

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**Ş. Akyýewa**

**ÝANGYÇLARYŇ, ÇALGY  
MATERIALLARYŇ WE ÝÖRITE  
SUWUKLYKLARYŇ ULANYLYŞY**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

**Ş. Akyýewa,** Ýangyçlaryň, çalgy materiallaryň we ýörite suwuklyklaryň ulanylyşy.

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

## GIRIŞ

Türkmenistanyň Prezidentligine ähli halk tarapyndan saýlanan pursadyndan başlap Milli Liderimiz hormatly Gurbanguly Berdimuhamedow tarapyndan ýurdymyзда ähli ugurlarda, sebitlerde we ulgamlarda täze reformalar amala aşyrylýar.

Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasynda nebitiň, gazyň çykarylşyny, içerki we daşarky sarp edijilerine ugradylşyny, nebitgaz çykaryjylary ygtybarly goraglar bilen ýeterlikli derejede üpjün etmek maksady bilen geçirilýän gözleg-agtaryş işleri babatda uzak möhletlere niýetlenen anyk wezipeler kesgitlenen. Bu Maksatnamanyň çäklerinde türkmen halkynyň eşretli ýaşamagyna we ýagty gelejegine gönükdirilen uly işler amala aşyrylýar.

Türkmenistanyň Prezidenti tarapyndan 2008-nji ýylyň 20-nji awgustynda gol çekilen “Uglewodorod serişdeleri hakyndaky” kanuny we meşgur daşary ýurt kompaniýalarynyň tarapyndan hem tassyklanan Türkmenistanyň baý uglewodorod serişdeleri binýady ýurdymyzyň nebitgaz pudagyny ösdürmäge, türkmen nebit önümleri bilen halkara bazarlara çykмага, daşary ýurt kompaniýalaryny we maýadarlaryny özara bähbitli esasyda işjeň hyzmatdaşlyga çekmäge esas bolup durýar.

2009-njy ýylyň 14-nji dekabrynda Türkmenistan – Hytaý gaz geçirijisiniň we 2010-njy ýylyň ilkinji günlerinde Türkmenistan – Eýran gaz geçirijisiniň doly ulanylmaga berilmegi iri taslamalary we Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasynyň ýokary depginde durmuşa geçirilýänliginiň aýdyň subutnamasy bolup durýar.

Türkmenistanyň ykdysady mümkinçiliklerini artdyrmakda nebitgaz toplumynyň gaýtdan işlemek senagatynyň önümçilik kuwwatlyklaryny ösdürmäge wajyp

orun berilýär. Nebiti gaýtadan işlemek pudagynyň kerwenbaşysy diýip hasaplanýan Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasyna laýyklykda meşgur daşary ýurt korporasiýalarynyň, kompaniýalarynyň we firmalarynyň gatnaşmagynda durkuny abatlamak işleriň birinji tapgyry doly tamamlandy we täze öndebaryjy tehnologiýalar we enjamlar ornaşdyrylan önümçiliklerde oktan sany ýokary etilsiz awtobenzin, awiasion we tehniki kerosin, gidroarassalanan dizel ýangyjy, çalgy ýaglaryň 25 kysymy, polipropilen, koks, bitumlar ýaly nebit önümleri öndürülýär we eksport edýär. Zawodlar toplumynyň durkuny abatlamak we modernizasiýasy “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasyna” laýyklykda dowam edýär.

Halk hojalygyndaky ylmy-tehniki ösüşiň netijesinde energiýanyň öndürilşi we sarp edilşi hem gün-günden artýar, maşynlaryň we mehanizmleriň görnüşleri hem kämilleşýär. Bu bolsa ilkinji nobatda energetiki resurslaryny giňeltmek meselelerini, döp boýunça ulanylýan nebit çig malyny rejeli ulanmagy, ýangyçlaryň, ýaglaýjy materiallaryň we çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetlerine we hiline edilýän talaplara hem üýtgeşmeleriň girizilmegini talap edýär.

Ylymda we tehnikada täze ugur döredi – ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň rejeli ulanylmagynyň nazarýeti we amalyýeti, bu ugur **himmotologiýa** ("himiya", "motor", "logos" sözlerden emele gelen) diýip at aldy.

Bu gün himmotologiýa ylmy ýangyçlaryň, ýaglaryň, çalgyçlaryň we tehniki suwuklyklaryň hili, ulanylyş häsiýetleri we rejeli ulanylyşy çäklerinde aktual inžener-tehniki we ylmy meseleleri çözüär. Himmotologiýanyň esasy obýekti içinden ýanýanhereketlendirijiler bolup durýar, olarda ýangyçlary we çalgy materiallary ulanmak has çylşyrymly bolup durýar. Ýöne himmotologiýanyň nazary çözügütleriniň we amaly

teklipleriniň köpüsini diňe bir hereketlendirijiler üçin däl-de beýleki maşynlar we mehanizmler üçin ulanyp bolýar.

Himmotologiýa ylmy organiki, fiziki, kolloid himiýa, ýylylyk tehnika we termodinamika, maşynlara giriş, ykdysadyýet we ekologiýa ylmlary bilen baglanşykly. Himmotologiýanyň bilimiň özbaşdak ugry hökmünde bekemegi we ösmegi üçin rus alymlary uly goşantlary goşdular.

Ýangyç hökmünde nebit fraksiýalarynyň giňden ulanylmagy olaryň ýokary ýanma ýylylygy, deňeşdirmede bahasynyň pesligi we ulanylmagynyň amatlylygy bilen esaslandyrylýar. 1 kg nebit ýangyjy ýakylanda 41700 kJ-dan gowurak energiýa, şol bir wagtda 1 kg kömür ýananda 33300 kJ, 1kg odun ýakylanda welin 19500 kJ energiýa bölünip çykýar. Nebiti gazyp çykarmagyň özüne düşýän gymmaty, mysal üçin kömür bilen deňeşdirilende, pes. Suwuk nebit ýangyçlaryny turbageçirijilerden akdyrmak amatly, dürli forsunkalaryň kömegi bilen aňsat ýakylýar we kül emele getirmesiz ýanýar. Suwuk nebit ýangyçlarynyň bu aýratynlyklary olaryň ulanylmagynyň çalt ösmegine getirdi.

Motor ýangyçlarynyň öndürilmeginiň we sarp edilmeginiň ösdürülmeginiň balansirlenen ýoly umumy görnüşde aşakdaky üç ugurlar bilen aňladylyp bilner:

- 1) Suwuk nebit ýangyçlarynyň resurslaryny artdyrmak:
  - Nebiti gaýtadan işlemegi çuňlaşdyrmak (ýangyjyň çykymyny artdyrmak);
  - Resurslaryny giňeltmek maksady bilen ýangyçlaryň hilini amatlaşdyrmak;
- 2) Hereketlendirijilerde ýangyçlaryň harçlanmasyny azaltmak:
  - Hereketlendirijileriň gurluşyny kämilleşdirmek;
  - Hereketlendirijini ulanmak şertlerinde ýangyjyň hakyky harçlanmasyny azaltmak;
- 3) Alternatiwa ýangyçlaryny ulanmak

Şeýlelikde içinden ýanýan hereketlendirijiler üçin ýangyçlary ösdürmegiň ýollary ýangyçlaryň hil meselesiniň hem ýangyç önümçiligini ösdürmekde, hem hereketlendiriji gurluşygyny ösdürmekde aýgytly ähmiýete eýe boljaklygyny görkezýär. Hereketlendirijileriň ýangyçlaryň hiline edýän talaplaryny ylmy taýdan esaslandyrmak, ýangyçlaryň ähli görnüşleri üçin esasy görkezijileriniň amatly derejelerini kesgitlemek, dürli görnüşli çig mallardan alnan ýangyçlaryň wajyp ulanylyş häsiýetlerini bahalandyrmak – bu meseleleriň ählisi, himmotologiýanyň esasy meselesi bolup durýar we ýurdymyzyň halk hojalygynyň ösmeginde ýokary derejeli ähmiýete eýe bolýar.

## 1-NJÍ BAP. Himmotologiýanyň ylmy esaslary

### 1.1 Himmotologiýa - bilimiň täze pudagy

Ýangyç - hereketlendirijiler we maşynlar üçin energiýa çeşmesi, çalgy materiallar bolsa - mehanizmleriň sürtülmesini we hatardan çykmagyny peseldýän serişde. Tehnikanyň dürli görnüşleriniň ösdürilmegi hökmany suratda olaryň uzak möhletleýin ulanylmagyny we bir kemsiz işlemegini ýokarlandyrmak bilen bilelikde amala aşyrylýar. Ýöne hereketlendirijileriň, maşynlaryň we mehanizmleriň kämilleşdirilmegi ulanylýan ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyrmasyz mümkin däl. Şol sebäpli halk hojalygynda ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň diňe bir sarp edilme göwrüminiň ösmegi däl-de olaryň hiliniň, esasy ulanylyş häsiýetleriniň hem ösdürilmegi talap edilýär.

Amaly meseleleriň köpüsini çözmek üçin ylmy-tehniki ösüşiň fundamental ylmlaryň seplişmesiniň esasynda bilimiň birnäçe pudaklaryny durmuşda ýüze çykardy. Olaryň hataryna ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň ulanylyş häsiýetlerini we hilini, olary hereketlendirijilerde, maşynlarda we mehanizmlerde rejeli ulanmagyň nazaryetini we amalyýetini öwrenýän **himmotologiýa** ylmy hem girýär. Bilimiň bu pudagynyň adyny görnükli rus alymy Papok K.K. dakdy.

Himmotologiýa fizika, fiziki we kolloid himiýa, ýylylyk tehnika, maşynlara giriş, ykdysadyýet we ekologiýa ýaly ylmlar bilen baglansykly. Himmotologiýanyň ylmyň özbaşdak ugry hökmünde emele gelmegi we ýurdyň ýangyç-energetiki balansynyň meselelerini çözmekde onuň ornynyň artmagy aşakdaky ýagdaýlar bilen ýüze çykaryldy.

Birinjiden, şu wagt ýokary hilli ýangyçlary we çalgy materiallary öndürmegiň we ulanmagyň göwrümleri barha artyp barýar. Şonuň bilen baglansykda ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň hiline talaplaryň ylmy-tehniki we ykdysady

esaslandyrmasy, olaryň her bir ulanylyş häsiýetleriniň derejesiniň amatlaşdyrylmagy we bu derejä ýetmek üçin tehnologiýanyň saýlanylmagy köp maddy serişdeleriň harçlanylmagy bilen şertlendirilýän mesele bolup durdy. Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiliniň esaslandyrylmadyk ätiýaçlygy bilen ulanylmagy nebiti gaýtadan işlemek senagatynda rejeli däl harçlanmalara getirýär, ulanylyş talaplaryna laýyk gelmeýän ýangyçlary we çalgý materiallary ulanmak bolsa – maşynlaryň, mehanizmleriň we hereketlendirijileriň ygtybarlylygynyň peselmegine getirýär.

Ikinjiden, tehnikanyň ähli görnüşleri üçin ýangyç hökmünde nebiti gaýtadan işlemegiň önümlerini giňden ulanýarlar. Dogrudanam, suwuk nebit ýangyçlary – bu gymmatly uniwersal energiýa görteriji, ulanylmagy we daşalmagy amatly, we halk hojalygynyň ähli pudaklarynyň oňa bolan talaby gün-günden artýar. Ýöne nebiti gazyp almak üçin edilýän çykdajylar ýyl-ýyldan azaldylsa-da, nebiti gazyp almak mümkinçiligi çäklendirilen. Şol sebäpli nebit önümlerini tygşytly we rejeli ulanmak – himmotologiýanyň esasy ugurlarynyň biri.

Üçünjiden, nebit resurslarynyň çäkliligi sebäpli alternatiw ýangyçlaryny ulanmak, gaz görnüşli uglewodorod ýangyçlaryny ulanmak, dikelyän çig maldan alynýan spirtleri, efirleri we beýleki birleşmeleri ulanmak zerurlygy ýüze çykdy. Nebitden alynmadyk suwuk we gaz görnüşli ýangyçlar käbir aýratynlyklary bilen nebit önümlerinden tapawutlanýar we olaryň ulanylyş häsiýetlerini öwrenmek, şeýle hem hereketlendirijilerde netijeli ulanylmagyny himmotologiki esaslandyrmak barha has wajyp ähmiýete eýe bolýar.

