň bölünmekleriniň biologiki proseslerine meňzeşlikde, olar bu hadysa ýadronyň bölünmegi diýip at goýdular. 1940-njy ýylda sowet alymlary G.N.Flerow we K.A.Petržak ýadronyň radioaktiw bölünmeginiň bir görnüşi bolan, atomlaryň ýadrolarynyň spontan, ýagny özbaşdak, daşardan täsir etmezden bölünmek prosesini açdylar.

Uly atom agyrlýkly elementleriň (uran, plutoniý, toriý) ýadrolary bölünende reaksiýanyň ön ýanynda agyr ýadronyň massasy reaksiýasynyň önümleriniň massalarynyň jeminden ep-esli köpdür. Biz bu ýerde massanyň defektine gabat gelýäris. Şeýlelikde, agyr ýadrolar bölünende uly energiýa bölünip çykýar. Netijede ýylylyk energiýasy döreýär. Agyr ýadronyň bölünendäki goýberýän neýtronlarynyň sanynyň birlikden uly bolýandygy örän möhüm. Mysal üçin, ýadrosyna haýal, ýa-da ýylylyk neýtrony diýilýän neýtronyň düşmegi netijesinde uran-235-iň ýadrosy bölünende iki ýa-da üç neýtronlar, ortaça 2,46 täze neýtron goýberýär. Ýadrolaryň bölünmekleri netijesinde döreýän neýtronlaryň ýitgisini azaltmak barada zerur çäreleri görmeli.

Magdandan alynýan tebigy metall görnüşli uran köplenç iki izotopdan: uran-238 we uran-235-den durýar. Häzirki döwürde ýadro energetikasynyň esasy düzýän uran-235-dir. Onuň ýadrosy, neýtronyň täsiri astynda köp mukdarda ýylylyk çykarmak bilen, ýadro reaksiýasynyň dowam etmegini üpjün edýän iki ýa-da üç neýtronyň goýberilmegi bilen bölünýär. 1 kg uran-235 darganda  $1,9 \cdot 10^{10}$  kilokaloriýa ýa-da  $2,22 \cdot 10^7$  kilowatt-sagat energiýa bölünip çykýar. Diýmek, 1 kg uran – 235 2,7 tonna şertli ýangyja energetiki ekwiwalentdir. Şonuň üçin, 1 mln.kilowatt elektrik kuwwatly atom elektrostansiýasy her gije-gündiziň

dowamynda (sutkada), real ýitgileri hasaba almak bilen, diňe 3 kg ýadro ýangyjyny harçlaýar.

Emma tebigy metallik uranda jemi 0,7 göterim uran-235 bardyr, galan 99,3 göterimi uran-238-dir. Uran-238-iň ähmiýeti nähili? Uranyň bu izotopyny peýdalanyp bolarmy? Bu soraga položitel jogap berip bolar, ýöne onuň prosesi uran-235-e garanyňda çylşyrymlydyr hem-de ol entek doly özleşdirilen däldir.

Atom energetikasy neýtronlaryň bir-birinden düýpgöter tapawutlanýan iki kategoriýasy: uly energiýasy bolan, ýa-da olary köplenç atlandyrylýşy ýaly, çalt neýtronlar we az energiýaly, adaty aýdylyşy ýaly, haýal, togtadylan ýa-da ýylylyk neýtronlary bilen iş salyşýar. Çalt neýtronlar ýadro bölünende olaryň şöhlelenmegi netijesinde ýüze çykýarlar. Şunlukda uly ýylylyk bölünip çykýar. Eger çalt neýtron uran-238-iň ýadrosyna ýetse, onda uran-238 şol bada bölünmän, atom agyrllygy 239 bolan plutoniniň ýadrosyna öwürülýär. Bu bolsa neýtronlaryň täsiri astynda bölünmeklige ukyplydyr. Bir söz bilen aýdylanda, plutoniý-239 öz energetiki häsiýetleri boýunça uran-235-e meňzeşdir, energiýa bölüp çykarmagy boýunça bolsa ondan hem öňe geçýär. Plutoniý tebigatda ýokdur, ol adamyň emeli döreden elementidir.

Uran-238-iň plutoniý-239-a öwürlmek prosesiniň netijeliligine gaýtadan döreýiş koeffisiýenti bilen baha berip bolar. Bu koeffisiýent gaýtadan dörän plutoniniň mukdarynyň harçlanan ýadro ýangyjynyň mukdaryna gatnaşygydyr. Uran-238-iň ýadrolaryny çalt neýtronlar bilen bombalananda gaýtadan döreýiş koeffisiýenti birlikden uly bolýar, ýagny 1,4-den 1,5-e çenli aralykdadyr. Diýmek, uran-238-i tutuşlygyna plutoniý-239-a öwürmek boljak.

Şeýlelik bilen, çalt neýtronlaryň ulanylýan prosesi örän amatlydyr: ol tebigy urany tutuşlygyna, şol sanda uran-238-i hem peýdalanmaga ýardam edýär. Ýöne çalt neýtronlary şol durşuna peýdalanmak uly kynçylyklar bilen baglanyşyklydyr. Çalt neýtronlary energiýanyň ýitgisinden, haýallamaklaryndan gorap saklamak, neýtron akymynyň uly intensiwligini saklamak we şol bir wagtda bu intensiw neýtron akymyna “uýgunlaşdyrmak” zerurdyr.

Çalt neýtronlary haýallanmakdan gorap saklamak üçin olaryň bolýan zonasynda neýtronlary özüne siňdiriji hem-de olaryň energiýasyny peseldiji materiallary we jisimleri hiç bir halda ulanmak bolmaýar.

Şu sebäbe görä, birnäçe görkezijileri boýunça oňat sowadyjy jisim hasaplanýan, emma neýtronlary gaty gowy haýalladýan adaty suwy, neýtronlary suwa görä has gowşak özüne çekýän we haýalladýan suwuk natriý bilen çalşyrmaly bolýar. Muny tehniki taýdan amala aşyrmak doly mümkin, emma şonda hem işi ýönekeýleşdirýär.

Ýokary derejeli (intensiw) neýtron akymyna “uýgunlaşmak” – bu, ilki bilen materiallary öwrenmek häsiýetli çylşyrymly meseleleri çözmek diýmekdir. Dykyz neýtron akymynda işlände peýdalanylýan gurnama materiallaryň berkligi peselýär, sebäbi çalt neýtronlar bilen şöhlenende bu materiallaryň atomlary kristallik gözenekde ornaşan ýagdaýyndan çykýarlar. Şeýlelik bilen, ýokary derejeli (intensiw) neýtron akymynda işlemek üçin has çydamly täze materiallary döretmek zerurdyr.

Diňe bir ylmy-tehniki däl, eýsem ykdysady taýdan has çylşyrymly meseleler hem bar. Uran–238-den alynan plutonini bölüp aýyrmak zerur, ony heniz hem bar bolan uran–238-iň, neptuniniň – bölünmäniň ýokary radioaktiw galyndylaryndan saplamak gerek.

Çalt neýtronlarda işleýän ýadro reaktorlarynyň giň gerim bilen ulanyljak döwrüne çenli plutonini bölüp aýyrmak, ýadro ýangyjyny gaýtadan işlemek üçin gerek öndürijilikli zawodlary gurmak zerurdyr. Bu kärhanalar, aýratyn hem iş salyşmaly materiallaryň ýokary radioaktiwligini nazarda tutsaň, arzan düşmeýär.

Başga-da entek doly çözülmelik meseleler bar.

Şeýlelikde, ýadro reaktorynda çalt neýtronlary gös-göni ulanmak amatlydyr we gelejegi bardyr. Ýöne bu prosessiň giňden ulanylmagy üçin ýokarda agzalan ýönekeý bolmadyk meseleleri çözmeklik möhümdir.

Eger uran–235-iň ýadrosy, ýa-da plutoniý–239-yň ýadrosy bölünende çalt neýtronlar goýberilýän bolsa, onda olary haýallatmalydyr. Haýalladylan neýtronlaryň energiýasy çalt neýtronlaryň energiýasyndan takmynan 100 esse azdyr. Şeýle özgerişler üçin köplenç grafit, adaty suw ýa-da agyr suw ýaly haýalladyjy jisimler peýdalanylýar. Neýtronlar haýalladyjynyň ýadrosy bilen çaknyşanlarynda haýallanýarlar. Şunlukda neýtronlar diňe bir haýallanman, eýsem olaryň az mukdaryny haýalladyjy özüne siňdirýär, netijede bolsa ýadro ýangyjy, uran–235 ýa-da plutoniý–239 köp mukdarda gerek bolýar.

Haýallandyrmaklygyň netijeliligi boýunça ilkinji orunda adaty suw, soňra agyr suw we iň soňunda bolsa grafit durýar. Emma adaty suw neýtronlary köp mukdarda, grafit az mukdarda, agyr suw bolsa has az mukdarda özüne siňdirýär. Şonuň üçin adaty suw ýa-da grafit ulanylanda tebigy urany uran–235-iň izotopy bilen 3...4 göterime çenli baýlaşdyrmaly bolýar. Haýalladyjy hökmünde agyr suw ulanylanda bolsa tebigy urany baýlaşdyrmasaň hem bolýar.

Plutoniý–239-yň ýadrosy ýaly uran–235-iň ýadrosynyň hem bir neýtron baranda bölünýändigini biz bilýäris. Uran–235-iň ýadrosy bölünende ortaça 2,46 neýtron goýberilýär, olaryň birini bolsa ýadro reaksiýasyny dowam etdirmek üçin uran–235-iň ýadrosy özüne siňdirýär. Şeýlelik bilen, uran–235-iň ýadrosynyň bölünmeginiň bir tapgyrynda döreýän 2,46 neýtronlardan biri, ýa-da takmynan 40 göterimi özüniň gös-göni niýetlenen ugry boýunça – tirkeşikli ýadro reaksiýasyny dowam etdirmek üçin sarp edilýär. Neýtronlaryň 50 göteriminden hem gowragyny haýalladyjy, uran–238 we gurnama materiallar özlerine siňdirýärler. Şonuň üçin, neýtronlaryň ýitgisi 10 göterimden artmaly däl, ýogsam tirkeşikli reaksiýa togtar.

Giňişligiň göwrümi az boldugyça, bu giňişligiň üstüniň meýdanynyň, onuň göwrümine gatnaşygy köpeler. Mysal üçin, granlary 2 metr bolan kubuň üst meýdanynyň onuň göwrümine bolan gatnaşygy  $3 \frac{1}{m}$  – deňdir ( $24 m^2: 8 m^3 = 3 \frac{1}{m}$ ), granlary 1m bolan kub üçin bolsa  $6 \frac{1}{m}$  – deňdir ( $6m^2: 1m^3 = 6 \frac{1}{m}$ ). Bu ýönekeý hakykatyň tehnikada, ylaýtada biziň seredip geçýän tirkeşikli ýadro reaksiýasy üçin uly ähmiýeti bardyr.

Göwrüm uly boldugyça, şonça-da wagt birliginde köp neýtronlar döreýärler. Üst meýdanynyň uly boldugyça neýtronlaryň ýitgisiniň şonça-da köpelmegi tebigydyr. Emma göwrümiň artmagy bilen üst meýdanynyň göwrümiň ululygyna

gatnaşygy azalýar. Şonuň üçin ýadro reaksiýasynyň bolup geçýän göwrüminiň ulalmagy bilen neýtronlaryň ýitgisi absolýut bahasy boýunça ösýär, otnositel bahasy boýunça bolsa azalýar. Şu netijeden gelip çykyşy ýaly, durnyksyz diýip atlandyrylýan in kiçi, neýtronlaryň ýitgisiniň maksimal çäkten geçmeýän, göwrümi bar (biziň seredýän halymyzda 10 göterim), diýmek, tirkeşikli ýadro reaksiýasy üçin mümkinçilik hem bar. Eger-de göwrüm durnyksyz bahadan kiçi bolsa, onda tirkeşikli ýadro reaksiýasy bolup geçmez.

Diýmek, atom bombasynyň prinsipial esasy hem şundan ybaratdyr. Ýadro partlamasyny amala aşyrmak üçin bölünýän materialyň, adaty plutoniý-239-yň bir näçe bölegini bütewi bir bölege birleşdirmek gerek. Bölünýän materialyň umumy göwrümi durnyksyz göwrümden, massasy bolsa durnyksyz massadan geçse öz-özi ulalyp barýan ýadro reaksiýasy başlanar, partlama dörär.

Näme üçin atom elektrik stansiýalarynda partlama bolmaýar? Atom bombasynda ýadro reaksiýasynyň dolandyryp bolmaýan halda geçýändigini, atom elektrik stansiýasynda bolsa bu reaksiýany neýtronlary güýçli özüne çekiji materialdan, adaty boruň karbidinden edilen kompensirleýji sterženleriň kömegi bilen dolandyrylýandygy üçin partlamanyň bolmaýandygy aýdyndyr. Sterženleri ýadro reaksiýasynyň geçýän zonasyndan galdyryp ýa-da tersine, bu zona goýberip reaksiýany güýçlendirip ýa-da gowşadyp bolýar. Ýadro reaktorynda partlamanyň döremegi praktiki taýdan ýok edilendir.

Atom tehnikasynda ýadro reaktorynyň reaktiwligi diýen düşünje bar. Ol reaktorda bolup geçýän prosesi häsiýetlendirýär, ýagny giňelýän ýadro reaksiýasy bolýarmy (reaktoryň kuwwaty artýar), ýa-da tersine gysylýan (reaktoryň kuwwaty azalýar). Birinji halda reaktoryň reaktiwligi položitel, ikinji halda bolsa otrisatel diýip aýdylýar. Položitel reaktiwlikde döreýän neýtronlaryň sanynyň peýdaly harçlanýan, siňdirilýän we ýitirilýän neýtronlaryň bilelikdäki sanyndan köpdügi, otrisatel reaktiwlikde bolsa, tersinedigi aýdyndyr. Eger döreýän we sarp edilýän neýtronlaryň sanlary deň bolsalar, onda reaktoryň kuwwaty üýtgemän galar. Ol durnukly ýagdaýda işlär. Bu bolsa kompensirleýji sterženleriň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Neýtronlary haýallatmak arkaly bolup geçýän ýadro reaksiýasynda uran-238-i düýbünden ulanyp bolmaz diýip aýtmak bolmaz. Uran-238-in ýadrosynyň haýal neýtronlary özüne siňdirýändigini hem-de onuň plutoniý-239-a öwürlmek prosesi her niçik-de bolsa bolup geçýändigini sebäpli haýallandyrylan neýtronlar bilen ýadro reaksiýasy üçin tebigy uranyň bir tonnasyny uran-235-in 7 kilogrammy (uran-235-in hemmesini) we uran-238-in 10 kilogrammy (uran-238-in diňe 1% töweregi) ulanmak bolar.

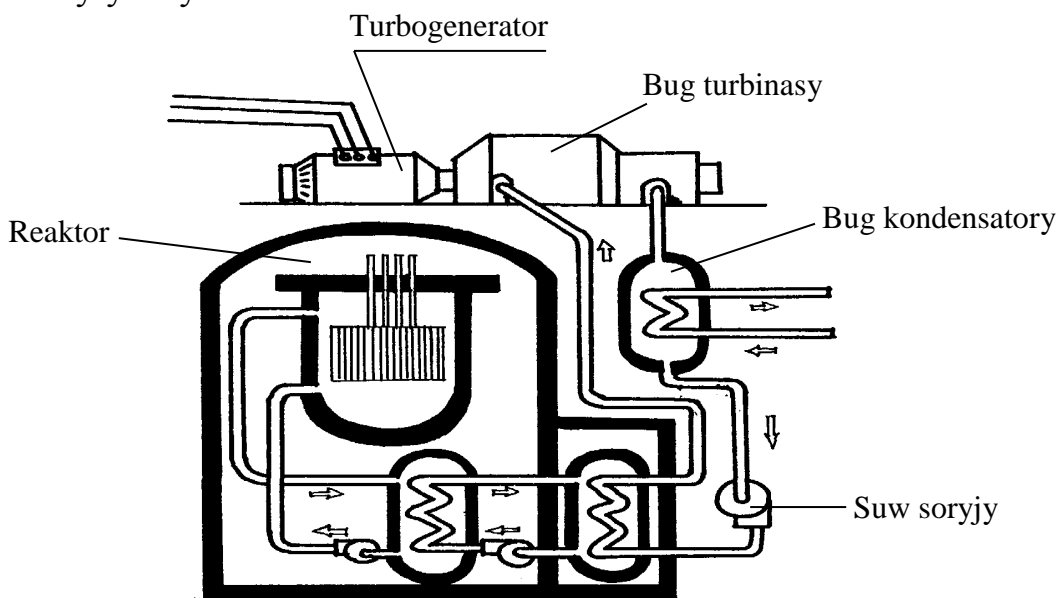
Indi gürrüni atom elektrik stansiýalary (AES) barada edeliň.

Atom elektrik stansiýalary iki hili: çalt neýtronlarda işleýänler we haýalladylan (ýylylyk) neýtronlarda işleýänler bolup bilerler. Reaktoryň birinji hilini ulanmak bilen tebigy ýadro ýangyjyny has doly peýdalanmak mümkin. Ýadrosy özbaşdak bölünip bilýän tebigatdaky ýeke-täk jisim – uran-235-in izotopydyr. Özbaşdak bölünmeklige ukyply plutoniý-239-yň we uran-233-in izotoplarynyň ýadrolaryny alýanlar dördendir, bu izotoplar tebigatda duş gelmeýärler. Uran-238-in we toriý-232-niň izotoplary tebigatda köpdür, emma



olaryň ýadrolary bölünmeýärler. Bu izotoplaryň ýadrolaryny neýtronlar bilen bombalap, olary plutoniý–239-a we uran–233-e öwürmek bolar. Şeýlelik bilen, reaktor-köpeldiji üçin plutoniý–239-y we uran–233-i ilkinji ýadro ýangyjy hökmünde garamak bolar; uran–238-e we toriý–232-ä bolsa ikinji ýadro ýangyjyny – plutoniý–239-yň we uran–233-iň täze tapgyryny – almak üçin çig mal hökmünde garamak bolar. Şeýlelikde, reaktor-köpeldijä ilkinji ýadro ýangyjy (plutoniý–239 ýa-da uran–233) we atom “çig maly” (uran–238 ýa-da toriý–232) goýberýärler. Atom elektrik stansiýasynda reaktor elektrik energiýasyna öwrülýän ýylylyk energiýasyny öndürýär, ilki başda goýberileninden hem köp mukdarda ikinji ýadro ýangyjyny (plutoniý–239-y ýa-da uran–233-i) berýär. Şu ýerden hem onuň reaktor-köpeldiji diýen ady gelip çykandyr. Şu beýan edilen ýadro öwrülşiginiň hemmesiniň başlangyjynyň ýeke-täk tebigy ilkinji ýadro ýangyjydygyny – uran–235-digini ýatdan çykarmalyň.

Reaktory çalt neýtronlarda işleýän atom elektrik stansiýasynyň mümkin bolan shemalarynyň biri 3-nji çyzgyda görkezilendir. Görnüşi ýaly, shemanyň sag tarapy ýylylyk elektrik stansiýasynyň (ÝES) bug-güýç gurnamasynyň shemasyndan tapawudy ýokdur: ikisinde hem bug turbinasy, elektrik generatory, kondensator, suw sorujysy ýaly şol bir elementleri görýäris. Düýpli aýratynlyklary şulardan ybyratdyr: bug-güýç gurnamasynda suwuň bugy organiki ýangyç ýakylanda emele geýän ýylylygyň hasabyna gazanda (bug generatorynda) öndürilýär, AES-de bolsa, ýylylyk çalyşýan-bug generatorynda ýa-da ýadro reaksiýasynyň ýylylygynyň hasabyna gös-göni reaktorda öndürilýär. Bug gazany we ýadro reaktory, şu iki element ÝES bilen AES-i biri-birinden tapawutlandyryýandyr.



2-1-nji çyzgy. Atom elektrik stansiýasy

Garaşsyz döwletlerde Şewçenko şäherinde çalt neýtronlarda işleýän kuwwaty 350 müň kilowatt we Beloýarsk AES-inde kuwwaty 600 müň kilowatt bolan reaktorlar ulanylýarlar. Has uly kuwwatly reaktorlary döretmek baradaky işler dowam etdirilýär. Geljekde, çalt neýtronlarda işleýän reaktorlaryň ulanylyşy oňat ýola goýulsa, olaryň köpçülikleýin gurluşygy başlanar.

Häzirki wagtda bolsa energetiki reaktorlaryň ikinji hili – haýalladylan, ýylylyk neýtronlarda işleýänleri ulanylýar. Bu reaktorlarda esasy elementler hökmünde, bilelekde ýerleşdirilýän ýadro ýangyjynyň we haýalladyjynyň bolmaklary zerurdyr. Olaryň ýerleşýän göwrümüne reaktoryň aktiw zonasy diýilýär we bu reaktoryň ýüregidir. Ol ýerde uly energiýanyň bölünip çykmagy bilen amala aşýan ýadro reaksiýasy geçýär, çalt neýtronlar haýalladylýarlar, ýörite jisimiň (ýylylyk geçirijiniň) kömegi bilen reaktoryň ahyrky önümini – ýylylyk energiýasyny alýarlar.

Reaktoryň aktiw zonasynda ýerleşýän ýadro ýangyjy ýylylyk bölüp çykaryjy elementlere paýlanýar. Ýylylyk bölüp çykaryjy element (ÝBÇE): özenden (serdeçnikden) we bardadan ybaratdyr. Özeniň (serdeçnigiň) esasy “materialy” – arassa metallik uran ýa-da plutoniý, bu metallaryň alýuminiý, sirkoniý, hrom ýa-da wismut bilen erginleri görnüşinde, keramik önümler (okisler ýa-da karbidler) görnüşinde bolup biljek ýadro ýangyjydyr. Özen (serdeçnik) uran-238 ýa-da toriý-232 ýadro jisimleriniň “çig malyny” özünde saklap biler. Özenleri (serdeçnikleri) her dürli, köplenç silindrik görnüşli ýasaýarlar. Ýylylyk bölüp çykaryjy elementiň (ÝBÇE) bardasy ony alýan ýylylyk geçirijiden özeni (serdeçnigi) ygtybarly bölmelidir we şonuň üçin hemme taraplaýyn pugta ýapyjy bolmalydyr. Bardanyň materialy örän ýokary talaplary ödemelidir. Ol mehaniki berk, korroziýa we ýylylyga ýokary durnukly, ýokary derejeli (intensiw) neýtron akymyna çydamly bolmalydyr. Bardany köplenç işleýiş şertine, esasanda temperatura baglylykda, alýumininiň we sirkoniniň erginlerinden, poslamaýan polatdan ýa-da ýokary dykzylykly grafitden edýärler.

Ýylylyk bölüp çykaryjy elementleri ýörite paketlere, kassetalara we bloklara ýygnaýarlar hem-de reaktoryň aktiw zonasynda ýerleşdirip, köplenç haýalladyjy nähili jisimden edilen bolsa, şol jisimden edilen neýtronlary yzyna serpikdiriji bilen gurşaýarlar. Yzyna serpikdirijini ulanmaklyk aktiw zonadan çykan neýtronlary yzyna gaýtarmaga ýardam edýär. Bu hadysa neýtronlary yzyna serpikdirijiniň atomlarynyň ýadrolary bilen maýyşgak çaknyşmalary netijesinde bolup geçýär. Serpikdirijiden soň, reaktoryň daşynda, reaktory radioaktiw şöhlenenmeden gorag, ýa-da köplenç atlandyrylyşy ýaly, biologik gorag ýerleşdirilýär. Radioaktiw şöhlenenmeler neýtronlardan we beýleki bölejiklerden ybaratdyr. Şöhlenenmäniň esasy çeşmesi – reaktoryň aktiw zonasydyr, şeýle hem neýtron bombalanmagyna duçar bolýan hem-de neýtronlary özüne siňdirýän gurnama materiallardyr.

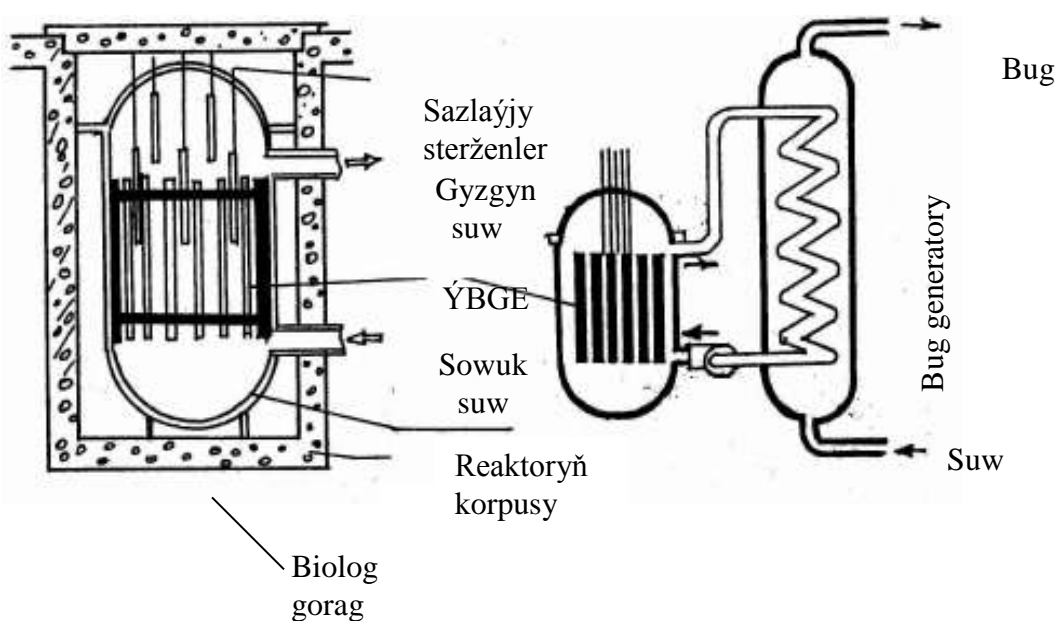
Biologik gorag köplenç ýokary hilli betondan edilýär. Şeýle beton köýnekli ýasalyp onuň göwrümünde 10 göterim töweregi suw saklaýar we onuň uly ähmiýeti bar. Sebäbi suw neýtrony oňat özüne siňdirijidir. Betony radioaktiw şöhlenenmeden gorag hökmünde ulanylýan halatda oňa köplenç neýtronlary oňat özüne siňdiriji hasaplanýan boruň karbidini goşýarlar. Radioaktiw şöhlenenmäni düzýän bölejikler

ilki bilen gorag bolup hyzmat edýän jisimiň atomlarynyň ýadrolary bilen çaknyşmagy zerarly gowşadylýarlar, soňra bolsa özüne siňdirilýär. Ýadro reaktorynyň radioaktiw şöhlemenmesi-gorag örän haýalladýar, emma ony düýbünden ýok edip bilenok. Reaktor mydama radioaktiw şöhlemenmäniň çeşmesi bolup durýar, emma ol dogry gurnalanda we ulanylanda şöhlemenme juda az bolýar we kosmosdan ýere gelýän şöhlemenme ýaly howpsuzdyr. Şeýle hem bolsa, howpsuzlyk – atom tehnikasynyň wajyp meseleleriň biridir, ol mydama hünärmenleriň (spesialistleriň) üns merkezinde durýar.

Reaktorlaryň häzirki ulanylýan görnüşleri neýtronlary haýalladyjy we ýylylyk göteriji hökmünde nähili jisimiň ulanylyandygyna baglylykda öz aralarynda tapawutlanýarlar.

Neýtronlary haýalladyjy, hem äkidiji hökmünde adaty suw ulanylýan suw-suwly reaktorlar; uran-grafitli reaktorlar (haýalladyjy – grafit, ýylylyk äkidiji – adaty suw); gaz-grafitli reaktorlar (haýalladyjy-grafit, ýylylyk äkidiji-gaz); agyr suwly reaktorlar (haýalladyjy-agyr suw, ýylylyk-agyr ýa-da adaty suw) – bular has köp ýaýran reaktorlardyr. Garaşsyz döwletleriň energetikasynda suw-suwly we uran-grafitli reaktorlar giňden ulanylýar.

Suw-suwly reaktora üznüksiz gelýän suw onuň aktiw zonasyndaky akyp geçmek bilen, ol ýerde ýerleşdirilen Ýylylyk bölüp çykaryjy elementlerden ýylylyk alýar, netijede temperaturasy ýokarlanyp reaktordan çykyp gidýär. Diýmek, ýadro reaksiýasy netijesinde emele gelen ýylylyk suwa geçýär. 2-2-nji çyzgyda ýadro reaktorynyň shemasy görkezilen.



2-2-nji çyzgy. Atom elektrik stansiýasynyň ýadro reaktory.

2-3-nji çyzgy. Atom elektrik stansiýasynyň Ýylylyk çalşyjy-bug generatory.

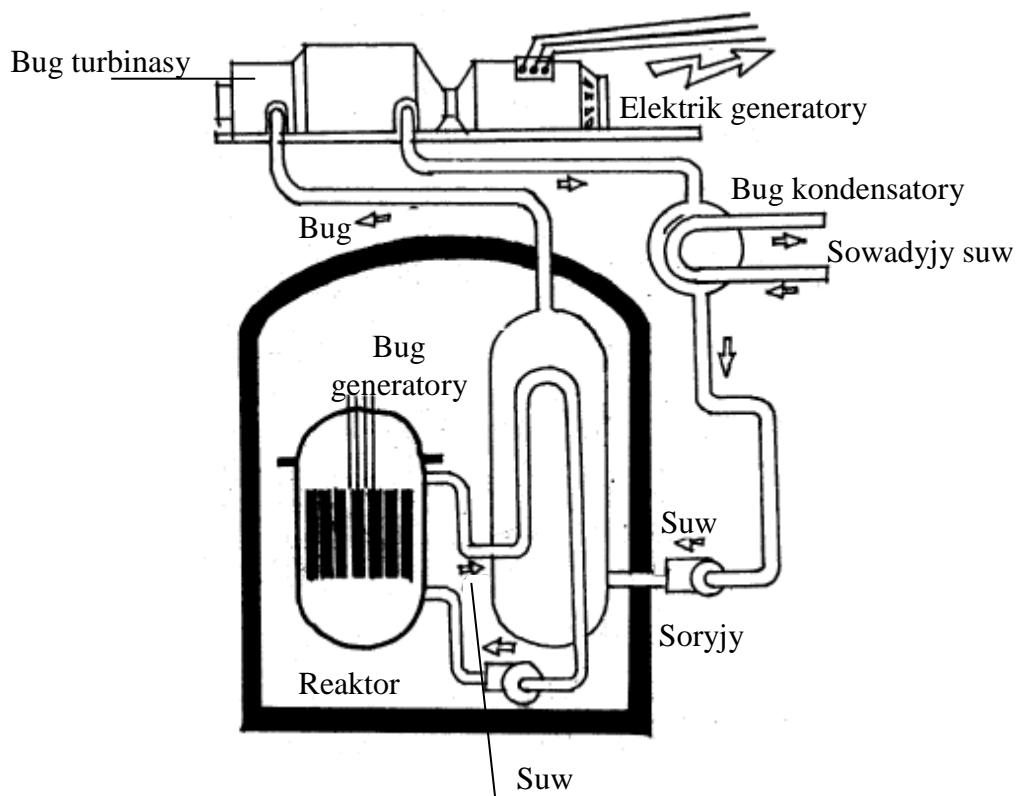
Çyzgyda görkezilen ýadro reaktory we ýylylyk çalşygy-bug generatory (5-nji çyzgy) ýylylyk neýtronlarynda işleýän suw-suwly atom elektrik astansiýalaryň esasy elementidir. Bu shema iki konturlydyr. Suw reaktoryň aktiw zonasynnda Ýylylyk bölüp çykaryjy elementler bilen galtaşyp olardan ýylylyk alýar, ony ýene-de ýylylyk çalşygyda suwa geçirýär, emma bu suw reaktoryň aktiw zonasynadan geçmeýär we şonuň üçin hem radioaktiw şöhlelenme nukdaýy nazardan howply däldir. Şeýlelik bilen, birinji suw konturynyň borjy, reaktoryň aktiw zonasynadan alan ýylylygyny ikinji konturyň suwuna geçirmekdir. Birinji konturyň suwunyň ýylylygynyň berilmegi netijesinde ikinji konturyň suwy hökman buga öwürülmelidir. Şonuň üçin hem ýylylyk çalşygy bug generatory hem diýilýär. Ýöne, birinji konturyň suwunyň gyzdýryjy bolup, ikinji konturyň suwunyň bolsa gyzdýrylýan bolmaklary bilen ikinji konturyň suwunyň ýa-da bugunyň temperaturasy birinji konturyň suwunyň temperaturasyndan uly bolup bilmez. Birinji konturdaky suwuň ýylylygynyň hasabyna ikinji konturyň suwuny buga öwürmek mümkinmidir? Bu mümkindir, onda-da has ýönekeýdir. Bug döreýiş temperaturasynyň basyşa baglydygy baradaky hakykaty ýatlalyň. 0,04 absolýut atmosferadaky (at) basyşda – bu bug-güýç gurnamasynyň kondensatoryndaky buguň adaty basyşy – bug döreýiş temperaturasy 29°C deň; 1 at basyşda – 99,6 gradusa deň; 160 at basyşda bolsa 347,3 gradusa deňdir. Şonuň üçin, eger birinji konturdaky suwuň basyşy ikinji konturdakydan ýokary bolsa, ikinji konturyň suwuny birinji konturyň suwunyň berýän ýylylygynyň hasabyna buga öwürmek mümkin. Iş ýüzünde şeýle hem edilýär.

Birinji konturdaky suwuň basyşynyň mydama ýokary bolmaklygy sebäpli suw-suwly reaktoryň aktiw zonasyny berk, ýokary hilli metaldan edilen galyň diwarly korpusda ýerleşdirilýär. Diýmek, suw-suwly reaktorlar, reaktorlaryň korpusly görnüşlerindendir.