## **1.2 Himmotologiýanyň esasy wezipeleri**

Ýokarda görkezilen ýagdaýlar himmotologiýanyň üç esasy ugurlar boýunça nazary we amaly meseleleriň giň gerimini öwrenýän bilimiň täze ugry hökmünde dikelmegine



we ösmegine ýardam berdi. Ugurlaryň hersi aşakdaky meseleleri öz içine alýar:

a) Ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň hilini amatlaşdyrmak:

- hereketlendirijilerde we maşynlarda ýangyçlar we çalgy materiallar ulanylanda bolup geýän fiziki-himiki prosesleriň toplumyny barlamak, ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň hiliniň we hereketlendirijileriň ygtybarly işleýşiniň arabaglanşygyny öwrenmek maksady bilen bu prosesler bilen dolandyrmagyň ýollaryny işläp düzmek;
- dürli şertlerde ulanylýan ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň hiline edilýän talaplara baha bermek we esaslandyrmak;
- ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň ulanylyş häsiýetleriniň amatly derejesini kesgitlemek we tehniki-ykdysady esaslandyrmak;
- ýangyçlaryň we sintetiki çalgy materiallaryň görnüşlerini işläp düzmek we synamak;
- hil görkezijilerini ýokarlandyrmak üçin ulanylýan prisadkalaryň täze görnüşlerini işläp düzmek we synamak;

b) Ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň ulanylyşynyň effektiwligini ýokarlandyrmak:

- ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň ulanmak şertlerinde harçlanma kadalaryny we tygşytlamak boýunça çäreleri işläp düzmek we ylmy taýdan esaslandyrmak;
- daşamak we saklamak proseslerinde ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň hiliniň üýtgemezligini üpjün etmek;
- tehnikanyň dürli görnülere üçin himmotologiki kartalary düzmek we esaslandyrmak;
- ýangyçlary we çalgy materiallary toparlara bölmek we kysymlamak;

- ýurtda öndürülýän we daşary ýurtlardan alynýan ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň özara çalyşygyny üpjün etmek;
- ulanylan ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hilini dikeltmegiň usullaryny işläp düzmek.

ç) Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiline baha bermek ulgamlaryny we usullaryny döretmek we kämilleşdirmek:

- ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ulanylyş häsiýetlerine baha bermegiň usullaryny işläp düzmek we kämilleşdirmek;
- ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň kwalifikasion baha bermek usullaryny döretmek we esaslandyrmak;
- ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ulanylyşdaky häsiýetleriniň we tejribe barlaglaryň netijeleriniň gabat gelişini kesgitlemek;
- tejribehanalarda ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiliniň analitiki barlaglaryň abzallaryny we usullaryny kämilleşdirmek;
- ýangyçlara, çalgý materiallaryna we olary barlamak usullaryna standartlary we tehniki şertleri kämilleşdirmek.

Sanalan meseleler himmotologıýanyň dikelmeginde we ösmeginde hem belli bir derejede çözüldi, ýöne aýratyn meseleleriň roly we ähmiýeti himmotologıýanyň ösüşiniň basgançaklarynda üýtgedi.

Şu wagıt benzin, reaktiw we dizel ýangyçlary ýaly nebit önümleriniň köp möçberlerde öndürilmeginde ilkinji nobatda resuslary tygşytly we rejeli ulanmak meselesi ýüze çykýar. Şonuň bilen birlikde nebit ýangyçlarynyň we çalgý materiallarynyň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyrmak wajyp himmotologiki mesele bolup durýar. Hili ýokarlandyrmak mesele hem ýiti mesele bolup durýar; çalgý materiallaryň ulanylyş möhletini artdyryýan has netijeli täze prisadkalar hem zerurdyr.

Soňky ýyllarda hili ýokary bolan nebit önümlerini olaryň göni niýetlenilişi boýunça rejeli ulanmak meseleleri wajyp ähmiýete eýe boldy. Mysal üçin, uzak wagtlap senagatda B-70 awiasion benzini öndürildi. Benziniň oktan sanyny 70 çenli gaidyrmak üçin ýokary oktan komponentler harçlanýardy. Barlaglaryň netijesinde bolsa B-70 benzininiň esasy mukdarynyň awiasion hereketlendirijine işletmek üçin däl-de halk hojalygynyň köp pudaklarynda erediji ýa-da ýuwujy suwuklyk hökmünde ulanylýanlygy anyklandy. Soňra B-70 benzininiň önümçiligi azldylyp arzan bahaly erediji-benzinleriň önümçiligi artdyryldy.

Motor ýaglary bilen şolar ýaly ýagdaý ýüze çykdy. Döwrebap motor ýaglary gymmat bahaly prisadkalaryň tutuş toplumyny özünde saklaýar, ýöne motor ýaglaryň köp bölegi gidrawliki suwuklyklar hökmünde ulanylýar, soňkylar üçin bolsa gymmatly prisadkalaryň bolmagy asla gerek däl.

Himmotologýanyň ilkinji nobatdaky meselelerine alternatiwa ýangyçlaryny ulanmak meselesi hem degişli. Bu ýere hereketlendirijilerde ýangyç hökmünde gysylan we suwuklandyrylan gazlary ulanmagy öwrenmek, kislorod saklaýan suwuk maddalaryň hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň komponenti hökmünde ulanmak ýollaryny işläp düzmek ýaly meseleler girýär. Spirtleri, hususan-da metanoly ulanmagyň gyzyklanma döredýänligi olaryň çig malyň dikelýän görnüşinden alynmak mümkinçiligi bilen baglanşykly. Şu döwürde halk hojalygynda ulanylýan ýangyçlaryň we çalgy materiallarynyň köpdürliligini azaltmak wajyp mesele bolup durýar. Ýangyçlaryň we çalgy materiallarynyň täze unifisirlenen görnüşlerini öndürmek we könelişen görnüşleriň önümçiligi azaltmak gerek.

Ýurdymyzyň ýangyç-energetiki resurslaryny tygşytlamak, maşynlary, mehanizmleri we hereketlendirijileri ýokary hilli ýangyçlar we çalgy materiallar bilen üpjün etmek ýangyçlaryň we çalgy materiallarynyň boýunça ylmy

esaslaryny we amaly tekliplerini döretmek himmotologiýanyň esasy meseleleriniň biri bolup durýar.

### **1.3 Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hili**

Materiallaryň we önümleriň hili baradaky ylmy soňky ýyllarda çalt ösýär. Kwalimetriýa - bu ylmyň önümiň hiline mukdar taýdan baha bermegiň usullaryny jemleýän bölümi. Önümleriň häsiýetleri we olary sarp etmegiň we öndürmek mümkinçilikleriniň gatnaşygy bu ylmyň esasy öwrenýän meselesi bolup durýar.

**Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hili** diýip nebit önümleriniň ulanylyp boljak mümkinçiligini esaslandyrýan häsiýetleriniň jemine düşüňärler. Bu kesgitlemede ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň esasy niýetlenilişi anyklanýar - jemgiýetiň degişli talaplaryny kanagatlandyrmak. Ulanylmagynyň derejesini bolsa başga bir düşüňä degişli edýärler - ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiliniň derejesine.

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hilini häsiýetlendirýän ähli häsiýetleriniň jemini fiziki-himiki we ulanylyş häsiýetlerine bölüp bolýar. Fiziki himiki häsiýetlere ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ýagdaýyny we düzümini kesgitleýän häsiýetleri degişli edýärler. Bu - dykzlyk, süýgeşiklik, ýylylyk geçirijilik we sygdyryjylyk, elektrik geçirijilik, element, fraksiýa we himiki düzümi we ş.m. Ulanylyş häsiýetlerine ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň daşalanda we saklanylynda, şeýle hem nebit önümleri ulanylanmagyň ekologiki aýratynlyklaryny esaslandyrýan häsiýetleri girýär.

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiline edilýän talaplaryň köpüsi özara baglanyşykly. Şol sebäpli bu talaplaryň mukdar taýdan aňladylmagynyň optimumy bolýar. Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiliniň derejesi diýip sarp edijiniň talaplaryny kanagatlandyrmagyň derejesini mukdar

taýdan bahalandyrmagy düşünilmeli. **Önümiň hiliniň amatly derejesi** diýip bolsa öndürmek we sarp etmek üçin jemgiýet zähmedini minimumda sarp etmek bilen sarp edijiniň talaplaryny maksimumda kanagatlandyrmak derejesine düşünilmeli. Her häsiýete aýratynlykda hem amatly dereje kesgitlenýär. Önümiň hiliniň derejesi her häsiýetiň derejesine we "hil" diýilýän umumy düşünjedäki ähmiýetine bagly.

Nebit önümleriniň hiliniň derejesini bahalandyrmakda häsiýetleriň hemmesiniň deň dälligini bellemeli. Köplenç has wajyp görkezijini ýangyçlara we çalgý materiallaryna kysym bermekde ulanýarlar. Mysal üçin, benziniň esasy ulanylyş häsiýeti – detonasiýa durnuklylygy, we ol benzinleriň kysymlarynda san bilen aňladylýar; dizel ýangyçlary üçin bolsa – pes temperatura häsiýetleri wajyp we doňma temperaturasyna baglylykda olary tomusky, gyşyky we arktiki diýip atlandyrýarlar. Çalgý materiallar üçin kysym bellemekde hökmany ulanylýan kesgitleýji häsiýet süýgeşiklik bolup durýar.

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň esasy häsiýetleriniň derejesi çylşyrymly funksiýa bolup indiki dört faktorlary hasaba almak bilen jemlenýär:

- sarp edijileriň talaplary;
- nebiti gaýtadan işlemek senagatyndaky tehniki mümkinçilikler we harajatlar;
- halk hojalygynda ulanmagyň ykdysady effekti;
- "hil" düşünjesine girýän aýratyn häsiýetleriň özara täsiri.

Baha bermekde ilkinji iki faktor ýönekeý bolup durýar we tejribede öňden bári ulanylýar. Köp halatlarda bular şu wagt öndürilýän ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hilini kesgitleýär. Gelejekde bolsa, üçünji we dördünji ugurlar boýunça hasaplamalara we barlaglara üns bermek we ösdürmek gerek.

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hil derejesini ýokarlandyrmak üçin, köplenç, belli bir serişdeleri harçlamak

zerur. Bu serişdeler täze tehnologiýa ýa-da täze prisadkalary işläp taýýarlamaga, girizmäde ýa-da başga çärelerе harçlanýar. Ýöne, elbetde, bu çykdaýjylaryň ählisi hili ýokary derejeli ýangyçlary we çalgý materiallary ulanýan tehnikany ulanmakda özüni ödemeli, ýagny tehnikanyň düýpli bejerilmegine çenli ulanylyş möhletini artdyrmaly, ýa-da ätiýaçlyk şaýlarynyň harçlanmasyny azaltmaly, ýa-da beýleki görkezijilerini gowulandyrmaly. Halk hojalygynda has ýokary hilli nebit önümleriniň önümçiliginden we ulanylyşyndan ykdysady effekt bolmaly.

Nebiti gaýtadan işleýän senagatdaky çykdaýjylary hasaplamak kyn däl, ýöne bu önümi sarp edýän pudaklardaky ykdysady netijä baha bermek kynyrak. Ýöne, nebiti gaýtadan işlemek senagatynda geljekde tehniki ösüşiň esasy ugurlaryny kesgitlemek üçin ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hil derejesiniň ýokarlandyrmagynyň halk hojalyk ykdysady netijeliligine öz wagtynda baha bermek örän zerur. Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hil derejesini ýokarlandyrmagynyň netijeliliginiň we onuň amatly derejesiniň ykdysady esaslandyrylmadyklygynyň ýeterlikli öwrenilmedikligi bu meseläniň pudakalarygy we çylşyrymlylygy bilen düşündirilýär. Ondan başga-da, ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň, barlaglaryň we ykdysady hasaplamalaryň netijesinde bellenilýän hiliniň amatly derejesi wagtyň geçmegi bilen üýtgeýär, onda-da amatly derejäniň hem peselme hem artma tarapyna üýtgäp bilýär.

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň sarp edilşiniň üznüksiz ösýänligini hasaba almak bilen hiliniň amatly derejesini öz wagtynda we dogry kesgitlemek wajyp ykdysady ähmiýete eýe bolýar. Berlen hereketlendirijiniň talaplaryna garanda hil ätiýaçlygy has kop bolan nebit önümlerini ulanmak olaryň rejeli däl harçlanmalarına getirýär. Şol bir wagtda ulanylyş talaplaryna laýyk gelmeýän ýangyçlary we çalgý materiallary ulanmak tehnikanyň ygtybarlylygyny peseldýär.

Hil görkezijileriň amatly alamatlaryny kesgitlemekde ujypsyz nätakyklar hem uly çykdaýjylara getirmegi mümkin.

Aýratyn häsiýetleriň ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiliniň umumy derejesine bilelikdäki täsirine baha bermek – himmotologiýanyň has az öwrenilen bölekleriniň biri. Käbir häsiýetler özara gapma-garşylykda bolýar: olaryň biriniň gowulandyrylmagy beýlekisiniň erbetleşmegine getirýär. Mysal üçin, benzinlere pes temperaturada gaýnaýan komponentleri goşmak onuň hereketlendirijini işe girizmek häsiýetlerini gowulandyrýar, ýöne benziniň hereketlendirijide bug dykylaryny emele getirmek ukybyny artdyrýar; reaktiw ýangyçlarynyň gidroarassalanmagy olaryň poslatma işjeňligi peseldýär, ýöne sandan çykarma garşy we gorag häsiýetlerini erbetleşdirýär. Bular ýaly ýagdaýlarda dürli häsiýetleriň arasynda amatly gatnaşygy tapmak gerek.

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň her bir häsiýetini absolýut ýa-da otnositel görkeziji bilen mukdar taýdan bahalandyrmak bolýar. Otnositel baha bermekde nebit önüminiň berlen hil görkezijisiniň alamatyny etalonyň görkezijisi bilen deňeýärler. Şeýlelikde, benziniň oktan sany – bu onuň detonasiýa durnuklylygynyň otnositel bahasy, etalonlar bolsa izooktan we geptan.