Suw-suwly energetiki reaktorlar SSER diýip gysgaça bellenilýär: Mysal üçin, SSER – 1000 – 1 müň kilowatt kuwwatly suw-suwly energetiki reaktor diýmekdir.

Ýylylyk neýtronlarynda işleýän suw-suwly reaktorly AES-iň gurluşynyň shemasy 6-njy çyzgyda görkezilendir.

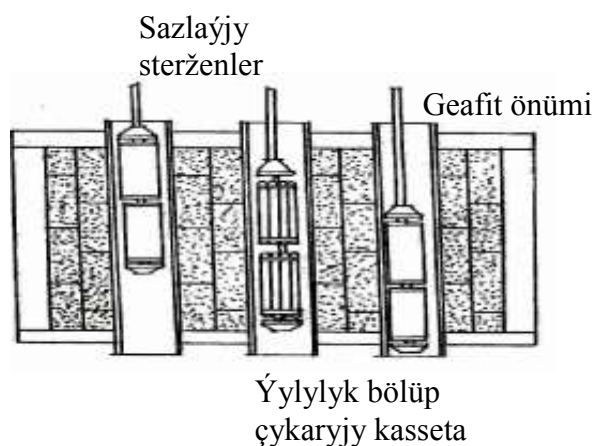
Bu çalt neýtronlarda işleýän reaktorly atom elektrik stansiýasynyň shemasyna gaty meňzeşdir. Onuň tapawudy reaktorly böleginiň gurluşyndadyr. Çalt neýtronlarda işleýän reaktorly atom elektrik stansiýasynyň shemasy çylşyrymlydyr. Ol ýerde iki konturly shemanyň ýerine üç konturly shema ulanylýar, ýylylyk äkidiji hökmünde bolsa suwuk aşgarly metall ulanylýar. Ýylylyk neýtronlarda işleýän suw-suwly reaktorlar häzir atom elektrik stansiýalarynda has köp ýaýrandyr. Olar GDA-da, ABŞ-da, Fransiýada, Bolgariýada, Germaniýada, Çehiýada, Slowakiýada, Finlýandiýada we beýleki ýurtlarda ulanylýar.



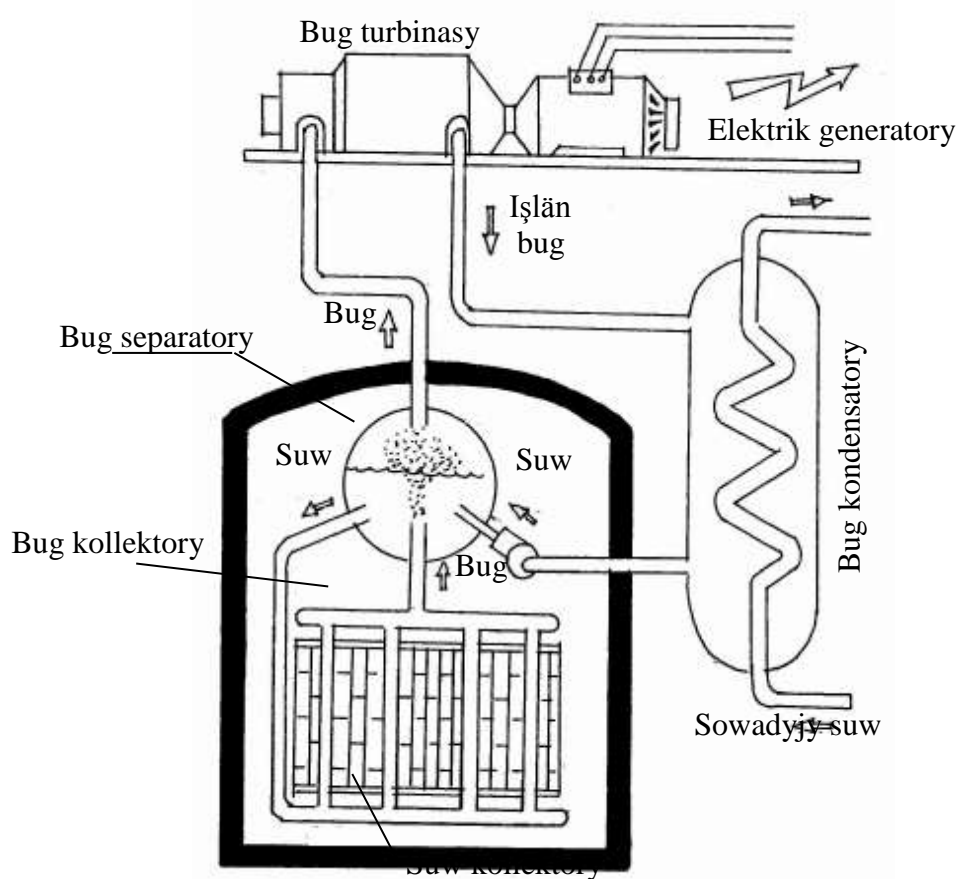
2-4- nji çyzgy. Atom elektrik stansiýa ýylylyk neýtronlarynda işleýän suw-suwly reaktory.

Garaşsyz döwletlerde giň ýaýran ýylylyk neýtronlarynda işleýän energetik ýadro reaktorlarynyň bir görnüşi hem uran-grafitli reaktordyr. Onda neýtronlary haýalladyjy bolup grafit, ýylylyk äkidiji bolsa adaty suw bolup hyzmat edýärler. Bu reaktoryň konstruksiýasy korpusly däl-de kanallydyr. 2-5-nji çyzgyda energetik uran-grafitli kanally reaktoryň aktiw zonasynyň gurluş shemasy görkezilendir. Aktiw zona içinden dikligine kanallar grafitden örülen diwardan ybaratdyr. Kanallaryň köpüsinde ýylylyk bölüp çykaryjy kassetalar ýerleşdirilendir. Ýangyç bolup hyzmat edýän baýlaşdyrylan uran içki ýokary basyşa niýetlenen içinden ýylylyk äkidiji (adaty suw) akyp geçýän turbajyk bilen daşky ýuka diwarly turbajygyň aralygyndaky YBÜE-leriň halkalaýyn giňişliginde ýerleşdirilendir. Ýylylyk neýtronlarynda işleýän kanally uran-grafitli reaktorly atom elektrik stansiýasynyň shemasy suw-suwly reaktorly atom elektrik stansiýasynyň shemasyndan düýpgöter tapawutlanýar. Bu bir konturly shemadyr (8-nji çyzgy). Ýylylyk äkidiji (adaty suw) reaktoryň tehnologik kanallaryndan geçip diňe bir suwuň basyşyna laýyk doýgunlyk (bug döreýiş) temperaturasyna çenli gyzman, eýsem käbir mukdarda bugarýar hem. Suwuň ýa-da beýleki ýylylyk äkidijiniň buga öwrülýän reaktorlarynyň şeýle görnüşine gaýnaýan reaktor hem diýilýär.

Emele gelen çyg bug (buguň we suwuň şol bir doýgunlyk temperaturadaky garyndysy) separatora barýar. Separatorada çyg bug gurydoýgun buga we suwa dargaýar. Alynan gury bug bolsa bug turbinasyna gönükdirilýär.



2-5-nji çyzgy. Energetik uran-grafitli kanally reaktoryň aktiw zonasynyň gurluşy.



2-6-njy çyzgy. Bir konturly atom elektrik stansiýasy.

Kanally, gaýnaýan, uran-grafitli reaktorly atom elektrik stansiýanyň işleýiş prinsipi şunuň ýalydyr. Uly kuwwatly şeýle reaktorlar uly kuwwatly kollektorly reaktorlar (UKKP) diýip atlandyrylýar.

### 3. Ýylylyk elektrik stansiýalary

Ýylylyk energiýasyny özgertmeklik bilen baglanşykly hemme hadysalar, mysal üçin, ýylylygyň mehaniki energiýa öwrülmegi, ilki seredeniňde örän ýönekeý ýaly görünýär, emma üns berip öwrenilende bolsa çuňňur bilim talap edýän köp soraglar ýüze çykýar.

Ýangyç we adatça okislendiriji bolup hyzmat edýän gyzdrylan howa gazanyň ot ýanýan ýerine (ojagyna) üznüksiz gelýärler. Ýangyç hökmünde köplenç kömür, şeýle hem ýangyjyň slanes ýaly arzan görnüşleri ulanylýar. Şu wagta çenli tebigy gaz we nebiti gaýtadan işlenilende alynýan önüm bolan mazut (ýagny, has takyk aýdylanda, nebitden benzin, kerosin we beýleki ýeňil fraksiýalaryň bölünip aýrylandan soňraky emele gelen çökündi) örän giňden peýdalanylýar.

Ýangyjyň ýanmagy netijesinde emele gelýän ýylylygyň hasabyna bug gazanyndaky suw temperaturasy  $550^{\circ}\text{C}$  golaý buga öwrülýär. Emma, buguň temperaturasy 550 gradusdan geçse, gurnamanyň has jogapkärli (ýokary temperatura bilen birlikde uly mehaniki güýç täsir edýän) detallaryny ýokary hilli gymmat bahaly metallardan ýasamaly bolýar. Metala sarp ediljek ýokarlandyrylan harajady peýdaly täsir koeffisiýentdäki utuş bilen öwezini dolup bolmaýar. Şonuň üçin hem häzirki wagtda buguň başlangyç temperaturasyny  $550^{\circ}\text{C}$  ýa-da köplenç  $540^{\circ}\text{C}$  edip çäklendirýärler.

Suw buggy gazandan, buguň ýylylyk energiýasyny mehaniki energiýa öwürmäge hyzmat edýän, bug turbinasyna barýar.

Turbinada buguň ýylylyk energiýasynyň mehaniki energiýa öwürilişine garalyň. Uly ýylylyk energiýasy bolan ýokary basyşly we temperaturaly bug gazandan turbinanyň soplasynda barýar. Soplalar diýip, gymyldamaz ýaly edilip berkidilen (turbinanyň oky bilen bilelikde aýlanmaýan) metaldan ujy inçeldilen turbalara aýdylýar. Soplalarda buguň temperaturasy we basyşy peselýärler, diýmek, onuň ýylylyk energiýasy hem peselýär. Emma oňa derek bug akymynyň tizligi ulalýar. Başga söz bilen aýdanymyzda, buguň ýylylyk energiýasynyň peselmeginiň hasabyna onuň mehaniki (kinetik) energiýasy artýar.

Bug çüwdürimi ýokary (köplenç, sesiň tizliginden hem ýokary) tizlik bilen soplalardan üznüksiz akýar we turbinanyň oky bilen jeps birikdirilen işçi pilçelere urulýar. Ok, disk we işçi pilçeler bilelikde uly hemişelik tizlik bilen aýlanýarlar. Turbinalaryň köp görnüşlerinde buguň temperaturasy we baryşy işçi pilçelere üýtgemeyär. Emma bug akymynyň tizligi, onuň mehaniki energiýasy hemişe azalýar. İşçi pilçeleriň arasyndaky kanal egri çyzyklydyr. Bug akymy şol kanal boýunça geçip ugruny we tizligini üýtgedýär: merkezden daşlaşýan güýç esasynda ol pilçäniň oýuk üstüne basyş deredýär. Şunuň netijesinde bolsa pilçeler, disk, ok – rotor durşuna aýlanyp başlaýar. Şeýlelikde, bug akymynyň mehaniki energiýasy turbinanyň, has takygy, turbogeneratornyň rotorynyň mehaniki energiýasyna öwrülýär, sebäbi turbinanyň we generatornyň oklary özara birikdirlendir.

Rotoryň aýlanmagy bug çüwdüriminiň işçi pilçeleriniň diwarlaryna urulmagynyň netijesidir diýip düşünmek nädogrydyr. Tersine, urgynyň ýitgä we peýdaly täsir koeffisiýentiň aşaklamaklygyna alyp barýanlygy sebäpli,

konstruktorlar giriş urgusynyň bolmazlygynyň, ýa-da in bolmanynda, ony azaldyp, minimal derejesine ýetirmegiň aladasyňy edýärler.

Häzirki zaman ýylylyk elektrik stansiýalarynyň bug turbinalary has kämilleşen, çalt aýlanýan, ýokary tygşytly maşynlardyr. Olaryň bir oklylarynyň kuwwaty 1 million 200 müň kilowata ýetýär we entek bu hem ýokary çäk däl. Şeýle maşynlar hemişe köp basgançakly bolýarlar, ýagny işçi pilçeli onlarça diskleri bolup, şonça mukdarda hem her diskiň önünde oturdylan, içinden bug çüwdürimi akyp geýýän soplalaryň topary bardyr. Bugun basyşy we temperaturasy kem-kemden peselýärler.

Elektrik generatorynda mehaniki energiýa elektrik energiýasyna öwrülýär. Suw bugy bug turbinasyndan geçenden soň pes basyşly, düzgün boýunça 0,04 bar töweregi we 25 gradusa golaý temperaturasy bolup kondensatora barýar. Kondensatoryň içinde ýerleşdirilen turbadan akyp geýýän sowadyjy suwuň täsiri bilen bu ýerde bug suwa öwrülýär we ony ýörite sorujy arkaly gaýtadan gazana iberilýär. Bu aýlawly proses täzeden başlanýar. Sowadyjy suwuň mukdarynyň kondensirlenýän bugun mukdaryndan onlarça esse köp bolmalydygyny bellemek zerurdyr. Kondensirlenýän bugun 1 kg üçin 60 kg töweregi sowadyjy suw gerek bolýar. Şu sebäbe görä hem ýylylyk elektrik stansiýalaryny uly suw çeşmeleriniň golaýynda desgalandyryrlar.

Häzirki zaman ýylylyk elektrik stansiýasynyň (ÝES) tygşytlylygy peýdaly täsir koeffisiýenti 0,4-e, ýa-da 40 göterime ýetýär. Beýle diýmek, ýangyç ýakylandaky alynýan ýylylygyň 40 göterimi elektrik energiýa öwrülýär, galan 60 göterimi bolsa ýitýär diýilidir.

Birnäçe meseleleriň çözümegi ýylylyk elektrik stansiýalarynyň mundan beýläk hem üstünlikli ösmegi üçin uly ähmiýete eýedir. Ýylylyk elektrik stansiýalarynyň peýdaly täsir koeffisiýentini suw bugunyň başlangyç temperaturasyny kabul edilen 540 gradusdan hem ýokary galdyrmak arkaly ýokarlandyryp bolar. Emma, ýokarda belläp geçişimiz ýaly, beýle etmek üçin ýokary temperaturanyň hem-de uly mehaniki güýjüň täsirleri astynda uzak wagtlap we ygtybarly işläp biljek, şeýle hem gaty gymmat bolmadyk materiallaryň, ylaýta-da metalyň bolmagy zerurdyr. Ýokary hilli arzan materiallary döretmek baradaky işler birinji derejeli möhüm ähmiýete eýedir.

Ýylylyk elektrik stansiýalarynyň bug gazanlaryny gyzdymak üçin haýsy ýangyjyň ýakylýandygyny hem üns merkezinden düşürmeli däl. Bu maksat üçin tebigy gazyň, ylaýta-da mazudyň, harçlanylyşy çäklendirilmelidigi aýdyňdyr. Tebigy gaz we nebit, şeýle hem nebiti gaýtadan işlenip alynýan önümler – gazan ýangyjy hökmünde ulanardan has gymmat bahaly önümlerdir. (Energetiki gazanlar islendik ýangyjy peýdalanyp bilýärler, emma awiasion, awtomobil, teplovoz, traktor dwigatelleri bu babatda örän ynjkdyrlar). Torfun hem ýangyç hökmünde ulanylyşy ýyl saýyn azaldylýar, sebäbi ol örän oňat dökündir hem-de topragyň düzümine oňat täsir edýän jisimdir. Şeýlelikde, kömür we slanes ýaly arzan hem-de bol ýangyjyň ýakylmagynyň amatlydygy tebigydyr, şonuň üçin hem olaryň gazylyp alnyşlaryny ösdürmeli.

Garaşsyz döwletlerde ýylylyk we elektrik merkezlerini ýylylyk elektrik merkezlerini (ÝEM) desgalandyrmakda uly üstünlikler gazanyldy. Adaty ýylylyk

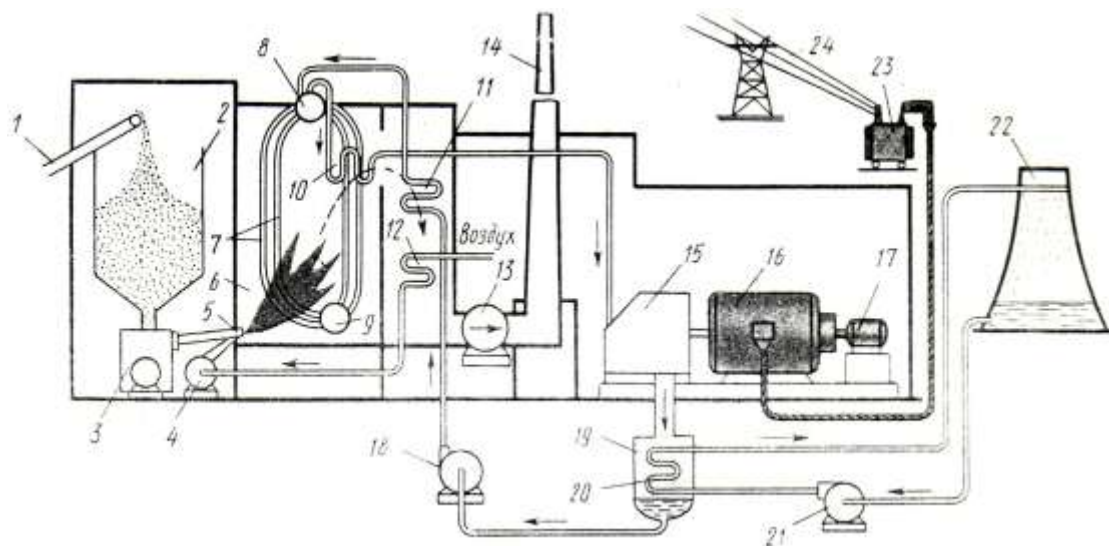


elektrik stansiýalardan tapawutlylykda, ýylylyk elektrik merkezleri talap edijileri diňe elektrik energiýasy bilen däl-de, eýsem ýylylyk bilen hem üpjün edýär. ÝEM-de elektrik energiýasy we ýylylyk bilelikde öndürilýär. Bu örän amatlydyr. Ýangyjy diňe ýylylyk almak üçin (meselem, jaýy ýylatmak maksady bilen) ýakylanda temperaturanyň takmynan 1500 – den 100 gradusa çenli aralygy( ýangyç ýananda alynýan temperaturadan jaýy ýylatmak üçin gerek bolýan temperatura çenli aralyk) hiç ulanylmaýar. Müň gradusdan hem köp bu temperatura interwalyny ýylylyk energiýasyndan elektrik energiýasyny almak üçin peýdalanmak, turbinadan soňky ýylylygy bolsa jaýlary ýylatmaga gönükdirmek has maksada laýykdyr. Ýylylyk elektrostansiýalaryna (YES) garanyňda ýylylyk elektrik merkezlerine has tygşytlýdyr: ýylylyk elektrik merkezlerde ýangyjyň peýdalanyş koeffisiýenti 60-70 göterime ýetýär. Şonuň üçin hem Garaşsyz döwletleriň arkalaşygynda ýylylyk elektrik merkezleriň umumy kuwwaty 50 million kilowattdan hem geçýär. Geljekki maksat – ýylylyk elektrik merkezleriň gurluşygyny giň gerim bilen alyp barmakdan, olaryň tehniki derejelerini we tygşytlýlygyny ýokarlandyrmakdan, atom elektrik stansiýasyny gurmakdan ybarat.

#### **4. Kondensat elektrik stansiýasylary**

**Ýylylyk elektrik stansiýasynda** - ýangyjyň ýanmaklyk energiasyny elektrik energiýa öwürmekligi amala aşyrýarlar. Ýylylyk elektrik stansiýalary kondensasion elektrik stansiýa we ýylylyk fikasion stansiýalara bölünýärler (4-1-nji çyzgy) kondensat elektrik stansiýasynyň gurluşy görkezilendir. Kömürli transportoryň üsti bilen bunkere berilýär. Kömür çäge görnüşine çenli harazola üwedilýär we öňürti howagyzydryjynyň üsti bilen howa bilen kömür ýangyjyň üstinden geçýär ýanyjy kamera bugly kotýola düşýär. Gaz garyndysynyň ýanmagy netijesinde bölünip çykýan ýylylyk bug kotýolynda suwyň gyzgyrylmagyna gidýär. Ondan başga-da we barabanlarynda ýokary temperaturaly we basyşly bugy alýarlar. Bug buggyzydryjynyň üsti bilen bug turbinasyna düşýär we geçýär, şeýdip ony oýlaw hereketine getirýär we kondesatora ugrukýar niredede suwa kondensirlenýär. Bugyň kondensaty nasosyň üsti bilen ýenede bug-suw gyzdyryjynyň (11 üsti bilen bug kotýolyna gelýär. Wentilýatoryň üsti bilen işlenen gazlary filtrasiýa geçirip turbodan zynjylýar.

Esasydan soňra ýenede sowadylan kontur hem bar. Ol zmeýewikdan sirkulirleýän suw nasosyndan we gradirkadan ybaratdyr, onda suw daşyndaky howa bilen sowadylýar elektrogeneratorýň üsti bilen öndürilen elektrik enegiýanyň naprýaženiýesi transformator bilen ulaldylp elektrik geçiriji liniýalara goýberilýär. Oýandyryjy generatorýň günü oýandyrmany döretmek üçin niýetlenen.



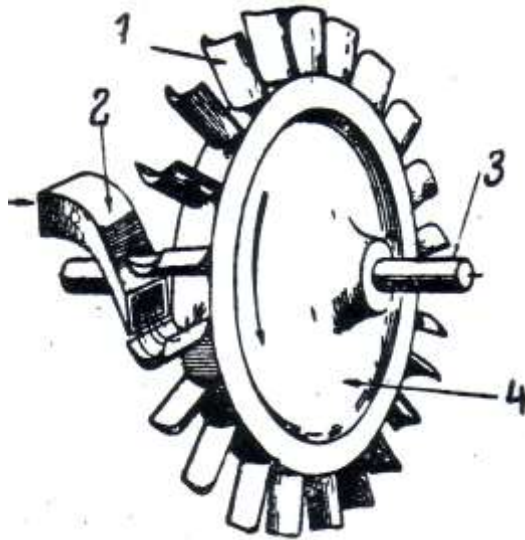
4-1-nji çyzgy. Kondensat elektrik stansiýasynyň prinsipial gurluşy.

- 1 – kömür transportýory,
- 2 – kömürli bunker,
- 3 – kömri ugradýan hazar,
- 4 – wentilýator (uflekji),
- 5 – owradylan kömür ýanyjy,
- 6 – ýanyjy kamera,
- 7 – bugly kotýol,
- 8,9 – suwy we bugy sirkulirleýän  
aşaky ulgamyň barabanlary,
- 10 – buggyzdyryjy,
- 11 – suwgyzdyryjy (ekonomazyer),
- 12 – howagyzydyryjy,
- 13 – tüsse sorujy wentilýator,
- 14 – tüssäni çykarýan turba,
- 15 – bug turbina,
- 16 – elektrik generatory,
- 17 – generatoryň oýandyryjysy,
- 18,21 – suw nasoslary,
- 19 – kondensator (bugy suwa öwürýän enjam)
- 20 – zmeýewik,
- 22 – suwy sowadyjy (gradirnýa),
- 23 – naprýaženiýeli transformator,
- 24 – elektrik geçiriji liniýa.

## 5. Bug turbinalary. Bug turbinalary barada düşünje

Bug turbina bu rotorly pilçeli (lopatoçyny) herekeetlendirijidir, ýagny munda bug gazanyndan (kotýol) gelyän basyşyň energiýasy ilkibaşda naýçadan (soplo) akyp çykýan kinematiki energiýasyna öwrülýär.

Turbinanyň shema gurluşy we işi şu indiki görnüşdedir turbinaň esasy bölegi rotor bolup durýar, rotor işçi tigr ýerleşdirilen waldan durýar, işçi tigire egri görnüşli işçi pilçeler (lopatki) berkidilendir. İşçi pilçeli diskiň önünde naýça (soplo) bar, ýagny bular arkaly bug turbiniň işçi pilçelerine geçýär. Turbinanyň naýçasyny we işçi tigiri bir başgançagy düzýär. Bug turbinalary geçen ýygyllygyň ahyrynda ulanylyşa girizildi, haçanda swed inženeri LAWAL 11883 ýylda giňelýän naýçaly ilkinji aktiw turbinaň guranda, ýagny bu potensial energiýany kinematiki energiýa doly öwürmäge mümkinçilik berýär.



5.1-nji çyzgy. Bug turbiniň shemasy.

- 1 – işçi pilçeler,
- 2 – naýça (soplo),
- 3 – wal,
- 4 – işçi tigr.

Rossiýada ilkinji bug turbina 1907-ýylda Peterburgdaky metalliniý zawotda guruldy. Häzirki wagtda zawotda 30 MN/m basyşa çenli we 650 °C çenli temperaturada 500, 800 müň kWT kuwwatly bug turbinalary işlenip düzülýär. Bug turbinalary bilen uly deňiz gämileri enjamlaşdyrylýar.

### Elektroenergiýanyň hili

Elektrostansiýalarda öndirilýän elektrik energiýa hökmany çyzgyda kesgitlenen parametirlere eýe bolmalydyr. Elektrik energiýanyň hilini esasan onuň naprýaženiýesi we elektrik toguň ýygyllygy boýunça kesgitlenýärler. Ulanyjynyň

elektrik enegiýany optimal režimde işletmeklik üçin toguň naprýaženiýesi we ýygylgy nominal bolmalydyr.

Elektrik enegiýanyň nominal naprýaženiýesi we ýygylgyny almaklyk üçin elektrostansiýalarda we bölüji gurallarda naprýaženiýäniň we ýygylgyň awtomatiki sazlaýjysyny goýýarlar.

### 5.1. Bug turbinalaryň toparlara bölünmesi

Bug turbinalaryň ulanylýan görnüşleri öz aralarynda şu indiki alamatlary boýunça tapawutlanýarlar.

Bellenilişi boýunça: kondensasion we teplofikasion. Kondensasion bug turbinalarda ähli işlän bug suw görnüşe geçýär (kondensasiýalaşýar) we ýene-de bug almak üçin ulanylýar. Teplofikasiýa üçin köplenç bug saýlamaly turbinalar ulanylýar. Şular ýaly turbinalarda haýsy hem bolsa bir basgançakdan harçlaýjylar üçin bug alynýlar, galan bölegi bolsa indiki basgançaklarda giňelme ýagdaýyny dowam etdirýär, soň bolsa kondensatora gelýär.

Bugy giňeltmek görnüşini boýunça we onuň işçi tegeklere hereketi boýunça tapawutlandyryýarlar: aktiw, reaktiw we kombinirlenen (aktiw-reaktiw) turbinalar. Aktiw turbinalar öz gezeginde tizlik basgançakly, basyş basgançakly we kombinirlenen turbinalara bölünýär.

Bu gün hereketiniň ugry boýunça tapawutlandyrylýar:

a) ok (aksial) turbinalar - bu gün hereketiniň ugry turbinanyň okunyň boýuna;

b) radial - bu gün hereketiniň ugry wala perpedikulýar;

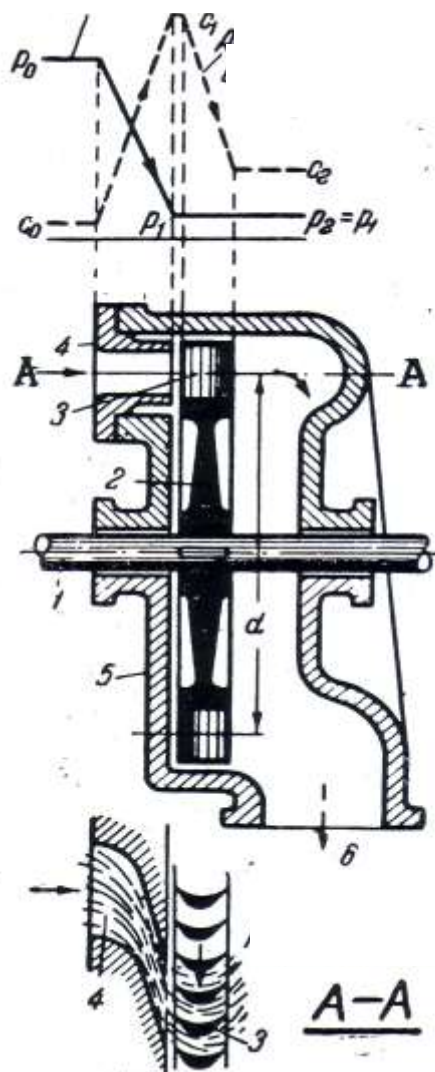
w) aksial - radial turbinalar, ýagny olar aksial (ok) we radial basgançaklardan durýar.

Özeni (korpusyň) sany boýunça - "silindr" tapawutlandyrylýar: birozenli we kopozenli turbinalar. Kopozenli turbinalar örän uly kuwwatlarda ulanylýarlar.

### 5.2. Birbasgançakly aktiw turbina

Birbasgançakly aktiw turbinanyň shemasyna (5-2-1.çyzgy) we hereket prinsipine seredeliň.

**Hereket prinsipi:**  $P_0$  basyşyň bugy şol tizlik bilen naýça gelýär, ýagny naýça özene birikdirilen we onda  $P_1$  basyşa çenli giňelýär, tizligi bolsa ýokarlanýar we işçi pilçelere girmezinden öň  $\dot{C}_1$  ululyga çenli baryp ýetýär. Akymy işçi pilçelere täsir edýär, 2-diski we 1-waly aýlaýar, ýagny munda iş ýerine ýetirýär.



5-2-1-nji çyzgy. Birbasgançakly aktiw turbinanyň shemasy.

- 1 - wal
- 2 - işçi disk
- 3 - işçi pilçeler
- 4 - naýça
- 5 - özen (korpus)
- 6 - çykaryjy sowma turba

Aktiw turbinalarda basyşy işçi pilçelerde hemişelik bolup durýar ( $P_1=P_2$ ). 1-nji çyzgyda absolýut tizligiň üýtgemesiniň we aktiw basgançakda basyşyň üýtgemesiniň yzgytsyz görkezilen.

Birbasgançakly turbinalar bu gün turbinalardan "Ç2" uly çykyş tizlikli çykýandygy üçin bähbitli däl. Mundan başgada, turbina örän uly aýlaw tizligi güýçlendirilýär, ýagny ony praktikada ulanmak mümkin däl. Şeýlelikde,  $C_1=1200$  m/sek başlangyç tizlikde diskiňw aýlaw tizligi 600 m/sek ýakyn bolýar, şeýle aýlaw tizliklerde bolsa turbinanyň aýlawynyň sany 20-3 müň aýl/min baryp ýetýär.

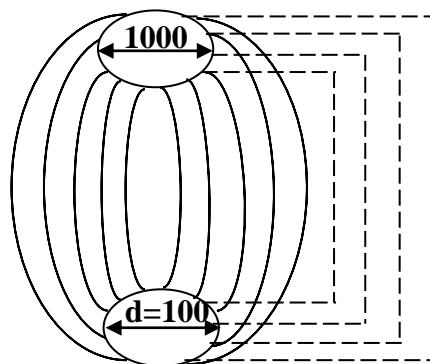
Şeýlelikde köplenç turbina arkaly ýöredilýän maşynlar (meselem generatorlar, nasoslar, kompressorlar we başgalar) pes aýlaw tizlikli işleýärler, onda turbina bilen ýöredilýän maşynyň arasynda uly geçirijilik sanly reduktor goýmak gerekdir. Bu ähli gurluşy PTK-ni epesli peseldýär. Mundan başgada, reduktoryň ölçegi turbinaň özüniň ölçeginden birnäçe esse uly bolýar.

Görkezilen ýetmezçilikler birbasgançakly aktiw turbinalaryň ulanylmak mümkinçiligini çaklandırýär. Olar diňe uly bolmadyk komekçi mehanizmleriň ýöretmesi üçin ulanylýar.

### 5.3 Bug öndüriji gazan desgalarynyň gurluşy we ýylylyk hasaplamasy

Gazan desgalary ýylylyk üpjünçilik ulgamalarynda ýylylygy öndüriji hökmünde ulanylmak bilen, olar ulanyş ugurlary boýunça üç topara bölünýärler. Birinji topara energetik maksatly gazan desgalary. Ikinjisi senagatda çig maly işläp bejermekde zerur bolan ýylylyk energiýasyny öndürmäge ukyply bug gazan desgalary. Üçünji topara bolsa ýylylyk üpjünçilik ulgamyny gyzgyn suw bilen üpjün etmäge niýetlenen gazan desgalary. Bu gazan desgalarynyň arasynda esasy orny bug gazan desgasy eýeleýär. Senagatda çig maly işläp bejermekde köplenç halatda bug ulanylýar. Häzirki döwürde bug öndüriji gazan desgalaryna E-1/9; ГМ-50-14/250; DE-25 ГМ we ş.m. gazan desgalar degişlidir. E-1/9 gazan desgasynyň öndürijiligi sagatda bir tonna deň bolup,  $P=9 \text{ kg g/sm}^2$  basyşda niýetlenendir. ГМ -50-14/250 markaly gazan desgalary gazda hem-de mazutda işleýär bu gazan desgalary sagatda 50t bug öndürmäge niýetlenendir. Bu gazan desgalarynda doýgun buguň basyşy  $P=14 \text{ kg g/sm}^2$  deňdir. Aşa gyzdrylan buguň temperaturasy  $t=250^\circ\text{C}$  deňdir. DE-25- ГМ markaly gazan desgalary sagatda 25 t bug öndürmäge niýetlenen bolup, bu gazan desgalarynda ýangyç hökmünde gaz hem mazut ulanylýar. Bu gazan desgalarynda iki sany baraban bolup, olaryň biri ýokarda, beýlekisi bolsa aşakda ýerleşýär. Her barabanyň diametri  $d=1000\text{mm}$ . deňdir. Ýangyç ýakyjy enjam iki barabanyň arasynda ýerleşýär. Gaz ýakyjy enjama howa aşakdan, ýangyç bolsa gapdaldan berilýär. Gazan desgasynyň barabanlarynyň uzynlygy  $\ell=7500 \text{ mm}$ . deň.