Önümiň hiline baha bermek üçin standart bilen hil görkezijileriň üç toparý kesgitlenen: birlik, toplumlaýyn we integral. Birlik görkeziji boýunça önümiň bir häsiýetini bahalandyrýarlar, toplumlaýyn görkezijiler bolsa – önümi dürli özara baglanşykly we birnäçe birlik görkezijileri öz içine alýan taraplary häsiýetlendirýär. Hiliň integral görkezijisi önümi ulanmagyň ýa-da sarp etmegiň peýdaly täsiriň jeminiň we ony döretmäge, ulanmaga ýa-da sarp etmäge edilýän harajatlaryň jeminiň gatnaşygyny suratlandyrýar.

Birlik görkezijileri has giňden ulanýarlar; olara ýangyçlaryň poslatma işjeňligi, ýaglaryň ýuwujy häsiýetleri we beýlekiler degişli. Toplumlaýyn görkezijiniň mysaly

hökmünde hereketlendirijileriň, maşynlaryň we mehanizmleriň hiline baha bermekde ulanylýan ygtybarlyk düşünjesini aýtmak bolýar. Ol enjamlaryň we önümleriň uzak möhletlilikini, elmydama işe ukyplylygyny, saklanylmagyny öz içine alýar. Dürli ulanylyş häsiýetli ýangyçlary we çalgý materiallary ulanmakda hereketlendirijiniň ýa-da maşynyň ygtybarlylygynyň üýtgemegine getirmegi bularyň hiliniň toplumlaýyn görkezijisi bolup bilerdi. Integral görkeziji manysy boýunça nebit önüminiň hiliniň amatly derejesini görkezýär.

#### **1.4 Hile baha bermegiň usullary**

Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ähli ulanylyş häsiýetlerine has doly baha bermegi diňe doly ölçegli hereketlendirijide, maşynda ýa-da mehanizmde ulanylyş barlaglaryny geçirende alyp bolýar. Ýöne, bellenişi ýaly, bular ýaly barlaglar uzak dowam edýär, barlanylýan ýangyjyň we tehnikanyň köp harçlanylmasy talap edýär. Tehnikanyň ösmegi bilen talaplar diňe bir ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hiline edilmän, ýöne öňden edilýän talaplar hem düýbinden üýtgäp başlady. Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň täze görnüşleri peýda boldy, olaryň aýry häsiýetleri olary öndürmegiň tehnologiýasynyň kämilleşdirilmeginiň hasabyna we prisadkalary girizmegiň hasabyna gowulandyryldy. Şol sebäpli nebit önümlerini model desgalarda, agregatlarda we hereketlendirijilerde barlamagyň örän gysga wagtda serişdeleri, güýçleri we barlanylýan önümleri az harçlamak bilen ulanylyş häsiýetlerini ygtybarly bahalandyrmaga mümkinçilik berýän, çaltlaşdyrylan usullaryny işläp taýýarlamak zerurlygy döredi. Bular ýaly usullar K. K. Papogyň teklibi boýunça kwalifikasion usullar diýip atlandyrylýar.

Çaltlandyrylan kwalifikasion usullaryň fiziki-himiki häsiýetleri kesgitlemek usullary bilen bilelikde ähli ulanylyş



häsiýetlere hemme taraplaýyn we düýpli baha bermäge mümkinçilik berýär. Mysal üçin, dizel ýangyçlarynyň poslatma işjeňligi tejribehana şertlerinde birnäçe görkezijiniň kömegi bilen bahalandyrylýar, hususan-da: umumy kükürdiň mukdary, suwda ereýän kislotalaryň we aşgarlaryň mukdary, kükürtli wodorodyň mukdary, turşylygy, mis plastinkasyndaky poslama, ýokary temperaturada poslama işjeňligi bilen. Bu görkezijileriň hersi boýunça ýangyjyň poslatma işjeňliginiň derejesini kesgitlemäge mümkinçilik berýän kadalar işlenip düzülen.

Eger-de doly ölçegli hereketlendirijilerde uzak barlaglaryň netijesinde ähli ulanylyş häsiýetleriň ýüze çykyşynyň jemleýji ýagdaýyny alsak, onda kwalifikasion usullardan peýdalanyň her ulanylyş häsiýeti aýratynlykda bölüp çykaryp bahalandyryp bolýar. Kwalifikasion usullaryň bu aýratynlygy ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ulanylmak şertlerinde bolup geçýän fiziki-himiki prosesleriň mehanizmleriniň aýratynlyklaryny öwrenmekde olary giňden ulanmaga mümkinçilik berýär.

Ulanylyş häsiýetleri bahalandyrmagyň kwalifikasion usullarynyň işlenip düzülmegi we döredilmegi XX-nji asyryň başlaryna, benzin ulanýan içinden ýanýan hereketlendirijileri ulanmagyň ösüş ýolunda ýangyjyň detonasiýaly ýanmagy meselesi ýüze çykan döwrüne degişli. 1927-nji döredilen bir silindirli “Wokeş” desgasy benzinleriň oktan sanyny kesgitlemegiň, şu wagt hem ulanylýan, ilkinji kwalifikasion usulyny işläp düzmäge mümkinçilik berdi. Kwalifikasion usullaryň kömegi bilen ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ulanylyş häsiýetlerine baha bermegi çaltlandyryp, prisadkalaryň netijeliligini we olaryň amatly kompozisiýasyny we konsentrisiýasyny ýüze çykarmaga, nebit önümleriniň özara çalyşmagyny we unifikasiýa meselelerini çözmäge mümkinçilik berýär.

Şu wagt ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň ähli görnüşleriniň esasy ulanylyş häsiýetleri üçin kwalifikasion

usullar işlenip düzülen. Bu usullar hemişe kämilleşýär. Köplenç, barlag şertleri has berkleşýär – temperatura, basyş, model desgalar has döwrebap ölçeg serişdeleri, düwünleri we agregatlary bilen enjamlaşdyrylýar. Käbir usullar standartlaşdyrylýar we şu usullar boýunça talaplaryň statistiki maglumaty toplanandan soň ýangyjyň ýa-da çalgý materiallaryň hiline tehniki şertleriň standartyna girip bilýär.

Şu wagt ýangyçlaryň, ýaglaryň, çalgýçlaryň we tehniki suwuklyklaryň ähli esasy görnüşleri boýunça, diýen ýaly, kwalifikasion baha bermek usullarynyň toplumlary giňden ulanylýar. Häsiýetleri usullaryň toplумы boýunça kesgitlemek täze ýangyçlary we çalgý materiallary barlamak üçin hökmany bolup durýar. Bular ýaly baha bermek – nebit önümleriniň öňden belli, ýöne täze çig maldan ýa-da täze tehnologiýa boýunça alnan, täze komponentleri ýa-da prisadkalary saklaýan görnüşleri üçin hem hökmany bolup durýar. Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň bu nusgalyklary tejribe nusgalyklar bolup durýar. Tejribe nusganyň kwalifikasion baha bermegiň usullarynyň toplумы boýunça barlaglaryň netijesi indiki çözgütleri kabul etmek üçin esas bolup bilýär:

- berlen önümi goşmaça barlaga degişli etmesiz ulanmaga rugsat bermek barada;
- soňky barlaglaryň (stend, ýol, ulanylyş we ş.m.)göwrümi barada;
- funksionla barlaglary (mysal üçin, ýörite maksatnama boýunça poslatma işjeňligi, zäherliligi we ş.m.) geçirmegiň zerurlygy barada.

Usullaryň toplумы boýunça barlaglaryň netijelerine baha bermek we çözgütleri kabul etmek hökmany suratda çig mal resurslary boýunça maglumatlar, önümçilik tehnologiýasynyň aýratynlyklary, tejribe nusganyň hyrhларыnyň taslamasy, ornaşdyrmakdan garaşylýan effektiň hasaplamasy boýunça maglumatlar we ş.m. esasy tehniki-ykdysady görkezijilere esaslanýar.

Usullaryň toplumlary ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň özara çalyşygyny kesgitlemäge we toparlara bölmäge, unifsirlemäge kömek edýär. Bu ýerde täze usullaryň işlenip taýýarlanmagynyň we öňden bar bolanlary kämilleşdirmegiň usullaryň toplumy boýunça alnan netijeleri düzetmegi üznüksiz ýokarlandyrýar we şonuň bilen birlikde kwalifikasion baha bermegiň usullarynyň toplumynyň ulanylyş çäklerini giňelýär.

## **İ BÖLÜM. Ýangyçlaryň himmotologiýasy**

### **2-NJİ BAP. Ýylylyk hereketlendirijiler we ýangyçlaryň toparlara bölünişi**

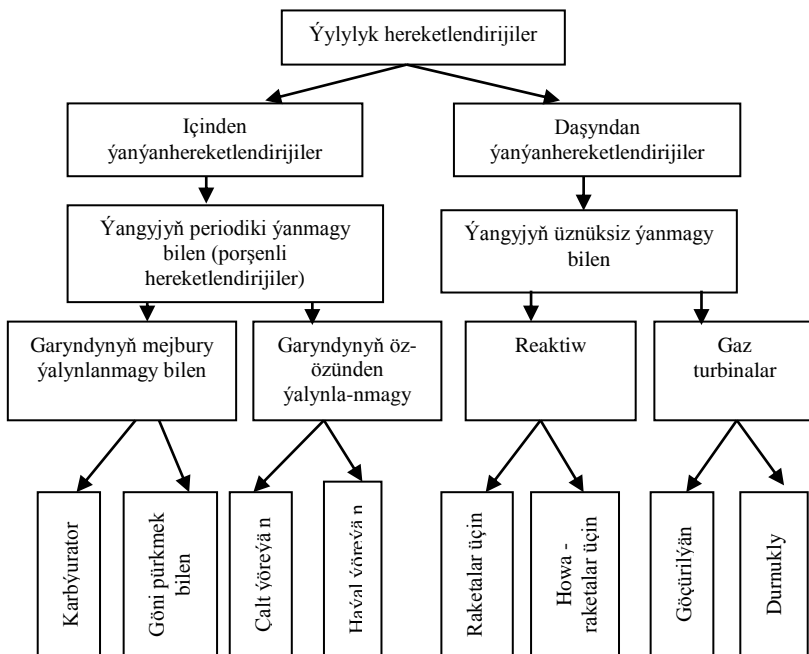
#### **2.1 Ýylylyk hereketlendirijileriň toparlara bölünişi we işleýşiniň düzgünleri**

**Ýylylyk hereketlendirijiler** ýangyň ýanmagynda bölünip çykyan ýylylyk energiýany mehaniki energiýa öwürmek üçin niýetlenen. Ýylylyk hereketlendirijiler daşyndan ýanýanwe içinden ýanýanhereketlendirijilere bölünýär.

Içinden ýanýanylylyk hereketlendirijiler giňden ýaýran. Bu hereketlendirijilerdäki esasy prosesler – ýangyjyň ýanmagy, ýylylygyň bölünip çykmagy we onuň mehaniki işe öwrülmeği – hereketlendirijiniň içinde bölup geçýär. Bular ýaly hereketlendirijiler ulaglaryň ähli görnüşinde (awtomobil, demir ýol, suw we awiasiya) güýç berýän desga hökmünde ulanylýar. Bu hereketlendirijiler oba-hojalyk önümçiliginde we gurluşykda, nebit we gaz senagatynda, halk hojalygynyň beýleki pudaklarynda hem mehaniki energiýanyň çeşmesi bolup durýar.

Ilkinji içinden ýanýanylylyk maşynlaryna ýakma posesiniň periodikligi häsiýetli aýratynlygy bolup durýan porşenli hereketlendirijiler degişli bolup durýar. Şu wagt hem içinden ýanýanhereketlendirijiler diýilen adalga aýdylanda, ilki bilen, porşenli hereketlendirijiler göz önünde tutulýar. Soňky ýyllarda içinden ýanýanhereketlendirijileriň başga bir topary ýokary derejede ösýär, olara ýakma prosesi üznüksiz amala aşyrylýan reaktiw hereketlendirijiler we gaz turbinalar girýär.

Ýylylyk hereketlendirijileriň toparlara bölünişi 1- nji suratda getirilen.



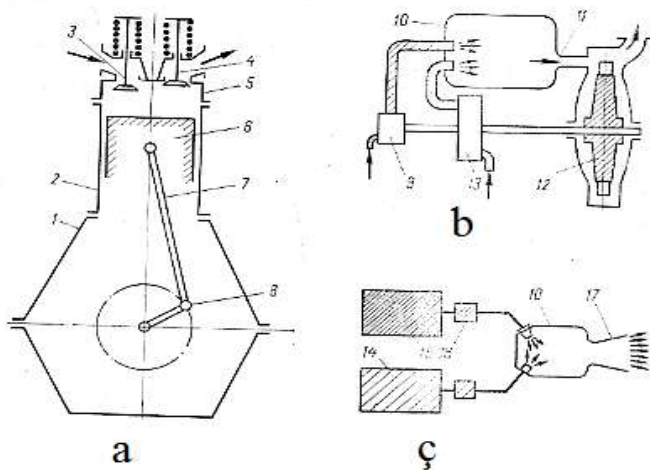
1-nji surat. Ýylylyk hereketlendirijileriň toparlara bölünişi.