Gazan desgasynyň gurluşy aşakdaky görnüşe eýedir.



5-3-1-nji çyzgy. Gazan desgasynyň gurluşy

Ýaý görnüşli iki barabany birikdirýän turba geçirijilere ekran turbalar diýilýär. Punktir çyzyk bilen şekillendirilen turba geçirijilere konwektiw turba geçirijiler diýilýär. Gazan desgasynyň hasaplamasy ýerine ýetirilende ýylylyk balansyny düzýän ululyklaryň her birini aýratynlykda kesgitlemekden ugur alynýar. Ýylylyk balansy  $1\text{m}^3$  tebigy gaz üçin, ýa-da  $1\text{ kg}$  gaty ýa-da suwuk ýangyç üçin düzülýär. Durnuklaşan ýylylyk haly üçin gazan desgasynyň ýylylyk balansynyň deňlemesi aşakdaky görnüşde ýazylýar:

$$Q_P^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6; \quad (5.3.1.)$$

bu ýerde:  $Q_P^P$  - ýangyç ýananda bölünip çykýan ýylylyk mukdary;

$Q_1$  - peýdaly ulanylýan ýylylygyň mukdary;

$Q_2$  - tüsse gazlar bilen ýitýän ýylylyk mukdary;

$Q_3$  - himiki birleşmede ýangyjyň düzümindäki doly ýanmaýan birleşmäniň ýylylyk ýitgisi;

$Q_4$  - ýangyjyň mehaniki doly ýanmasyzlykdaky ýylylyk ýitgisi;

$Q_5$  - daşky gurşawa ýitýän ýylylyk;

$Q_6$  - ýangyjyň düzümindäki gurumyň fiziki ýylylyk ýitgisi.

Eger-de ýylylyk balansyny düzýän her bir ululygy  $Q_P^P$  - bölüp  $100\%$  köpeltsek, onda aşakdaky deňlemeleri alarys. Ýagny,

$$\begin{aligned} q_1 &= \frac{Q_1}{Q_P^P} \cdot 100\%; & q_2 &= \frac{Q_2}{Q_P^P} \cdot 100\%; & q_3 &= \frac{Q_3}{Q_P^P} \cdot 100\%; \\ q_4 &= \frac{Q_4}{Q_P^P} \cdot 100\%; & q_5 &= \frac{Q_5}{Q_P^P} \cdot 100\%; & q_6 &= \frac{Q_6}{Q_P^P} \cdot 100\% \end{aligned} \quad (5.3.2.)$$

Onda biz ýylylyk balansynyň deňlemesini aşakdaky ýaly ýazyp bileris:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (5.3.3)$$

$q_1$  - peýdaly ulanylýan ýylylyk mukdary bolanlygy sebäpli gazan desgasynyň PTK-i  $q_1$  deňdir. Ýagny:

$$\eta_{Ka} = q_1 = \frac{Q_1}{Q_P^P} \cdot 100\% \quad (5.3.4)$$

$Q_P^P$  - ýangyç hökmünde tebigy gaz ulanylanda,

$$\begin{aligned} Q_H^C &= 358CH_4 + 640 C_2H_6 + 915 C_3H_8 + 1190 C_4H_{10} + \\ &+ 1465 C_5H_{12} + 126,5 CO + 107,5 H_2 + 234 H_2 S; \text{ kJ/m}^3 \end{aligned} \quad (5.3.5)$$

deňlemede kesgitlenilýär.

Gaty ýa-da suwuk ýangyç üçin:

$$Q_H^P = 340 C + 1035 H - 1090; \quad \text{kJ/kg} \quad (5.3.6.)$$

deňlemede hasaplanylýar.

Onda:

$$Q_P^P = Q_H^P + Q_B + Q_T \quad \text{ýa} - da$$

$$Q_P^P = Q_H^C + Q_B + Q_T \quad (5.3.7.)$$

deňlemeler arkaly hasaplanylýar.

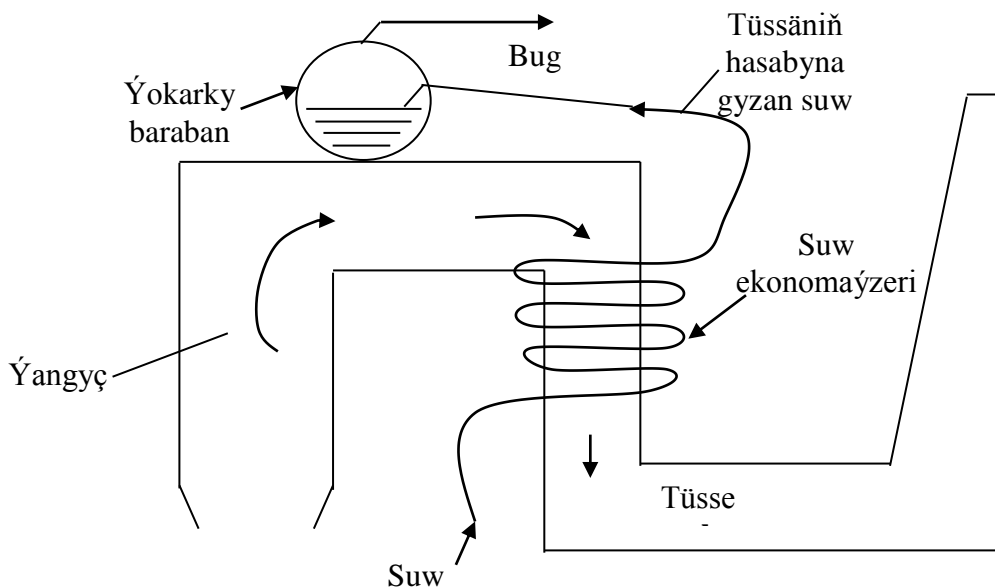
bu ýerde:  $Q_B$  - daşdan berilýän howa bilen barýan ýylylygyň mukdary;

$Q_T$  - ýangyjyň fiziki ýylylygy.

Bug öndüriji gazan desgalary çylşyrymly gazan desgalaryna degişli bolup, olarda esasy we kömekçi enjamlar ulanylýar. Gazanyň öndürijiligini artdyrmak üçin ýangyç ýananda onuň yzyndan çykýan tüsse gazlaryň ýylylygyndan peýdalanylýar. Onuň üçin gazanyň yzynda ekonomazyer ýerleşdirilýär. Ondan başga-da kä halatlarda önümçilige aşa gyzan bug talap edilýär. Gazanyň özi doýgun bugy öndürmek bilen aşa gyzan bug bugy aşa gyzdyryjylaryň kömegi bilen alynýar. Gazan agregatynyň elementi bolup, ýagny, esasy enjamlary bolup gazanyň hususy özi, ekonomazyer, bugy aşa gyzdyryjy hyzmat edýär. Kömekçi enjamlara dearator, suwuň derejesini görkeziji aýna, suw üpjünçilik nasoslary; suwy süzujiler, gorag klapany, tüsse çykaryjy turba, howa çalşyjy hyzmat edýär.

## 6. Suw ekonomazyeri

Katýolyň peýdaly täsir koeffisientini ulaltmak üçin suw ekonomazyeri ulanylýar. Suw ekonomazyeri turbalar topbagyndan ybarat bolup, ol kotýolyň yzynda ýerleşdirilýär turbalaryň içinden akýan suw onuň daşyndan akýan tüsse gazlaryň ýylylygynyň hasabyna gyzyar. Şeýlelikde, tüsse gazlary bilen daşky gurşawda ýitýän ýylylyk azalýar.

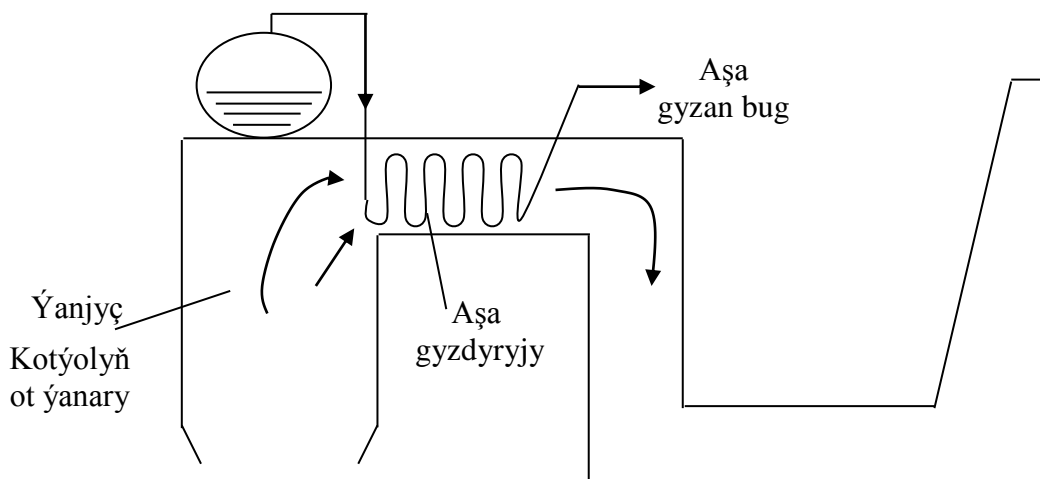


6.1-nji çyzgy. Suw ekonomazyeriniň shemasy.



## 6.1. Bugy aša gyzdryjylar

Bug katýolyň özi diňe doýgun bug öndürýär. Emma kä halatda önümçilige aša gyzan bug gerek bolýar. Aša gyzan bug turbalar topbagyndan ybarat bolan ýörite enjam. Oňa aša gyzdryjy diýilýär. Ol topkanyň yzynda ýerleşdirilýär. Aša gyzdryjy topkadan çykýan tüsse gazlaryň ýylylygynyň hasabyna kotýolda alynýan doýgun bugy aša gyzdyrýar.



6-1-1-nji çyzgy. Bugy aša gyzdryjynyň shemasy.

## 6.2. Gazan desgasynyň kömekçi enjamlary we olaryň amala aşyran işleri

Gazan desgalarynda kömekçi enjamlara esasan, gazan desgalarynda näsazlyk ýüze çykanda habar berýän enjamdyr. Ol gazan desgasynyň işläp duran ýagdaýynda howply pursat ýüze çykanda öz-özünden seslenip habar berýär.

Stasionar suw gyzdryjy gazan desgalarynda howply ýagdaýlar gazan desgasynyň suw üpjünçilik ulgamynda hyzmat edýän nasoslaryň hatardan çykan halatynda gazanyň suwunyň azalyp ondaky basyşyň pese gaçmagynda döräp biler. Şeýle ýagdaýda gazan desgasynda howply ýagdaýyň ýüze çykanyny habar berýän enjam seslenip başlaýar. Eger-de gazan desgalarynda şeýle enjamlaryň ozal göz önünde tutulmadyk ýa-da şol enjamlaryň hatardan çykan halatynda howply ýagdaýyň ýüze çykanlygyny kömekçi enjamlar bolan suwuň derejesini görkeziji aýnanyň hem-de basyşy ölçemäge niýetlenen manometriň üsti bilen duýmak bolýar.

Bulardan başga-da howply ýagdaýyň ýüze çykanlygyny gazan desgasyndaky suwuň temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen hem duýmak bolýar. Şeýle ýagdaýlar ýüze çykanda ilki bilen gazan desgasynyň otýanaryna berilýän ýangyjy baglamaly we howa çalşyjy we tüsse gazlary daşky gurşawa çykarýan ulgam doly işe girizilmeli. Şeýle edilende gazan desgasynyň suw turbalary sowaýar we howply pursatlar aradan aýrylýar.

Bulardan başga-da gazan desgasynyň hatardan çykmak mümkinçiligini aradan aýyrýar.

Howply pursatlaryň döremegine nasosyň hatardan çykmagy, suw ulgamynyň ýarylmagy, howa çalşyjynyň dykylmagy ýa-da hatardan çykmagy, gazan desgasyň suw turbalarynyň hatardan çykmagy, tüsse sorujynyň hatardan çykmagy, tüsse çykaryjy turbanyň dykylmagy sebäp bolup biler.

Haýsy ýagdaý bolanlygynda-da gazan desgasyňa berilýän ýangyç baglanylýar we gazan desgasyndaky suwuň temperaturasy  $t=70^{\circ}\text{C}$ -den pese gaçandan soňra ýylylyk üpjünçiligine berilýän suw baglanylýar. Howply ýagdaýyň ýüze çykmagynyň sebäbi anyklanyp ol barada ýörite ulanylýan žurnalda ýazgy galdyrylýar.

Ýokarda agzalan sebäplerden başga-da gaz ulgamynda, ýa-da ýangyç ulgamynda näsazlygyň ýüze çykmagy sebäp bolup biler. Eger-de gazan desgasynda ýangyç ulgamynyň näsazlygyndan howply pursat döräp, gazan desgasynda ýangyjyň döremegine getiren ýagdaýynda, esasy ýangyç beriji ulgamdaky armaturalar baglanylýar.

Bug gazan desgasynda gazan desgasyň işini kadaly ýagdaýda we näsazlyk ýüze çykan ýagdaýynda duruzylýar. Gazan desgasyň işiniň kadaly ýagdaýda duruzylmagy ýörite ozal meýilnamada göz önünde tutulan ýagdaýynda ýa-da gazan desgasyň başlygynyň žurnalda ýörite ýazgy galdyran ýagdaýynda amala aşyrylýar.

Kadaly ýagdaýda gazan desgasyň saklamak üçin ilki bilen ýuwaş-ýuwaşdan gazan desgasyň ýüklenmesi peseldilýär. Awtomatik usuldaky iýmitlendirijini sazlaýjy öçürilýär we elde sazlanýlar. Suwuň derejesi işçi ýagdaýyndan birneme ýokarlandyrylýar. Tebigy gazda işleýän gazan desgasyň işi saklananda, howanyň mejbury akymy we gazyň basyşy pese gaçyrylýar, ýagny, gazan desgasyň özüniň görkezmesinde görkezilen minimal derejä çenli peseldilýär, gaz ýakyjynyň önündäki kran dessine ýapylýar. Şondan soňra gözegçilik üçin niýetlenen baglaýjy baglanylýar. Soňra gazan desgasyň sowatmak üçin howa ulgamy we zyňylma ulgamy açylýar. Ot öçürilenden sekiz minutdan soň howa çalşyjy öçürilýär. Ot öçenden 10 minut geçenden soňra bolsa tüsse sorujy öçürilýär we howa geçirijiniň dykysy ýapylýar.

Eger-de gazan desgasyň işi gazan desgasynda tizden-tiz bejergi işlerini geçirmek maksady bilen öçürilýän bolsa, onda howa çalşyjy 8-10 sagatdan soňra öçürilýär, buguň basyşy 0-a ýetende we suwuň temperaturasy  $70-80^{\circ}\text{C}$  çenli peselmelidir. Düzgün boýunça gazanyň suwy 24-30 sagatdan soňra ýuwaş-ýuwaşdan dökülýär. Bu ýagdaýda gazanyň gorag klapany ýokary galdyrylýar. Gazan desgasy ozal meýilnamada göz önünde tutulmagy bilen öçürilende bolsa doýgun we aşy gyzdyryjylardan geçýän bug geçirijiler baglanylýar we gazan desgasy maksimal derejä çenli suwdan doldurylýar. Gazan desgasy ätiýaçlyk maksady bilen gyzgyn ýagdaýda saklananda hyzmat edýän hünärmen tarapyndan doly gözegçilikde saklanýlar.

Bug gazan desgasy käbir näsazlyklaryň ýüze çykmagy bilen öçürilende aşakdakylar göz önünde tutulmalydyr. Ilki bilen näsazlyklar gazan desgasyň niresinde, ýagny, suw ulgamyndaky ýa-da ýangyç üpjünçilik ulgamynda ýüze çykanlygyny tizden-tiz anyklanmalydyr. Näsazlyk suw üpjünçilik ulgamynda ýüze çyksa we öz wagtynda öňi alynmasa onda gazan desgasyň ýarylmagyna,

partlamagyna getirýär. Eger-de gazan desgasynda näsazlyk ýangyç üpjünçilik ulgamynda ýüze çyksa, onda ol ýagdaýyň wagtynda öňi alynmasa gazan desgasynda ýangynyň döremegine getirýär, bu ýagdaýlaryň ikisi hem örän howply ýagdaýlar diýlip hasap edilýär. Şonuň üçin hem gazan desgasynda kömekçi enjam hökmünde awtomatik usuldaky gözegçilik enjamlary ornaşdyrylýar. Awtomatik usuldaky gözegçilik enjamlarynyň talaba laýyk kadaly işlemegi howply pursatlary aradan aýyrýar we gazan desgasyň kadaly işlemegini ýola goýýar.

## 7. Tebigy gazlar hem-de suw bugy hakynda umumy maglumat

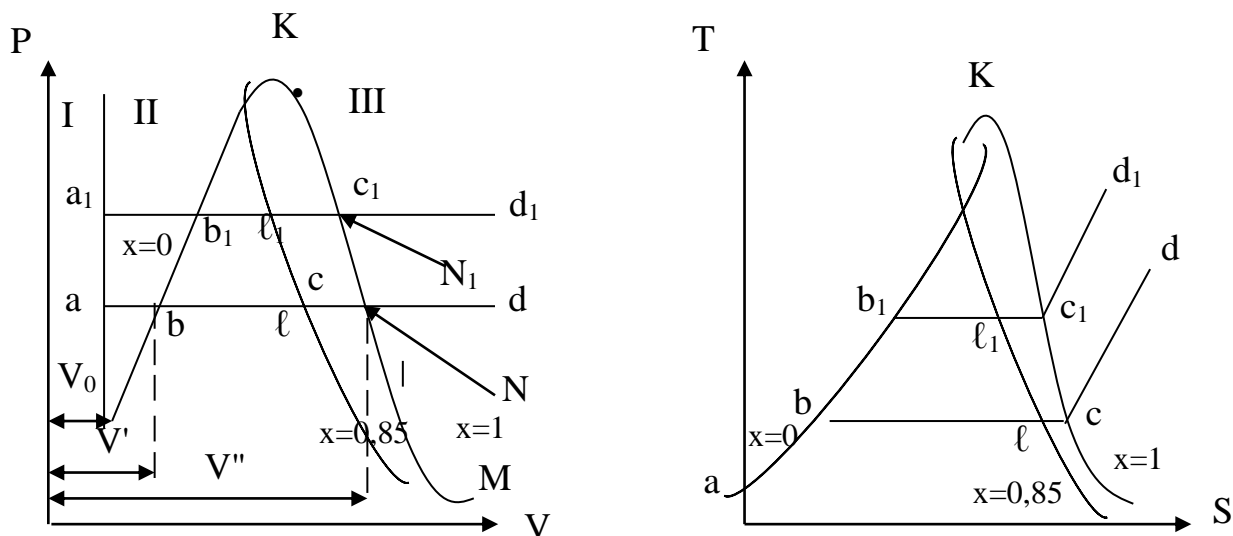
Tebigy , ýagny, hakyky gazlaryň ideal, ýagny, hyýaly gazlardan tapawudy barada gürrüň edilende, tebigatda bar gazlaryň hemmesi hakyky, hyýaly gaz bolsa tebigatda ýok diýip düşünmeli däl. Hyýaly gaz diýip, molekulalarynyň özara täsir güýji bolmaýan we olar örän kiçi bolup, göwrümlerini hasaba almazlyk mümkin bolan gazlara aýdylýar. Tebigy gazlaryň molekulalarynyň özara täsir güýjüni hasaba almazlyk mümkin däl. Ýylylyk maşynlarynda işçi jisimi hökmünde tebigy gazlar, ýagny, kislorod, wodorod, azot, howa, kömürturşy gazy, ýangyç ýanandan soň emele gelen gazlar ulanylýar. Hyýaly gazyň kanuny Klaýperonyň deňlemesi bilen aňladylýar. Tebigy gazyň häsiýetiniň hyýaly gazyňka ýakynlaşmagy ýa-da daşlaşmagy gazlaryň  $\check{Z}$  gysylmak koeffisienti bilen aňladylýar:

$$\check{Z}=P/RT \quad (7.1)$$

Hyýaly gazlar üçin  $\check{Z}=1$ ; real gazlar üçin  $\check{Z}\neq 1$ . Suw bugy real gazdyr. Ol ýylylyk energetik desgalarda işçi jisimi bolup hyzmat edýär.

### 7.1. Suw bugunyň emele geliş hadysasy

Suw bugunyň alnyş hadysasyna PV we TS diagrammalarda seredeliň.



7.1-1-nji çyzgy. Suw bugunyň alnyş hadysasy üçin PV we TS diagrammasy.

Suwuň  $0^{\circ}\text{C}$  temperaturadaky udel göwrümi  $V=0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$  deň. Ýylylygyň täsir etmegi netijesinde suwuň temperaturasy ýokarlanýar we belli bir temperaturada suw gaýnaýar. Oňa suwuň gaýnamak temperaturasy diýilýär. PV we TS diagrammada gaýnamak temperaturasy "b" nokat bilen belgilenen. Suwuň gaýnamak temperaturasyna degişli göwrümi  $V'$  bilen belgilenýär. Eger gaýnap başlan suwa ýylylygyň berilmegi dowam etdirilse, şol bir hemişelik basyşda, ýagny,  $P=\text{const}$ , onda şol gaýnap duran suw buga öwrülip başlar we T-sy üýtgemez. Suw buga öwrülip başlandan soň, buguň mukdary kem-kemden köpeliپ suwuňky azalar. Bu hadysany häsiýetlendirýän ululyga buguň gurulyk derejesi diýilýär we ol "x" harpy bilen belgilenýär.

$$X = \frac{m_B}{m_B + m_C} \quad (7.1.1.)$$

Bu formulada  $m_B$ -buguň,  $m_C$  bolsa suwuň massasyny aňladýar. Şeýlelikde, X suw bilen buguň garyndysyndaky buguň massasynyň üleşidir. Oňa çyglylyk derejesi diýilýär.  $X=0$ , ýagny, b nokat suwuň gaýnap başlan pursadydyr.  $X=1$  ýagny, C nokat bolsa suwuň iň soňky damjasynyň buga öwrülip, buguň düzüminde suwuň ýokdugyny aňladýar.

C nokadynda suwuň doly buga öwrülýändigigi sebäpli ol buga gury doýgun bug diýilýär. Suw bilen buguň garyndysyna, ýagny,  $\ell$  nokada çygly bug diýilýär. Eger gury buga ýylylyk berilse, temperaturasy ýokarlanýar. Temperaturanyň ýokarlanma hadysasy diagrammalarda d nokat bilen belgilenýär we aşa gyzan buga öwrülýär. b-C hadysasyna izobar-izotermik hadysa diýilýär. OK çyzyga suwuklygyň araçäk çyzygy diýilýär. KM çyzyga buguň araçäk çyzygy diýilýär. K-nokada kritiki nokat diýilýär. Suw bugunyň K kritiki nokatdaky kritik halyny aňladýan parametrlerine, kritik parametrler diýilýär. Bu kritik parametrleriň bahasy:

$$P_K=22,129 \text{ MPa};$$

$$V_K=0,00326 \text{ m}^3; \quad (7.1.2.)$$

$$t_K=374,14^{\circ}\text{C}$$

Doýgun bug ony emele getirýän suw bilen buguň bir deň temperaturada we bir deň basyşda deňagramlaşan halyna aýdylýar.

$X=0$  ýagdaýdaky termodinamik parametrler we ululyklar bir ştrih bilen belgilenýär.

$V'$  - udel göwrüm,  $p'$  - dykzylyk,  $i'$  - entalpiýa,  $S'$  - entropiýa,  $u'$  - içki energiýa we ş.m.

$X=1$  doýgun gury buga degişli haldaky hemme termodinamik parametrler we beýleki ululyklar iki ştrih bilen belgilenýär.

$V''$ ;  $p''$ ;  $i''$ ;  $S''$ ;  $u''$  we ş. m.

1kg suwy hemişelik basyşda 0°C-dan gaýnamak temperaturasyndan pes islendik  $t$  temperatura çenli gyzdyrmak üçin gerek bolan ýylylygyň mukdary termodinamikanyň birinji kanunynyň esasynda,

$$q' = -u_0 + P(V' - V_0) \quad (7.1.3.)$$

formula boýunça hasaplanylýar. Hasaplama 0°C-dan başlanýanlygy sebäpli  $u_0=0$ . Şeýlelikde,

$$q' = u' + P(V' - V_0) = I' - P V_0 \quad (7.1.4.)$$

bu ýerde:  $q'$ - suwy gaýnatmak üçin berilýän ýylylyk;

$u'$ - gaýnaýan suwuň içki energiýasy;

$i'$ - gaýnaýan suwuň antalpiýasy;

$S'$ - gaýnaýan suwuň entropiýasy

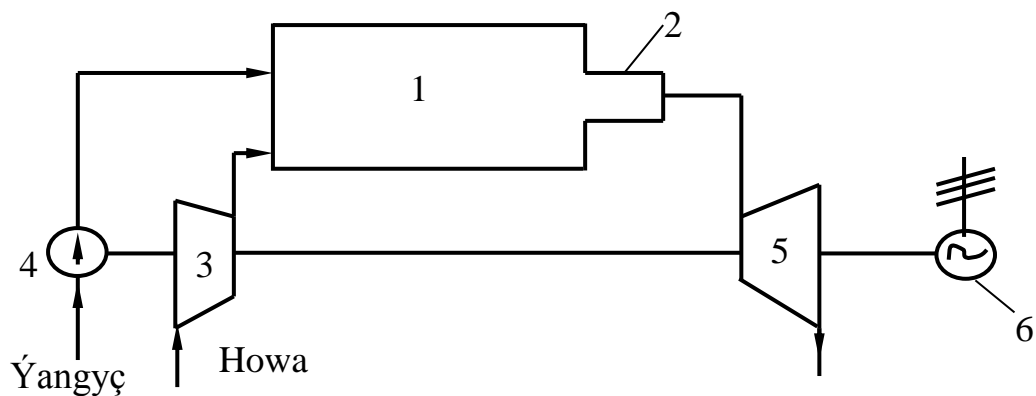
$$i' = u' + P V'; \quad S' = C' \ln Ts/273 \quad (7.1.5.)$$

## 8. Gazturbina desgasyň gurluşy we ýylylyk hasaplamasy

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 ý. W.W.Uwarowyň ýolbaşçylygynda dünýäde ilkinji gezek gaz turbina desgasy tejribede derňeldi. 1945-nji ýyldan başlap Orsiýetde we birnäçe döwletlerde gaz turbina desgasy gurluşygy güýçli ösüp başlady.

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

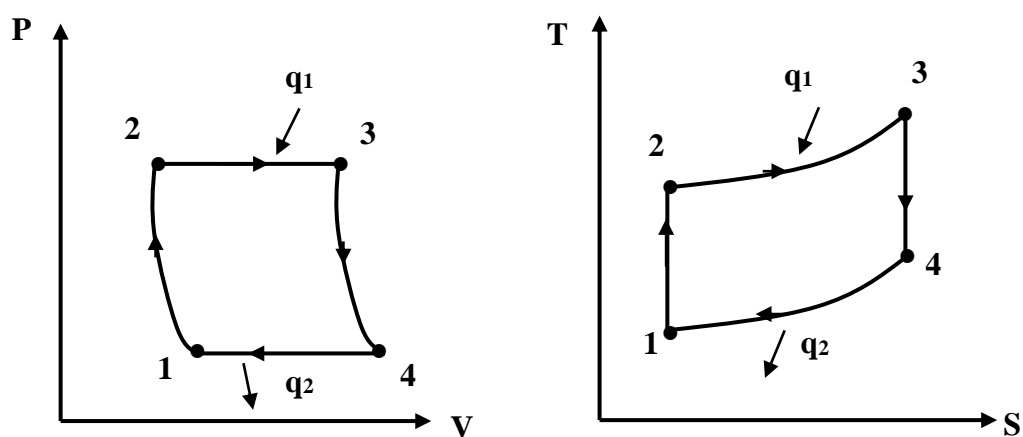
Gaz turbina desgasy gaýtalanman hemişelik basyşda ýa-da hemişelik göwrümde ýylylygyň berilmegi boýunça amala aşyrylyp bilinýär. Tejribede köplenç gaz turbina desgasyň gaýtalanmaýan hemişelik basyşda ýylylygyň berilmeginiň netijesinde bolýar. Başgaça aýdylanda, gaz turbina desgasyň ýangyç ýakylýan kamerasynda ýanyş hadysasy hemişelik basyşda bolup geçýär. Şol sebäpli gaz turbina desgasy hemişelik basyşdaky ýylylyk berliş gaýtalanmany beýan edeliň. Gaz turbina desgasynda bolup geçýän hadysalara düşünmek üçin ilki onuň shemasyna seredeliň (8-1-nji çyzgy).



8.1-nji çyzgy. Gaz turbina desgasynyň shemasy.

- 1– ýangyç ýakylýan kamera,
- 2– soplo,
- 3– kompressor,
- 4– ýangyç beriji nasos,
- 5– gaz turbina,
- 6–elektrogenerator.

Gaz turbina desgasynyň işleýiş hadysalary PV we TS diagrammalarynda şekillendirilendir (8.2-nji çyzgy.)



8.2-nji çyzgy. Hemişelik basyşda ýylylyk berilýän gaz turbina desganyň 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 işi 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 peýdaly täsir koeffisiýentini kesgitleýän formulanyň getirip çykarylyşyny beýan edeliň.

Işçi jisime berilýän ýylylyk (8.2-nji çyzgy)

$$q_1 = C_p (T_3 - T_2) \quad (8.1)$$

Işçi jisimden alnyp daşky gurşawa berilýän ýylylyk

$$q_2 = C_p (T_4 - T_1) \quad (8.2)$$

$q_1$  we  $q_2$  bahalaryny gaz turbina desgasyň termiki peýdaly täsir koeffisiýentini aňladýan formulada ornuna goýalyň.

$$\eta_t = \frac{q_1 - q_2}{q_1} = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} \quad (8.3)$$

$P_2/P_1 = \pi$  kompressorda howanyň basyşynyň ýokarlanyş derejesi.

$V_3/V_2 = \rho$  izobar giňelme derejesi, gaýtalanmaň peýdaly täsir koeffisiýentini 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:

$$P_2/P_1 = \pi, \quad P_2 = \pi P_1 \quad (8.4)$$

1-2 adiabat boýunça gysylma hadysasy üçin

$$P_1 V_1^K = P_2 V_2^K \quad (8.5)$$

bu ýerden :

$$V_2 = \frac{V_1}{\pi^{1/K}} \quad (8.6)$$

gaz halynyň deňlemesinden:

$$\begin{aligned} P_1 V_1 &= RT_1 \\ P_2 V_2 &= RT_2 \end{aligned} \quad (8.7)$$

bu formuladan:

$$\begin{aligned} \frac{T_2}{T_1} &= \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \pi \frac{V_1}{V_1 \pi^{1/K}} \\ T_2 &= T_1 \pi^{\frac{K-1}{K}} \end{aligned} \quad (8.8)$$

3-nji nokat:

$$P_3 = P_2 = P_1\pi, \quad \frac{V_3}{V_2} = \rho, \quad V_3 = \rho V_2 = \rho \frac{V_1}{\pi^{1/K}} \quad (8.9)$$

Gaz halynyň deňlemesinden:

Bu formuladan:

4-nji nokat:

$$P_2 V_2 = R T_2$$

$$P_3 V_3 = R T_3 \quad \frac{T_3}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{\rho \cdot \frac{V_1}{\pi^{1/K}}}{V_1 / \pi^{1/K}} \quad (8.10)$$

$$T_3 = \rho T_2 = \rho T_1 \pi^{\frac{K-1}{K}} \quad (8.11)$$

$$P_4 = P_1$$

3-4 adiabaty boýunça giňelme hadysasy üçin

$$P_4 V_4^K = P_3 V_3^K \quad (8.12)$$

$$V_4^K = \frac{P_3}{P_4} V_3^K = \frac{P_1 \pi}{P_1} V_3^K = \pi^{\frac{1}{K}} \rho \frac{V_1}{\pi^{1/K}} = V_1 S \quad (8.13)$$

Gaz halynyň deňlemesinden:

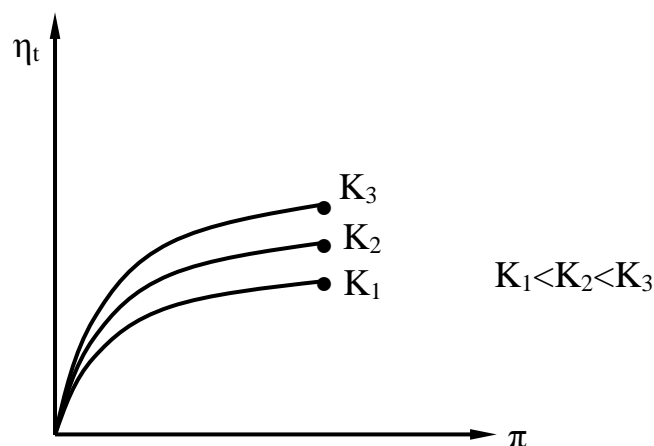
$$P_4 V_4 = R T_4, \quad P_1 V_1 = R T_1 \quad T_4 = T_1 \rho \quad (8.14)$$

Indi  $T_2$ ,  $T_3$  we  $T_4$ -iň bahalaryny (8.14) formulada ornuna goýup, gaz turbina desgasyň gaýtalanmasynyň peýdaly täsir koeffisiýentini aňladýan formulany alynýar.

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\pi^{K-1/K}} \quad (8.15)$$

Bu formuladan görnüşi ýaly, gaz turbina desgasyň gaýtalanmasynyň peýdaly täsir koeffisiýentiniň basyşyň ýokarlanyş derejesiniň artmagy bilen köpeliýär (8.3-njy çyzgy).

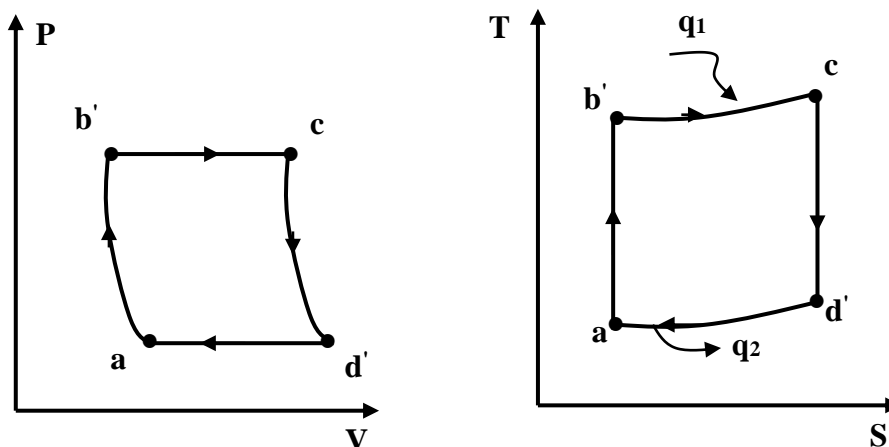




8.3-nji çyzgy. Gaz turbina desgasynyň peýdaly täsir koeffisiýentiniň basyşyň ýokarlanyş derejesine baglylygy.

### 9. Gaz turbina desganyň üznüksiz ýanyş kadalary. Gaz turbina desganyň ideal iş kadasy

Gaz turbina desgalarynyň ideal iş kadasynda işçi jisimiň esasy parametrleri bolan häsiýetlendiriji nokatlary kesgitlemeli. P- $v$  we T-S diagrammalarda gaz turbina desgasynyň ideal şekili görkezilen.



9-1-nji çyzgy. Gaz turbina desganyň üznüksiz ýanyş kadalary.

Işçi jisimleriň parametrleri, ýagny kompressordan ön howanyň parametrlerini “a” nokat bilen häsiýetlendirilýär.  $P_a$  we  $T_a$  parametrleri berlenlerden alýarys. Howanyň udel göwrümini indiki formula boýunça hasaplanylýar.

$$V_a = \frac{2Ta}{Pa} \quad (9.1)$$

bu ýerde: howa üçin,

$$R = 287 \frac{DZ}{kg^0S}; \quad T_a = 273 + t_a \quad (9.2)$$

### **“b”-nokat**

“b”-nokada howanyň parametrleriniň bahalary indiki formulalar bilen kesgitlenilýär.

$$P_b^1 = P_a^+ \varepsilon \quad (9.3)$$

bu ýerde:  $\varepsilon$ -howanyň kompressordaky gysylma derejesi ( $\varepsilon$ -ýumuş boýunça kabul edilýär)  $T_b^1 = T_a \varepsilon$ ,

$$m = \frac{K-1}{K}; \quad (9.4)$$

bu ýerde: K-adiabat görkezijisi, howa üçin K=1,4.

Howanyň “b”-nokatdaky udel göwrümini Klaperyonyň deňlemesi bilen kesgitlemek bolar.

$$V_{b^1} = \frac{RT_{b^1}}{P_{b^1}} \quad (9.5)$$

### **“c” – nokat**

Ýylylygyň berilmesi  $P=\text{const}$  bolanda amala aşyrylýar, şeýlikde,

$$P_c = P_b^1 = P_a^+ \varepsilon \quad (9.6)$$

“c”-nokatdaky  $t_c$ -temperatura ýumuş boýunça alynýar.

$v_c$ -bahasyny Klaperonyň deňlemesi boýunça kesgitlemek bolýar.

$$V_c = \frac{RT_c}{P_c} \quad (9.7.)$$

bu ýerde :  $T_c = 273 + t_c$

### **“d”-nokat**

bu nokatda  $P_d^1 = P_a$

“d”-nokatdaky işçi jisiminiň temperaturasy, parametrleriň özara baglanyşygyny  $\frac{T_c}{T_{d^1}} = \varepsilon^m$ , şeýlelikde,  $T_{d^1} = \frac{T_c}{\varepsilon^m}$  hasaba almak bilen, adiabat hadysasynyň deňlemesi boýunça, ýagny bu ýerde m-bahasy  $m=0,275$

“d”-nokatdaky ýanan önümiň göwrümi Klapéýronyň deňlemesiniň üsti bilen kesgitlenilýär.

$$V_{d^1} = \frac{RT_{d^1}}{P_{d^1}} = \frac{PT_{d^1}}{P_a}; \quad (9.8)$$

$$R \cong 287 \frac{J}{kg^0C}; \quad (9.9.)$$

R-ň bahasy howa we ýanan önüm üçin deň diýip hasap etmek mümkin, ýagny

Gaz turbina desgasyňyň ideal iş kadasynda peýdaly täsir koeffisiýenti kesgitlenilýär.

Gaz turbina desgasyňyň peýdaly täsir koeffisienti PTK ( $\eta$ ) formula boýunça kesgitlenilýär.

$$\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^m}; \quad (9.10.)$$

Hasaplamalaryň netijeleri boýunça millimetrli kagyзда  $p$ - $v$  diagrammany gurmaly.

### 9.1. Gaz turbina desgasyňyň ýanyş kamerasyňyň ýylylyk hasaplamasy

Gaz turbina desgasyňyň 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 ýanyjsyny uglewodlar düzýär. Tebigy gazlar esasan metandan ybaratdyr ( $CH_4$ ) ýolugry nebitli gazlarda köp mukdarda  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$  we  $C_5H_{12}$  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 üleşde, gaz halynda göwrümi boýunça %-de berilýär.

Suwuk ýangyç ýanyjy komponentlerden başga öz düzüminde uly bolmadyk mukdarda kislorody saklaýar (0÷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:

$$Q_H^P = 340C + 1030H + 109(S - O) - 25,2W; \frac{KDZ}{kg} \quad (9.1.1.)$$

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.

$$Q_H^P = 340C + 1030H \frac{KDZ}{kg}; \quad (9.1.2.)$$

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.

$$Q_H^P = 0,01(Q_{CH_4} \cdot CH_4 + Q_{C_2H_6} \cdot C_2H_6 + Q_{C_3H_8} \cdot C_3H_8 + Q_{H_2} \cdot H_2 + \dots), \quad (9.1.3.)$$

#### Gaz görnüşli ýangyjyň düzümine girýän aýratyn gazlaryň ýanma ýylylygy

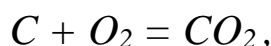
Gaz	Himiki formulasy	Aşaky çäk ýanma ýylylygy $Q_H^P$ , KDŽ /m <sup>3</sup>
Wodorod	H <sub>2</sub>	10830
Uglerodyň oksidi	CO	12680
Kükürt wodorod	H <sub>2</sub> S	23460
Metan	CH <sub>4</sub>	35930
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	63950
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	91540
Butan	C <sub>4</sub> 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.

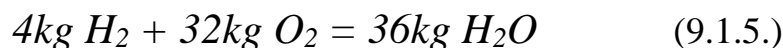
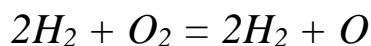
$$L_0 = \frac{100}{23} h_{O_2} = \frac{100}{23} \left( \frac{\frac{8}{3}C + 8H - O}{100} \right); \quad (9.1.4.)$$

1kg suwuk ýangyjynyň ýanmagy üçin zerur bolan howanyň mukdary indiki usul bilen kesgitlenýär. Suwuk ýangyjyň doly ýanmagynda uglerodyň we

wodorodyň howanyň kislarody bilen reaksiýasynyň netijesinde kömürturşy gaz we suw bugy emele gelýär:



bu ýerden



Getirilen reaksiýalardan görnüşi ýaly, 12kg uglerodyň ýanmagy üçin 32kg kislorod talap edilýär, şeýlelikde 1kg uglerodyň ýanmagy üçin  $32/12=8/3$  kislorod talap edilýär. Meňzeşlikde 4kg wodorodyň ýanmagy üçin 32kg kislorod, 1kg wodorodyň ýanmagy üçin bolsa 8kg kislorod gerek bolýar.

1kg suwuk ýangyç özünde C/100 kg uglerody, H/100 kg wodorody O/100 kg kislorody saklaýar.

Şeýlelik bilen 1kg suwuk ýangyjyň ýanmagy üçin  $LO_2$  kislirod talap edilýär, ýagny

$$L_{O_2} = \frac{\frac{8}{3}C}{100} + \frac{8H}{100} - \frac{O}{100} = \frac{\frac{8}{3}C + 8H - O}{100}; \quad (9.1.6.)$$

$$L_O = 0,1159C + 0,3478H - 0,04347O, \frac{kg}{kg}; \quad (9.1.7.)$$

Ýanyş hadysasyny gurmak üçin GTG-nyň ýanyş kamerasyna kislarod däl-de, howa berilýär. Howa özünde massasy boýunça 23% kislarody saklaýar, şeýlelikde: Suwuk ýangyjyň ýanmagy üçin gerek bolan howanyň mukdaryny h bilen belgilesek, onda

Şunlukda, 1kg suwuk ýangyjyň ýanmagy üçin, howanyň teoretiki zerur mukdary formula boýunça kesgitlenýär.

Formula boýunça  $1m^3$  gazyň ýanmagy üçin howanyň  $m^3$ -daky teoretiki göwrümi kesgitlenýär.

1kg gaz görnüşli ýangyjy ýakmak üçin howanyň gerek bolan teoretiki

$$V_0 = 0,0476 \left[ 0,5CO + 0,5H_2 + 1,5H_2S + \sum \left( m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n - O_2 \right], \frac{m^3}{m^3}; \quad (9.1.8.)$$

$$L_0 = V_0 \frac{\rho_b}{\rho_r}, kg/kg; \quad (9.1.9.)$$

mukdary formula boýunça kesgitlenýär.

Howanyň we tebigy gazyň dykzlygy. 1kg ýangynyň ýanmagy üçin zerur bolan teoretiki we hökmany gerek bolan howanyň göwrümini tapawutlandyrýarlar.

bu ýerde:  $\rho_b = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  we  $\rho_r = 0,72 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ; deňişlilikde normal şertlerde

Howanyň gerek bolan teoretiki mukdary  $L_0$ -bu ýangyjyň ýanmagynda himiki reaksiýa üçin talap edilýän howanyň mukdarydyr. Ýanyş kamerasyna berilýän howanyň hakyky mukdary onuň teoretiki mukdaryndan köpdür. Howanyň hakyky mukdarynyň ( $L$ ) onuň gerek bolan teoretiki mukdaryna ( $L_0$ ) bolan gatnaşygyna howanyň artykmaçlyk koeffisienti diýilýär we  $\alpha$  bilen belgilenýär.

$$\alpha = \frac{L}{L_0}; \quad (9.1.10.)$$

Ýa-da gaz görnüşli ýangyç üçin

$$\alpha = \frac{V}{V_0}; \quad (9.1.11.)$$

Şeýlelik bilen ýanyş kameradaky howanyň umumy artykmaçlyk koeffisienti gerek bolan howanyň teoreiki mukdary, şeýle-de  $L_0$ -1kg ýangyjyň ýanmagy üçin howanyň zerur bolan mukdary. Häzirki gaz turbina desgalarynda  $\alpha=4\div 8$ .

Ýangyç kamerasyna gelýän howa iki sany akyma bölünýär. Ilki başky howa  $G_{B1}$  ýalynly turba ugradylýar we ýanma hereketini emele getirýär.

$$\alpha = \frac{G_b}{BL_0}; \quad (9.1.12.)$$

$$G_{B1} = \alpha_1 \cdot B \cdot L_0;$$

bu ýerde:  $\alpha_1$ -ýanyş kameranyň konstruksiýasyna we ýakylýan ýangyjyň görnüşine (suwuk ýa-da gaz şekilli) baglylykda howanyň birinji akymynyň artykmaçlyk koeffisiýenti.

$$\alpha = \frac{V}{V_0}; \quad (9.1.13.)$$

Howanyň beýleki ikinji akymy  $G_{B2}$  ýanyş kamerasynyň korpussy we ýalynly turbanyň aralygyna gelip, ýanyş kameranyň diwaryny we ýangyç önümlerini sowatmak üçin hyzmat edýär.

$G_{B2}$  formula boýunça kesgitlenýär.

$$G_{B2} = G_B - G_{B1}; \quad (9.1.14.)$$

Ýanyş kamerasynyň ýylylyk hasaplamasynyň tertibine seredeliň. Bu hasaplamanyň maksady ýanyş kamerada howanyň artykmaçlyk jemlenme koeffisiýentini we GTD-daky ýangyjyň harçlanmasyny ( $B$ ) kesgitlemekden

ybaratdyr. Ýanyş kamerasynyň ýylylyk hasaplamasy ýanyş kamerada ýylylygyň balans (deňagramlylyk) deňlemesini ulanmaklyga esaslanandyr.

Regenerasiýasyz gaz turbina desgasy (GTD) üçin ýanyş kameranyň ýylylyk balansy:

$$G_{B+} i_b + B i_T + B Q_H^P \eta_{KC} = G_{nc+} i_c \quad (9.1.15.)$$

bu ýerde:  $G_B$ -ýanyş kamerasyna berilýän howanyň massasy;  
 $G_{nc}$ -ýangyç önüminiň massasy.

Ýanyş kamerasyna berilýän howanyň mukdary ( $G_B$ ) bilen ýangyjyň ( $B$ ) jemi, ýangyç önüminiň mukdaryna deňdir, ýagny:

$$G_{nc} = G_B + B; \quad (9.1.16.)$$

9.14-nji formuladan  $G_B$ -niň we

9.15-nji formuladan  $G_{nc}$ -iň bahalaryny

9.16-njy formula goýup alýarys.

$$\begin{aligned} \alpha \cdot L_0 \cdot B \cdot i_B + B i_T + B Q_H^P \eta_{KC} &= (\alpha L_0 B + B) i_c; \quad ýa - da \\ \alpha L_0 i_B + i_T + Q_H^P \eta_{KC} &= (\alpha L_0 + 1) i_c; \end{aligned} \quad (9.1.17.)$$

bu ýerde:  $i_T$ —1kg ýangyjyň entalpiýasy, ony hadaba almazlyk mümkin, onda:

$$\alpha = \frac{Q_H^P \eta_{KC} - i_c}{L_0 (i_c - i_B)}; \quad (9.1.18.)$$

bu ýerde:  $i_B$ -ýanyş kamerasyna berilýän howanyň entalpiýasy:

$$i_B = C_P T_B = C_P T_a \left( 1 + \frac{\varepsilon^m - 1}{\eta_K} \right) \quad (9.1.19)$$

Howanyň ortaça ýylylyk sygymy 18-nji formula boýunça kesgitlenilýär.  
 $i_c$  -ýangyç önüminiň entalpiýasy:

$$i_c = C_{p+} T_c; \quad (9.1.20.)$$

Ýánýan önümiň orta ýylylyk sygymy

$$C_p = 1,23 \frac{KDZ}{kg^0 S}; \quad (9.1.21.)$$

T<sub>c</sub>-ýumuş boýunça kabul edilýär.

Howanyň artykmaçlygynyň jemlenme koeffisientini ( $\alpha$ ) kesgitländen soňra, ýangyjyň harçlanmasyny ( $B$ ) tapmak bolýar,  $\frac{\text{kg}}{\text{sag}}$  ýa-da  $\frac{\text{kg}}{\text{sek}}$ ;

$$B = \frac{G_B}{\alpha L_0}; \quad (9.1.22.)$$

Soňra turbinanyň öň ýanyndaky ýanan önümiň mukdary formuladan kesgitlenýär;

$$G_{nc} = \left( \frac{Q_H^P \eta_{KC} - i_C}{i_C - i_B} + 1 \right) B; \quad (9.1.23.)$$

Howanyň harçlanmasyny, kompressordan soňraky howanyň takyk mykdaryny ýumuş boýunça kabul edilýär.

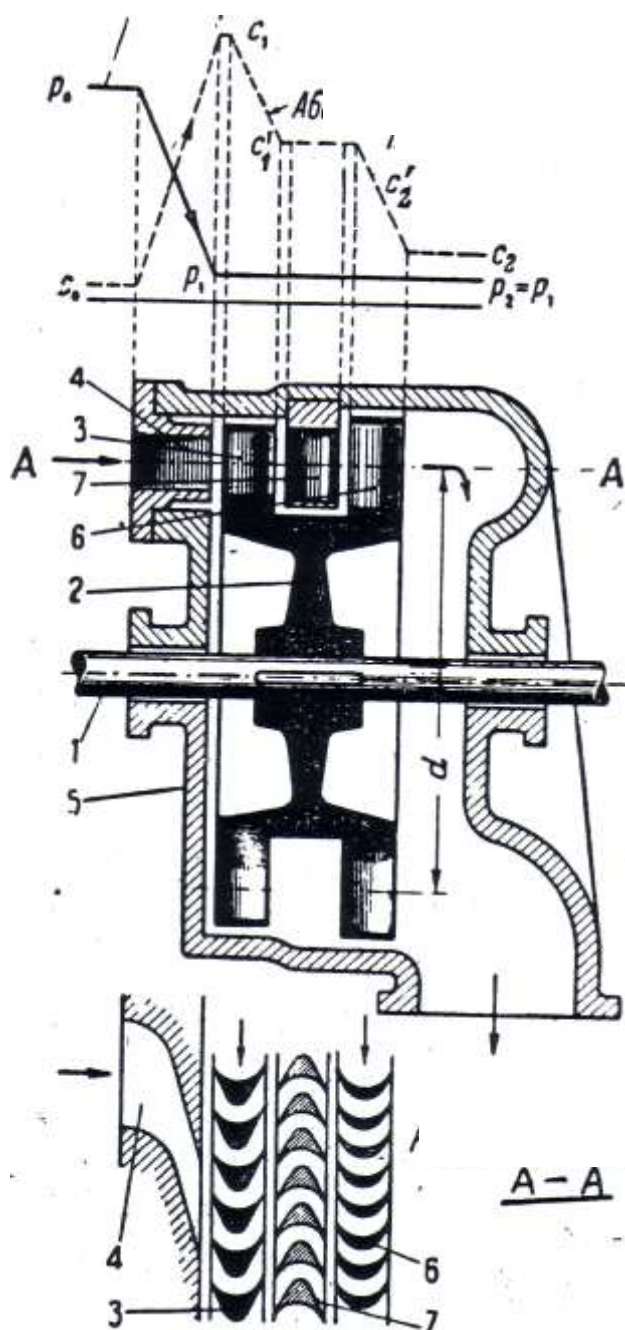
## 10. Tizlik başgançakly köp başgançakly aktiw turbinalar

Önde görkezilişi ýaly birbaşgançakly aktiw turbinada Ç2 çykyş tizlikli epesli ýitgi bar.

Ç2 çykyş tizligiň ululygyny peseltmek üçin, turbina diskiň aýlaw tizligini peseltmek üçin, we tygşytlylygy ýokarlandyrmak üçin köpbaşgançakly aktiw turbinalary gurýarlar. Olar tizlik başgançakly we basyş başgançakly edilýärler. 10-1-nji çyzgyda iki tizlik başgançakly aktiw turbinaň shemasy görkezilen.

Turbina naýçadan (ýa-da towerekde ýerleşdirilen birnäçe naýçadan), waldan we giň gurşawly (obod) diskden durýar, ýagny bu diskde we iki hatar pilçeler ýerleşdirilen. Özende hereketsiz pilçeler birikdirilen, ýagny olar ugrukdyrylan esbapy emele getirýär. Bug naýçadan geçip, Po basyşdan P1 basyşa çenli giňelýär, absolýut tizligi bolsa Ço-dan Ç1-e çenli ýokarlanýar. Ç1 tizlikli bug işçi pilçeleriň birinji hataryna gelýär (birinji başgançak), ýagny bu ýerde bugün kinematiki energiýasynyň bölegi işe öwrülýär; bu ýagdaýda Ç1 tizlik peselýär, Ç1 tizlige çenli.





10.1-nji çyzgy. Iki tizlik başgançakly aktiw turbinanyň shemasy.

- 1 – wal,
- 2 – işçi disk,
- 3 – pilçeleriň birinji hatary,
- 4 – naýça,
- 5 – özen (korpus),
- 6 – pilçeleriň ikinji hatary,
- 7 – hereketsiz pilçeler.

Ç1 tizlik bilen bug ugrukdyryjy esbaba gelýär, we munda bugün ugry üýtgeýär, we soňundan - işçi pilçeleriň ikinji hataryna (ikinci başgançak), bu ýerde bugün tizligi peýdaly işi ýerine ýetirmek bilen Ç2 ululyga çenli peselýär.

Tizlik başgançakly aktiw turbinalarda başgançaklaryň sanynyň ýokarlanmagy bilen, peselýär. Bu aýlaw tizligiň peselmegine getirýär, şeýle hem walyň burç tizliginiň peselmegine getirýär. Ýöne tizlik başgançagyň sanynyň köpelmegi bilen turbinaň PTK-sy peselýär we naýçadaky ýitgi ýokarlanýar. Şonuň üçin 3-den köp tizlik başgançakly etmeýärler.

Tizlik başgançakly turbinalar howagoýberijileri, nasoslary we başgalary ýöretme üçin ulanylýar.

### **10.1 Gazturbina gurluşlar barada umumy maglumat**

Gazturbina gurluşlar diýip ýörite ýanyş kameralarynda ýanýan, suwuklyk ýa-da gazgörnüşli önümiň ýanmagy işçi jisim bolup durýan özünde turbinany saklaýan hereketlendirijili gurluşa aýdylýar.

Gazturbina gurluşlar bugturbina gurluşlaryna häsiýetli bolan kotelnyý agregatlary, kondensatorlary we beýleki gurluşlary talap etmeýär. Şonuň üçin ol ykjam we öndürilýän enegiýanyň birligine köp metall çykdayjysyny talap etmeýär.

Ilkinji gaz turbina Rossiýada 1897 ýylda inžener P.G. Kuzminskiý tarapyndan gurlan, şeýlede bolsa olar diňe 2 mesele çözülen soň soňky wagtlarda ösüşe eýe boldy. Bu ine mesele ýokary ykdysady kompressorlar döredildi (merkezden daşlaşýan we okly) we turbinanyň böleklerini taýýarlamak üçin 700 Ç çenli temperatura çydamly ýokary hilli polatlar öndürildi.

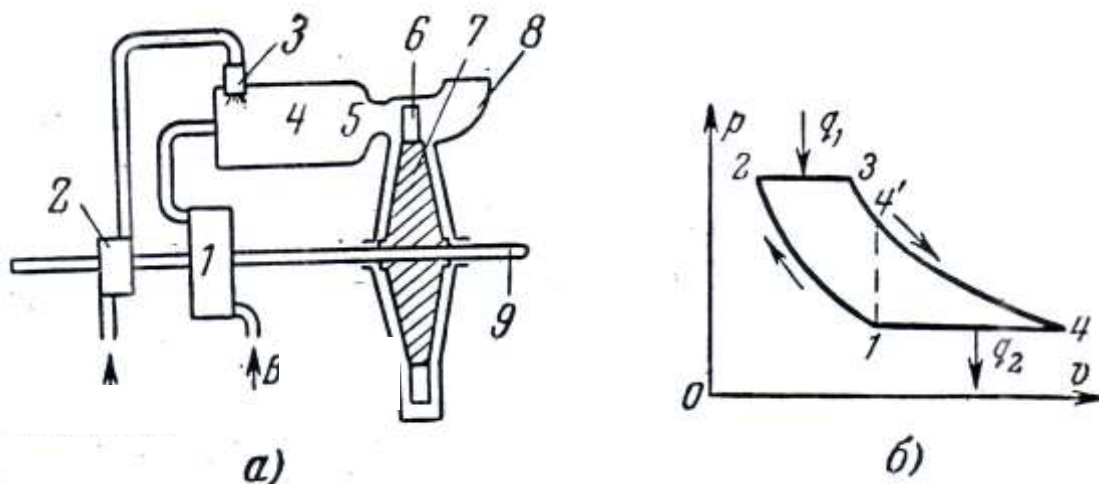
Gazturbina gurluşlar hemişelik basyşda ýangyjyň ýanmagy bilen işleýärler ( $P=\text{const}$  bolanda ýylylyk berilme gaýtalanmasy), ýa-da hemişelik göwrümde ( $V=\text{const}$  gaýtalanma) işleýär. Mundan başga-da GTG açyk we ýapyk gaýtalanma boýunça işleýän gurluşlara bölünýär. Birinjiden bularyň eýe önümleri, gaz turbinada işläp we ýangyjyň ýanmagy üçin gerek bolan regeneratiw howa gyzdyryjy arkaly geçip, atmosfera goýberilýär. Ikinjiden bolsa trubka ulgamy ("howa gazanyny" emele getirýän) arkaly kompressordan goýberilýän howa (ýa-da başga inert gaz) işçi jisim bolup durýar. Turbinadan çykalgasy boýunça ilki bilen regeneratiw gyzdyryjyda sowatma we soňundan bolsa suwly ýylylyk çalşygyda sowatmadan sowuk howa ýene-de kompressor arkaly sorulýar we onda gysylýar we ýene-de "gazana" berilýär. Şeýlelikde gaýtalanma tutuşlygyna ýapylýar.

Ýapyk gaýtalanma boýunça işleýän gazturbina gurluşlar işlände, şeýle hem gaty ýangyç ulanylyp bilner. Bu ýagdaýda açyk gaýtalanma boýunça işleýän gurluşlar bilen deňeşdirende olaryň esasy artykmaçlygy bar, ýagny soňkyda gaty eýeler ulanylyp bilinmeýär (gaty bölekler turbinanyň böleklerini çalt hatardan çykarýar). Ýapyk gaýtalanma boýunça işleýän Gazturbina gurluşlaryň esasy ýetmezçiligi-howa gazanyň ölçegleri uly. Praktikada esasan açyk shemaly (shemaly)  $P=\text{const}$  gaýtalanma boýunça işleýän gazturbina gurluşlar ulanylýar. Gazturbina gurluşlaryň bu görnüşi awiasiýada has giň ulanylyşa eýedir; olar turbowint we turboreaktiw uçorlarda ulanylýar. Has uly ulanylyşa olar ýerde (gazturbina ýylylyk ekijiler), şeýle hem suw transoptynda eýe boldy.

## 10.2 Hemişelik basyşda ýangyjyň ýanmagy bilen GTG-iň iş shemasy

$P = \text{const}$  bolanda ýangyjyň ýanmagy bilen GTG-in ýönekeý 10-2-1-nji çyzgysy görkezilen.

Howanyň gysylmasy bolup geçýän kompressora atmosfera howasy gelýär. Kompessoryň rotory gaz turbina bilen bilelikde umumy wala ýerleşdirilen. Gysylan howa kompressordan ýanma kamerasyna gelýär, ýagny bu ýere şol bir wagtda nasos arkaly goýberilýän suwuk eýe gelýär; forsunka arkaly geçip ol ýaýraýar. Ýanma kamerada eýe garyndysynyň emele gelmesi we onuň ýanmasy bolup geçýär.



10-2-1-nji çyzgy. Hemişelik basyşda ýanmakly gaz turbina.

a) Gurлуş shemasy b) gurluşyň teoretiki sikly

- 1 – compressor,
- 2 – eýe nasosy,
- 3 – forsunka,
- 4 – ýanma kamerasy,
- 5 – soplo (naýça),
- 6 – işçi pilçeler,
- 7 – turbinanyň rotory,
- 8 – çykaryjy turba,
- 9 – turbinanyň oky.

700 °C temperaturasy bolan eýe onümleri soplo (naýça) arkaly geçýär, ýagny bu ýerde bölekleyin giňelme bolup geçýär. Soňky giňelme gaz turbinanyň işçi pilçelerinde bolup geçýär. 400 °C temperaturaly işlenen gaz turbinadan atmosfera basyşyna ýakyn basyşda atmosfera çykaryjy turba boýunça çykýar.

Gazturbina gurluşlaryň teoretik gaýtalanmasy 10-2-1-nji çyzgyda görkezilen. Bu ýerde çyzyk kompressordaky howanyň adiabat gysylmagyny

häsýetlendirýär. ýagdaý-hemişelik basyşda bolup geçýän ýylylygyň ýokarky çeşmeden işçi jisime gelmegi. (Bu teoretiki ýagdaý hakyky gaýtalanmada  $P=\text{const}$  bolanda ýangyjyň ýanma ýagdyňny häsýetlendirýär. İşçi jisimiň soplada we işçi pilçelerde giňelmegi adiabat boýunça amala aşyrylýar, ýylygly-gan aýrylmasy bolsa  $P=\text{const}$  bolanda izobara boýunça amala aşyrylýar. Soňky ýagdaý atmosferada ýanyja önümleriň hakyky sowadylmagyny özi bilen çalyşýar we gaýtalanmany şertli ýapýar.

Gazturbina gurluşlaryň gaýtalanmasynyň termini peýdaly täsir koeffisiýenti (40-50)% düzýär, hakyky gaýtalanmanyň effektiw peýdaly täsir koeffisiýenti bolsa 25% düzýär. Gazturbina gurluşynda peýdaly täsir koeffisiýenti ýokarlandyрмаň maksady bilen ýylylygyň regenerasiýasyny ulanýarlar, ýagny gaz turbinadan çykýan ýylylygy ýanyjy kamera gelýän howany gyzdirmek üçin ulanylýar.

Ýylylyk regenerasiýaly gazturbina gurluşynda gazyň işläp çykaran ýylylygy üstleýin gyzdýryjyda bölekleyin ulanylýar, ýagny bu ýerde howa gyzdýrylýar, bu howa kompressordan gelýär. Gyzdýrylan howa regeneratordan ýanma kamera gelýär.

Ýylylygyň regenerasiýasynyň girizilmäge gurluşyň effektiw peýdaly täsir koeffisiýentini (35-40)% çenli ýokarlandyryar.

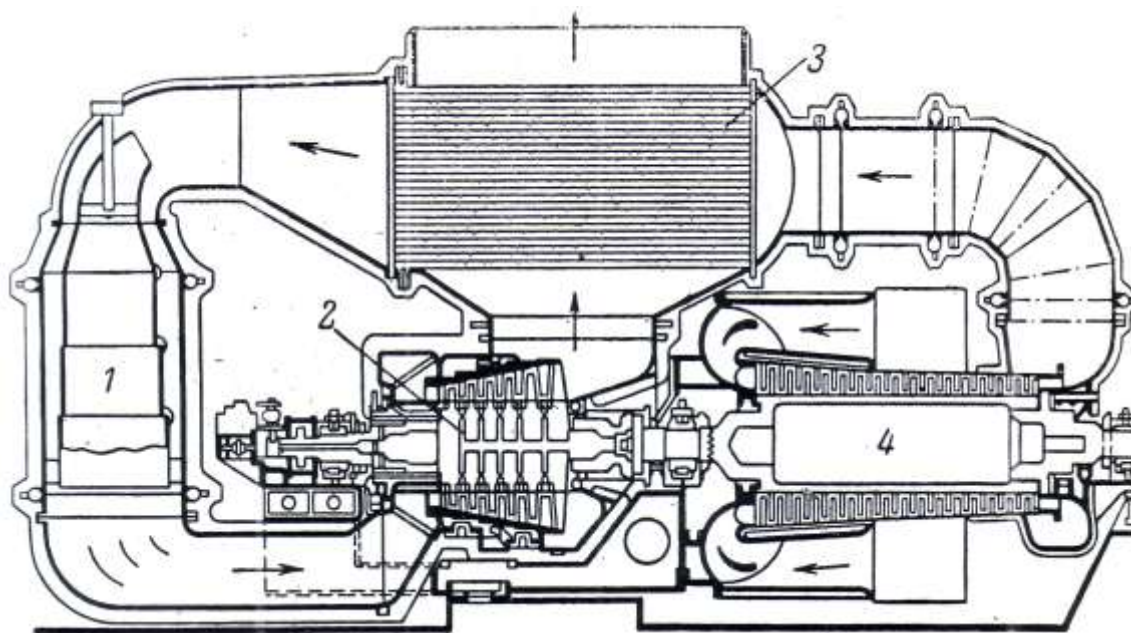
### **10.3. Gazturbina gurluşlarynyň konstruktiv elementleri**

Gazturbina gurluşynyň esasy elementleri bolup: gazturbina, kompressor, ýanma kamera, regenerator we sazlaýjy ulgam hyzmat edýär.

Konstruktiv gaz turbinalar umuman bug turbinadan köp tapawutlanmaýar. Köplenç gaz turbinalar reaktiw edilýär. Gaz turbinanyň ýokary temperatura şertlerde işleýän jogapkär detallary (pilçeler, diskler we başgalar) gyzgyna çydamly polatdan taýýarlanýarlar. Gazyň ýokary temperaturalarynda pilçeler, diskler we podşipnikler suw ýa-da howa arkaly emeli sowadylyar.

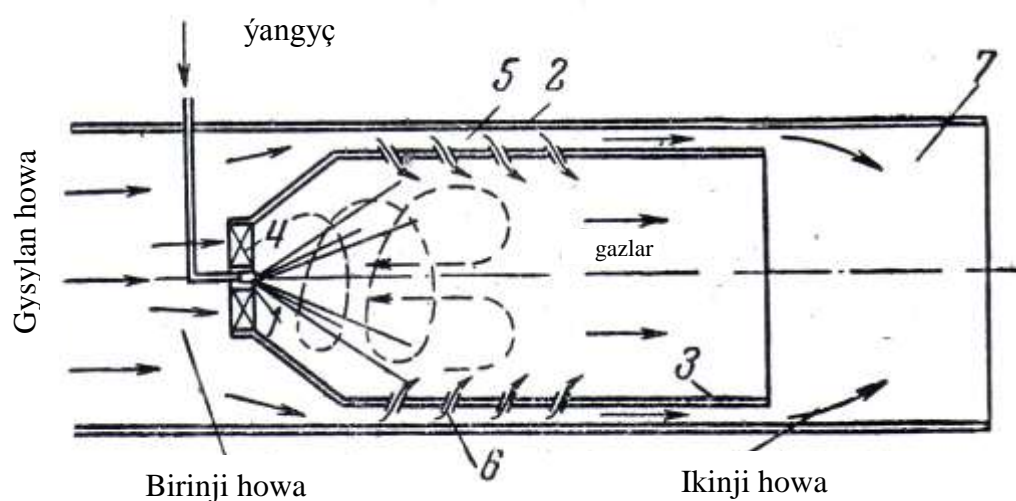
Ýanma kamerasy özüniň gurluşy boýunça dürli görnüşlidir. Olar silindriki, seksion we halka görnüşli bolýarlar. Islendik konstruksiýaly ýanma kamera iki bölekden durýar: birinji bölek (zona) aktiw ýanmanyň zonasy, ikinji bolsa garyşma zonasy (bölek).