**Ýangyjy periodiki ýanýan hereketlendirijiler** (porşenli hereketlendirijiler). Porşenli hereketlendirijileriň işiniň aýratynlygy ýangyjy ýakma prosesiniň periodikiligi bilen şertlendirilýän siklikiligi bolup durýar. Porşenli hereketlendirijileriň esasy şaýlary (2-nji surat) şular: silindr 2, silindriň ýokary başy 5, porşen 6, şatun 7, tirsek waly 8, karter 1, göýberýän 3 we çykarýan 4 klapanlar. Silindriň diwarlary, ýokary başy we porşen bilen çäklendirilýän giňişlik **ýakma kamerasy** diýip atlandyrylýar. Oňa ýangyç we ýangyjyň ýanmagy üçin zerur bolan howa girýär.

Ýangyç-hawa garyndynyň ýanmagynda ýylylygyň köp mukdary bölünip çykýar, we emele gelýän gazlar porşine basyp ony silindrde hereketlendirýärler. Porşeniň öňe gidiji hereketi şatundan tirsek walyna geçýär we ol ýerde aýlawla getiriji herekede öwrülýär. Ahyrky, düzgün boluşy ýaly,

mehaniki energiýanyň sarp edijisine (awtomobiliň tekerlerine, gäminiň küregine we ş.m.) gerek bolup durýar.

Porşenli hereketlendirijide ýanma prosesi ýakma kamerasynyň çäklendirilen göwrümünde amala aşyrylýar, we peýdaly işi ýerine ýetirmek üçin ýanma önümleriň giňelmesi ulanylýar. Gazlaryň giňelme basgançagyndan soň ýangyjyň täze porsiyalaryny ýakmak üçin hereketlendirijiniň iş zolagyndan tüsse gazlary aýyrmak we ýene-de degişli düzümlü ýangyç-howa garyndysyny emele getirmek zerur. Şeýlelikde, porşeniň silindrde öňegidiji – yzagaýdyjy hereketi ýangyjy diňe yzygiderli porsiyalar bilen ýakmaga mümkinçilik berýär. Bu ýerde her porsiyanyň ýanmagy üçin öňürti silindrde berk yzygiderlikde bolup geçýän taýýarlyk basgançaklary geçmeli. Ähli prosesleriň jemini **iş sikli** diýip atlandyryrlar we hereketlendiriji işlän wagty bu sikiller periodiki gaýtalanýar.



**2-nji surat.** Içinden ýanýan hereketlendirijileriň çyzygysy.

a – porşenli hereketlendiriji; b – gaz turbina; ç – suwuk ýangyçda işleýän reaktiw hereketlendiriji; 1 – karter; 2 – silindr; 3 – göýberýän klap; 4 – çykarýan klap; 5 – silindiriň ýokary başy; 6 – porşen; 7 – şatun; 8 – tirsek waly; 9, 16 – nasoslar; 10 – ýakma kamerasy; 11 – ugrukdyryjy apparat; 12 – turbina; 13 – kompressor; 14, 15 – baklar; 17 – soplo.

Hereketlendirijiniň ýerine ýetirýän peýdaly işi ýakma kamerasynda saklanýan howanyň mukdaryna we degişlilikde howanyň bu göwrümünde näçe ýangyjy ýakyp bolýanlygyna bagly. Elbetde, ýakma kameralaryň ählisiniň umumy göwrümi näçe uly bolsa, şonça-da howanyň köp göwrümünü olar sygyryp bilýär, diýmek, şonça-da köp ýangyjy ýakyp hereketlendirijiniň uly kuwwatlygyny alyp bolýar.

Ýöne soňky ýyllarda porşenli hereketlendirijileriň kuwwatlygyny artdyrmagyň başga bir – “çişirme” diýip atlandyrylýan usuly ulanylyp başlady. Hereketlendirijä howa atmosfera basyşynda däl-de bir azyrak artykmaç basyşda berilýär. Onda ýakma kamerasynyň şol bir göwrümünde howany köp ýygnap bolýar, köp ýangyjy ýakyp has uly kuwwatlyk alyp bolýar. Howanyň artykmaç basyşyny döretmek üçin ýörite kompressor oturdýarlar, ony herekede getirmek üçin hereketlendirijiniň kuwwatlygynyň belli bir bölegi harçlanýar. “Çişirme” hereketlendirijileri tehnikada giňden ulanylýar.

Içinden ýanýan porşenli hereketlendirijilerde işçi garyndynyň ýalynlamasy iki, düýbinden tapawutly, çyzgy boýunça amala aşyrylýar. Bir çyzgyda ýangyç bilen howanyň garyndysynyň ýalynlamasy hemişelik çeşmeden, adaty elektrik yşykdan bolmagy göz önünde tutulýar, beýlekisinde garyndy gysylma prosesinde gyzan gyzgyn howada öz-özünden ýalynlaýar.

Birinji çyzgy boýunça ýangyç bugarýar, onuň buglary bolsa howa bilen hereketlendirijiniň silindriniň daşynda garyşýar. Emele gelen ýanyjy garyndy porşeniň ýakma kamerasyndan tirsek walyna tarap süýşmeginde girelge klapanynyň üsti bilen silindre sorulyp alynýar. Hereketlendirijiniň işiniň bu taktý “girizmek” diýip atlandyrylýar. Girizmek taktynyň ahyrynda girelge klapany ýapylýar. Soňra porşen ýakma kamerasyna tarap süýşip ugraýar, ýanyjy garyndy bolsa gysylma degişli bolýar. Gysylma taktý wagty ýangyjyň buglary howa bilen gowy

garyşýar, garyndy bolsa ýanma taýýarlanýar. Bu taktyň ahyrynda ýakma kamerasyňa ýörite gurnamanyň – tutaşdyrma sweçasynyň – kömegi bilen garyndynyň tutaşyp ýanyp başlamagyna getirýän elektrik yşyk berilýär. Netijede ýakma kamerasynda temperatura we basyş birden ýokarlanýar; basyşyň täsiri astynda silindrdäki porşen süýşip başlaýar (iş herekedi), giňelýän gazlar peýdaly iş edýärler. Giňelenden soň silindirde gazlaryň temperaturasy we basyşy peselýär, çykalga klapany açylýar we porşen ýanma önümlerini atmosfera gysyp çykarýar; silindriň arassalanmasy bolup geçýär, bu bolsa – çykarma takty. Soňra iş sikli gaýtalanýar.

Hereketlendirijiniň silindrinde porşeniň dört gezek hereket etmeginde, ýagny tirsek walynyň iki aýlawynda, porşeniň bir herekedi işçi takt bolup durýar – gazlaryň giňelmesiniň hasabyna amala aşyrylýar, beýlekileri bolsa - tirsek walyna berkidilen mahowigiň inersiýasynyň hasabyna amala aşyrylýar. Hereketlendirijiniň deň sydyrgyn işini üpjün etmek üçin bir blokda birnäçe silindr ýerleşdirýärler (silindrleriň blogy) olaryň porşenleri şatunlaryň üsti bilen bir tirsek walynyň aýlaw etmegine getirýär. Gazlaryň ýanmagy we giňelmegi her silindrde gezekli-gezegine bolup geçýär, bu bolsa hereketlendirijiniň durnukly we deňsydyrgyn işlemegini üpjün edýär.

Yşykdan ýalynlamaly hereketlendirijilerde garyndynyň emele gelme prosesi silindiriň daşynda, düzgün boluşy ýaly, ýörite gurnamada – karbýuratorda, bolup geçýär. Karbýurator tozatmany dozalamak üçin belli bir derejede ýangyjyň bugarmagyny we howa bilen garyşmagyny üpjün edýär.

Porşenli hereketlendirijiniň iş sikliniň ikinji çyzygysy hiç-hili keseki çeşme ulanmasyz ýangyjyň gyzygyn howanyň hasabyna öz-özünüň ýalynlamasyny göz önünde tutýar. Bu çyzygy boýunça hereketlendirijiniň iş silindri girizmek takty wagtynda ýanyjy garyndy bilen däl-de howa bilen doldurylýar. Soňra howa gysylma degişli bolýar we güýçli gyzyýar. Gysylma prosesiniň ahyrynda silindre, gyzydyrylan howa forsunkadan uly



bolmadyk basyşda ýangyç pürkülýär. Bu ýagdaýda ýangyç ownuk tozadylýar. Ýanma prosesi howanyň gysylma prosesinde ýetilýän ýokary temperaturada garyndynyň öz-özünden yalynlamagyndan başlaýar. Beýleki prosesleriň ählisi – ýakma, gazlaryň giňelmesi we olary ýakma kamerasyndan çykarmak – iş sikliniň ikinji çyzgysy boýunça birinji çyzgydaky ýaly bolup geçýär.

Şeýlelikde iş sikliniň ikinji çyzgysynyň birinji çyzgydan häsiýetli tapawudy ýangyjiň öz-özünde yalynlamagy bolup durýar. İş sikli ikinji çyzgy boýunça akyp geçýän hereketlendirijiler dizeller diýip atlandyrylýar. Dizellerde ýanyjy garyndynyň emele gelme prosesi silindriň içinde bolup geçýär. Dizel hereketlendirijilerinde ýokary temperatura ýetmek üçin howany mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijilerde ýangyç-howa garyndysyny gysanlaryndan (7-9 esse) has köp esse artyk gysmaly bolýar (15-17 esse). Dizellerde has ýokary gysylma derejesi bular ýaly hereketlendirijilerde peýdaly täsir koeffisiendiniň has ýokary bolmagyny üpjün edýär. Şol bir işi ýerine ýetirmek üçin dizellerde ýangyç, mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijiler bilen deňände, takmynan 25-30% az harçlanýar. Dizellerde gysylmagyň ýokary derejesi ýokary basyşlary we agramlary esaslandyrýar, bu bolsa has berk hereketlendirijileriň ulanylmagyny talap edýär. Şol bir kuwwatlykda dizel hereketlendirijilerine adaty köp metal harçlanýar.

Ýokarda suratlandyrylan mejbury ýalynlatmaly we dizel hereketlendirijilerde dört taktly diýip atlandyrylýar. Iki taktly hereketlendirijiler hem bolýar, olarda käbir prosesler utgaşdyrylan we tutuş sikl tirsek walynyň bir aýlawynda bolup geçýär. Giňelme taktynyň ahyrynda çykalga äpişgesi açylýar ol ýerden işlenilen tüsse gazlary çykarylýar, soňra girelge äpişgesi açylýar, ondan silindre ýanyjy garyndy ýa-da howa (dizellerde) girýär. Porşen aşakky öli nokada barýar we girelge we çykalda äpişgelerini ýapyp ýokary galyp başlaýar we silindrdäki garyndy ýa-da howa gysylýar. Porşeniň ýokarky öli nokada

barmazyndan öň ýanma kamerasyna ýşyk berilýär ýa-da forsunkanyň kömegi bilen ýangyç pürkülýär (dizellerde); ýene-de giňelme prosesi başlaýar. Bular ýaly iki taktly hereketlendirijiler motosikillerde, motor gämilerinde we tehnikanyň başga-da görnüşlerinde ulanylýar. Bu hereketlendirijiler dört taktlylara seredende az tygşyly, ýöne bularyň artykmaçlyklary hem bar.

**Ýangyjy üznüksiz ýanýan hereketlendirijileriň** esasy elementi – hemişelik göwrümlü ýakma kamerasy. Öňa ýangyç we okislendiriji berilýär. Ýanma önümleriň gaz akymy ýokary temperaturanyň we giňelmäniň hasabyna uly kinetiki energiýa eýe bolýar, ol üýtgäp hereketlendirijini çekmegiň reaktiw güýjine ýa-da gaz turbinasynyň rotoryny aýlawda getirme energiýasyna öwrülýär. Gazlaryň soplodan çykmagynda döreyän çekmegiň reaktiw güýji reaktiw desganyň herekediniň tizligine, şeýle daşky gurşawyň dykzlygyna bagly däl we uçýan apparatlaryň howasyz planetaara giňişlikde uçmagyny üpjün edip bilýär. Reaktiw herekediň bu aýratynlygy raketalaryň döredilmegine esas boldy.

Raketa diýip reaktiw herekediniň düzgünlerini ulanýan we öz ýany bilen ýangyjy we okislendirijini alyp gidýän uçujy apparatlara aýdylýar. Ýangyç hökmünde dürli maddalar ulanylýar: nebit fraksiýalary, spirtler, ammiak, gidrazin, ksilidin, suwuk wodorod we başgalar ulanylýar. Okislendirijiler bolup suwuk kislorod, wodorodyň peroksidi, azot kislotasy we azodyň oksidleri, tetranitrometan, fluor we onuň birleşmeleri we başgalar ulanylýar. Raketada hem okislendirijiniň, hem ýangyjyň bolmagy ýeriň üst ýüzünde uçmaklygy üpjün edip bilşi ýaly uly beýikliklerde, howasyz giňişlikde we suwuň aşagynda hem uçmaklygy üpjün edýär. Reaktiw herekediň düzgüni diňe bir planetaara we kosmos gämilerinde, kontinentara raketalarynda ulanylman döwrebap awiasióanyň adaty uçarlarynda hem ulanylýar. Bu ýagdaýda uçarda diňe ýangyç alynýar, okislendiriji bolup bolsa howa ulanylýar. Howanyň kislorody ulanylmaga niýetlenen bular

ýaly hereketlendirijiler howa-reaktiw diýip atlandyrylýar, olar howasyz giňişlikde işläp bilmeýär. Döwrebap uçarlaryň köpürrägi howa-reaktiw hereketlendirijiler bilen enjamlaşdyrylan.