Aktiw zona 1,5-2,0 ýetmezligiň koeffisiýentli birilenji howa we farsunka arkaly ýaýradylýan emele gelýär. Garaşma zonada aktiw zonanyň ýanyjy önümleriniň howa bilen garyşmasy bolup geçýär, ýagny bu howa gerek bolan işçi temperaturany almak üçin ýanylýan ýangyjyň mukdaryndan köp esse mukdarda bolýar.



10.3-1-nji a çyzgy. Birforsunkaly silindriki kameranyň shemasy.

- 1 – forsunka,
- 2 – özen (korpus),
- 3 – eýe turba,
- 4 – howagetirýän gurluş,
- 5 – halka oýuk (ys),
- 6 – eýe turbanyň diwarlaryndaky kesikler,
- 7 – garyşma kamerasy.



10.3-1-nji b çyzgy. Birforsunkaly silindriki kameranyň shemasy.

**ISLEÝIŞ PRINSIPI:** forsunkanyň okunyň ugry boýunça hereket edýän gyzylan birilenji howanyň az mukdary ýangyjyň ýaýramagyny amala aşyrýar. Howa getirýän gurluş arkaly birilenji howanyň bir bölegi fakeliň düýbüne berilýär. Berilýän howa ýaýran suwuk eýe bilen gowy garyşýar, ýagny bu eýe forsunkadan akýar. Ýangyjyň ýanmagy üçin gerek bolan ikilenji howa halka oýundan eýe turbanyň içine we kesik arkaly özeniň içine girizilýär. Eýe turbanyň aňyrsynda garyşma kamera ýerleşýär, bu ýerde talap edilýän temperatura goýulýar. Soplo arkaly garyşma kameradan ýanyjy önümler turbinanyň işçi pilçelerine berilýär.

Regeneratorlar guýguç we plastinli görnüşli bolýar. Guýguç görnüşli regenerator içinden howa hereket edýän kiçi diametrli inçediwarly tekiz turbalardan ýygnalýar. Turbinadan çykýan gyzdyrýan gaz turbalary daşyndan ýuwyýar.

Plastinli regenerator ýörite profilli şamplanan plastinlerden ýygnalar. Plastinli regenerator guýguçlara garanyňda amatly we ýeňil. Stasionar gazyturbina gurluşynda hasyly ulanylysa guýguçly eýe boldy, transportlarda bolsa-plastinli regeneratorlar.

Kuwwaty sazlanan ulgamy ýanma kamera gelýän ýangyjyň mukdarynyň üýtgemegine esaslanan.

Gazyturbina gurluşlarynyň sazlaýyş ulgamynda turbinanyň walynyň okunyň burç aýlanma tizliginiň artyk ýokarlanmagyndan gurluşy goraýan howpsuzlyk awtomaty göz önünde tutulan, şeýle hem gazyň temperaturasynyň hasap bahasyndan ýokarlanmagyndan gurluşy goraýan howpsuzlyk awtomaty göz önünde tutulan.

## **11. Içden ýanýan dwigateleriň klassifikasiýasy**

Içden ýanýan dwigateleriň häsiýetlerine görä :

1. Gysylmaklyk derejesine görä – pes ýa-da ýokary derejeli gysylyşly hereketlendirijiler.

Pes derejeli gysyşlylara gazly we karbýuratorlarly hereketlendirijiler degişlidir. Ýokary derejeli gysyşlylara bolsa dizelli we gazosuwukly dwigateller degişlidir. Dizelli hereketlendirijileri kompressorly we kompressorsyzlara bölýärler. Kompressoryz dizeller garyndy döreýişine görä suwakymly (struýnyý) we kameranyň ön ýanyndaky (predkamernýý) tozadylmalara (raspyleniýe) bölünýärler.

2. Ýangyç (işçi garyndynyň) garyndynyň taýýarlanylş prosessine baglylykda – içki we daşgy garyndy döreýişli hereketlendirijiler.

Daşgy garyndy döreýişli hereketlendirijilerde işçi garyndy (raboçiy smes) işleýän silindiriň daşynda emele gelýär. Mysal üçin karbýuratorly hereketlendirijilerde ýangyç garyndy karbýuratoryň öz içinde, gazly hereketlendirijilerde bolsa süşirijiň (smesiteliň) içinde taýýarlanylýar.

Içki garyndy döreýişli hereketlendirijilerde işçi garyndy (raboçiy smes) silindiriň içinde emele gelýär. Olara dizelli we gazosuwukly hereketlendirijiler girýär.

Dizellilerde garyndy gysylmanyň soňunda emele gelýär, maýda-üflenen (melkoraspylýonnyý) ýangyjyň öz-özünden ýanmasy ýokary derejeli gysylmanyň netijesinde gyzan gyzgyn howanyň degmesi bilen amala aşýar.

Soňky döwürde gazosuwukly ýa-da iki ýangyçly hereketlendirijiler köp ulanylyp başlanyldy. Olarda gazohowaýy (gazowazduşnaýa smes) garyndy gysylýar, onuň tutaşmasy üçin bolsa forsunkadan suwuk ýangyç üflenilýär. Bu ýagdaýda dizellilerde bolşy ýaly gazohowaýylarda hem otlanyş (zažiganiýa) sistemasyna gerekliligi galmaýar.

3. Işleýiş düzgüniň (raboçiy sikl) usuly boýunça dörttapgyrlyýyn we ikitapgyrlyýyn amala aşyrylýar.

Dörttapgyrlyýyn iş düzgüni diýip tirsekli walyň iki aýlawynda ýa-da porşeniň dört gatnawynda ýagny dört tapgyrda amala aşmasyna diýilýär. Ikitapgyrlyýyn iş düzgüni bolsa tirsekli walyň bir aýlawynda ýa-da porşeniň iki gatnawynda ýagny iki tapgyrda amala aşmasyna diýilýär.

4. Ullanylyş usulyna baglylykda gazda we suwuk ýa-da garyşyk ýangyçda işleýän hereketlendirijiler.

Suwuk ýangyjy “ýeňil”(benzin, ligroin, kerosin) we “agyr” (dizel, motoryň ýangyjy) görnüşlere bölýärler.

5. Doldurulma usuly boýunça işleme düzgüni üflenişli (spadduw) we üfleişsiz bolýar.

Üflenişli hereketlendirijilerde silindr soryjy enjamlaryň (nasoslaryň) döredýän basyşynyň täsiri bilen doldurylýar. Üfleňsiz doldurylma garalanda onuň berýän kuwwaty üfleýişli doldurmadan pes bolýar sebäbi üfleýiş (nadduw) zarýadyň massasyny ulaldýar bu bolsa umumy kuwwatyň ösmegine getirýär.

6. Gurluşy (konstruksiýasy) boýunça :

Silindrlaryň oslarynyň ýerleşişine baglylykda dik (wertikal) we kese (gorizontal) duranlara, v – görnüşlilere we ýyldyz görnüşlilere bölünýärler.

Hereketlendirijiler silindrlaryň sanyna baglylykda bir we köp silindrlylara aýrylýarlar. Gyşyk tikenli – yrgyldyjy (kriwoşipnyý şatun) mehanizmyň gurluşyna baglylykda tonkowsyýlara we kreýskopfnyýlara bölünýärler.

Tonkowsyý hereketlendirijilerde (370-440 kw (500-600 l.s) silindrik kuwwatly hereketlendirijileriň köpüsinde ) porşen göni yrgyldyjy (şatun) bilen birikdirilen.

Kreýskopfnyý hereketlendirijileriň aglabasy ýuwaş – hereketli (tihohodnyýe), ýokary kuwwatly; olarda porşen yrgyldyjy bilen araçy şaýlar bilen (ştok we kreýskopf) birikdirilýär.

7. Tirsekli walyň aýlanyş ugry boýunça - rewersiwlý däl (bir ugurly) we rewersiwlý (üýtgeýän ugurly), sag aýlanyşly (sagat dili boýunça) we çep aýlanyşly (sagat diliniň garşysyna), eger-de priwot tarapyndan seredilse.

8. Ullanylmaga hödürleşi boýunça statsionar we ulaglylar.

Statsionar hereketlendirijiler diýip fundamenti durnukly we hemişelik ýerde gurnalanlara, ulagly hereketlendirijiler bolsa fundamenti hereketlenýän ulaglara gurnalanlara diýilär.

9. Porşeniň hereketiniň ortaça tizligi boýunça



Yuwaş-hereketli (porşeniň ortaça tizligi 6,5 m/s –da çenli) we tz-hereketli (bstrohodnyýe) (porşeniň ortaça tizligi 6,5 m/s we ondan ýokary ).

10. Hereketlendirijilerdäki ýangyjyň ýanmak prosessiniň häsiýetine baglylykda we ýylylygyň daşyna çykmasyň netijesinde emele gelýän mehaniki şň gidişi :

Hemişelik göwrümde (karbýuratorly, gazly we kalorigatorly)

Hemişelik basyşda (kompessorly dizeller)

Garylan ýagdaýda, kä wagt hemişelik göwrümde we kä wagt hemişelik basyşda (kompessorsyz dizeller we gazosuwukly hereketlendirijiler)

### 11.1. Içki ýanmanyň dwigatelleriniň kuwwatlylygy we tygşylylygy

a) Indikatorly we effektiv kuwwatlylyk .

Indikatorly kuwwatlylyk. İşjeň silindriň içinde ýangyç ýanan wagtynda alynýan kuwwatlylyga *indikatorly* diýýärler we “ $N_i$ ” bilen belgileýärler.

Indikatorly kuwwatlylygy diagrammanyň kömegi bilen kesgitlemek mümkin. Onuň üçin “ $P_i$ ” ortaça indikatorly basyşy tapmaly:

$$P_i = \frac{F}{l \cdot a} \quad (11.1.1)$$

bu yerde  $F$  – indikator diagrammasynyň meýdany,  $\text{mm}^2$

$l$  – diagrammanyň uzynlygy (hereketsiz nokatlaryň arasyndaky uzaklyk),  $\text{mm}$

$a$  – basyş gurnawynyň ululygy.

Silindrdäki gazyň bir aýlawynyň dowamynda dwigateliň ýerine ýetirýän işini (dört tapgyrly dwigatelde) güýjüň geçilen ýola köpeldilmegi arkaly kesgitläp bolýar.

$$A = P_i \cdot F \cdot S = P_i \cdot V_s \quad (11.1.2.)$$

bu ýerde  $P_i$  – ortaça indikator basyş,  $\text{n/m}^2$

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

$S$  – porşeniň göçümi,  $\text{m}$

$V_s$  – silindriň işjeň göwrümi,  $\text{m}^3$

Dört tapgyrly dwigatelde doly işjeň sikl tirsekli walyň iki aýlawy netijesinde amala aşýar; diýmek sekundaky aýlawlaryň sany: “ $\frac{n}{60 \cdot 2}$ ” bolar. Dwigateliň silindrleriniň  $i$  sanyny hasaba alsak, bütin dwigateliň kuwwatlylygyny kesgitläp bolar:

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_s \cdot n \cdot i}{60 \cdot 2 \cdot 1000} = \frac{P_i \cdot V_h \cdot n}{12 \cdot 10^4} \quad (11.1.3.)$$

bu ýerde  $V_h$  – dwigateliň ähli silindrleriniň işjeň göwrümi.



$$V_h = V_s \cdot i$$

$i$  – silindrleriň sany

$n$  – tirsekli walyň aýlaw ýygylgy, aýl/min.

Eger silindriň “ $D$ ” diametrini we porşeniň “ $S$ ” göçümini desimetrlerde aňlatsak, onda:

$$\frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot i}{4} = V_l \quad (11.1.4.)$$

bu ýerde  $V_l$  – dwigateliň litražy (sygymy).

(11.1.4) formulany (11.1.3)-e goýup dwigateliň kuwwatlylygyny “l.s”-da alarys:

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_l \cdot n}{900} \quad (11.1.5.)$$

Dürli dwigatelleri deňeşdirmek üçin köplenç litrli kuwwatlylyk (indikatorly) düşünjesini ulanyrlar, ýagny dwigateliň işjeň göwrüminiň litrinden alynýan indikatorly kuwwatlylyk.

## 12. Effektiv kuwwatlylyk

Indikatorly kuwwatlylygyň käbir bölegi dwigateliň özünde harçlanýar we peýdaly ulanylyşa ýaramaýar. Kuwwatlylygyň bu bölegi päsgelçilikli garşylyklardan üstün çykmak üçin (hereket edýän bölekleriň sürtülmesi) hem-de goşmaça mehanizmleri herekete girizmek üçin (nasoslar, wentilýatorlar, generatorlar, magneto we ş.m.) sarp edilýär.

Dört tapgyrly dwigatelde ortaça indikator basyşa görä düzediş bilen hasaba alnan we peýdaly işi amala aşyrmaga ulanylýan kuwwatlylyk indikator kuwwatlylygyň dine bir bölegini düzýär. Bu kuwwatlylygy dwigateliň effektiv ýa-da peýdaly kuwwatlylygy diýip atlandyryrlar we “ $N_e$ ” bilen belgileýärler.

Eger ýokarda agzalan garşylyklary ýeňmek üçin ulanylýan kuwwatlylygyň ululygy  $N_t$  bolsa, onda effektiv kuwwatlylyk:

$$N_e = N_i - N_t \quad (12.1.)$$

bolar.

Eger garşylygy ýeňmek üçin harçlanýan kuwwatlylygy ortaça indikatorly basyşa görä düzediş görnüşinde hasaba alsak, onda ortaça  $P_e$  (Pa) effektiv kuwwatlylygy almak mümkin:

$$P_e = P_i - P_t \quad (12.2.)$$

bu ýerde  $P_t$  – sürtülmäniň ortaça basyşy, Pa.

Tejribeler esasynda sürtülmäniň ortaça  $P_t$  basyşyny karbýurator dwigateller üçin —  $P_t=0,5+0,13 C_t$  diýip kabul edip bolar, bu ýerde  $C_t$  – porşeniň ortaça tizligi, m/s.

$N_i$  formulasynda “ $P_i$ ”-niň ýerine “ $P_e$ ” ululygy goýsak, effektiv kuwwatlylygyň

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot h}{1^2 \cdot 10^4} \quad (12.3.)$$

aňlatmasyny alarys.

b) Peýdaly işiň koeffisienti.

Peýdaly işiň “ $\eta_m$ ” mehaniki koeffisienti – bu effektiv kuwwatlylygyň indikatorla, ýa-da ortaça effektiv basyşyň ortaça indikatorly basyşa gatnaşygydyr.

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} = \frac{P_e}{P_i} \quad (12.4.)$$

Peýdaly işiň mehaniki koeffisienti indikatorly kuwwatlylygyň haýsy böleginiň peýdaly işe harçlanýandygyny görkezýär. Onuň ululygyny dörttapgyrly karbýurator dwigatelleri üçin 0,70-0,85 kabul edip bolar.

Peýdaly işiň “ $\eta_t$ ” termiki koeffisienti. Bu koeffisient sürtülmede, sowamada, ýylylyk geçirmede harçlanan ýitgini hasaba almazdan iş aýlawyny kesgitleýär. Diýmek, peýdaly işiň tehniki koeffisienti ideal basyş diýlip atlandyrylýan aýlawda ulanylýan ýylylygyň derejesini häsiýetlendirýär (teoretiki). Bu aýlaw (teoretiki) diňe işlenip çykarylan gazlar bilen ýitirilýän ýylylygy hasaba alýar.

Peýdaly işiň termiki koeffisientini umumy görnüşde:

$$\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad (12.5.)$$

deňlemesi bilen kesgitleýärler. Bu ýerde

$Q_1$  – ideal dwigatele eltilen ýylylyk;

$Q_2$  – ideal aýlawda ýitirilýän ýylylyk.

Gazly we karbýurator dwigatelleri üçin “ $\eta_t$ ” koeffisientiň takmynan kesgitlemesi:

$$\eta_t = 0,52 - 0,59$$

Peýdaly işiň “ $\eta_i$ ” indikador koeffisienti. Iş ýagdaýynyň kämillik derejesine baha bermek üçin peýdaly işiň indikador koeffisientini ulanýarlar. Bu indikadorly işe öwrülen ýylylygyň, ýangyjyň doly ýananda bölünip çykyp biljek ýylylygyna bolan gatnaşygydyr.

Şeýlelikde, indikadorly koeffisienti işiň dowamyndaky ähli ýylylyk ýitgilerini hasaba alýar. 1 sag. Dowamynda 1 l.s. deň bolan işiň ýylylyk ekwiwalenti:

$$\frac{75 \cdot 60 \cdot 60}{427} = 632 \text{ kkal/ l.s.sag deň. Hakykatda bolsa:}$$

$$Q_i = g_i \cdot Q_h^p \text{ [kkal/ind.l.s.sag.]} \quad (12.6.)$$

ýylylyk harçlanýar. Bu ýerde  $g_i$  – 1 ind.l.s.sag boýunça ýangyç harçlanmasy, (kg);  
 $Q_h^p$  – ýangyjyň ýanmagynyň iň pes ýylylygy.

Ýokarky kesgitlemä görä:

$$\eta_i = \frac{632}{Q_i} = \frac{632}{g_i \cdot Q_h^p} \quad (12.7.)$$

Karbýurator we gazly dwigateller üçin peýdaly işiň indikadorly koeffisienti:

$$\eta_i = 0,22 \div 0,33 \text{ deň.}$$

Peýdaly işiň “ $\eta_g$ ” bagly koeffisienti.

$$\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_t} \quad (12.8.)$$

Peýdaly işiň bagly koeffisienti teoretiki hadysadaka garanyňda hakyky hadysadaky ýangyç ýylylygynyň ulanylyş derejesini häsiýetlendirýär.

$$\eta_g = 0,60 \div 0,90$$

Peýdaly işiň “ $\eta_e$ ” effektiw koeffisienti.

Ol dwigateliň walynda ýangyç ýylylygynyň haýsy böleginiň ulanyşa berilýän mehaniki energiýa öwrülýändigini görkezýär. Şeýlelikde,  $\eta_e$  koeffisient dwigatelde ýylylyk ýitgisini, şeýle hem mehaniki ýitgini hasaba alýar. Ony:

$$\eta_e = \frac{632}{g_e \cdot Q_h^p} \quad (12.9.)$$

formula boýunça kesgitläp bolýar.

bu ýerde: 632 – ýylylyk ekwiwalenti;

$Q_h^p$  – ýangyç ýanmasynyň pes ýylylygy (ýylylyk öndürjilik).

$g_e$  – sagatda 1 effektiv l.s.-e düşýän ýangyjyň udel harçlylygy.

Mundan başga-da, peýdaly işiň effektiv koeffisienti  $\eta_i$ -niň  $\eta_t$ -e köpeltmek hasyly hökmünde hem alyp bolýar:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_t \quad (12.10.)$$

$\eta_e$  koeffisientiň aňlarmasyny gazly we karbýurator dwidateller üçin  $0,22 \div 0,30$  kabul edip bolýar.

### **12.1. Ýangyç harçlanmasyny we sowadyjy suwuň udel harçlanmasyny kesgitlemek**

Peýdaly işiň effektiv koeffisientiniň formulasyndan ýangyjyň udel harçlylygyny (1 e.l.s.sag.-a (kg)) alýarys:

$$g_e = \frac{632}{\eta_e \cdot Q_h^p} \quad [\text{kg}] \quad (12.1.1.)$$

Şu döwrüň dwigatelleri üçin ýangyjyň iň az udel harçlylygy karbýurator dwigatelleriň çäklerinde yrgyldaýar:

$$g_e = 225 \div 300 \quad [\text{g}] \quad (\text{formula})$$

ýangyjyň 1 sagatlyk harçlylygy (kg) -  $Q_{sag} = g_e \cdot N_e \quad [\text{kg}]$

Sowadyjy suwuň udel harçlylygy (1 e.l.s.sag.-a (kg)):

$$g_{sow} = \frac{Q_{sow}''}{(t_2 - t_1) \cdot c} \quad (12.1.2.)$$

bu ýerde:  $Q''_{sow}$ - dwigateliň sowadyjy ulgamynyň (sistemasynyň) goýberýän udel ýylylyk mukdary 1 e.l.s.sag üçin;

$t_1$  – dwigateliň gabyna barýan sowadyjy suwuň temperaturasy, ( $t_1=35\div60$  °C);

$t_2$  – dwigateliň gabyndan çykýan suwuň temperaturasy, ( $t_2=45\div70$  °C);

$C$  – suwuň ýylylyk sygymy, kkal/kg.grad.  
Suwuň sagatdaky harçlanyşy:

$$C_{sow} = g_{sow} \cdot N_e \quad (12.1.3.)$$

bolar.

Ulanýş şertlerinde bu harçlanmalary harçlylyk ölçýjileriniň, ölçeg baklarynyň we terezileriň kömegi bilen kesgitleýärler.

Iş ýüzünde suwuň “ $g_{sow}$ ” udel harçlanmasy sowadyşyň akyjy ulgamy üçin (10-35) kg/e.l.s.sag. düzýär; sowadyşyň ýapyk ulgamy üçin (50-100) kg/e.l.s.sag. Howa bilen sowadyjylýan radiatorlar bar bolan ýagdaýynda suwuň udel harçlanmasy (80-180) kg/e.l.s.sag. ýetýär.

d) Ýylylyk balansy.

Silindrde ýangyç ýananda dwigatele girizilýän ýylylygyň diňe bir bölegi gazlaryň amala aşyrylan peýdaly işi üçin ulanylýar, beýleki bölegi bolsa ýitýär. Ýylylyk balansyny dwigateliň laboratoriya barlaglarynda kesgitleýärler; ony teoretiki taýdan hem takmynan hasaplap bolýar we diagramma görnüşinde bermek mümkin.

Ýylylyk balansynda harçlanyşyň esasy görkezijileri aşakdakylar bolar:

$Q_e$  – effektiv işe öwürülen ýylylyk;

$Q_m$  – mehaniki ýitgilere barabar ýylylyk;

$Q_{sow}$  – sowadyjy suw bilen giderilýän ýylylyk;

$Q_g$  – işini bitiren gazlar bilen gidýän ýylylyk;

$Q_{beyl}$  – beýleki ýitgiler (doly ýanmazlyk, şöhle goýbermek, sowadyjy ýaglar bilen gidýän ýitgiler we ş.m.)

Ähli harçlanýan görkezijileriň jemi kabul edilýän ýylylyga deň, ýagny işjeň ýangyç massasynyň iň pes ýanma ýylylygyna deň.  $Q_h^r$  (kkal/kg)

$$Q_h^r = Q_e + Q_m + Q_{sow} + Q_g + Q_{beyl} \quad (12.1.4.)$$

$Q_h^r$  -i 100 % kabul edip:

$$q_e + q_m + q_{sow} + q_g + q_{beyl} = 100 \quad (12.1.5.)$$

alarys.

bu ýerde:

$$q_e = \frac{Q_e}{Q_h^p} \cdot 100; \quad q_m = \frac{Q_m}{Q_h^p} \cdot 100;$$

$$q_{sow} = \frac{Q_{sow}}{Q_h^p} \cdot 100; \quad q_g = \frac{Q_g}{Q_h^p} \cdot 100;$$

$$q_{beyl} = \frac{Q_{beyl}}{Q_h^p} \cdot 100 \quad (12.1.6.)$$

Ýylylyk balansynda harçlanma görkezijileri adatyça aşakdaky aňlatmalary aýarlar (%) (karbýuratorly we gazly):

$$Q_e \div (20-25)$$

$$Q_m \div (5-10)$$

$$Q_{sow} \div (35-40)$$

$$Q_g \div (23-30)$$

### 13. Ýylylyk dwigatellerin iş sikli

Häziki zaman awtomobillerinde oturdylýan ýylylyk dwigatelleri içinden otlanýan, ýagny ýangyjy silidriň gös-göni içinde ýandyryýan dwigatellerdir.

Eger ýanyşy goldamak üçin zerur ýangyç garyndysynyň zarýadyny silindre girizip, soňra bolsa ony elektrik uçguny bilen otlasaň, köp mukdarda ýylylyk bölünip çykar we silindrde basyş ýokarlanar. Giňelýän gazlaryň basyşy ähli tarapa, şol sanda porşene hem geçip, ony süýşmäge bejbur eder. Şatunyň ýokarky golowkasy (kellejigi) bilen porşeniň barmak arkaly şarnirli birikdirilgidigine, şatynyň aşaky golowkasynyň bolsa kolençatyý walyň şeýkasyna hereketli birikdirilgidigine görä, şatun bilen birlikde porşen süýşende, kolençatyý wal we onuň ujuna berkidilen mahowik aýlanýar. Özünem şonda porşeniň göni hereketi şatunyň we kolençatyý walyň kömegi bilen mahowigiň aýlanma hereketine öwrülýär.

Dwigateliň işlemegini dowam etdirmegi üçin, silindri işlenen gazlardan yzygider arassalap durmak we ony täze ýangyç garyndysynyň zarýady bilen doldyryp durmak zerurdyr. Silindri işlenen gazlardan arassalamak we ony ýangyç garyndysynyň täze zarýady bilen doldyrmak, klapalar bilen ýapylýan iki sany deşik (çykaryş we soryş deşikleri) arkaly amala aşyrylýar.

Silindrde gazlar giňelende, porşen aşak süýşüp, mahowigiň güýjüniň zapasyny täzeden 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 klapanyňyň deşigi ýapylýar. Kolençatyý wal bilen mahowik aýlanmagyny dowam etdirýär, porşen bolsa aşaklygyna gaýdýar. Şonda silindrde seýreklenme emele gelýär we açyk duran soryş deşigi arkaly silindr ýangyç garyndysynyň täze zarýady bilen dolýar.

Porşen aşaky ýagdaýyndaka iş garyndysyny ýakmak maksada laýyk däl, sebäbi giňelýän gazlaryň basyşy peýdalanylýp bilinmez. Aýlanmagyny dowam etdirmek bilen, mahowik kolençatyý wal we şatun arkaly porşeni ýokarlygyna süýşürer, şol wagt silindrdäki deşikleriň ikisiniň hem klapanylar bilen ýapylygy bolýandygyna görä, garyndy gysylar. Gysylan iş garyndysyny elektrik uçguny bilen otlaýarlar, şonda ähli prosesler yzygiderli gaýtalanar.

Dwigateliň silindrinde süýşmek bilen, porşen birden-ä ýokary, birdenem aşaky çetki ýagdaýa baryp ýetýär. Porşeniň öz hereket ugruny üýtgetýän çetki ýagdaýlaryna ýokary we aşaky gymyldamaýan nokatlar diýilýär.

Gymyldamaýan nokatlaryň arasynda porşeniň geçýän ýolyna porşeniň ýoly diýilýär. Porşeniň her gezek ýolynda kolençatyý wal  $\frac{1}{2}$  aýlaw eder, ýa-da  $180^\circ$  aýlanýar. Porşeniň bir gezek ýolynda silindriň içinde bolup geçen prosese takt diýilýär.

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

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

Silindriň iş göwrümi bilen ýanyş kamerasynyň göwrümi bilelikde alnanda, silindriň doly göwrümini emele getirýär. Köp silindri dwigatelerde ähli silindrleriň iş göwrümleriniň jemi litrlerde aňladylýar we oňa 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.

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

Iş garyndysynyň ýanmagy we gazlaryň giňelmegini emele getirýän bir taktly ýerine ýetirmek üçin iki sany taýarlyk taktyny-soryş we gysyş taktlaryny hem-de jemleýji takt bolan çykaryş taktyny ýerine ýetirmek zerur bolandygy bir silindrlilik dwigateliň işleýşiniň şu ýokarda beýan edilen prinsipinden görünýär.

Birinji takt-soryş taktdyr, şol wagt porşen ýokarky gymyldamaýan nokada (a.g.n.-a) tarap süýşýär, şonda soryş dwigateliň klapany açyk, çykaryş deşiginiň klapany bolsa ýapyk bolýar. Silindre seýreklenme döreýär, ýangyç garyndysy bolsa ony doldyrýar. Diýmek, soryş taktly silindri ýangyç garyndysynyň täze zarýady bilen doldyrmak üçin hyzmat edýär.

Ikinji takt – gysyş taktdyr, şol wagt porşen a.g.n.-dan ý.g.n.-a tarap süýşýär, deşikleriň ikisi hem klapanylar bilen ýanyk bolýar. Iş garyndysynyň göwrümi 6,5-

7,0 esse kiçelýär, temperatura 300-400° s-ä çenli ýokarlanýar, şonuň netijesinde bolsa silindrdäki basyş 10-12 kG/sm<sup>2</sup>-a çenli artýar. Gysyş takty iş garyndysynyň oňat garylňagy we otlamaga taýýarlanmaga hyzmat edýär.

Üçünji takt- ýanyş we gazlaryň giňelmeginiň taktydyr. Gysyş taktynyň ahyrynda sweçanyň elektrodларыnyň arasynda elektrik uçguny döräp, ol uçgun iş garyndysyny otlýar. İş garyndysy ýananda bölünip çykan ýylylyk gazlary 2200-2500° temperatura çenli gyzdyrýar, şonda gazlar giňelýärler we 35-40 kG.sm<sup>2</sup> basyş döredýär, şol basyşyň täsiri astynda bolsa porşen ý.g.n.-a tarap süýşýär. Deşikleriň ikisi hem klapanlar bilen ýapylgy bolýar. Porşeniň şol wagtky hereketine hem porşeniň iş ýoly diýip at berýärler. İş ýolynda gazlaryň porşene täsir edýän basyşy porşen barmagywe şatun erkaly kriwoşipe geçirilip, kolençatyý walyň aýlanmagyny döredýär.

Porşeniň iş ýoly ýangyjyň ýanmagynyň ýylylyk güýjüni mehaniki işe öwürmek üçin hyzmat edýär.

Dördünji takt - çykaryş taktydyr, bu taktta porşen a.g.n.-dan ý.g.n.-a tarap ýokarlygyna süýşýär. Şol wagt soruş deşigi ýapyk, çykaryş deşigi bolsa açyk bolýar. İşlenen gazlar silindrden atmosfera çykardyrylýar. Çykaryş taktynyň wezipesi silindri işlenen gazlardan arassalamakdan ybaradyr.

Dwigatel işleýän mahalynda silindrde bolup geçýän işler şu ýokarda görkezilen tertipde üznüksiz gaýtalanyp durýar.

Silindrde belli bir yzygiderlilikde bolup geçýän işleriň –soryş, gysyş, iş ýoly we çykaryş prosesleriniň jemine dwigateliň iş sikli diýilýär.

Şu öwenilýän awtomabillerde dört taktly dwigateller, ýagny porşenleriň her bir dört hodundan ýa-da kolençatyý walyň her gezekki iki aýlawyndan soň taktlary gaýtalanyp durýan dwigateller torydylýar.

Dwigatel 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 mohowigiň toplan güýjüniň hasabyna geçýär.

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

Kriwopiş-şatun mehanizmi gazlar giňelende, olaryň basyşyny özüne kabul edip alýar we porşeniň göniçyzykly, öňe-ýza hereketiň kolençatyý walyň aýlanma hereketine öwürýär. Gaz paýlaýjy zerur ýagdaýyny dwigateliň silindrine öz wagtynda goýbermek we işlene gazlary ondan çykarmak üçin niýetlenendir.

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

Ýaglaýyş sistemasy dwigateliň detallarynyň sürtülýän üstlerine ýag bermek, olary birneme sowatmak we ýagy arassalamak üçin niýetlenendir.

Ýangyç beriş sistemasy benziniň buglary bilen howadan ýangyç garyndysyny taýýarlamak, ony dwigateliň silindrlerine bermek we ýanmadan emele gelen zatlary üçin hyzmat edýär.



Zažiganiýa sistemasy pes naprýaženiýeli togy ýokary naprýaženiýeli toga öwürmek we iş garyndysyny otlar ýaly ony sweçalara eltmek üçin niýetlenilendir.

Şu öwrenilýän bir silindrli dwigateliň işleýşi endigan däl, sebäbi ýanyşyň bolup geýän wagtynda, ýagny iş garyndysynyň giňelýän mahaly-porşen bir iş ýoluny geçende –iki sany taýatlaýyş takty (soryş we gysyş) hem-de jemleýji takty, ýagny çykaryş takty geýär. Agyr mahowigi ulanmak netijesinde bir silindrli dwigateliň işleýşiniň endigansyzlygyny azaltmak bolar. Emma dwigateliň işleýşiniň endigansyzlygyny azaltmagyň has netijeli usuly umumy kolençatyý wally bir silindrli dwigatelleriň birnäçesinden ybarat ýaly bolup durýan silindrli dwigatelleri ulanmaklykdyr. Şu halatda köp silindrli dwigateliň endigan işlemegi dürli silindrlere iş taktlarynyň belli bir yzygiderlikde gezekleşdirilmeginiň hasabyna gazanylýar.

Şu öwrenilýän awtomobilleriň dwigatelleriň esasy tehniki –ekspluatasion maglumatlary 17.1-nji tablisada getirildi.

13.1-nji tablisa

Esasy maglumatlar	Dwigateliň modeli		
	Zil-130	ZMZ-53	GAZ-21 “Wolga”
Silindrleriň ýerleşşi	Bir şekilli		Hatarly
Silindrleriň sany	8	8	4
Silindrleriň işleýiş tertibi	1-5-1-2-6-3-7-8	1-5-4-2-6-3-7-8	1-2-4-3
Kuwwaty a.g.	170	115	75
Iň ýokary kuwwatlylyk bilen işlände kolençatyý walyň aýlan sany, min/aýl	3600	3200	4000
Litraž, l.	6,000	4,250	2,445
Gysyş derejesi	6,5	6,7	6,7

## 14. Kriwoşip-şatun mehanizmi

Kriwoşip-şatun mehanizmi ýanyş-giňeliş taktynda gazlaryň basyşyny özüne kabul edýär we porşeniň gönüçzykly, öňe-yza hereketini kolençatyý walyň aýlanma hereketine öwürülýär. Kriwoşip-şatun mehanizmi silindrleriň golowkaly blogyndan, halkaly porşenlerden, porşen barmaklaryndan, şatunlardan, kolençatyý waldan, mohowikden we karteriň düýbünden ybaratdyr.

Silindrler blogy dwigateliň esasy detalydyr, oňa dwigateliň ähli mehanizmleri we detallary berkidilýär.

Blokda silindrler 90 burç astynda iki hatar edilip V şekilli (ЗИЛ-130 we ЗМЗ-53 dwigatellere) ýa-da bir hatarda dikligine (ГАЗ-21) ýerleşdirilip bilner.

Silindrler bloklaryny çоýundan (ЗИЛ-130) ýa-da аlyumin garyndyly metaldan (ЗМЗ-53 we ГАЗ-21) guýarlar. Karteri we sowadyş köýneginiň dwigateliň silindrlerini gurşap аlyan diwarlaryny hem metallardan guýarlar.

Şu öwrenilýän dwigatelleriň bloklarynda daş-töweregini sowadyjy suwuklyk gurşap alýan gilzalary silindrleriň içine oturdýarlar. Gilzanyň (silindriň) iç ýüzi porşenler üçin gönükdiriji bolup hyzmat edýär. Gilzany gerekli ölçegde ýonup ýasaýarlar we ony oňat ýylmaýarlar. Daş-töweregini sowadyjy suwuklyk gurşap alýan gilzalara öl gilzalar diýilýär. Olaryň aşak böleginde sykyldyjy halkalary bolýar. Gilzalaryň ýokarky ujy bolsa silindrleriň golowkasynyň prodşkladkasy bilen sykylýar. Gilzalaryň has köp iýlip iglenýän (ýokarky) bölegine kislota çydamly çoýundan ýasalan ýuka diwarly gilzalary preslemek netijesinde silindrleriň gilzalarynyň hyzmat ediş möhleti artdyrylýar.

V şekilli 3ИЛ-130 we 3МЗ-53 dwigateliň silindrler blogynyň üsti alýumin garyndyly metaldan ýasalan iki sany golowka bilen, ГАЗ-21 dwigateliň silindrler blogynyň üsti bolsa alýumin garyndyly metaldan ýasalan bir sany golowka bilen ýapylýar. Silindrleriň golowkasynda ýanyş kameralary ýerleşýär, şol kameralarda bolsa zažiganiýe sweçalary üçin hyrly deşikler bolýar. Ýanyş kameralaryny sowatmak üçin olaryň daşynda ýörite köýnek ýasalandyr.

Silindrleriň golowkasynyň üstünde gaz paýlaýjy mehanizmiň detallary berkidilendir. Silindrleriň golowkasynda soryş we çykaryş kanallary ýasalandyr hem-de klapanalaryň oturtma ýerleri we gönükdiriji wtulkalary oturdylandyr. Silindrler blogynyň we golowkasynyň arasynda germetikligi döretmek üçin metally-asbestli prokladka goýulýar, golowka bolsa silindrler blogyna gaýkaly şpilkalar arkaly berkidilendir.

3МЗ-53 dwigatelde silindrleriň ýokarky bölegindäki gilzalaryny diňe silindrleriň golowkasy saklaýar, şoňa görä-de dwigatel ýygnalanda, gilza blogyň silindrler golowkasy bilen birigýän tekizliginden 0,02-0,09 mm ýokary çykyp durmagy üçin, gilzanyň aşaky böleginiň sykyldyjy mis halkalarynyň komplektini saýlap almak zerurdyr. Silindrler golowkasynyň ýokarsy ştamplanyp ýasalan gapak bilen ýapylýar. Şol gapak bilen golowkanyň arasynda ýaga çydamly rezinden ýasalan prokladkalary goýarlar.

Porşen iş taktýnda gazlaryň basyşyny özüne kabul edýär we ony porşen barmagy hem-de şatun arkaly kolençatyý wala geçirýär. Porşen alýumin garyndyly metaldan guýlup ýasalan düňderilgi silindrik stakan şekilindedir. Porşeniň ýokarky böleginde ganawjykly golowkasy bolup, ol ganawjylaryň içine porşen halakalary ýerleşdirilýär. Golowkanyň aşak ýanynda porşeniň hereketini gönükdirýän ýubka ýerleşdirilýär.

Porşeniň ýubkasynda porşen barmaklary üçin deşikleri bolan priliwler – bobuşkalar bolýar.

Dwigatel işlände porşen gyzyp, giňeler, şoňa görä-de eger onuň bilen silindriň aýnasynyň zerur möçberde zazor goýulmasa, onda ol silindrde dykynyp galar, dwigatel bolsa işlemegini bes eder. Emma welin porşen bilen silindriň aýnasynyň arasynda uly zazoryň bolmagy hem islege laýyk däl, sebäbi ol gazlaryň bir böleginiň dwigateliň karterine geçmegine, silindrde basyşyň peselmegine we dwigateliň kuwwatynyň azalmagyna getirýär. Dwigatel gyzanda porşeniň dykylýp galmazlygy üçin, porşeniň golowkasyny ýubkasyndan kiçiräk diametrli ýasaýarlar, ýubkanyň özüni bolsa keseligine kesigi silindriň formalý däl-de, özüniň tekizliginde porşen barmagyna perpendikulýar bolup durýan uly oky

bolan ellips görnüşinde ýasaýarlar. Porşeniň ýubkasynyň gytak kesigi bar. Porşeniň süýrgült formalýdygyna we onuň ýubkasynda keseginiň bardygyna görä gyzgyn dwigatel işläp durka porşeniň dykynyp galmagynyň öňi alynýar.

Şu öwrenilýän ähli dwigatelleriň porşenleriniň umumy gurluşy prinsipial taýdan birmeňzeşdir, emma olaryň her biri öz diametri bilen we diňe şol dwigatele mahsus birentek aýratynlyklary bilen tapawutlanýar. Mysal üçin, 3ИЛ-130 dwigateliň porşeniniň golowkasynda çoýundan guýlup ýasalýan halka bolýar, şol halkada bolsa ýokarky porşen halkasy üçin ganawjyk bar. Şeýle konstruksiýa porşen halkasynyň astyndaky ganawjygyň sürtülip ýonulmagynyň azalmagyna ýardam edýär.

Öwrenilýän dwigatelleriň porşenleriniň ýubkalarynyň aşaky böleginde kolençatyý wal aýananda onuň garşylyk agramlarynyň geçmegi üçin çukanaklary bolýar. 3МЗ-53 dwigatelleriň porşenleriniň ýubkalarynyň uzaboýuna kesiginiň formasy kesik konus görnüşindedir. 3ИЛ-130 dwigatelleriň porşenleriniň ýubkalarynda gytak kesik, 3МЗ-53 we ГАЗ-21 dwigatelleriň porşenleriniň ýubkalarynda bolsa Т şekilli kesik bolýar.

Şatun bilen porşeni dogry ýygnamak üçin porşenleriniň köpüsiniň golowkasynyň düýbünde “Öňe” diýen ýazgyly oýtak strelka ýasalandyr. 3МЗ-53 dwigatelleriň porşenlerinde “Öňe” diýen ýazgy bobuşkalaryň dilkawlarynda ýerleşýär.

Öwrenilýän ähli dwigatelleriň porşenleri mehaniki taýdan işlenip bejerilenden soň, olaryň daşyna galaýy çalýarlar, bu bolsa olaryň oňat işlemeklerine we dwigatel ilki işläp başlan döwründe olaryň sürtülip ýonulmagynyň azalmagyna ýardam edýär.

Dwigatellerde ulanylýan porşen halkalary kompressiýa halkalaryna we ýag syryjy halkalara bölünýärler. Kompressiýa halkalary silindrde porşeni saklaýarlar we gazlaryň silindrlerden kartere geçmegini azaltmak üçin hyzmat edýärler, ýag syryjy halkalar bolsa artykmaç ýagy silindrleriň aýnasyndan ýayrýarlar we ýanyş kamerasyna ýagyň aralaşmagynyň önüni alýarlar. Çoýundan ýa-da polatdan ýasalan halkalaryň diligi (gulpy) bolýar.

Porşen silindrde otyrdylmakçy bolanda, önürti porşen halkasyny gysýarlar, şonuň netijesinde onuň silindriň aýnasyna jebis gelmegi üpjün edilýär. Halkalaryň faskalary bolýar, şolaryň hasabyna bolsa halka birneme gyşaryar we silindriň aýnasyna has çalt jebisleşýär.

Şu öwrülýän dwigatelleriň porşenlerinde oturdylýan halkalaryň sany birmeňzeş däl, 3МЗ-53 we ГАЗ-21 dwigatelleriň porşenleriniň her birinde iki sany çoýun kompresiýa halkasy, 3ИЛ-130 dwigateliň porşenleriniň her birinde bolsa üç sany çoýun kompresiýa halkasy oturdylýar.

ГАЗ-21 we 3МЗ-53 dwigatellerde ýag syryjy halkalaryň biri oturdylýar. Ýag syryjy halkalaryň kompresiýa halkalaryndan tapawudy, olarda ýag üçin porşeniň içine geçýän dilikleriň barlygyndan ybaratdyr. 3ИЛ-130 dwigatellerde hem syryjy halkalaryň biri bolýar, ýöne welin ol dört sany aýry-aýry elementden –kesikli iki sany ýuka polat halkadan we gofrirlenen iki sany (okuň ugruna we radial) polat giňeldijiden ybaratdyr.

Halkalaryň sazlaşygyny gowulandyrmak üçin, olaryň daş ýüzüne ýukajyk galaýy çalyrlar. Sürtülme zerarly iglemegini azaltmak üçin, ýokary kompressiýa halkasynyň daşyny (3ИЛ-130 dwigatelde bolsa iki ýokarky kompressiýa halkasynyň daşyny) öýjük- öýjük hrom gatlagy bilen örtýärler. Halkalar porşene oturdylanda, olaryň gulplara dürli taraplara ýerleşdirilmelidir.

Porşen barmagy porşeni şatunyň ýokarky golowkasy bilen şarnirli birikdirýär. Barmak içi boş silindr şekilli steržer görüşinde şasalandyr, onuň daş ýüzi bolsa ýokary ýygyllykly tok bilen gyzdyrylyp toplanandyr.

Biziň öwrenýän dwigatellerimizde “ýüzýän barmaklar”, ýagny şatunyň ýokary golowkasyna hem, porşeniň bobyşkalarynda hem erkin aýlanyp bilýän barmaklar ulanylýar, bu bolsa barmagyň has endigan igelmegine ýardam edýär.

Barmak bobyşkalardan çykyp silindri sypjymaz ýaly, barmagyň okunyň ugruna bolan süýşmesi porşeniň bobyşkalaryndaky çukanaklarda oturdylan (iki sany) kesikli polat halka bilen çäklendirilýär.

Şatun kolençatyý waly porşen bilen birikdirmek üçin hyzmat edýär. Iş garyndysynyň ýanyşy we gazlaryň giňemesi taktynda porşende döreýän güýç şatunyň üsti bilen kolençatyý wala geçirilýär. Kömekçi taktlarda (soruşda, gysyşda we çykaryşda) porşen kolençatyý waldan şatunyň üsti bilen herekete geçirilýär.

Şatun iki tawroly kesikli polat sterženden, söküp-düzüp bolmaýan ýokarky aýrylmaýan we aşaky aýrylýan golowkalardan ybaratdyr. Onuň ýokarky golowkasyna porşen barmagy oturylandyr, aýaky golowkasy bolsa kolençatyý walyň şatun şeýkasyna berkidilendir.

Sürtülmäni azaltmak üçin şatunyň ýokarky golowkasyna бүрүнч wtulka peslenip oturylandyr, iki bölekden ybarat aşaky golowkasyna bolsa ýukajyk bimetal wkładyşlar oturylandyr, bu wkładyşlar iç ýüzüne antifriksion garyndynyň ýuka gatlagy çalnan polat lentadan ybaratdyr. Şatunyň aşaky golowkasynyň iki bölegi hem iki sany bolt bilen berkidilendir, şol boltlaryň gaýkalary bolsa dwigatel oşlände, öz-özünden tovlanyp açylmaz ýaly edilip şplintlenendir. Şatunyň serženinde detalyň nomeri ştamplanandyr, gapagynda bolsa bellik edilendir. Şatundaky nomer we onuň gapagyndaky bellik hemişe bir tarapa bakdyrylmalydyr. Şatunyň ýokarky hem aşaky golowkasyna ýag ýetirilýär; ýag aşaky golowkasyna kolençatyý waldaky kanaldan, ýokarky golowkasyna bolsa dilkawdan gelýär. Şatunyň aşaky golowkasynyň ýag deşik arkaly silindrleriň diwarlaryna syçraýar.

V şekilli dwigatellerde kolençatyý walyň bir şatun şeýkasyna iki şatun berkidilýär. Olary porşenler bilen dogry ýygnamak üçin silindrleriň sag hatarynyň şatunlaryndaky nomeri awtomobiliň hereketi boýunça seredeninde yza bakdyrylandygyny, çep hatarynyň şatunlaryndaky nomeri bolsa öňe bakdyrylandygyny, ýagny porşendäki ýazgy bilen gabat gelýändigini ýatda saklamak gerek.

Kolençatyý wal porşenlerden şatunlar arkaly geçirilýän güýçleri kabul edip alýar we olary aýlaýjy pursada öwürýär. Soňra şol aýlaýjy pursat mahowigiň üsti bilen transmissiýanyň agregatlaryna geçirýärler.

3ИЛ-130 dwigatelliň kolençatyý waly sozulyp ýasalandyr, 3М3-53 we ГАЗ-21 dwigatelleriň kolençatyý wallary bolsa berkligi ýokary derejeli çоýundan guýlandyr.

Kolençatyý wal oňat ýylmanan düýp we şatun şýkalaryndan, ýañaklardan we agram garşylyklardan ybaratdyr. Kolençatyý walyň öň ujunda paýlajy şesternýanyň we wentelýatory hereketlendirijiniň şkiwiniň şponkasy üçin çukanak, şeýle hem hrapowigi berkitmek üçin hyrly deşik bardyr: walyň yzky ujy flanes görnüşinde ýasalandyr, oňa bolsa mahowik boltlar bilen berkidilendir. Kolençatyý walyň yzky ýogyn ujundan çykanda peredaçalar gutusynyň eýerdiji walynyň podşipnigi ýerleşýär.

Kolençatyý walyň şatun şýkalarynyň sany we ýerleşşi silindrleriň sanyna baglydyr. Silindrleri bir hatarda ýerleşdirilen dwigatelde olaryň sany silindrleriň sanyna deňdir, V şekilli dwigatelde sanynyň ýarysyna deňdir, sebäbi walyň her bir şatun şýkasynda iki - silindrleriň çep hatarynyň bir şatuny hem-de sag hatarynyň bir şatuny oturdyladyr.

Dürli silindrlerde iş taktlarynyň endigan gezekleşmegi üçin zerurlygy sebäpli, köp silindrli dwigatelliň kolençatyý walynyň şatun şýkalary dürli tekizliklerde ýerleşdirilip ýasalýar.

Dört silindrli ГА3-21 dwigatelde şýkalar  $180^\circ$  burç astynda ýerleşdirilendir.

Sekiz silindrli V şekilli ЗИЛ-130 we ЗМЗ-53 dwigatelliň jolençatyý walynda  $90^\circ$  burç astynda ýerleşdirilen dört şatun şýkasy bolýar.

ЗИЛ-130, ЗМЗ-53 we ГА3-21 dwigatellerde kolençatyý walyň düýp şýkalarynyň sany şatun şýkalaryndan bir sany artykdyr, ýagny, her şatun şýkasynyň iki tarapynda hem düýp şýka bolýar. Şeýle kolençatyý wallara doly daýançly kolençatyý wallar diýlip at berilýär.

Düýp we şatun şýkalary öz aralarynda ýañaklar arkaly berkidilendir.

Krowopişleriň döredýän merkezden daşlaşýan güýçlerini azaltmak üçin, kolençatyý walda agram garşylyklary ýasalandyr, şatun şýkalary bolsa içi boş edilendir. Berkligini ýokarlandyrmak we hyzmat ediş möhletini uzaltmak üçin, polatdan ýasalan wallaryň düýp we şatun şýkalarynyň üstüni ýokary ýygyllykly tok bilen gyzdyrp toplaýar.

Düýp we şatun şýkalary walyň ýañaklarynydany kanallar (deşikler) arkaly birigýärler. Bu kanallar düýp podşipniklerden şatun podşipniklerine ýag eltmek üçin ýasalandyr.

Walyň her şatun şýkasynyň içinde hapa tutyjynyň polyny ýerine ýetirýän boşlyk bar. Hapa tutyjynlara ýag duýp şýkalardan barýar we wal aýlananda ýagdaky hapa bölejikleri merkezden daşlaşýan güýçleriň täsiri astynda ýagdan saýlanýarlar we hapa tutyjynyň diwarynda çökýärler, şatun şýkalaryna bolsa arassalanan ýag barýar. Hapa tutyjylary özleriniň ujundaky hyrly dykyny açyp, diňe dwigatel sökülende arassalaýarlar.

Walyň boýynlygyna tarap süýşmesi birinji düýp podşipnigiň iki tarapynda ýerleşdirilen polat – babbitt direg şaýbalary bilen çäklendirilýär. Kolençatyý walyň dwigateliň karterinden çykýan ýerleride ýagyň karterden daşyna akmagynyň önüni alýan salnikler we sykyldyjylar bardyr.

Walyň öňki ujunda öz-özi gysylýan rezin salnik oturdylýar, yzky ujunda bolsa ýagy yzyna gaýtaryjy hyr ýa-da ýagy yzyna serpikdiriji ernek ýasalýar.

Yzky düýp podşipnikde ýagy yzyna gaýtaryjy hyrdan ýa-da ýagy yzyna serpikdiriji ernekden gelyän ýagy saklaýan ýag tutyjy kanallar edilendir we iki bölek asbest sapagyndan ybarat bolan salnik oturdylandyr.

## **15. Şatun we düýp podşipnikler**

Işleýän dwigatelde kolençatyý walyň şatun şýkalaryna we düýp şýkalaryna örän uly agram düşýär. Sürtülmäni azaltmak üçin, walyň şýkalary bimetallik ýa-da trimetallik wkladyşlar görnüşinde ýasalan typma podşipniklerinde ýerleşýärler. Bimetallik wkladyş ýüzüne antifriksion garnuwyň – babbitiň ýukajyk gatlagy çäýylan polat lentadan ybaratdyr, trimetallik wkladyş bolsa polat lentadan, aşaky mis-nikel gatlagyndan we babbitt gatlagyndan ybaratdyr. Her bir düýp ýa-da şatun podşipniginiň wkladyşy iki ýarty bölekden ybarat, olar şatunyň aşaky aýrylýan golowkasydna we blogyň öýjüginde hem-de düýp podşipniginiň gapagynda oturdylýar. Düýp ýa-da şatun podşipniginiň oýtagyna girýän tümmejik wkladyşlary aýlanmakdan saklanýar. Düýp podşipnikleri boltlar hem-de gaýkalar bilen berkidilip, ol boltlar we gaýkalar bolsa öz-özünde tovlanyp açylmaz ýaly sim bilen şplintlenendir ýa-da gulp plastinkalary bilen bytnamaz ýaly edilip pugta berkidilendir.

3M3-53 dwigatelde pes temperaturalarda blogyň alýumin garnuwly metaldan ýasalan düýp podşipniklerinde kolençatyý walyň dykylyp galmazlygy üçin, düýp podşipnikleriň gapaklary çöýundan ýasalýar.

Mahowik dwigateliň işleýşiniň näsazlygyny kemeldýär, porşenleri gymyldamaýan nokatlatdan çykarýar, dwigateliň işläp başlamagyny ýeňilleşdirýär we awtoboliň duran yerinden endigan ugramagyna ýardam edýär. Mahowik ullakan, agyr çöýun disk görnüşinde ýasalandyr we kolençatyý walyň flanesiýe gaýkaly boltlar bilen berkidilendir. Mahowik ýasalanda, onuň agramy kolençatyý walyňky bilen sazlanýar. Dwigatel sökülende mohowigiň agram sazlygynyň bozulmagynyň önüni almak üçin, mohowik ýerleşiş simmetrik bolmadyk ştiftlerde ýa-da boltlarda berkidilendir. Mahowigiň gurbaşynda polat şarjagaz preslenip otyradylandyr ýa-da kegitleýiş belgileri edilendir, şarjagaz ýa-da belgiler boýunça birinji silindriň porşeniniň ýokarky gymyldamaýan nokada gelendigini kesgitleýärler we zažiganiýäniň goýluşyny barlaýarlar.

Dwigateliň silindrler blogy bilen bilelikde guýlan karteri esasy düýp detal bolup äyzmat edýär. Kartere kriwoşip-şatun mehanizminiň we gaz paýlaýjy mehanizmiň detallary berkidilýär.

Berkligini ýokarlandyrmak üçin karteriň içinde gapyrgalar ýasalandyr, şol gapyrgalarda kolençatyý walyň düýp podşipnikleri we gaz paýlaýjy walyň daýanç şýkalary üçin öýjükler ýonulandyr. Aşagyndan karter ýuka polat listdan ştamplanyp ýasalan düýp bilen ýapylandyr.

Karteriň düýbi ýag üçin gap bolup hyzmat edýär we şol bir wagtyň özünde dwigateliň detallaryny hapadan we tozandan goraýar. Düýbün böleginde hyrly dyky bilen ýapylýan deşigi bolýar, şol deşik şagy dökmek üçin ýasalandyr. Karteriň düýbi kartere boltlar bilen berkidilendir. Şagyň syzyp çykmazlygy üçin

düýp bilen karteriň arasynda dyky prodkladkalary we rezin sykaladyjylary goýlandyr.

Dwigateliň rama berkidilişi ähtibarly bolmalydyr, şol bir wagtyň özünde hem dwigatel işlände we awtomobil hereket edende ýüze çykýan sarsgynlary ýeňilleşdirmelidir. Berkitmäniň her elementi bir ýa-da iki rezin diskden, polat şaýbalardan, wtulkalardan we boltlardan ybaratdyr. Dwigatel rama üç ýa-da dört nokatda berkidilip bilner. ЗИЛ-130 we ГАЗ-21 dwigatel dört nokatda berkidilýär.

3МЗ-53 dwigateli rama öň tarapda ştamplanyp ýasalan we silindrler blogyna towlanyp berkidilen kroiteýnleriň aşagynda goýlan iki sany rezin ýassykda, yz tarapda bolsa stepeniýäniň karteriniň dilkawlarynyň astynda goýlan iki sany rezin ýassykda berkidilýär. Bu dwigatelde öňündäki daýanç nokatlary tormoz berlende, awtomobil duran ýerinden ugranda we stepeniýe ýazdyrylanda, awtomobiliň hereketiniň ugruna ýüze çykýan güýçleri hem özlerine kabul edýärler. Awtomobile tormaz berlende ýa-da ol bat alanda, dwigateli awtomobiliň hereketiniň ugruna süýşmeginden bir ujy silindrler blogyna, beýleki ujy bolsa ramanyň kese germewine berkidilen taýaga saklaýar.

ЗИЛ-130 dwigateliň yzky daýançlarynyň gurluşy hem 3МЗ-53 dwigateliňki ýalydyr, paýlaýjy şesternýalaryň gapagynyň aşagyna oturdylan kronşteýn bolsa öňki daýanç bolup hyzmat edýär.

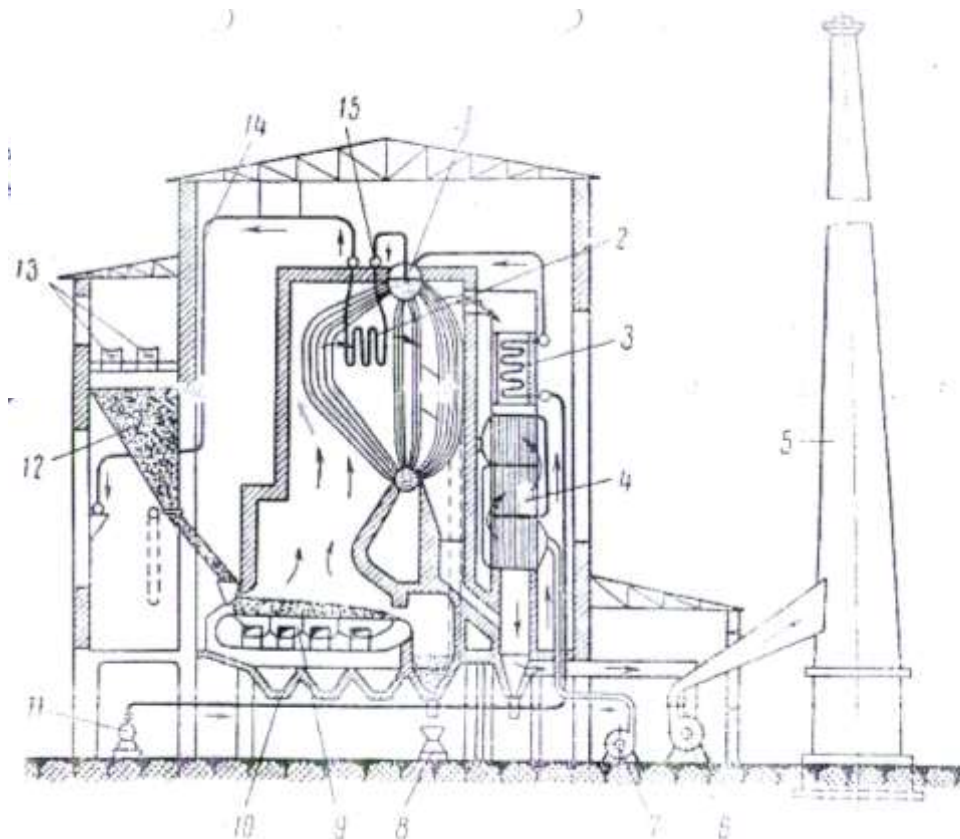
## **16. Gazanly guralmasynyň shemasy**

Gazanly guralma diýlip-berlen parametr daki bugy talap edilýän mukdarda öndürmek üçin niýetlenen gurulmalaryň toplumyna aýdylýar. Gazanly guralmalaryny belenilişinden baglylykda indikilere bölýärler.

1. Bugly hereketlendirijileri bug bilen üpjün ediji, energetiki.
2. Tilsimatly maksatlar üçin ýyladyş, şeýle-de käbir ýagdaýlarda energetiki maksatlar üçin bugy işläp çykaryjy, önümçilik-ýyladyşly.
3. Diňe ýyladyjy gurulmalary ýylylyk bilen üpjün ediji ýyladyşly.

Döwrebap gazan gurulmasy (16.1-nji çyzgy) indiki esasy elementlerden ybaratdyr: bug emele gelme prosessi bolup geçýän bug gazany 7, ýakyjy 1, bugy gaýtadan gyzydryjy 6, ýagny bugyň berlen temperaturada gyzmagyna üpjün ediji, suw ekonomazyeri 8, gazana gidýän suwy gyzydymak üçin howurgyzydryjy 9.

Bularyň barysy polat karkasda bir umumy örtükde (5) ýerleşendir.



16.1-nji çyzgy . Gazan gurulmasynyň shemasy.

- |                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| bu ýerde: 1– ojak,        | 7 – bug gazany,         |
| 2 – iýmitlendiriji nasos, | 8 – suw ekonamazy,      |
| 3 – ýangyç üçin banker,   | 9 – howa gyzdyryjy,     |
| 4 – ýangyç berilme,       | 10 – üfleýjiemalladyjy, |
| 5 – örtük,                | 11 – tüsse soryjy,      |
| 6 – bug gyzdyjy,          | 12 – trubasy.           |

Gazanly gurulmasyna agzalyp geçilenlerden başgada indiki kömekçi gurulmalar hem girýär, çekiji gurulmalar – tüsse trubasy (12) we tüsse soryjy (11), howany ýakyja howa gyzdyryjynyň üsti bilen gysyp ýygnamak üçin üfleýji şemalladyjylar (10), iýmitlendiriji nasoslar (2), ýangyç beriji (4). Gazanly gurulmalary kül aýyrmak we kül tutmak üçin gurulmalar, şeýle-de gözegçi, ölçeýji abzallar we awtosazlaýjy apparatura bilen enjamlaşdyrylýar. Uly gurulmalarda tozany bölek ýangyçdan taýýarlamak üçin ýangyç taýýarlaýjy gurulma seredilýär.

Seredilen shema – umumy, kiçi gazan gurulmalarynda käbir elementler bolman biler. (howa gyzdyryjy, üfleýji gurulma we beýlekiler).



## 16.1. Gazanly gurulmalaryň iş prosesi we esasy häsiýetnamalary

Gazanly gurulmada iş prosesi indiki ýagdaýda bolup geäýär: ýakyjyda ýangyç ýanýar we gaz görnüşli önümler emele gelýär. Şol wagtda bölünip çykýan ýylylyk suwa berilýär şonuň netijesinde bug emele gelme bolup geçýär, ýylylyk adatça şol bir wagtda iki usul bilen berilýär. Şöhlelenme we konweksiýa bilen, (83) formulada görnüşi ýaly, şöhlelenme bilen berilýän ýylylyk gazlaryň temperaturalarynyň 4-nji derejesinde göni baglansyklydyr. Şonuň üçinem şöhlelenme bilen ýylylyk çalyşma aýratynam ýokary temperaturada has täsirlidir. Gazan gurluşly ösüşiniň häsiýetli tarapy, şöhleli ýylylyk çalşyрмаň bu aýratynlygynyň tutuş dünýäde ulanylmagydyr.

Döwrebap gurulmalaryň ojaklaryny düzgün boýunça ekranlaşdyryp ýerine ýetirýärler, ýagny onuň diwarlarynda radiasion sütün borçlaryny ýerine ýetiriji turbalary yerleşdirýärler.

Ýanýan gaz görnüşli önümler ojakdan çykyp gaz äkidijä gelýärler we gazanyň üstlerine konweksiýa we bölekleyji şöhlelenme bilen ýylylyk geçirýär. Şöhlelenme bilen ýylylyk çalyşmaň täsiri gazlaryň temperaturalarynyň peselme çägi boýunça gaz gidijilerde kemelýär; konwektiw ýylylyk çalyşma degişli ulalýar. Konwektiw ýylylyk çalyşma gazlaryň temperaturalaryndan haz az baglydyr. (88 formula). Şonuň üçinem döwrebap gazanly gurulmalarda gyzyşyň konwektiw üstüne kemeltmäge çalyşýarlar, mundan başga-da gazlaryň, suwlaryň hereketleriniň tizlikleriniň ulalmagy we beýleki çäreleriň giden hatary, ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini ýokarlandyrýar, şonuň bilen bilelikde bug gazanyň içki diwaryny ýuwyýan suwa gazlardan ýylylygynyň geçmegini gowulandyryar.

Bug emele gelme bug bolup gazanynda mydamalyk basyşda bolup geçýär. Onuň işiniň howpsuzlygy we ygtybarlygy uly çäklerde mydamalyk gyzyş üstleriniň diwaryny içinden işçi madda sowadýar (suw, buglysuw, garyndy). Ol diwarlardan gazlar bilen daşyndan berilýän ýylylygy äkidýär. İşçi maddanyň üznüksiz hereketine “oýlanma” diýilýär. Aýlanmaň yoklygynda diwarda bugyň köpürjileriň ýygnalmasyndan gaça durup bolmaýar, sebäbi bugyň ýylylyk geçirijiligi suwyň ýylylyk geçirijiliginden has azdyr. Şeýle diwaryň öte gyzmasyna we şonuň netijesinde şikeslenmä getirip biler we tebigy aýlanma emele geler.

Birinjini nasoslaryň kömeginde mejbury ýerine ýetirýärler. Ikinji ýagdaýda aýlanma kontury (31 çyzgy) baraban (2) we kollektor (5) bilen birleşdirilen iki sany trubadan durýar. Eger truba (7) ýylylyk getirilse, dyklyzlygy gyzdyrylmaýan trubadaky (4) suwuň dyklyzlygyndan az bolan bug suwly garyndy emele gelýär. Suw barabandan truba (4) boýunça kollektora düşýär, ol ýerden galdyryjy truba (7) eýýäm bug suwly garyndy görnüşinde barabana gaýdyp gelýär, bu ýerde bug geçiriji boýunça sarp edijä äkidilýär, bug bölünip çykýar. Şol bir baraban iýmitlendiriji suwy eltýär.

Bug gazanyň esasy häsiýetnamalary onuň kuwwatlylygy we işlenilip çykarylýan bugyň parametrlidir. Kuwwatlylyk gazanyň öndürilijligi  $D$  (kg/s) kesgitlenilýär.

Işlenip çykarylýan bugyň parametrleri gazan bugyň basyşy we temperaturasy, doýgun bugyň basyşy we gurylygynyň derejesi bilen kesgitlenilýär.

Gazanly gurulmanyň işiniň tygşytllygyny kesgitlemek üçin ýylylyk balansyny düzýärler, ýagny ojaga gelýän ýylylygyň mukdarynyň we ähli ýylylyk ýitgileriniň hasaby bilen bagyň öndürilijiline gidýän bugyň mukdarynyň arasynda deňligi ornaşdyrýarlar, ýylylyk balansynyň turbasyndan durýar. Eger truba (7) ýylylyk getirse dykyzlygy gazdyrylmaýan trubadaky (4) suwyň dykyzlygyndan az bolan suwly garyndy emele gelýär, deňlemäniň umumy görnüşi aşakdaky ýaly bolýar:

$$Q_H^P = Q_1 + \sum Q_{\text{пот}} \quad (16.1.1.)$$

Bu ýerde:  $Q_1$  – bug bilen alynýan ýylylyk KDZ/kg;

$\sum Q_{\text{пот}}$  – ähli ýylylyk ýitgeleriniň bahasy KDZ/kg.