Adatça howa-reaktiw hereketlendirijiler ýakma kamerasy bilen reaktiw soplonyň aralygynda gaz turbinany ýerleşdirýärler. Gaz turbinasynda esasy işçi organ – işçi teker, onuň pereferiýa böleklerinde ýörite profilli pilçeler oturdylan.

Ýanma önümleri ýakma kamerasyndan çykyp hereketsiz ugrukdyryjy pilçeleriň üstünden geçýär we uly tizlik bilen turbinanyň tigriniň işçi pilçelerine urýar. Turbinanyň pilçeleri ýanma önümleriň akymynyň okuna gyýtak ýerleşdirilen, şonuň üçin turbinanyň tekeri aýlaw edip başlaýar. Onda gaz akymynyň kinetiki energiýasynyň bir bölegi turbinanyň aýlaw herekedine öwrülýär. Adatça turbina bilen bir walda howany gysyp ýakma kamerasynda berýän kompressory oturdýarlar. Turbinadan soň ýanma önümleri reaktiw soplaga barýar, bu ýerde gazlaryň kinetiki energiýasynyň esasy bölegi çekmegiň reaktiw güýjine öwrülýär. Bular ýaly hereketlendirijileri turbokompressor howa-reaktiw hereketlendirijiler diýip atlandyryýarlar. Bular awiasiýada giňden ýaýramaga degişli boldy.

Ýakma kamerasyndan soň turbinanyň bir tekerini däl-de ugrukdyryjy we işçi pilçeleriň yzygider birnäçe hataryny ýerleşdirip bolýar, bu – köpbasgançakly turbinalar. Bular ýaly wariantda gazlaryň kinetiki energiýasyna tutuşlygyna gaz turbinanyň walynyň aýlaw herekedine öwürip bolýar. Gaz turbinasynda ýanma önümleriniň kinetiki energiýasy tutuşlygyna mehaniki energiýa öwrülýär. Gaz turbinalarynyň esasy artykmaçlygy – hereketlendirijiniň deňeşdirilende kiçi ölçeglerinde uly kuwwatlygy almak. Ýöne gaz turbinalary tygşytlylygy boýunça entäk porşenli hereketlendirijilerden soň durýar. Gaz turbinalaryny kämilleşdirmek olaryň görkezijileriniň gowulandyrylmagy bilen bilelikde amala

aşyrylýar, bu bolsa olaryň ulanyлма çäkleriniň giňeldilmegine umyt etmäge mümkinçilik berýär.

Kombinirlenen hereketlendirijiler has uly depginler bilen ösýär. Kombinirlenen hereketlendirijileriň çyzgysyny şeýle suratlandyryp bolýar: adaty porşenli hereketlendiriji, onuň işlenilen gazlary gaz turbinany aýlawa getirýär; turbina bilen bir walda hereketlendirijiniň ýakma kamerasynda basyş astynda howa berýän kompressor oturdylan.

## 2.2 Ýangyçlaryň toparlara bölünişi

Ýylylyk hereketlendirijiler we dürli ýakma gurnamalar üçin **ýangyçlar indiki esasy talaplara laýyk gelmeli:**

1. doly bugarmaly we ýylylygy maksimal bölüp çykarmak bilen, zyýanly, poslatmaga işjeň önümleri, toplanmalary minimal emele getirmek bilen ýanmaly;
2. dürli klimatiki şertlerde daşamakda, saklamakda we iýmitlendiriş ulgamyna bermekde kynçylyklary ýüze çykarmaly däl;
3. çig mal resurslary bilen üpjün, bahasy gymmat däl we zyýansyz bolmaly.

Bu talaplary köp derejede **suwuk nebit ýangyçlary** kanagatlandyrýar. Olary ýanma ýylylygynyň ýokarylygy, beýlekiler bilen deňeşdirilende bahasynyň pesligi we ulanmakda amatlylygy üçin giňden ulanýarlar. Suwuk nebit ýangyçlary ýananda külke emele gelenok, turba geçirijilerden gowy daşalýar we başga-da birnäçe artykmaçlyklara eýe. Bularyň ählisi tutuş dünýäde suwuk nebit ýangyçlarynyň dürli görnüşli hereketlendirijiler üçin energiýanyň esasy çeşmesi bolmagyna getirdi.

**Suwuk nebit ýangyçlary** esasy niýetlenilişi boýunça baş topara bölünýär :

a) Mejbury ýalynlatmaly porşenli hereketlendirijiler üçin ýangyçlar. Bular ýaly hereketlendirijide ýangyjyň bugarmagy we ýangyç-howa garyndysynyň emele gelmege deňeşdirilende

ýokary bolmadyk temperaturalarda hereketlendirijiniň silindrleriniň daşynda bolup geçýär. Hereketlendirijiniň kadaly işlemegini üpjün etmek üçin uglewodorodlaryň ýeňil bugarýan pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalary zerur. Bu topara esasan 40-dan 200°C çenli aralykda gaýnaýan uglewodorodlardan durýan awiasiýa we awtomobil benzinleri girýär.

b) Gysylma bilen ýalynlatmaly porşenli hereketlendirijiler üçin ýangyçlar. Bu hereketlendirijilerde ýangyjyň bugarmasy onuň pürkülip aşa gyzdyrylan (700°C çenli) howada tozamaýyndan soň amala aşyrylýar. Bular ýaly temperaturalarda uglewodorodlaryň has agyr fraksiýalary bugaryp bolmaly düzümlü ýanyjy garyndyny emele getirip ýetişýär. Tirsek walynyň aýlaw sany ýokary bolan çalt ýöreyän dizellerde esasan gaýnama çäkleri 180-360°C aralygynda bolan fraksiýalary saklaýan ýangyçlar ulanylýar, orta we az aýlawly hereketlendirijilerde has agyr ýangyçlar hem üstünlikli ulanylýar, sebäbi haýal ýöreyän dizellerde bularyň bugarmagyna berilýän wagt has köp.

ç) Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlar üçünji topara degişli bolup durýar. Bulara uçýan apparatlaryň ulanylyşynyň ygtybarlygyny üpjün etmek zerurlygy bilen şertlendirilýän aýratyn ýokary talaplar edilýär. Reaktiw hereketlendirijileri üçin has laýyk gelýän nebit ýangyjy uglewodorodlaryň gaýnama çäkleri 140-280°C aralygynda bolan kerosin fraksiýalary bolup durýar. Onda-da sesden ýokary tizlikli awiasiýanyň hereketlendirijilerinde 315°C çenli gaýnaýan has agyr fraksiýalary hem ulanyp bolýar.

d) Gaz turbinalary üçin ýangyçlar. Gaz turbinalary transport serişdeleri üçin tehnikada boluşy ýaly, durnukly desgalarda hem has giňden ulanylýar. Olary ulanmak üçin giň çig mal resurslary bilen üpjün edilen arzan ýangyçlar zerur. Bular ýaly ýangyçlara nebiti göni kowmagyň we ikilenji gaýtadan işlemegini agyr distillýat fraksiýalary degişli, nebiti gaýtadan işlemegini galyndy önümlerini ulanmagyň hem gelejegi uly.

e) Transport we durnukly görnüşli ýakyjy gurnamalar üçin ýangyçlar. Kotelnýa ýangyçlary hökmünde nebiti gaýtadan işlemegiň dürli proseslerinden soň emele gelýän agyr galyndylar ulanylýar, käbir ýagdaýlarda bolsa – gaýtadan işlemekde ykdysady taýdan amatly bolmadyk ýeňil fraksiýalary az mukdarda saklaýan agyr nebitler hem ulanylýar.

Ýylylyk hereketlendirijiler üçin nebit ýangyçlaryň toparlara bölünişi suwuk ýangyçlar hökmünde nebitiň ähli fraksiýalarynyň ulanylyp bolýanlygyna şaýatlyk edýär. Ýöne ýangyjy ulanmagyň netijeliligi içinden ýanýanhereketlendirijilerde ýokary bolýar. Şol sebäpli içinden ýanýanhereketlendirijiler üçin nebitden alynýan ýangyjyň mukdaryny nebiti gaýtadan işlemek senagatynyň **nebiti gaýtadan işlemegiň çünlygy** ýaly wajyp görkezijisi häsiýetlendirýär. Şu wagt senagat taýdan ösen ýurtlaryň ählisinde nebiti gaýtadan işlemegiň çünlygy 50-70% ýetýär we bu görkezijini ýene-de artdyrmak göz önünde tutulýar.

**Alternatiwa ýangyçlaryna** nebit däl çig malyndan alynýan ýangyçlar degişli. Alternatiwa ýangyçlaryny almak üçin esasy çig mal hökmünde, dünýä ätiýaçlyklary nebitiňki we gazyňky bilen deňäniňde artyk gelýän, kömür bolup durýar. Ony gaýtadan işlemekde uglewodorod we uglewodorod däl garyndylary saklaýan suwuk önümleri alyp bolýar. Kömüri wodorodyň atmosferasynda termokatalitiki gaýtadan işlemek usuly iň ileri tutulýan usul. Onda alynýan fraksiýa düzümi giň bolan garyndydan benzin we dizel ýangyjyny alyp bolýar. Kömüri gaýtadan işläp ýangyç almak üçin başga-da birnäçe usullary bar. Mysal üçin, kömüri suw bugy bilen gazifikasiýa etmek arkaly sintez-gaz alyp bolýar bu önümi bolsa soňra katalitiki gaýtadan işlemek bilen suwuk ýangyçlary alyp bolýar. Ýöne kömürden suwuk ýangyç almak ony nebitden alandan gymmat düşýär.

Gaz görnüşli uglewodorodlary köp kotelnýa desgalarynda, elektrik stansiýalarynda, senagat peçlerinde we beýleki ýakyjy gurnamalarda ýangyç hökmünde ulanylýar. Gaz

ýangyjyny diňe bir senagatda däl-de öý hojalygynda hem ulanýarlar. Gaz senagaty Türkmenistanyň iň bir ýokary depginler bilen ösýän pudagydyr, ýangyç gazlaryň gazyp çykarylyşynyň we öndürilişiniň ösüşiniň depginleri soňky ýyllarda beýleki baýlyklaryň gazylyp alnyşyndan we gaýtadan işlenilişinden öňde barýar.

Gaz görnüşli uglewodorodlar ýangyç hökmünde ilki bilen içinden ýanýanhereketlendirijilerde ulanyp bolýar. Awtomobiller üçin gaz ýangyçlaryny adaty temperaturalarda agregat ýagdaýy boýunça gysylanlara we suwuklandyrylanlara bölýärler. **Gysylan** görnüşinde ulanylýan esasy gaz görnüşli uglewodorod – metan. Bu uglewodorody minus  $82^{\circ}\text{C}$  temperaturadan (kritiki temperatura) ýokary temperaturada dürli ýokary basyşa çenli gysylanda hem suwuklyga öwürüp bolmaýar. Awtomobillerde gysylan gazy 20 MPa basyşa çenli basyşda ballonlarda saklaýarlar. Metany diňe bir gaz ojaklarynda däl-de ugurdaş gaz hökmünde nebit ojaklaryndan hem alýarlar. **Suwuklandyrylan** gaz ýangyçlary esasan propandan  $\text{C}_3\text{H}_8$  we butandan  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  durýar. Bu uglewodorodlaryň hersini aýratynlykda ýa-da bilelikde adaty temperaturalarda suwuk görnüşinde 1,6 MPa basyşda ballonlarda saklaýarlar. Kritiki temperatura propan üçin  $97^{\circ}\text{C}$  we butan üçin  $126^{\circ}\text{C}$ . Suwuklandyrylan gazlar awtomobiller üçin ýangyç hökmünde gysylan gazlar bilen deňeşdirilende birnäçe artykmaçlyklara eýe, şol sebäpli olar has giňden ulanylýar. Ýöne metanyň ätiýaçlyklarynyň köpligi gysylan gazlaryň hereketlendirijiler üçin ýangyç hökmünde ulanylmagynyň gelejegini kesgitleýär.

Hereketlendirijiler üçin alternatiwa ýangyç hökmünde **wodorody** hem bellemek gerek. Ýanmagyň ýokary ýylylygy we wodorodyň ýeterlikli arassa ýanma önümleri ony hereketlendirijiler üçin amatly ýangyçlaryň hataryna goýýar. Ýöne bahasynyň gymmatlygy we saklamak, ulanmak bilen baglanşykly kynçylyklar onuň giňden ulanylmagyna päsgel berýär. Wodorody diňe bir özbaşdak ýangyç hökmünde däl-de

nebitden alynýan adaty ýangyçlara goşundy hökmünde ulanmak mümkinçiliklerini öwrenmek boýunça ylmy-barlag işler alnyp barylýar.