Ýokarda görkezilen ýylylyk ýitgelerinden başga-da, işlenen gazlar  $Q_2$  bilen hem ýylylyk ýitýär.

Şeýlelik bilen, gananly gurulmanyň ýylylyk balansyny ýaýbaňlandyrylan görnüşde bermek mümkin:

$$Q_H^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (16.1.2.)$$

Bu deňlemeden gananly gurulmanyň peýdaly täsir koeffisiýenti üçin aňlatmany almak mümkin:

$$h_{k,y} = \frac{Q_1}{Q_H^P} \quad (16.1.3.)$$

Döwrebap kuwwatly gananly gurulmalary.

## 16.2. Suw taýýarlanyş

Suwy gazana iýnitlendiriji nasoslar bilen berilýär. Özbaşdak iýmitlenmede her gazanda bugy ýa-da elektriki geçirijili bir işçi nasosy we bugly geçirijili bir atiýaçlyk nasosyny ornaşdyrýarlar. Her bir nasosyň berilişi gazanyň 120% ylaýyk bug öndürilijiligidin bolmaly däl. Gazanlary merkezleşdirip iýnitlendirilmesinden bugy ýa-da elektriki geçirijili we ählisi işçi gananlaryň 120% bahaly ylaýyk bug öndürilijiligidin kiçi bolmadyk iki sany nasosy ornaşdyrýarlar. Mundan başga-da her gazanda bugyň 120% öndürilijiligidin az bolmadyk berişi bir atiýaçlyk bug nasosyna seredilýär.

Gazanly iýmitlendirmek üçin tebigy suwy düzgün boýunça, ulanyp bolmaýar. Çäge we onda asylyp duran beýleki organiki maddalar çökündilemek bilen, ýylylyk geçirijiligi ýaramazlaşdyrýar. Erän mineral we organiki duzlar suwuň gyzdymagyna we bugarmasynda köpürjik emele gelýär, gaty çökündileri gyzyşyň içki üstünden emele getirmek bilen, çökündä düşýärler. Käbir birleşmeler gowşak çökündi (meselem,  $\text{CaCO}_3$  – hek galyndy görnüşinde bölünýär). Bularyň barysy diwardan suwa ýylylyk berilmäni peseldýär, yz ýanyndan bolsa, bug

öndürüjilik peselýär we ýangyjyň çykdaýjysy ulalýar. Mundan başga-da, şeýle çökündiler aýratynam ýokary temperaturalar zonasynda metalyň berkligi üçin howply ýagdaýda çenli barabanyň diwarynyň öte gyzmagyna getirip biler.

Gazany diňe himiki derňewiň berlenleri boýunça bu maksatlar üçin ýaramly bolup durýar suw bilen iýmitlendirmek mümkin. Suwyň hiliniň kadaly bugyň parametrlерinden baglylykda gazanlaryň aýry görnüşleri üçin düzülen. Döwletgaz instuksiýalary bilen ornaşdyrylandyr. Suwyň häsiýetnamalarynyň baş parametrlерiniň birisi – gatylykdyr, ýagny onuň aşagynda litrini milligramda – ekwiwalentda aňladylýar, kalsiýiň we magniý ereýän duzlarynyň saklanylmagyna düşünilýär (1 mg-ekw) 1 20,04 mg/l kalsiýaň ýa-da 12,26 mg/l magniň saklamagyna gabat gelýär).

Gazanlary iýmitlendirmek üçin suwyň işlenip bejeriliş usuluny ýöriteleşdirmek (taslama) gurama belleýär.

Gazanly gurnamanyň elementleriniň işçi üstleriniň poslamasynyň önüni almak üçin iýmitlendiriji suwny deaerasiýasyny ulanýarlar.

Deaerasiýa – suwda ereýjiligiň temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen gidýändigine esaslanandyr. Himiki deaerasiýasynyň iýmitlendiriş suwuna suwda erän kislorody baglaýjy, natriý suefatynyň  $Na_2 SO_3$  kadalaşdyrylmagy ýaly geçirilýär.



Gazanly otaglara bildirilýän talaplar.

Gazan jaýy “Suw we bug gyzdyryjy gazanlaryň goralys we howpsuz ulanyş düzgünleri” hereket edýän talaplaryna şeýle-de hereket edýän “Gurluşuk kadalary we düzgünlerine;”, “Senagat kärhanalary we ilaty ýerleri gurluşyk taslamasynyň ýangyna garşy kadalaryna”, “Senagat kärhanalaryny taslamagyň sanitar kadalaryna” jogap bermelidir.

Gazan jaýy ýaşayş jaýlaryna we jemgyýetçilik otaglaryna ýakyn bolmaly däldir. Gazan jaýy önümçilik korpusyna olaryň oda durnuklylygy 4 sagatdan az bolmadyk çäkli ýangyna garşy diwar bilen bölünmegi şertinde ýakyn bolup biler. Gazanlaryň üstünde haýsydyr bir otaglaryň gurulmasyna ýol berilmeýär.

Döwletgaz düzgünlerinde ýörite aýdylýan, az kuwwatlylyk gazanlary, hat-da önümçilik otaglarynyň içinde ornaşdyrmak mümkin. Şol wagtda olary otagyň galan böleginde geçmek üçin gapyly 2 m pes bolmadyk ýanmaýan böwetlik bilen aýrylaýrlar. Gazanly jaşda ýaşayş, gulluk otaglaryny we ýanmaýan materiallardan diwarlar bilen böwetlik şeýle otaglary aýyrmak şertinde gazanyň enjamlaryny bejermek üçin ussahanalary ýerleşdirmäge ýol berilýär. gazanlaryň gapaklaryny gazanly otaglaryň polunyň meýdany ýagtylanys we şemallandyrys çyralary bilen üpjün edýärler. Emma. Eger örtügiň gurluşynyň hususy agramy 1,2 k Pa kiçi bolsa, onda çyralar hökmän däl. Çyralaryň ýerine gazanyň örtiginiň ýokarsynda gazanyň meýdanyndan 10% az bolmadyk umumy meýdanly aýnalaşdyrylan deşikleri ornaşdyrmaga rugsat edilýär.

Tozan görünyän we gaz ýangyç gazanlarynda çyralaryň we diwarlaryň aýnalaşdyrylan deşikleriniň hemmarly meýdany has uly daşky diwarlardan birisiniň maýdanyndan 30% kiçi bolmaly däldir. Gazanyň üstünden üçekli örtükleriň gurnalmasynda ýol berilmeýär.

Gazanly otagyň her bir gatynda gapma-garşy ugurlarda ýerleşen, ikiden az bolamdyk çykalgalar bolmalydyr. Eger gatyň meýdany  $200\text{ m}^2$  kiçi we daşky ýangyn merdiwanyna ätiýaçlyk çykalga bar bolsa, bir çykalga ýol berilýän, bir gatly gazanlarda bolsa -12 m bolmadyk gazanlarynyň fronty boýunça otaglaryň uzynlygynda, gapy daşyna açylmalydyr we gazanlarynyň işleýän wagtynda haýsydyr bir ildirgiç bilen ýapylmaly däldir.

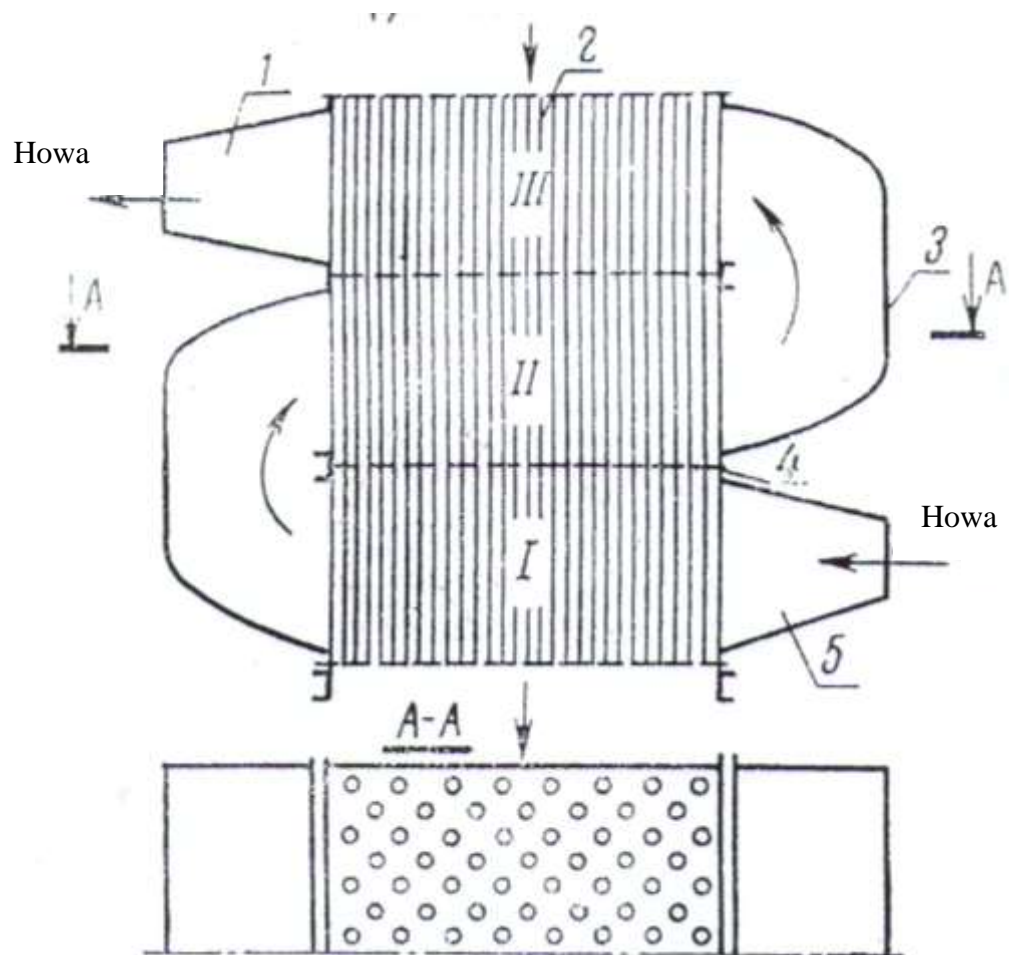
Otagda ýangynyň berilmeginde ýa-da kül aýrylarda sowuk howanyň girmegini duýdurmak üçin, gazanly jaýyň derwezesini tambur ýa-da howa asması bilen enjamlaşdyrýarlar.

Gazanlaryň beýikligi ornaşdyrylýan gazanlaryň beýikligi bilen emele gelmelidir. Gazan örtükleriniň aşaky gurluşly böleklerinden gazana hyzmat edilişiň ýokarky meýdanyna çenli aralyk 2m kiçi bolmaly däldir. Barabanyň ýa-da bugardyjynyň üstünden geçmeklik üçin meýdançanyň ýoklugynda olardan örtügiň aşaky nokadyna çenli aralyk 0,7 m kiçi bolmaly däldir. Gazanly jaýyň aşaky gatyň poluň derejesi gazana ýakyn bolar, territoriýanyň derejesinden pes bolmaly däldir.

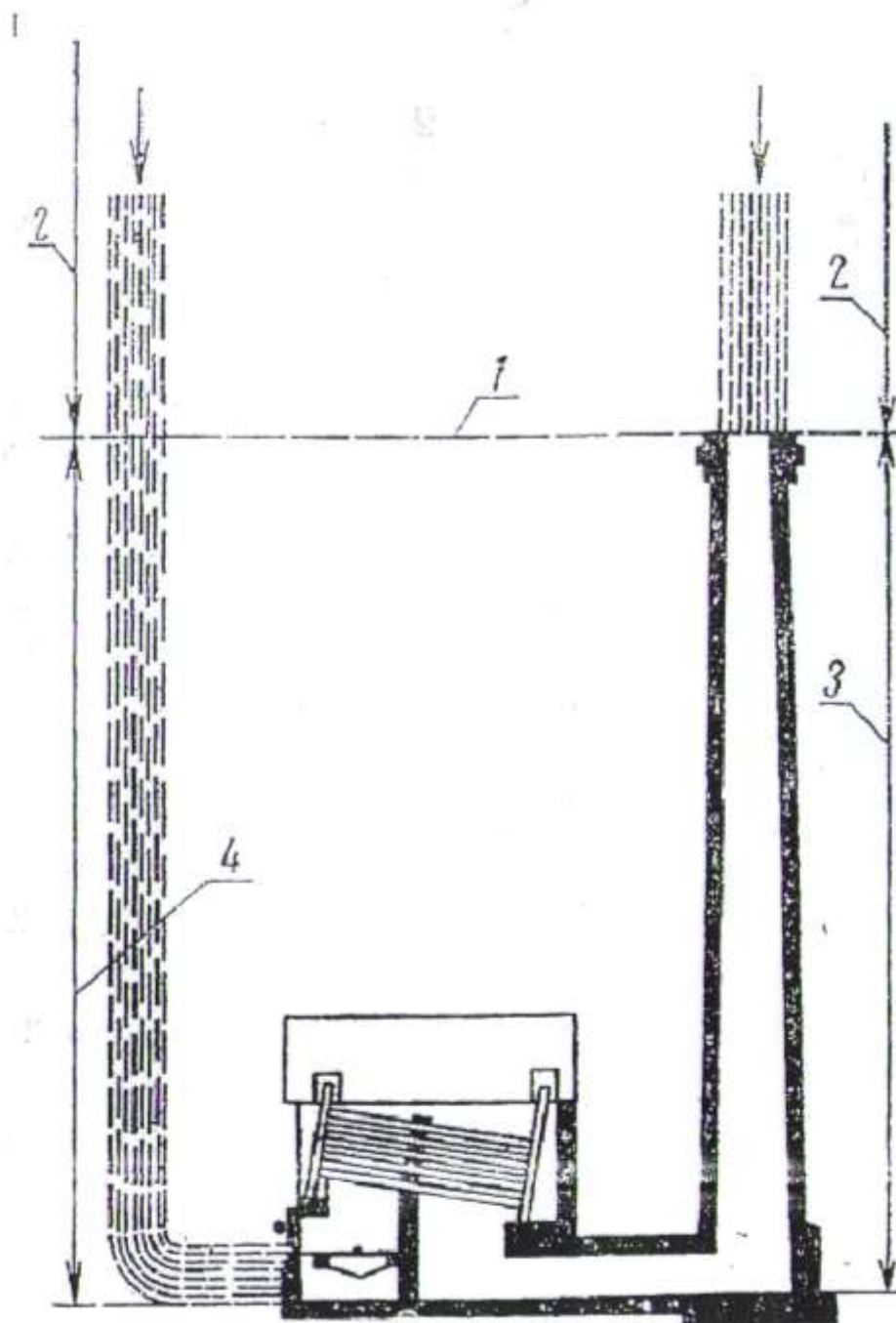
Kül ýerzeminine uçlar boýunça daşa iki çykalgaly gurnaýarlar. Gazanly ot galyndylaryň ýa-da kül bunkerleriniň külli sürgüçleriniň aşagynda soňkydan 1,9 m kiçi bolmadyk derejede bolamlydyr mehanizimlenip äkidilmede bu aralyk waganetkanyň beýiligidin 0,5 m uly bolmalydyr. Külli otaga geçelgäň kiçi ini – bu goşmaça her tarapy 0,7 m boýunça waganetkanyň inidirpeýdaly täsir koeffisiýenti 90-93%.

### **16.3. Kömekçi gurulma**

Çekiji gurulma: olara gaz geçirijileri, tebigy çekilişi dörediji, tüsse turbalaryny we emele geçişli şemallandyryjylary degişli edýärler. Tebigy çekilme turbada gyzgyn gazlaryň we sowuk atmosferaly howanyň tapawutlarynyň esasynda esaslandyryp. Eger gaz geçirijileriň gidrawliki garşylygynyň tebigy çekilme bilen önüm alyp bolmasa, emeli çelikmä ýüz “öwrülýär” urulýar. Tüsse turbasynyň önünde gazlary gazgeçirijiden barýan we olary tüsse turbasynyň üstünden mejbury howp çykarýan, tüsse burujyny ornaşdyrýarlar.



16.3.1- njy çyzgy . Trubaly üç ýöreyişli rekuperotiw howa gyzdyryjysy.



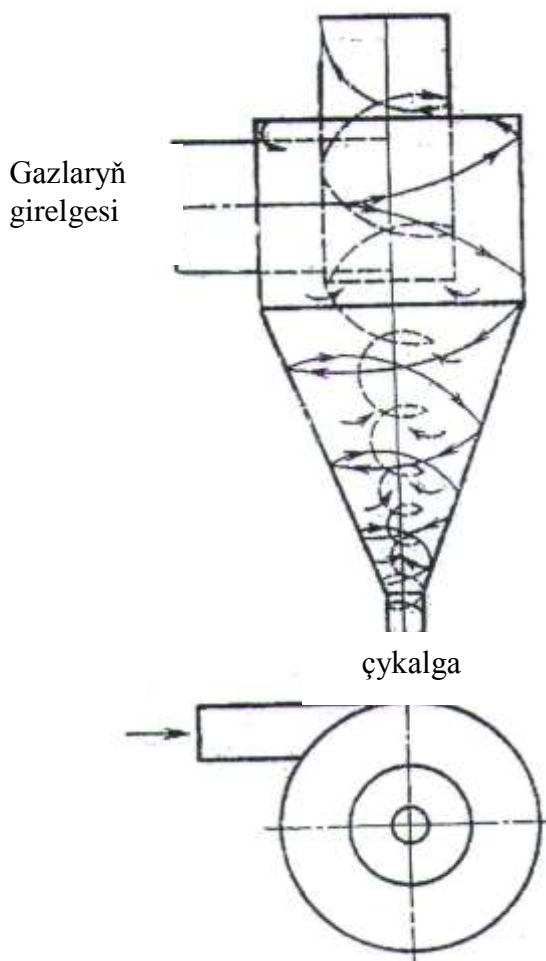
16.3.2-nji çyzgy. Tebigy çekijiniň hereketiniň shemasy.

Üfleýji gurulma: Bu esasanam howany we gazy ojaga, howany tzantaý-ýarlaýyş ulgamyna we beýlekilere bermek üçin şemalladyjylardyr.

Külaýyryjy gurulma: Kän uly bolmadyk gazanlarda kül el bilen wagaretkalaryň kömeginde aýyrýarlar, ortaça gazanlarda-munuň üçin mehaniki we pnevmatiki transporty ulanýarlar. Uly gazanly gurnamalarda küli aýyrmagyň pnevmogidrawliki we gidrawliki usullaryny ulanýar.

Kül tutujy gurulma: Işlenilen gazanlary uçýan külden kültutujylarda arassalaýrlar. Olar üç görnüşde bolýarlar: mehaniki, gidrawliki we elektriki.

Mehaniki kùltutujy özünde tüsseli gazlary tangensial akitmek siklini saklaýan. Merkezden goşmaça güýjüniň täsiriniň aşagynda külüň bölejikleri diwarlara taşlanylýar we olar düşýär. Birleşdirilen we aýry gutulara ýerleşdirilen, uly bolmadyk diametrli (150-300 mm) siklonlary, batareýli siklonlar diýip atlandyrylýarlar. Olara gazyň arassalanyş derejesi birazajyk ýokarydyr, sebäbi bu ýerde bölejikleriň merkezden gaçma güýji ösýär.



16-3-3-nji çyzgy. “Siklon”.

Ol dilip atlandyrylýan, gidrawliki kùltutujy hem merkezden gaçma güýjüniň ulanylmagy esasynda işleýär, ýagny onuň täsiriniň aşagynda külüň bölejikleri korpusyň diwaryna urulýarlar, tutuş içki silindriki üstli örtüji, suw örtüğine ýerleşýär we ondan aýrylýar. Bu kùltutujyny skubberler diýip atlandyrýarlar.

Elektriki kùltutujy: elektrofilter, ýokary güýjenmeli mydamalyk tokda işleýär. Külüň bölejikleri elektrodlaryň birisinden çökündilenýärler soňra bolsa bunkere subkinýärler.

**Gazanyň armaturasy.** Gazanyň ygtybarly we howpsyz işi üçin zerurdyr. Bu düşünje bilen ýokarda görkezilen abzallary: munometrleri, gorap saklaýjy klapanlary, aşylyp ýapylýan klapanlary, wentirleri we goýberiji kranlary birleşdirýärler. Suw görkeziji abzallar gazanda suwyň derejesine gözegçilik etmek

mümkinçiligini berýärler. Gorap saklaýjy klanonlar bugyň bölegine artykmaç basyşyň bolmagyndan awtomatiki çykarmak we signalizasiýa üçin gulluk edýär.

Gazanyň garniturasy, gazanyň içine gözegçilik etmek we hyzmat etmek üçin zerur bolan şaýlaryň we gurulmalaryň toplumyny şeýle atlandyrylýarlar.

Garnitura ýuklar, deşikler, gapaklar, üfleýji abzallar we ş. m. degişlidir.

### 17. Gazan desgalarynyň bugy aşa gyzdyryjy ysynyň ýylylyk hasabaty

№	D [kg/sag] bugöndürüjil igi	t <sub>n</sub> [°C]	t <sub>bö</sub> [°C]	P <sub>n</sub> [at]	P <sub>nb</sub> [at]	Q [kj/sag]	τH <sub>2</sub> O	KPS	V'n [°C]	V''n [°C]	H[M <sup>2</sup> ]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	80 000	227	420	27	90	34488·10 <sup>3</sup>	0,195	0,9	125	800	0,1

Bugy aşa gyzdyrylan berlen ýylylyk mukdary (tüsseden alnan ýylylyk mukdary) şu aşakdaky berlen deňleme boýunça hasaplanylýar.

$$Q = D \cdot (ibö - in) = 80000 \cdot (3178,8 - 2747,7) = 34488000 \frac{kJ}{sag} \quad (17.1)$$

D=80000-gazan desgasyň bug öndürüjiliginiň ululugy.  
ibö, in-aşa gyzdyrlan bugyň we çig bugyň entalpiýalary.

$$ibö = f(tbö, Pbö) = 758,3 \cdot 4,1868 = 3174,8 \quad (17.2)$$

$$in = \tau \cdot x + i' = 18262 \cdot 0,97 + 976,36 = 2747,7 \quad (17.3)$$

bu ýerde x=0,97

$$\begin{aligned} i' &= 233,2 \cdot 4,1868 = 976,36 \\ \tau &= f(tn, Pn) = 436,2 \cdot 4,1868 = 1826,2 \end{aligned} \quad (17.4)$$

ýene-de bir meseläniňbiri onda şol bugy aşa gyzdyryjynyň hasaplamak üçin gerek bolan gyzdyrlan meýdanyny tapmakdan ybarat bolan H (M<sup>2</sup>) tapmalydyrys.

$$H = \frac{D(ibö - in)}{3600 \cdot K \cdot \Delta t} = \frac{34168000}{261631440} = 0,1 m^2 \quad (17.5)$$



Bu ýerde:  $\Delta t$  [°C] – bugy aşa gyzdyryjynyň öňündäki we ondan soňky temperatura.

K-bugy aşa gyzdyryjydaky ýylylyk geçirijiniň koeffisiýenti.

$$\Delta t = \frac{V'_b + V''_b}{2} - \frac{tb\ddot{o} + tn}{2} = 1025 - 323,5 = 701,5 \quad (17.6)$$

Orta we uly uly basyşly aşa gyzdyryjylaryň ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini aşakdaky deňleme bilen hasaplaýarys.

$$K = \Psi \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = 0.85 \cdot \frac{173 \cdot 2040}{173 + 2440} = 103.6 \quad (17.7)$$

Bu ýerde:  $\Psi$  – ýylylyk netijeligiň koeffisiýenti. (effektiwnost). Hasaba görä  $\Psi=0,65$  diýip almak bolýar.  $\alpha_1, \alpha_2$  – tüsseden (gazdan) turba bolan ýylylyk beriji koeffisiýenti ( $\alpha_1$ ) we turbanyň içki diwaryndan buga bolan ýylylyk birinji koeffisiýentdir.

Nomogramma bilen işlemek üçin ilki bilen ätiýaçlyk hasaplamasyny şol turbadan geçýän bugyň tizligini tapmakdan başlanýar.

$$W = \frac{D \cdot V_n}{100 \cdot 3600 \cdot f} = \frac{1868.8}{190800} 9,79 \quad (17.8)$$

$$t \text{ at} = 0,5 \text{ (} tb\ddot{o} + tn \text{)} = 232,5 \quad (17.9)$$

$f(m^2)$  – bug gyzdyryjynyň turbasy boýunça koeffisiýentiniň meýdany.

$$f = \frac{\Pi \cdot d^2 B}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,026^2}{4} = 0,53 \cdot 10^{-3} m^2 \quad (17.10)$$

$$Vb = f(Pb\ddot{o} \cdot t \text{ at}) = 0,02336 \quad (17.11)$$

$d_B^2$  – bug gyzdyryjynyň turbasynyň içki diametri.

haaplamany  $d_B^2=0,26^2m$  içki diametri turbalardan ýasalan bug gyzdyryjylar üçin ýerine ýetirmek mümkin.

Şeýlelik bilen bugyň tizligini, ulugyny bilmek üçin nomogramma boýunça dn-kesgitlenilýär. ( $\omega$ )

$$dn = f(Pb\ddot{o}, tb\ddot{o}, \omega) = 2000 \quad (17.12)$$

yzýanyndan

$$\alpha_2 = C_\alpha \cdot dn = 1,02 \cdot 2000 = 2040 \quad (17.13)$$

bu ýerde:  $C_\alpha$  – düzediş koeffisiýenti.

$$C_\alpha = f(db) = 1,02 \quad (17.14)$$

Ýanyş önümlerinden bug gyzdyryjynyň diwaryna ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti formula bilen hasaplanylýar.

$$\alpha_l = \omega dk + \alpha_i = 0,9 \cdot 69,36 + 110,58 = 173 \quad (17.15)$$

Bu ýerde:  $\alpha_n$  we  $dn$  – konwensiýa we şöhlemenme bilen deňşililikde koeffisiýentiniň  $\omega=0,9$  gyzyş üstüniň ýanyan önümler bilen ýuwma koeffisiýenti ( $0,9 \div 0,95$ ) alynýar.

$\alpha_n$  –  $dn$  ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini deňşli nomogrammalar boýunça kesgitlenýär. Ýanyş önümlerden bug gyzdyryjynyň turbalarynyň diwaryna çenli  $dn$ -konwensiýaly ýylylyk geçirijilik koeffisiýentini nomogramma boýunça kesgitlemeli.

$$\alpha_n = C_\phi \cdot \alpha_b = 1,02 \cdot 68 = 69,36 \quad (17.16)$$

$$C_\phi = f(\tau H_2O, V_b) = 1,02 \quad (17.17)$$

$$\begin{aligned} \alpha_n &= f(\omega, \alpha_n) \\ V_n &= 0,5 (V_b^1 + V_b^n) = 0,5 (1250 + 800) = 1025 \\ \alpha_b &= 68 \end{aligned} \quad (17.18)$$

Ýanyş önümleriň orta tizliginden ( $\omega$ ) we daşky diametrdan  $\alpha_n$  baglylykda nomogramma boýunça kesgitlenilýär.

Hasaplamada  $\omega=11 \div 12$  m/sek we  $\alpha_n=32$  mm kabul etmek mümkin. Düzediş koeffisiýenti  $C_\phi$  şol bir nomogramma boýunça ýanyş önümleriniň orta temperaturasyna baglylykda kesgitlenilýär.

$$\tau H_2O = 0,195$$

we suw buglaryň göwrümli paýy bilen

$$C_\phi = 1,02$$

Şöhlelenme bilen ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti on hem degişli nomogrammalaryň üsti bilen kesgitlenilýär. Şol wagtda formula girýän käbir ululuklaryň ähmiýetini önünden kesgitlemek zerurdyr.

$$di = a \cdot C\tau \cdot \alpha n = 0,6 \cdot 190 \cdot 0,97 = 110,58 \quad (17.19)$$

on we  $C\tau$  ululuklaryň ähmiýetini degişli nomogramma boýunça suw gyzdýryja akýan ýanyş önümleriniň orta temperaturasynda ( $V_b$ ) we onuň diwarynyň temperaturasyndan ( $t_c$ ) baglylykda kesgitlenilýär.

$$t_c = 0,5 (t_{b\ddot{o}} + t_n) + 130 = 0,5 (420 + 227) + 130 = 453,5 \quad (17.20)$$

Turbalaryň koridorly toplagy görnüşinde ýasalan bug gyzdýryjynyň daşky üstüniň temperaturasyny formula boýunça hasaplamak mümkin.

$$\alpha n = 190$$

$$C\tau = 0,97$$

$$a = 0,6$$

## 18. Gazan gurnamalarynyň ýerleşýän ýerine bolan talaplary

Gazan gurnamalaryny ornaşdyrmak üçin hödürülenýän jaýlar döwlet tehniki gözegçilik edarasynyň “bug we suw bilen gazan gurnamalaryny” howpsuz ulamaklygyň düzgünnamalaryna laýyk bolmalydyr. Ondan başga-da bu jaýlar döwlet tehniki gözegçilik edarasynyň “gurluşyk kadalaryna we düzgünlerine”, “ýangyna garşy gözegçilik” baradaky kadalaryna laýyk gelmelidir.

Gazan gurnamalarynyň ýerleşýän işlenýän jaýlary ýaşaýyş jaýlaryna haz golaý ýerleşmeli däl. Bu jaýlaryň ýokarsyndan hiç hili jaýlar gurulmaly däl. Kiçi göwrümlü gazan gurnamalaryny önümçilik jaýlarynyň gapdalyndan gurmaklyga döwlet tehniki gözegçilik edarasy tarapyndan rugsat berilýär. Gazan gurnawy ornaşdyrılan jaý önümçiligi 2m-den pes bolmadyk oda ýanmaýan diwar bilen araçäklenmelidir. Gazan gurnawy işledilýän jaýyň içinde, şol enjamy bejerilýän işleri geçirmek üçin ýörite jaý we diwarlary oda ýanmaýan materiallardan gurmak bolýar. Gazan gurnawynyň jaýlarynyň ýokarsyny şemal beriji we ýag beriji serişdeleri bilen üpjün edilýär. Tozana meňzeş yangyçlar we gaz bilen gyzdýrylan gazanlaryň daşky diwarlary 30% golaý bölegi äpişgelerden bolmalydyr. Gazan gurnamalary işleýän jaýlaryň her gatynda garşylyklaýyn iki sany çykalga bolmalydyr. Eger her gatyň meýdany  $200\text{m}^2$  –dan az bolsa, şeýle hem gatda yangyn söndürýän çykalga meýdançasý bar bolsa, bir sany çykylyan gapy rugsat edilýär.

Gazan gurnamalarynyň işleýän jaýlarynyň gapylary daşyna açylamlydyr, enjamlar işläp durka gapylary gulplanan bolmaly däl. Enjamlara hyzmat edilýän meýdançalaryň uzynlygy 2m az bolmaly däl. Gazan gurnamalarynyň işleýän

jaýlaryň aşaky gatynyň ýeri daşarky ýerden ýokary bolmalydyr, gurum, kül ýygnaýan in aýaky gatynyň 2 sany çykalgasy bolýar.

Gazanyň ýerleşýän ýeri, küli we gurumy ýygnaýan bunkeriniň ýerleşşi 1,9m tapawutlylykda ýerleşdirmeli. Eger-de bu iş mehaniki dolandyrylan bolsa onda wagonetkanyň beýikliginden 0,5m ýokarda bolmaly. Kül äkidýän jaýyň kiçi ini wagonetkanyň ininden her tarapyna 0,7m köp bolmaly. Ony diňe gazanyň fundamenti bilen kalonnanyň aralygyna kesgitlemek mümkin.

### **18.1 Türkmenistanyň Döwlettehgözegçilik gullugynyň esasy talaplary**

Gazan gurnamalaryň ulanmagyň düzgünleri Döwlettehgözegçilik gullugynyň ýolbaşçylygyndaky “Bug we suw gyzdyryjy gazanlary gurnamagyň we howpsuz ulanmak düzgünleri” çap edilmesinde doly beýan edilendir.

Islendik gazan agregaty diňe Döwletgazgözegçilik we Döwletstansiýa inspeksiýasynyň inspektory tarapyndan şahadatnamalaşdyrylmadan soň işe goýberilýär. Daşky barlygy ýylda bir gezekden az bolmadyk ýagdaýda we basyşa gidrawliki synagy alty ýylda bir gezek geçirilýär.

Uly bejergi işlerinden soň gazanyň nobatdan daşary şahadatnamalanmasyny geçirýärler. Şahadatlanmasynyň berjergi işleriniň netijelerini Döwlettehgözegçilik gullugynyň inspektorynyň görkezmelerine gazan jaýynyň başlygynda saklaýnyr, ýörite tikilen kitaba girizilýärler.

Gurulmanyň kadaly ulanylmagy üçin ilkinji nobatda kwalifisirlenen gowy okuwly hyzmat ediji işgär zerurdyr. Gazanly gurnamalaryň hyzmat edilişine synag tabşyryan we bu görnüşdäki bug gazanynyň hyzmat etmeklige hukuk gazanan şahadatnamany alan, işgärleri goýberýärler.