## Kislorod saklaýan birleşmeleriň we ýangyçlaryň häsiýetnamalary

1-nji tablisa

Häsiýet	Meta-nol	Eta-nol	Izopropanol	Tret-Butanol	Metil-tertbutil efiri	Metil-treptenil efiri	Ben-zin-ler
Oktan sany barlag usuly	114	111	106	113	117	112	90-98
motor usuly	95	94	99	110	101	99	80-88
Garyşma oktan sany barlag usuly	130	120	-	108	115	111	-
motor usuly	103	106	-	98	104	100	-
Dykzlygy, kg/m <sup>3</sup>	796	794	789	791	746	770	720-780
Doýgun buglaryň basyşy, kPa	35	16	13	14	61	22	75
Gaýnama temperaturasy, °C	65	78	82	83	55	86	20-200
Suwuň ereýjiligi, %		Çäksiz			1,4	0,6	0,02
Howa/ýangyç ste-hiometriki gatnaşygy	6,5	9,0	10,3	11,1	11,7	11,9	14,7
Ýanma ýylylygy, MJ/kg	19,95	27,7	30,37	32,77	35,16	37,68	42,70
Bugarma ýylylygy, kJ/kg	1156	913	741	599	322	327	180
Ýalynlama çäkleri, % (göwrüm) aşakky	6,7	4,3	2,0	2,4	-	-	1,4
ýokarky	36,0	19,0	12,0	8,0	-	-	7,6

Alternatiwa ýangyçlaryň hatarynda **spirtler we efirler** ýaly kislorod saklaýan önümler (1-nji tablisa) aýratyn orun tutýar. Efirleriň biri – metil-tret-butil efiri- awtomobil



benzinleriň netijeli komponenti bolup çykdy. Onuň benzine girizilmegi iň wajyp ulanylyş häsiýeti – detonasiýa durnuklylygy gowulandyrýar. Bu efir ähli barlaglary gowy netijeler bilen geçdi we köp ýurtlarda ony şu wagt senagat möçberinde öndürýärler.

Spiritlerden metanol hem özbaşdak ýangyç hökmünde, hem nebit ýangyçlaryň goşundysy hökmünde gyzyklanma döredýär. Metanol ilki bilen giň çig mal mümkinçilikleri bilen özüne çekýär. (2-nji surat). Ony gazdan, kömürden, agaçdan, biomassadan we dürli galyndylardan alyp bolýar. Metanoly göni ýangyç hökmünde we dürli birleşmeleri almak üçin aralyk önüm hökmünde ulanyp bolýar. Nebitden alnan benzine 5% mukdarda metanolyň goşulmagy hereketlendirijini ulanmakda hiç-hili kynçylygy ýüze çykarmaýar we käbir ýurtlarda eýýäm tejribede hem amal edilýär. Artykmaçyklar bilen bir hatarda metanolyň kemçilikleri hem bar, şu wagt bu kemçilikleri aradan aýyrmagyň üstünde işlenýär. Metanolyň kemçiliklerine onuň ýokary zäherliligini, pes ýanma ýylylygyny, ýokary bugarma ýylylygyny, poslatma işjeňliligini, gigroskopikligini we beýleki häsiýetlerini degişli etmek bolýar. Bulara garamazdan çig mal serişdeleriniň köpligi metanoly gelejegi uly bolan ýangyç diýip hasaplamaga esas bolýar. Metanoly diňe bir mejbury ýalynlatmaty hereketlendirijilerde däl-de dizellerde ulanmak mümkinçiligi hem öwrenilýär.

### **3-NJI BAP. Ýangyçlaryň ulanylyş häsiýetleri**

**Ulanylyş häsiýetleri** diýip ýangyjyň tehnikada ulanylmak prosesinde ýüze çykýan aýratynlyklaryna aýdylýar. Ulanylyş düşünjesine ýangyjyň öndürilen pursadyndan ýanmagyna çenli bolup geçýän ähli prosesler girýär.

Yangyjyň niýetlenilişine laýyklykda ýanma prosesi esasy we ulanylyş häsiýetlerini kesgitleýiji proses bolup durýar. Başgaça aýdanymyzda ulanmagyň dürli režimlerinde ýylylygyň köp mukdaryny bölüp çykarmak bilen ýangyjyň doly we deň ýanmagy-onuň esasy ulanylyş häsiýeti bolup durýar. Öň bellenişi ýaly ulanylyş häsiýeti ýangyjyň birnäçe hil görkezijileri bilen – ýanma ýylylygy, detonasiýa durnuklylygy, durnukly ýanmagyň çäkleri we ş.m. bilen jemlenýär we esaslandyrylýar. Ähli görkezijileriň jemi ýangyjyň bilelikdäki ulanylyş häsiýeti hökmünde – ýanyjylygy diýip at aldy.

Ýangyjyň ýanma prosesinden öňürti onuň bugarma, ýalyn emele getirme we beýleki birnäçe prosesleri bolup geçýär. Ýangyjyň bu prosesleriň hersinde özüni alyp baryşynyň häsiýeti ýangyjyň esasy ulanylyş häsiýetleriniň özenini (manysyny) düzýär. Şu wagt ýangyjyň indiki ulanylyş häsiýetlerine baha berýärler.

**Bugarmasy** ýangyjyň suwuk halyndan bug görnüşine geçmegini häsiýetlendirýär. Bu häsiýet ýangyjyň fraksion düzümi, dürli temperaturalarda doýgun buglarynyň basyşy, üst ýüz dartgynlygy we ş.m. häsiýetler bilen emele getirilýär. Ýangyjyň bugarmagy ýangyjy saklamakda wajyp ähmiýetli we köp derejede hereketlendirijiniň tehniki-ykdysady we ulanylyş häsiýetleri bilen kesgitlenýär.

**Ýalyn emele getirişi** ýangyjyň buglarynyň howa bilen emele getirýän garyndysynyň tutaşma prosesiniň aýratynlyklaryny häsiýetlendirýär. Bu häsiýeti bahalandyrmak hiliň ýalynlamagyň temperatura we konsentrasiýa çäkleri, ýalpyldama we öz-özünden ýalynlama temperaturasy ýaly we

beýleki görkezijilerine esaslanýar. Ýangyjyň ýalynlama görkezijisi onuň ýanyjylyk häsiýeti ýaly ähmiýete eýedir; soňra bu häsiýetlere bilelikde seredilýär.

**Ýanyşy** howaýangyç garyndylaryň hereketlendirijileriň ýakma kamerasynda we ýakyjy gurnamalarda ýanma prosesiniň netijeliligini kesgitleýär.

**Akdyrylyşy** ýangyjyň turbageçirijilerden we ýangyç ulgamyndan akdyrylmagynda, şeýle hem ony filtrlemekde özüni alyp baryşyny häsiýetlendirýär. Bu häsiýet ulanmagyň dürli temperaturalarynda ýangyjyň hereketlendirijä bökdençsiz berilmegini kesgitleýär. Ýangyjyň akdyrylyşyny süýgeşiklik-temperatura, bulanmak we doňmak temperaturalary, filtrlenmeginiň çägi, suwy, mehaniki garyndylary saklaýşy ýaly häsiýetleri bilen bahalandyrylýar.

**Toplandylary emele getirmek** ukyby ýangyjyň ýakma kameralarynda, ýangyç ulgamlarynda, girelge we çykalga klapanlarynda dürli görnüşli toplandylary emele getirmek ukyby. Bu ýerde deňeşdirilende pes temperaturalarda hereketlendirijiniň iýmitlendiriji we garyndy emele getiriji ulgamlarynda emele gelýän toplandylar, şeýle hem ýokary temperaturalarda ýangyjyň ýanma prosesinde emele gelýän köýük toplandylar hem göz önünde tutulýar. Bu häsiýete baha bermek kül emele getirijilik, kokslanmak, smola maddalaryň we doýgun däl uglewodorodlaryň mukdary we beýleki häsiýetlere esaslanýar.

**Poslatma işjeňligi we metaldäl materiallar bilen laýyk gelişi** ýangyjyň metallaryň poslap zaýalanmagyny, çişmegini, rezinleriň, germetikleriň we beýleki materiallaryň dargamagyny ýa-da häsiýetleriniň üýtgemegini häsiýetlendirýär. Bu ulanylyş häsiýeti ýangyçda poslatma işjeň maddalaryň mukdaryna hil baha bermegi, metallaryň, rezinleriň, germetikleriň ýangyç bilen kontaktda bolmagynda durnuklylygyny barlamagy göz önünde tutýar.

**Goraýjy ukyby** – bu ýangyjyň metallary olaryň ýangyjyň gatnaşmagynda agressiw gurşaw bilen kontaktynda

ýangyjyň goraýjy ukyby, we ilkinji nobatda ýangyjyň metallara suw düşmeginde elektrohimiýa poslamadan goraýjy ukyby.

**Sandan çykma garşy häsiýetleri** ýangyjyň gatnaşmagynda sürtülýän tekizlikleriň sandan çykmagynyň azalmagyny häsiýetlendirýär. Bu häsiýet ýangyç nasosy we ýangyç-sazlaýjy apparaturasy çalgy ýagy berilmesiz diňe ýangyjyň özi bilen çalgylanýan hereketlendirijiler üçin wajyp ähmiýetli.

**Sowadyjy ukyby** ýangyjyň ýylylyk göteriji hökmünde ulanylmagynda gyzyň tekizliklerden ýylylygy aýyrmak we siňdirmek mümkinçiligini kesgitleýär. Bu häsiýet ýangyç ýagy (ýangyç-ýag radiatorlaryny) ýa-da uçuşyň uly tizliklerinde uçar apparadyň daşky örtüginu sowatmak üçin ulanylan ýagdaýlarynda ähmiýetlidir. Häsiýete baha bermek hiliň ýylylyk sygymy we ýylylyk geçirijilik ýaly görkezijilerine esaslanýar.

**Durnuklylygy** ýangyçlaryň saklanylmagynda we daşalmagynda ýangyçlaryň hil görkezijileriniň saklanmagyny häsiýetlendirýär. Bu häsiýet ýangyjyň fiziki we himiki durnuklylygyny, onuň bakteriýalar, kömelekler we heň bilen biologiki zaýalanmaga ýygyn etmegini bahalandyrýar. Bu häsiýetiň derejesi dürli klimatiki şertlerde ýangyçlaryň saklanylmagynyň kepillik möhletini bellemäge mümkinçilik berýär.

**Ekologiki häsiýetleri** ýangyjyň we onuň ýanma önümleriniň adama we daşky gurşawa täsirini häsiýetlendirýär. Bu häsiýete baha bermek ýangyjyň we onuň ýanma önümleriniň zäherliligi we ýalyna howplylygy görkezijilerine esaslanýar. Ýangyjyň görnüşine we niýetlenilişine baglylykda bir ýa-da beýleki bir ulanylyş häsiýetiň ähmiýeti uly ýa-da kiçi bolup bilýär.

### 3.1 Ýangyçlaryň bugarmasy

Hereketlendirijileriň ähli görnüşlerinde ýangyçda jemlenýän himiki energiýa ýanmagyň netijesinde mehaniki energiýa öwürülýär. Ýangyjyň energiýasyny ulanmagyň effektiwliligi ýanma prosesiniň doly geçişiniň derejesine we onda bölünip çykýan ýylylygyň ulanylyşyna bagly. Hereketlendirijide ýanma prosesinden öňürti hökmany suratda **ýangyjyň bugarmagy** we ýangyjyň buglarynyň kislorod bilen belli bir gatnaşykda garyndy emele getirmek prosesleri bolup geçýär. Uglewodorod ýangyçlarynyň doly ýanmagynda esasan uglerodyň ikili oksidi we suw emele gelýär:



Ýanmagyň elementar reaksiýalaryndan peýdalanyp 1 kg wodorodyň doly ýanmagy üçin 8 kg kislorodyň gerekligini, 1 kg uglerodyň ýanmagy üçin bolsa 8/3 kg kislorodyň gerekligini hasaplap tapyp bolýar.

Ýangyjyň element düzüminiň berlenleri boýunça 1 kg ýangyjyň doly ýanmagy üçin zerur bolan kislorodyň mukdaryny ( $l_o$ , kg) aşakdaky formula boýunça tapyp bolýar:

$$l_o = \frac{8H + \frac{8}{3}C}{100}$$

bu ýerde H we C – ýangyçdaky wodorodyň we uglerodyň mukdary, %

1 kg ýangyjyň doly ýanmagy üçin howanyň teoretiki zerur harçlanmasyny hasaplanda bu formula şu görnüşde ýazylýar:

$$l_o = \frac{8H + \frac{8}{3}C}{23}$$

Eger-de ýangyjyň düzüminde kislorod bar bolsa (mysal üçin, ýangyjyň komponenti hökmünde spirtler ýa-da efirler

ulanylanda), bu ýangyç ýanma prosesine gatnaşýar we bular ýaly ýangyçlaryň ýanmagy üçin howanyň harçlanmasy az bolýar:

$$t_o = \frac{8H + \frac{8}{3}C - O}{23}$$

bu ýerde O - ýangyçdaky kislorodyň mukdary, %

1 kg uglewodorod ýangyjynyň doly ýanmagy üçin 15 kg töweregi howa gerek. Bular ýaly düzümlü garyndyny **kadaly** ýa-da **teoretiki garyndy** diýip atlandyrýarlar. Garyndyda howanyň artykmaçlygyny ýa-da ýetmezçiligini  $\alpha$  (howanyň garyndydaky hakyky agramynyň berlen düzümlü ýangyjyň doly ýanmagy üçin teoretiki zerur bolan howanyň agramyna bolan gatnaşygy) howanyň artykmaçlyk koeffisienti bilen häsiýetlendirýärler. Kadaly garyndy üçin  $\alpha = 1$ , baý garyndy üçin  $\alpha < 1$  we garyp garyndy üçin  $\alpha > 1$ .