Gazanly gurulmalary işe goýbermezden önürti indikiler zerurdyr. Gazana we oňa degişli bolan turba geçirijilere şeýle-de kömekçi enjamlara seretmeli we olaryň düzüwligine göz ýetirmeli: ýygnaýp galan ähtimal gazlaryň partlamasy ýa-da pürkülmesi mümkinçiligini aradan aýyrmak maksady bilen wintlemeli. Suwuň derejesini suw görkeziji aýna boýunça aşa belgi boýunça ornaşdyrmaly: ýakylyş wagtynda aýlanma bolamaýar, gyzyş üstleriniň sowadylyşyny üpjün etmeli (bug gaýtadan gyzdyryjy, suw ekonomaýzeri. Şondan soň ýakylyşyň görnüşinden baglylykda ýangynyň ýakylmasyny we haýallykdan gyzdyrylmasyny ýerine ýetirmeli, ýakylyşyň dowamlylygy adatça gazanyň görnüşinden we onuň aýratynlyklaryndan çenli wagta düzýär. Meselem: DKBP gazany 3-4 sagatlap ýokarlar. Gazan suwynyň bug geçirijä taşlanmasynyň gidrawliki ugurlaryndan geçmek üçin gazany haýallykdan işe girizmek zerurdyr. Umumy bug geçiriji işledilmezden önürti barabana bugyň basyşy buggeçirijidäkä seredeňde takmyndan 50kPa ýokary bolamlydyr. Kadaly ulanyş wagtynda işgäriň esasy etmeli işi-gazanyň we sazlanýşyň buggeçirijidäkä seredeňde takmyndan 50kPa ýokary bolmalydyr. Kadaly ulanylyş wagtynda işgäriň esasy etmeli işi – gazanyň we sazlanýlyşyň awtoamtiki ulgamynyň işine gözegçilik etmelidir.

Gazanyň kadaly saklanylmagynda ýangynyň ojaga berilmesini togtatýarlar, gazany umumy bug geçirijiden ýakynlanmagynda şemalladyjylar we tüsse

soryjylar diňe ýangyjyň (gatlaklaýyn) ýakylmagyndan soň saklanylmalydyrlar. Kameraly ýakylmada ilki şemaladyjylary, soňra bolsa tüsse soryjylary saklaýarlar.

## 19. Elektrik howpsuzlyk çäreleri

Elektrik gurnamalaryny ulanmaklyk uly howply şertlerinde ýerien ýetirilýän işleriň hatarna goşulýar. Elektrik gurnamalaryny ulanmaklyk elektrotehniki däl gurnamalaryny ulanmaklykdan howpsuzlyk nukdaýy nazardan seredeniňden düýpgöter tapawutlanýar.

Adatça elektrotehniki däl gurnamalardan heläkçilik howpy adamyň duýuş organlarynyň syzyp biljek birnäçe nyşanlary bilen döreýär. Mysal üçin: golaýlaşyp gelýän ulagynyň görnüşi, gazyň ysy, maşynlaryň aýlanýan bölekleri. Bular gerekli seresaplylyk çärelerini görmäge adama kömek berýärler. Emma aradaşlykdan toguň bardygyny bilmek üçin adamda ýörite organ ýok.

Elektrik gurnamalaryna hyzmat edilýärkä toguň naprýaňeniýäniň daşky nyşanlarynyň ýokdugy sebäpli adamyň duýuş organlary howp salýan heläkçiligi aňlamaýar. Elektrik togy duýdansyz heläk edýär. Bu ýerde howp haçan-da adamyň elektrik toguň täsiri astynda galanda bildirýär. Başgaça aýdylanda, howply ýagdaý örän giç, ýagny elektriki togyndan heläkçiligiň önüni iş ýüzünde alyp bolmajak wagty ýüze çykýar. Elektrik togy bilen baglansykly heläkçilikleriň barlanan her ýüzüsinden togsanyň heläk bolanyň ölümi bilen gutarýar. [4-10]

Toguň ululugyna we täsir ediş wagtyna, şeýle hem başga bir näçe sebäplere baglylykda elektriki togy adamyň bedeninden geçeninden ýakymсыз duýgy we ýanyk döredip biler, özünden gitme, dem alyşynyň togtamagyna we ölüme eltip biler.

Adamy heläk edýän tok ululugyny takyk kesgitlemegiň möhümdigine garamazdan onuň dürli şertlere baglansygy şu wagta çenli belli edilenok. Şonuň üçin elektrik gurnamalarynyň gurluşy, tehniki ulanyşy ýa-da olary ulanylanda howpsuzlyk tehnika baradaky iş ýüzündäki normaktiw materiallaryň hiç birinde hem elektrik togunyň adamyň bedeninden uzak wagtlaýyn geçýän we ony duşmaýan ululugy barada hiç hili takyk maglumat ýok. Maglumatlar boýunça 0,5 milliampere çenli toguň täsirini adam duýmaýar. 0,5...1,5 milliampere duýulýan tok, adamy heläk etmeýär, ýöne onuň täsiri betbagtçylygyň sebäbi bolup biler (mysl üçin, beýiklikde işlenen mahaly). Şonuň üçin howpsuzlyktoguň takyk ululugy kesgitlenen bolmasa hem ony duýulýan tokdan birnäçe esse az edip kabul etmeli 10...15 milliampere tokda adam elini elektrodlardan aýyryp bilmeýär, özüni heläk ede zynjyrdan özbaşdak üzüp bilmeýär. Şeýle togy goýbermeýän tok diýip atlandyrmak kabul edilendir. Ululugy ondan az toga goýberýän tok diýilýär.

50 milliampere tok dem alyş organyna we ýürek urşuna uly zeper ýetirýär. 100 milliampere tokda ýüregiň fibrilýasiýasy başlanýar: ýüregiň myşsa süýümleri biterip ýygralyp başlaýar. Ýürek süýümleriniň şeýle ýagdaýy ýüregiň kadaly işlemegini bozýar, ýürek togtar, gan aýlanma kesilýär.

100 milliampere tok ölüm howply hasaplanýar. Ýöne, elektrik toga heläk bolmagyň netijesi diňe adamyň bedeninden geçýän toguň ululugyna bagly bolman, eýsem onuň täsir etme wagtyna hem baglylygyny bellemek gezek. Uzak wagtlyk

(bir-näçe sekund) täsir etme agyr netijä getirýär. Muny täsir etme wagtyndanyň köpeldigiçe organizmiň goşmaça gaýtawul reaksiýasynyň (deri damarlarynyň giňelmegi, köp deriň gykmagy) ýüze çykmagy zerarly, adamyň bedeniniň garşylygynyň azalýandygy bilen düşündirmek bolýar.

Öz gezeginde toguň ululugy, goýulan naprýaženiýe we toýň geçýän zynjyrynyň hemme elemenleriniň, şol sanda adamyň bedeniniň hem garşylyklaryna baglydyr.

Adam bedeniniň garşylygy hemişelik ululuk däldir. Toguň täsiri hemde bedene goýulan naprýaženiýäniň ulalmagy netijesinde ol azalýar. Şonuň üçin täsir etme wagtyň köpelmegi bilen adamyň bedeninden geçýän toguň ululugy artýar.

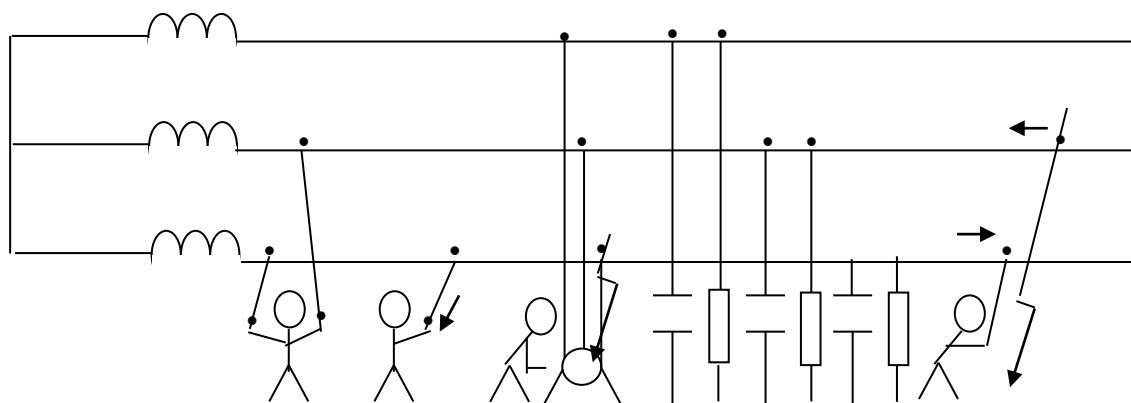
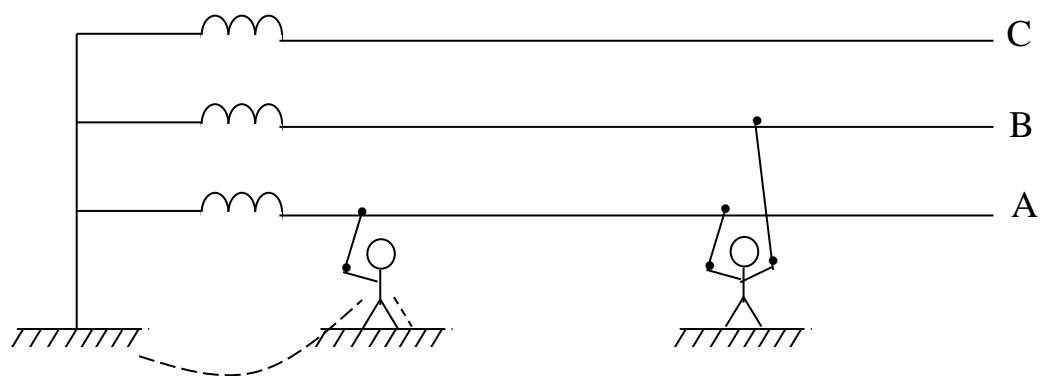
Adamyň bedeniniň garşylygy onuň töwregini gurşap alýan sreda (howanyň çyglylygy we temperaturasy sowanlygy we ş.m.) hem baglydyr.

Elektrik toguň heläkçiligiň netijesi elektrik gurnamalaryna hyzmat edýän adamyň bilim dejesine hem baglydyr. Hakykatdan-da elektrik gurnamalaryna hyzmat etmekde ýeterlik bilimli we başarnykly adamlar howply (etmekde) pursatlarda önüni ýa-da ýoldaşyny boşatmakda zerur çäreleri çalt we dogry ulanmaklyga ukyplydyr.

### **19.1. Elektrik togunyň adamy heläk ediş şertleri**

Elektrik togunyň adama täsiri haçanda adamyň bedeni elektrik zynjyryna birigende bildirýär, zynjyra birikmek bolsa elektrik gurnamalarynyň tok geçiriji böleklerine ýa-da onuň izolýasynyň zaýa bolan ýerine galtaşmagy esasynda bolýar. Betbagtlyklaryň 60% golaýynyň elektrik gurnamalarynyň kada boýunça naprýaženiýeli açyk ýerlerine 25% köpräginin bolsa kada boýunça naprýaženiýesiz metal ýerlerine galtaşylanda, elektrik bilen ýanalaryň sebäpleri öwrenilýär.

Galtaşmaklyk 2-polýusly (faza-faza) we bir polýusly (faza-ýer) bolup biler. Galtaşýan adamyň bedeninden geçýän tok ýokarda agzalan faktorlardan başgada diňe daşky setiň shemasyna bagly bolman, adamyň bedeniniň zynjyra birikme shemasyna elektrik ýagdaýyna, iýmit çeşmesiniň neýtralynyň düzgünine we başgada köp ýagdaýlara baglydygyny bellemek gerek. galtaşmagyň iki polýusly shemasy has howplydyr. Iki polýusly galtaşylanda adamyň organizmi üçin iň howply ýol bilen (el-el) geçýän tok adamyň bedenine goýulan setiň liniýa naprýaženiýasyna hem-de adamyň bedeniniň garşylygyna baglydyr.



Bir polýusyna iki polýusly gatlaşmak has seýrek bolýar. Elektrik togy zerarly heläkçilik naprýaženiýeli elekttrik gurnamalaryna esasan bir polýusly gatlaşmada möhüm rol oýnaýar. Bir polýusly galtaşmada şol bir wagtynda beýleki fazany ýere utgaşanda, ýagny bu fazanyň izolýasiýasynyň garşylygy ujypsyz bolanda, adam iki polýusly gatlaşylandaky ýaly liniýa naprýaženiýesiniň täsiri astynda düşýär.

Neýtrally izolirlenen naprýaženiýesi 1000 woltda çenli elektrik gurnamalarynda olaryň howpsyz ulanylmagynda diňe daşky uzyn bolmadyk setlerde hem-de fazalarynyň ýere görä izolýasiýanyň ýokary derejesi bilen üpjün edilýändigini, ýokarky aýdylanlardan geçip çykýar. Soňky şerti başarnykly personalyň elektrik izolýasiýasyna üznüksiz gözegçilik etmekligi, zaýa bolan ýeri çalt we wagtynda tapmaklygy hem-de ýok etmek arkaly ýerine ýetirmek bolar.

Şu şertlerde tok adamyň üstünden ýerden we ýere birikdirilen neýtralardan geçip adamyň garşylygynyň üsti bilen utgaşma zynjyryny emele getirýär. Adam liniýa naprýaženiýe däl-de faza birikdirip biler, ýöne adamyň üstünden tk neýtrally setdäki ýaly fazalaryň izolýasiýalaryň garşylyklary bilen çäklendirilmez. Eger-de fazalaryň biri utgaşyp, adam bolsa neýtrally ýere birikdirilen setiň beýleki fazasyna galtaşsa onda adamyň bedenine goýulan naprýaženiýe faza naprýaženiýeden uly, liniýa naprýaženiýeden kiçi bolýar.

1000 woltdan ýokary naprýaženiýeli setlerde simler bilen ýer aralygyndaky sygymyň ululugy zerarly izolýasiýasynyň gorag ähmiýeti doly ýitýär. Başgaça aýdylanda şeýle naprýaženiýelerde neýtrally izolirlenen ýa-da birikdirilen setlerde

simine galtaşmak adam üçin howplydyr. Şonuň üçin birlikde neýtrally izolirlenen setde faza ýere utgaşanda utgaşma ýeriniň töwereginiň adamlar üçin howply naprýaženiýäniň döremegi mümkin. Neýtraly ýere birikdirilende setde beýle ýagdaýda heläkçilik howpuny degişli gorag arkaly bozulan meýdançany çalt ýazdyrmak netijesinde ýok etmek.

Häzirki wagtda senagat kärhanalarynda neýtraly göni ýere birikdirilen dört setler has köp ýaýrandyr. Olar liniýa we faza naprýaženiýalary diýlip atlandyrylýan iki işçi naprýaženiýalary ulanmaklyga mümkinçilik berýär. Kuwwatly we ýşyklandyryş elektrik sarp edijilerini bilelikde umumy transformatorlardan oturtmaklygyň geçirji materiallaryň azalmagynyň we ş.m-ň hasabyna ustanowkanyň tutuşlygyna arzanlanmagyna getirýär.

Howpsuzlyk nukdaýy nazardan neýtraly göni ýere birikdirilen setler öz ýetmezçiliklerine garamazdan neýtraly izolirlenen setler bilen deňeşdirilende gaty howply bolmaýar.

Elektrik howpsuzlygyny üpjün edýän esasy gorag çäreleri hökmünde neýtraly izolirlenen shemada gorag – ýere birikdirme, neýtraly göni ýere birikdirilen sistemada bolsa nola birikdirilme ulanylýar.

Nola birikdirme naprýaženiýe astynda bolup biljek tok geçirmeýän metallik bölekleriň hemmesi gorag nol – simine meralliki birikdirilýär. Şonuň üçin hem islendik korpusa ýa-da metal konstruksiýa utgaşmalar bir fazaly gysga utgaşma öwrülýärler, predohranitel köýýär ýa-da awtomat ýanýar, şeýlelikde zaýa bolan meýdança ýandyrylýar.

## **20. Zähmeti goramak**

Türkmenistanyň raýatlarynyň wajyp sosial hukugy saglygy we zähmet şertleriniň howpsyzlygyna bolan hukugy bolup durýar. Biziň ýurdumyzda zähmeti goramak boýunça hemme hukuk meseleleri Türkmenistanyň konstitusiýasy esasynda, zähmet barada Türkmenistanyň kanunçylygynyň esaslary, zähmet barada kanunlaryň Kodeksi, Türkmenistanyň Prezidentiniň Buýrukлары we zähmet we sosial meseleleri boýunça Döwlet gurnamasynyň görkezmeleri esasynda çözülýärler.

Zähmet barada Türkmenistanyň kanunçylygynyň esaslarynda aýdylýar: „Saglygy goramak, howpsyz zähmet şertlerini üpçün etmek, professional keselleri we önümçilikden ýiten şikesleri ýok etmek, Türkmen döwletiniň baş aladalarynyň biri bolup durýar“, „Raýatlaryň zähmet hukuklary kanun bilen goralýarlar, zähmet hukuklarynyň gorawy döwlet guramalary, şeýle hem kärdeşler arkalaşyklary we başga guramalar bilen amala aşyrylýar“.

Esaslarda zähmet kanunçylygynyň meseleleri barada, kollektiwleýin we zähmet şertnamalary barada, iş wagty we dynç wagty, zähmet haky, kepilleri we kompensasiýalar barada, zähmet tertibi barada, zähmeti goramak, goşmaça rugsat, aýallaryň we ýaşlaryň zähmeti peýdalanylanda ýeňillikler barada, kärdeşler arkalaşyklarynyň orny we işleriniň we gullukçylaryň önümçiligi dolandyrmaklyga gatnaşmaklary barada, döwlet sosial ätiýaçlandyрма barada, döwlet gözegçiligi we



zähmet barada kanunçylygy ýerine ýetirmeklige jemgiýetçilik gözegçilik barada umumy ýagdaýlar beýan edilen.

Zähmeti goramak boýunça kanunçylygy esasy ýagdaýlarynyň ösmeginde ministrlikler we wedomstwowlar tejribä standartlar, düzgünler, kadalar, görkezmeler, metodiki görkezmeler we ş.m-leriň görnüşinde normatiw – tehniki dokumentasiýalary işläp düzýärler we girizýärler. Bu dokumentasiýa pudaklaýynlarda we ýerleýinlere bölünýär.

Zähmeti goramak boýunça esasy normatiw dokumentler şular :

- gurluşyk düzgünleri we kadalary (GdweK), senagat döwlet standartlary (SDS), pudak standartlary (PS);
- senagat kärhanalary taslamagyň sanitariýa kadalary (SKTSK);
- elektrik gurnamalaryny guramagyň düzgünleri (EGGD);
- ulanyjylaryň elektrik gurnamalary, tehniki peýdalanyşlarynyň düzgünleri we ulanyjylaryň elektrik gurnamalary peýdalanmalarynda howpsyzlyk tehnikanynyň düzgünleri;
- gurluşyk düzgünleri we kadalaryň ýangyna garşy kadalary;
- zähmeti goramak boýunça umumy we ýerli görkezmeler;
- enagatda işleri howpsyz alyp barmaklyga gözegçilik boýunça

Türkmenistanyň döwlet guramasynyň düzgünleri.

Türkmenistanyň kanunlarynda zähmeti goramak boýunça kanunçylyklaryň ýerine ýetirilişine gözegçilik we barlag, şular arkaly amala aşyrylýar.

- Öz-özünde kärhanalaryň, edaralaryň, guramalaryň we olaryň ýokarda duran edaralarynyň iş dolandyryjylarynda bagly, ýörite şoňa bagly döwlet edaralary we gulluklar ;
- Kärdeşler arkalaşyklary, şeýle hem olaryň alyp barmagynda bolan zähmetiň tehniki we hukuk gulluklary.

Ministrlikler, döwlet guramalar we wedomstwowlar öz garamaklaryndaky kärhanalara, edaralara baglylykda zähmet baradaky kanunçylygyň ýerine ýetirilişine içki wedomst gözegçiligi amala aşyrýarlar.

Zähmet barada kanunlaryň takyk we ýekedäk ýerine ýetirilişine ýokary gözegçiligi Türkmenistanyň Baş prokurory we onuň garamagyndaky welaýatlaryň, etraplaryň we şäherleriň prokurorlary ýerine ýetirýärler.

Döwlet gözegçiligi kärdeşler arkalaşyklarynyň tehniki we hukuk gulluklary, Türkmenistanyň energetikasynyň we senagat ministrligini „Döwletenergogözegçiligi “ Türkmenistanyň döwlet standartlary, Türkmenistanyň ýangyn goramagyň Baş dolandyryşynyň döwlet ýagynyň gözegçiligi ýerine ýetirýär.

Döwlet energogözegçilik gullugy howpsyzlyk tehnikasynyň düzgüniň (HTD), elektrik gurnamalarynyň düzgüniň (EGD), gurnamalarynyň tehniki düzgüniň (GTD) talaplaryna laýyklykda elektrik ulgamlarynyň we senagat kärhanalarynyň ýylylyk energetik gurnamalarynda we elektrik gurnamalarda howpsyzlyk tehnikasynyň düzgünleriniň berjaý edilşine gözegçilik edýär.

Döwlet sanitar gözegçiligi Türkmenistanyň saglygy saklaýyş ministrliginiň sanitar-epidemiologik bölümleriniň üsti bilen gözegçilik edýärler.

Türkmenistanyň döwlet standartlary, zähmet howpsyzlyk ulgamlarynyň döwlet standartlarynyň işläp taýýarlaýarlar we olaryň ýerine ýetirilişine gözegçilik edýärler.

Döwlet ýangyň gözegçilik gullugy welaýatlaryň ýangyň goramak dolandyryşynyň Içeri işler ministrliginiň ýerli edaralarynyň ulgamynda hereket edýär.

Wedomst gözegçiligi ýokarda durýan guramalar ýerine ýetirýärler. Zähmeti goramagyň jemgiýetçilik kärdeşler arkalaşyklary amala aşyrýarlar.

Zähmeti goramak tertipleri, düzgünleri we kanunlary berjaý etmegi üpjün etmeýän ýolbaşçylar, tertip administratiw we jenaýat jogapkärçiligine çekilip bilerler.

Öz zähmet borçlaryny ýerine ýetirmek bilen bagly işçileriň we gullukçylaryň saglygyna zeper ýetirilmegine, şikes ýetirilmegine kärhanalar maddy jogapkärçilik çekýärler.

Önümçilikde saglyk we zähmetiň howpsyz şertleri ýolbaşçylaryň zähmeti goramagy dogry guramaklary bilen üpjün edilýär. İş ýerlerinde önümçilik bölümlerinde, sehlerde we бүтінleýin kärhanada howpsyz we sagdyn iş şertlerini gönüden-göni üpjün edýän bölümleriň we gulluklaryň işi dolandyрма obýekti bolup durýar.

Zähmeti goramak we tehnik howpsyzlyk bölümi kärhananyň özbaşdak düzüliş bölümi bolup durýar we gönüden-göni ýolbaşçynyň ýa-da baş inženeriň garamagynda bolýarlar. Bu bölüm önümçilikde heläkçiligi wakalaryň we kâr keselleriniň önüni almak boýunça, işleýänleriň sagdyn we howpsyz iş şertlerini döretmek boýunça kärhanada işleri gurnamaklyga jogap berýär.

Zähmeti goramagy dolandyrýan ulgam şu indiki işleri ýerine ýetirýär: zähmeti goramak boýunça işleriň geçirilmeklerini meýilleşdirmek we guramak; önümçilik tertibini berkitmek we kadrlary terbiýelemek. Şonda işgärlere zähmet howpsyzlygy öwretmek: jaýlaryň, gurnamalaryň we önümçilik prosesleriniň howpsyzlygyny üpjün etmek; adaty sanitar- gigiýeniki zähmet şertlerini döretmek; zähmetiň we dynç alyşyň amatly ýagdaýlaryny üpjün etmek: işleýänlere sanitar-hojalyk we bejeriş-profilaktiki hyzmat edişi guramak meseleleri amala aşyrylýarlar.

Bölüm, önümçilikde heläkçiligi wakalaryň sebäpleriniň we ýagdaýlarynyň takykklamasyny geçirýär we beýleki gulluklar bilen bilelikde gerekli profilaktiki çäreleri işläp düzýär, kollektiwleýin şertnamalaryň esasy bölegi bolup durýan zähmeti goramak boýunça ylalaşyklary işläp düzmeklige gatnaşýär. Bölüm howply önümçilik ýagdaýlardan işgärleri goramak serişdelerini işläp taýarlamak we girizmek zerurlygy barada kärhananyň ýolbaşçylaryna teklipl edýär. Degişli gulluklar bilen bilelikde we kärdeşler arkalaşygynyň agzalarynyň gatnaşmagy bilen bölüm: jaýlaryň, gurnamalaryň, enjamlaryň tehnik ýagdaýynyň barlagyny geçirýär, daşyny gurşap alýan önümçilik sredanyň ýagdaýlaryna gözegçiligi kömek berýär, önümçilik maksatly desgalaryň ulanmaga kabul etmek boýunça toparyň işine gatnaşýär. Bölümiň işgärleri giriş görkezmeleri geçirýärler we zähmeti goramak boýunça önümçilik işgärleriň okatmagyny guramakda kömek berýär,

zähmeti goramak boýunça düzgünleri, terlipleri we görkezmeleri işgärleriň bilimini barlamak boýunça toparyň işine gatnaşýar.

Kärhanada zähmeti goramagyň ýagdaýyna kärhananyň ýolbaşçysy, baş inžener, baş energetik, baş mehanik, baş tehnolog, baş konstruktor, sehleriň we bölümleriň başlyklary, sehdäki tehnologlar, energetiklar we mehaniklar jogap berýärler.

Kärhananyň ýolbaşçylary hemme iş ýerleri degişli tehniki enjamlar bilen üpjün etmäge we olarda zähmeti goramak boýunça düzgünlere laýyk gelyän iş şertleri döretmäge borçlydyr. Kärhananyň ýolbaşçylaryna işçileri we gullukçylary howpsyzlyk tehnikasy, önümçilik sanitariýasy, ýangyna garşy goramak we zähmeti goramagyň beýleki düzgünleri boýunça görkezmeleri geçirmek, şeýle hem zähmeti goramak boýunça hemme talaplary we görkezmeleri işgärleriň berjaý edişlerine hemişe gözegçiligi geçirmek ýüklenen.

Zähmetiň we dynç alyşyň amatly ýagdaýlaryny zähmeti gurama we zähmet haky bölümi üpjün edýär. Zähmeti goramagy üpjün etmekde seh ýolbaşçylarynyň – sehleriň, bölümleriň we önümçilik bölekleriniň, tejribehanalaryň we ussahanalaryň başlyklarynyň orny aýratyn uly, olar öz kiçi bölümlerinde howpsyzlyk tehnikasynyň we önümçilik sanitariýasynyň adaty ýagdaýyny üpjün etmeli.

Howpsyzlyk tehnikasynyň düzgünlerine laýyklykda elektrotehniki işgärleriniň saglygynyň ýagdaýy we işe kabul edilende we işiň dowamynda döwürleýin lukmançylyk tassyknamasy bilen kesgitlenilýär.

Elektrik hojalyk işgärlerine gurnamalaryň tehniki düzgünleri we howpsyzlyk tehnikanyň düzgünleri bilimlerini öwretmek bilen tehniki öwrediş bölümi meşgullanýar. Elektriklaryň täze işgärlerini taýýarlamak, düzgün boluşy ýaly okuw kombinatlarynda we liseýlerde alynyp barylýar.

Zähmet howpsyzlygy boýunça bilimleriniň barlagyny hünär (kwalifikasiýa) toparynda okaýanlaryň synagy tabşyryan wagty geçirýärler. Işiň howpsyz usullarynyň işgärlere instruktaj (görkezmesi) girişe we ilkinji, gaýtadan we nobatdaky däl bolýan iş ýerindäkilere bölünýär.

Elektrik gurnalaryň ulanmagy boýunça işe alynan işgärler we inžener tehniki işgärler özbaşdak işi başlamazdan oň hünär (kwalifikasion) toparda, soňraky attestasiýa bilen tassyklanan maksatnama boýunça ýörite okuwy geçýärler. Bütün elektrotehniki işgärler okuwdan soň gurnamalaryň tehniki düzgünleri we howpsyzlyk tehnikanyň düzgünleri bilimleriniň, şeýle hem ýerli önümçilik görkezmeleriniň biliminiň barlagyndan geçýärler.

Toparda bilimleriniň üstünlikli barlagyndan soň her işgäre onuň eýeleýän wezipesini we ýerine ýetirýän işinini hasaba almak bilen howpsyzlyk tehnikasy boýunça kesgitli hünär (kwalifikasion) topary (bölümi, gruppasy) bellenilýär.

Elektrik gurnalaryň ulanyş dowamynda hyzmat ediji elektrotehniki işgärler howply we zyýanly önümçilik ýagdaýlaryndan gorama serişdelerini peýdalanýarlar. Bu elektrik toguň urmasyndan, elektromagnit meýdanyň we elektrik ýaýyň täsirinden, elektrik gurnalar bilen işleýän adamlary goramak üçin gulluk edýän göçürilýän we süýşürilýän önümler.

1000 W-dan ýokary bolan naprýaženiýeli elektrik gurmalar da işlemek üçin esasy elektrik gorawlar serişdelerine şular degişli: aýryjy (izolirleýji) ştangalar, aýryjy we elektrik ölçeýji gysajy (kleşsi) naprýaženiýäniň görkezjileri, fazirowka üçin güýjenmäniň görkezjileri; tok äkidiji böleklere elektromontýoryň gönüden-göni degişmegi bilen howa ýollarda işlemek üçin aýryjy gurulmalar we gurallar.

1000 W-da çenli güýjenmeli elektrik gurmalar da esasy elektrik gorawlar serişdelerine şular degişli: aýryjy (izolirleýji) ştangalar, aýryjy we elektrik ölçeýji gysaçlar, güýjenme görkezijileri tutowaçly slesor-montažçy guraly.

1000 W-dan ýokary bolan güýjenmeli elektrik gurmalar da goşmaça elektrik gorawlar serişdelerine şular degişli: geçirmeýji ellikler, ädikler, halyjyklar, perdeleýji toplumlar, aşagyna goýulýan enjamlar we gatlamalar, geçirmeýji gapaklar, göçme zeminlemeler, goraw gurmalar, plakatlar we howpsyzlyk belgileri.

1000 W-da çenli güýjenmeli elektrik gurmalar da goşmaça elektrik gorawlar serişdelerine şular degişli: geçirmeýji galoşlar, halyjyklar, göçme zeminlemeler, aýryjy aşagyna goýulýan enjamlar we gatlamalar, göçme germewler, plakatlar we howpsyzlyk belgileri.

Zerur elektrik gorawlar serişdeleriniň saýlawy ýerli iş şertlerine baglylykda howpsyzlyk tehnikanyň düzgünlerine reglamentirlemýär.

## **Edebiýat**

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Бечева М.К., Златов И.Д., Новиков П.Х., Шапкин Е.В. Электротехника и электроника. М., 1991.
11. Бобровский Г.С. Котельные установки малой мощности. М., Машгиз, 1961.
12. Древис Г.В., Зотов Б.С. Энергетические установки. М., Колос, 1975.
13. Ицкович А.М. Котельные установки малой мощности. М., Машгиз, 1956.
14. Рабинович О.М. Котельные агрегаты. Машгиз, 1963.
15. Чернов А.В, Бессеребренников Н.К. Основы теплотехники и гидравлики, М., 1965.
16. Шифрин Д.М. Теплосиловые установки. М., Колос, 1962.

## MAZMUNY

Sözbaşy	1
Giriş.	2
1. Hidro (suw) elektrik stansiýalary	3
2. Atom elektrik stansiýalary (AES)	4
3. Ýylylyk elektrik stansiýalary (ÝES)	14
4. Kondensat elektrik stansiýalary (KES)	16
5. Bug turbinalary. Bug turbinalary barada düşünje	18
5.1. Bug turbinalaryň toparlara bölünmesi	19
5.2. Birbasgançakly aktiw turbina	19
5.3 Bug öndüriji gazan desgalarynyň gurluşy we ýylylyk hasaplamasy	21
6. Suw ekonomazy	23
6.1. Buggy aşy gyzdyryjylar	24
6.2. Gazan desgasyň kömekçi enjamlary we olaryň amala aşyrylan işleri	24
7. Tebigy gazlar hem-de suw buggy hakynda umumy maglumat	26
7.1. Suw bugunyň emele geliş hadysasy	26
8. Gazturbina desgasyň gurluşy we ýylylyk hasaplamasy	28
9. Gaz turbina desganyň üznüksiz ýanyş kadalary.	32
Gaz turbina desganyň ideal iş kadasy	
9.1. Gaz turbina desgasyň ýanyş kamerasynyň ýylylyk hasaplamasy	34
10. Tizlik basgançakly köp basgançakly aktiw turbinalar	39
10.1 Gazturbina gurluşlar barada umumy maglumat	41
10.2 Hemişelik basyşda ýangyjyň ýanmagy bilen GTG-iň iş shemasy	42
10.3. Gazturbina gurluşlarynyň konstruktiv elementleri	43
11. İçden ýanýan dwigateleriň klassifikasiýasy	45
11.1. İçki ýanmanyň dwigatelleriniň kuwwatlylygy we tygşytlylygy	47
12. Effektiv kuwwatlylyk	48
12.1. Ýangyç harçlanmasyny we sowadyjy suwuň udel harçlanmasyny kesgitlemek	51
13. Ýylylyk dwigatellerin iş sikli	53
14. Kriwoşip-şatun mehanizmi	56
15. Şatun we düýp podşipnikler	61
16. Gazanly guralmasynyň shemasy	62
16.1. Gazanly gurulmalaryň iş prossesi we esasy häsiýetnamalary	64
16.2. Suw taýýarlanyş	65
16.3. Kömekçi gurulma	67
17. Gazan desgalarynyň buggy aşy gyzdyryjy ysynyň ýylylyk hasabaty	71
18. Gazan gurnamalarynyň ýerleşýän ýerine bolan talaplary	74

18.1 Türkmenistanyň Döwlettehgözegçilik gullugynyň esasy talaplary	75
19. Elektrik howpsuzlyk çäreleri	76
19.1. Elektrik togunyň adamy heläk ediş şertleri	77
20. Zähmeti goramak	79
Edebiýat	84