Şu wagtky hereketlendirijilerde ýangyjyň bugarmagy we bug-howa garyndynyň emele gelmegi ýanma prosesi başlamazdan öň has pes temperaturalarda başlap we ýangyjyň eýýäm bugaran böleginiň ýokary temperaturada ýanma prosesinde tamamlanyp bilýär. Ýangyjyň bugarma tizligi Daltonyň kanunyndan gelip çykýan deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$V = A (p_d - p)$$

bu ýerde

V-bugarmanyň tizligi,

p – buglaryň suwuklygyň üstindäki parsial basyşy,

$p_d$  – belli temperaturada suwuklygyň doýan buglarynyň basyşy,

A – proporsionallyk koeffisienti.

Bugarmanyň başlangyç pursadynda  $p=0$  bolanda prosesiň tizligi maksimal we absolýut ululygy boýunça erkin bugarmagyň tizligine ýakyn. Bu ýagdaýda bugarmagyň tizligi doýgun buglaryň basyşyna göni proporsional: suwuklygyň

doýgun buglarynyň basyşy näçe ýokary bolsa şonça-da köp ýangyç bug fazasynda molekulalaryň konsentراسى dynamiki ýagdaýyna ýetmezinden öňürti bugarar.  $p=p_d$  bolanda tizlik nola deň, ýagny bugarma tamamlanýar we bu pursatda suwuklygyň we bug fazanyň arasynda deňagramlylyga ýetilmegine, haçan-da suwuklykdan “uçup çykýan” molekulalaryň sany onuň bugdan siňdiren molekulalarynyň sanyna den bolan wagty, gabat gelýär.

Ýangyjyň doýan buglarynyň basyşy temperatura bagly we uglewodorodlar üçin bu baglanyşyk görkezme funksiýanyň erginleriniň görnüşinde bolýar. Ýöne, Klaziusyň-Klaýperonyň deňlemesinden peýdalanylýp, uglewodorodlaryň doýgun buglarynyň basyşyny ýarymlogarifmiki koordinatlarda temperatura göni bagly görnüşinde ýazmak bolýar:

$$p_d = A/T + B$$

bu ýerde

T- absolyút temperatura,

A we B – hemişelikler.

Nebit ýangyçlary doýgun buglarynyň basyşlary dürli bolan uglewodorodlaryň garyndysy bolup durýar. Şonuň üçin bugarma prosesinde buglaryň düzümi suwuk uglewodorodlaryň düzüminden hemişe tapawutlanýar. Konowalowyň kanunyna laýyklykda bir düzüjiniň bugdaky oňnositel mukdary onuň bug bilen deňagramlykdaky suwuk erginindäkiden tapawutly. Bugda, ergine goşulanda bugyň umumy basyşyny ýokarlandyryýan düzüji köp mukdarda bolýar. Bu kanun uglewodorod garyndylary üçin ulanylanda ýangyjyň üstindäki bug fazada pes gaýnaýan uglewodorodlaryň mukdarynyň hemişe suwuk fazadakydan köplüginde aňladýar. Şol sebäpli uglewodorod garyndylarynyň doýgun buglarynyň basyşy diňe bir temperatura bagly bolman bug we suwuk fazalaryň göwrümleriniň gatnaşygyna hem bagly. Bu fazalaryň gatnaşygy uly bolanda bug fazasyny doldurmak üçin pes gaýnaýan uglewodorodlaryň ýetmezligi mümkin, şol sebäpli

bug fazanyň göwrümini suwuk fazanyň göwrümi bilen deňeşdirende köpeltmek uglewodorodlaryň nebit ýangyçlary ýaly garyndysynyň doýgun buglarynyň basyşynyň peselmegine getirýär.

Suwuk ýangyjyň bugarma tizligi bugyň suwuklygyň üstündäki gaz giňişligine diffuziýasynyň tizligine bagly. Buglaryň diffuziýa tizligi  $W_d$  buglaryň diffuziýa koeffisiendiniň  $D$  olaryň konsentrasiýasynyň gradiendine  $dc/dx$  bolan hasylyna deň (Fukyň kanuny):

$$W_d = - D \cdot (dc/dx)$$

„ – „, diffuziýanyň konsentrasiiýanyň peselmegi ugrunda gidýänligini aňladýar.

Diffuziýa koeffisiendiniň ölçeg birligi ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ) we onuň ululygy temperatura we daşky gurşawyň basyşyna bagly:

$$D = D_o \cdot (T/T_o)^m \cdot (p_o/p)$$

bu ýerde

$$m = 1,5 - 2,0;$$

$p_o, p, T_o, T$  – başlangyç we ahyrky basyş we temperatura.

Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen diffuziýa koeffisiendi ösýär, basyşyň ýokarlanmagy bilen bolsa peselýär.

Suwuklygy buga geçirmek üçin zerur bolan ýylylygy bugarmagyň ýylylygy diýip atlandyrýarlar. Suwuklyklaryň bugarma ýylylygy temperaturanyň üýtgemegi bilen üýtgeýär, orta temperaturalarda gaty peselmeýär we kritiki temperatura golaýlanda ep-esli peselip nola deň bolýar.

Bugarmagyň udel ýylylygy, ýagny suwuklygyň agram birligine gatnaşdyrylan, uglewodorodlar we olaryň garyndylary üçin molekulýar agramyň we gaýnama temperaturanyň ýokarlanmagy bilen peselýär. Uglewodorodlaryň şol bir molekulýar agramynda bug emele getirmek ýylylygynyň iň uly alamatlaryna aromatik we asetilen uglewodorodlary, iň kiçi alamatlaryna bolsa – alkanlar we olefinler eýedir; naften uglewodorodlary aralyk ýagdaýy eýeleýär. Her toparyň izomer gurluşly uglewodorodlary kadaly gurluşly uglewodorodlara



garanda has pes bugarma ýylylyga eýe bolýar. Bugarma ýylylygyň ýokary alamatlaryna molekulalary polýarlyga eýe bolan assosiirlenen suwuklyklar, mysal üçin, spirtler eýe bolýar.

Garyndy emele getirmek prosesinde bugaryan ýangyç we gaz sredasy bir-birine otnositel hereket edýär, bu ýerde howanyň içine bugaryan suwuklygyň mukdary birden köpeler ýaly howanyň sähelçe herekedi hem ýeterlik. Mysal üçin, benziniň buglarynyň howa diffuziýa koeffisientiniň howa akymynyň tizliginiň 0-dan 80 mm<sup>2</sup>/s çenli ýokarlananda 5 esse artýanlygy kesgittlendi.

Hereketsiz howada bugarmakda bugarmagyň tizligi bugalaryň töwerekdäki giňişlige diffuziýasynyň tizligi bilen kesgittlenýär. Howa akymynyň ýokary tizliklerinde we onuň akymynyň turbulent režiminde diffuziýanyň tizligi eýýäm aýgytly alamata eýe bolmaýar; bular ýaly şertlerde bugarmagyň tizligi konwektiw toklaryň tizligine we tüweleýleriň herekediniň tizligine bagly. Bu şertlerde bugarma mejburi konweksiýa şertlerinde geçýär.

Daltonyň kanunyna laýyklykda suwuklygyň bugarma tizligi bugarmagyň üst gatlagyna göni proporsional. Garyndynyň emele gelmegi prosesi çaltlandyrmak üçin suwuk ýangyjy hereketlendirijilerde maýdajyk damjalara paylaýarlar. Bu ýagdaýda bugarmagyň üst ýüze, diýmek bugarmagyň tizligi hem birden ýokarlanýar.

Ýangyjy tozatmagyň ownuklyk derejesi tozatmagyň şertlerine bagly boluşy ýaly (mysal üçin, tozadyjynyň deşijekleriniň ululygyna we formasyna, howanyň turbulizasiýa derejesine), ýangyjyň häsiýetlerine we ilkinji nobatda, üst dartgynlygynyň ululygyna bagly. Takmynan uglewodorod garyndysynyň hemişelik kese kesilmeli tozadyjydan çykmagynda emele gelýän damjalaryň radiusy  $r$  üst dartgynlyga  $\sigma$  göni proporsional diýip hasaplanýar:

$$R = 0,4g \frac{\delta}{v^2}$$

bu ýerde

g - agram tizliginiň naprýaženiýasy;

v – tozadyjynyň golaýynda howanyň tizligi.

Uglewodorodlaryň üst dartgynlygy olaryň gurluşyna bagly. Iň kiçi üst dartgynlyga alkanlar, iň uly bolsa – aromatiki uglewodorodlar eýedir. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen uglewodorodlaryň we olaryň garyndylarynyň üst dartgynlygy peselýär. Iki fazanyň araçäginde üst dartgynlyk iki fazanyň hem häsiýetlerine bagly. Uglewodorodlar üçin howa bilen araçäkte üst dartgynlyk suw bilen araçäkdäkä garanda iki esse töwerek kiçi.

Ýangyçlaryň bugarma prosesine uglewodorodlaryň suwuk we bug fazadaky ýylylyk sygymy we ýylylyk geçirijiligi bir az täsir edýär.

### 3.2 Ýangyçlaryň ýalynlamagy we ýanyşy

**Ýalynlama we ýanma prosesleri** ýangyjyň himiki energiýasynyň hereketlendirijide doly ulanylmagyny şertlendirýär. Ýangyjyň ýanmagy - ýanyjynyň we okislendirijiniň garyndysynyň fiziki-himiki öwrülşikleriniň toplумы, bu prosesde esasy rol okislenmegiň çalt geçýän reaksiýasyna degişli. Ýanma prosesi ýagtylanma we ep-esli ýylylygyň bölünip çykmagy bilen geçýär.

Çylşyrymly himiki proses bolan **ýanma** temperaturanyň we täsirleşýän maddalaryň konsentrasiýasynyň birden üýtgeýän şertlerinde ösýär. Uglewodorod-howa garyndysynyň ýanmagynda temperatura örän giň çäklerde üýtgäp 2000°C ýetýär. Temperatura baglylykda diňe bir himiki reaksiýalaryň mehanizmi üýtgemän, geçýän massa we ýylylyk çalyşma prosesleriň tizligi hem üýtgeýär. Himiki öwrülşikleriň aralyk önümleriniň emele gelme we dargama prosesleri, işjeň bölejikleri ýanma zolagyndan täze gelýän garynda geçirmegiň

tizligi we ş.m. prosesler hem temperatura bagly. Köplenc ýanma suwuk ýangyjyň damjalarynyň bugarmagy we onuň buglarynyň howa bilen garyşmagy dowam edýän şertlerinde geçýär, onda-da ýangyjy bugartmak üçin gerek bolan ýylylyk ýanma zolagyndan berilýär.

Şeýlelikde, ýanma prosesinde şol bir wagtda ýalyndan öňürti okislenmegiň we ýanmak reaksiýalarynyň dürli başgançaklary geçip bilýär, olary çinişgäp öwrenmek örän kyn bolup durýar. Ýanmagyň tamamlanan nazaryýeti entäk döredilenok. Ýöne uglewodorod-howa garyndylarynyň ýanma prosesiniň köp aýratynlyklaryny düşündirmek üçin zynjyr mehanizmlil peroksid nazaryýetini ulanmak netijeli boldy.

Peroksid nazaryýetiniň esasynda görnükli rus akademigi A. N. Bahyň işleri bar. Ol uglewodorodlaryň okislenmeginde gidroperoksidler ROOH ýa-da dialkilperoksidler ROOR ýaly peroksid birleşmeler ilkinji önümler bolup durýanlygyny ýüze çykardy. Peroksidler örän durnuksyz uly artykmaç energiýa eýe bolan birleşmelere degişli. Kesgitli temperaturalarda we basyşda peroksid birleşmeler ýylylygyň köp mukdaryny bölüp çykarmak bilen öz-özünden dargap bilýär.

Zynjyr reaksiýalaryň nazaryýetini işläp taýýarlamak we olaryň mehanizmini düýpli barlamak Nobel premiýasynyň laureaty akademik N.N.Semýonowyň ýolbaşçylygynda sowet alymlaryna degişli. Bu alymlaryň işleriniň netijesinde zynjyr mehanizmlil himiki reaksiýalarda başdaky maddalaryň ahyrky önümlere gönü molekulalaryň biri-birine galtaşmagy netijesinde bolup geçmän birnäçe aralyk önümleriň bolup geçmegi bilen geçýänligi görkezildi. Zynjyr reaksiýanyň geçmegini başlangyç ýa-da aralyk önümler bilen birleşmäni ýeňil emele getirýän aýratyn işjeň bölejikler kesgitleýär, onda ahyrky önümlerden başga-da ýene-de ýaňkylar ýaly ýa-da başga reaksiýa gatnaşyp öwrülşmeler zynjyryny dowam etmäge ukyply işjeň bölejikler emele gelýär.

Bu aýlaw işjeň bölejikleriň "gaýtadan emele gelmegi" bes edilýänçä, ýagny zynjyr üzülýänçä gaýtalanyp durýar. Ol

işjeň bölejikleriň işjeň diwara urulmagy, işjeň bölejikleriň biri-biri bilen ýa-da inert garyndylaryň molekulalary bilen galtaşmagy bilen baglanyşykly bolup biler.

Köp halatlarda işjeň bölejikler radikal, ýagny atomlar ýa-da doldurylmadyk erkin walentlikli “bölekleri” bolup durýar. Bular ýaly bölejikler başlangyç ýa-da aralyk molekulalary bilen galtaşanda uly bolmadyk energetiki böwetleri ýeňip geçmesiz reaksiýa gatnaşýar. Eger-de işjeň bölejigiň belli bir molekula bilen täsirleşmeginiň netijesinde diňe ýekeje işjeň bölejik täzedan döreýän bolsa zynjyryň ýönekeý dowam etmegi bolup geçýär. Bular ýaly reaksiýany şahalanmadyk diýip atlandyryrlar. Eger-de bir işjeň bölejigiň täsirleşmeginiň netijesinde täze işjeň bölejikleriň ikisi ýa-da has köp sany emele gelse zynjyryň şahalanmagy bolup geçýär. Çüýçli şahalanan zynjyr reaksiýa hemişe örän çalt akyp geçýär.

Uglewodorodlaryň örän şahalanan we şol sebäpli örän çalt zynjyr reaksiýa görnüşü boýunça ösýär, we uglewodorodyň molekulasy näçe çylşyrymly boldugy-ça şonça-da zynjyry düzýän elementar aktlaryň sany köp we has köp durli görnüşli aralyk önümler emele gelýär. Çylşyrymly uglewodorodlaryň we olaryň garyndysynyň ýanmagynyň himizmi örän az öwrenilen. Oňa garamazdan köp halatlarda ýanma prosesini dolandyrmaga, ýylylyk hereketlendirijileriniň inžener hasaplamalaryny ýerine ýetirmäge we ýangyçlary ulanmagyň netijeliligini ýokarlandyrmak boýunça çäreleri işläp düzmäge mümkinçilik berýän uly tejribe toplanýan.

Uglewodorod ýangyçlarynyň ýanma proseslerini öwrenende iki prosesi çaklandyryrlar - **ýalynlama we ýalynyň ýaýrama prosesi**.

Ýanyjy garyndynyň ýalynlamasy üçin energiýanyň, garyndynyň belli bir göwrümünde himiki reaksiýalaryň ýylylyk bölüp çykarmagy ýylylygy reagirleýji garyndydan diwarlara ýa-da töwerekdäki has sowuk garynda geçmek tizliginden artyk bolup başlamagyny üpjün edýän başlangyç tizliklerini üpjün etmek üçin ýeterlik bolan kesgitli mukdaryny bermek

zerur. Garyndynyň ýalynlamagy öz-özünden ýa-da mejbury ýalynlatmagyň netijesinde bolmagy mümkin. Içinden ýanyanporşenli hereketlendirijilerde ýanma prosesini inisiirlemegiň iki usuly hem ulanylýar: öz-özünden we elektrik ýsygyň kömegi bilen mejbury ýalynlamany ulanýarlar.

Ýangyjyň öz-özünden ýanma prosesi ýanma kamerasynda ýanyjy garyndynyň aýry-aýry ýerlerinde uglewodorodlaryň öz-özünü çaltlaşdyrýan ýalynlama bilen tamamlanýan okislenme reaksiýalary ösüp başlaýar. Bular ýaly reaksiýalaryň başlamagy üçin zerur bolan energiýany dizel hereketlendirijilerinde howany güýçli gysyp oňa ýangyjy pürkmegiň hasabyna alýarlar. Öz-özünden ýalynlamagyň öň ýanynda reaksiýalaryň öz-özünden çaltlaşmagynyň sebäpleri: şahalanmagyň we şahalanmagyň peýdasyna zynjyryň üzülmeginiň tizlikleriniň arasyndaky deňagramlygyň bozulmagy (zynjyr partlamasy) we okislenme reaksiýalaryň ekzotermiki effektiniň hasabyna öz-özünden gyzmagyň agdyklyk etmegi (ýylylyk partlamasy) bolup biler. Köplenç bu iki faktor bilelikde täsir edýär – prosesiň başlangyç basgançaklarynda reaksiýanyň zynjyrlyýan öz-özünden çaltlaşmagy köpräk bolýar, soňkylar-da bolsa – ýylylyk, bu bolsa “zynjyr ýylylyk partlamasyny berýär”. Uglewodorod ýangyçlarynyň öz-özünden ýalynlamasynda ýokary ýylylyk bölünip çykmagyň netijesinde täsirleşýän garyndynyň öz-özünden gyzmasy ýalyndan öňki reaksiýalaryň çaltlaşmagyna aýgtyly täsir edýär.

Ýanyp başlamak ýanyjy garyndynyň uly bolmadyk böleginde ýokary temperatura çenli çalt ýerli gyzmasy bolup durýar. Hereketlendirijilerde ýanyp başlamak üçin elektrik ýşyk ulanýarlar. Hereketlendirijiniň ýakma ulgamyndaky ýşyk razrýady ýşyk kanalyndaky gazy bir pursatda 10 000° C çenli gyzdyrmaga mümkinçilik berýär. Bular ýaly temperaturada uglewodorodlaryň buglary kislorod bilen uly tizlikde täsirleşýär we garyndynyň belli bir böleginiň ýalynlamasy şol pursatda bolýar. Ýöne uly ýitgileriň hasabyna ýanmagyň

döränje "ojagy" razrýad üzülenden soň ýanmagy dowam etdirmäge hemişe ukyply bolmaýar. Gyzgyn garyndyny ýakmak üçin ýşyk razrýady oňa energiýanyň ýalyn frondynyň öz-özünden ýaýramagy şertlerini üpjün eder ýaly mukdaryny bermeli.

Ýalynlamadan tapawutlylykda ýalynyň ýaýrama prosesi ýanyjy garynda daşyndan täsir etmesiz öz-özünden geçýär. Ýalynyň ýaýrama proseslerini ýanýan gatlaklardan täze garynda energiýanyň geçiş usuly boýunça ýalynyň ýaýraýşynyň diffuziýa – zynjyr we ýylylyk usullaryny tapawutlandyryrlar.

Ýalynyň diffuziýa –zynjyr ýaýramagynda esasy rol ýanma zolagyndan täze garynda ýalynadan öňürti basgançaklarda zynjyr reaksiýalarynyň şahalanmagyny ýüze çykarýan işjeň merkezleriň diffuziýasyna degişli. Ýalynyň frontyndaky ýokary temperatura ýanma zolagyndan täze garynda ýylylyk geçirijiligiň we diffuziýanyň hasabyna ýylylygy geçirmek prosesleriniň hem rolynyň wajyplygyny şertlendirýär. Ýalynyň ýaýramagyň şeýle ýylylyk prosesi hem diffuziýa-zynjyr prosesi bilen bilelikde geçýär, ýöne ýanma prosesiniň ösmegi bilen olaryň hersiniň alamaty üýtgeýär. Ýanyjy garyndy tutaşan dessine ýalynyň ýaýramagynda esasy rol diffuzion-zynjyr proseslerine degişli bolýar, soňra bolsa ýylylyk prosesleri agdyklyk alamatlara eýe bolýar.

Ýalynyň ýaýrama tizligi garyndynyň ýalynlamazdan öňürti ýagdaýyna hem bagly. İçinden ýanýan hereketlendirijilerde ýanyjy garyndy çalt tüweleý herekedinde bolýar. Ýanma turbulent bolup ýalynyň ýaýrama tizligi 20-40 m/s deň. Ýanyjy garyndynyň turbulentligi ýokarlandygyça ýanmagyň tizligi ýokarlanýar, bu ýagdaýda ýalynyň frondy birden egreýip onuň üst gatlagy ulalýar. Ýalynyň frondynyň ýaýrama tizligi basyşyň we temperaturanyň ýokarlanmagynda ýokarlanýar, ol şeýle hem garyndynyň düzümine, ýagny howanyň artykmaçlyk koeffisiýendine hem bagly.  $\alpha=0,90$

bolanda tizlik maksimal we garyndy baýlaşsa (artykmaç howany gyzdymak üçin ýylylygyň ýitmeginiň hasabyna) ýa-da garyplaşsa (kislorodyň ýetmeýänligi üçin) ýalynyň frondynyň ýaýrama tizligi peselýär. Bu ýagdaý garyndynyň baýlaşmagynda kislorodyň ýetmezçiliginiň hasabyna ýa-da garyndynyň garyplaşmagynda artykmaç howany gyzdymak üçin ýylylygyň köp mukdarynyň harçlanýanlygynyň hasabyna bolup geçýär.

**α**-nyň käbir alamatlarynda garyndyda howanyň ýa-da ýangyjyň şeýle artykmaçlygy döreýär, ýagny ýalynlama çeşmesinden energiýanyň köp bölegi ýaýraýar we bu artykmaçlygy gyzdymaga harçlanýar; bular ýaly ýagdaýda ýalynyň ýaýrama ftondy nola düşýär. **α**-nyň bu alamatlary ýalynyň ýaýrama çägi diýip kabul edilen, şol bir wagtda bu alamatlar garyndynyň ýalynlama çägi hem bolup durýar, sebäbi bu çäklerden daşarda tutaşdyrmanyň ýerli çeşmesi ýanma prosesiniň garyndynyň tutuş göwrümine ýaýramagyny üpjün edip bilmeýär.

Hereketlendirijide ýangyç-howa garyndynyň ýalanlamagynyň çäkleri diňe bir ýangyjyň öz himiki düzümine bagly däl-de garyndy emele getirme we ýalynlama şertlerine hem bagly. Hereketlendirijiniň şertlerinde benzin-howa garyndysy üçin ýalynlamagyň ýokarky çägi 0,4-0,5 we aşakky çägi 1,3-1,4 deň diýip hasaplanýar.

Yangyjyň esasy hil görkezijileriniň biri – **ýanma ýylylygy**. Göwrüm ýanma ýylylygyny gaz görnüşli ýangyçlary häsiýetlendirmek üçin massa, ýanma ýylylygyny bolsa – suwuk ýangyçlary häsiýetlendirmek üçin ulanýarlar. Awiasiýada ulanylýan ýangyçlar üçin massa ýanma ýylylygy bilen bir hatarda göwrüm ýanma ýylylygyny hem ulanýarlar, sebäbi döwrebap uçarlarda ýangyç ätiýaçlygy ýerleşdirilende köplenç ýangyjyň massasy däl-de göwrümi limitirleýji faktor bolup durýar.

Ýökary **Q<sub>y</sub>** we pes **Q<sub>p</sub>** ýanma ýylylygy tapawutlandyrýarlar. Ýangyjyň ýökary ýanma ýylylygy

uglewodorod ýangyçlarynyň düzümine girýän wodorodyň ýanmagynda emele gelýän suw buglarynyň kondensasiýasynda bölünip çykýan ýylylygy hem hasaba alýar. Içinden ýanýan hereketlendirijilerde ýakma kamerasyny taşlap gidýän ýanma önümleriniň temperaturasy suw buglarynyň kondensasiýasynyň ýylylygyndan ýokary. Şonuň üçin hasaplamalarda pes ýanma ýylylygyny ulanýarlar. Ýokary we pes ýanma ýylylygynyň arasynda indiki arabaglanşyk bar:

$$Q_p = Q_y - 2,512 G_b$$

bu ýerde

$G_b$  – 1 kg ýangyjyň ýanmagynda emele gelýän suw buglarynyň mukdary; 2,512 – suwuň bug emele getirme ýylylygy, MJ/kg

Ýangyjyň ýanma ýylylygyny ony dürli konstruksiýaly kalorimetrlerde ýakmakda tejribe arkaly tapyp bolýar ýa-da ýangyjyň element düzümi boýunça hasaplap (takmynan) tapyp bolýar. 1 kg uglerodyň uglerodyň ikili oksidine çenli doly ýanmagynda 34,1 MJ, 1 kg wodorodyň bolsa ýanyp suw bugyna öwrülmeginde – 117,3 MJ ýylylyk bölünip çykýar. Kislodorod saklaýan ýangyçlar, mysal üçin, spirtler has pes ýanma ýylylyga eýedir. Dürli birleşmelerde- uglewodorodlarda uglerodyň we wodorodyň ýanma ýylylyklary bu elementleriň erkin ýagdaýyndaky ýanma ýylylygyndan tapawutlanyp bilýär. Asetilen uglewodorodlarynda üçli baglanşygyň bolmagy olaryň ýanma ýylylygyny ýokarlandyrýar.

Uglewodorod ýangyçlarynyň ýanma ýylylygyny kesgitlemek üçin D.I. Mendeleeewiň formulasy hödürlenýär:

$$Q_p = 33,9 C + 103,0 H - 10,9 (O-S)$$

bu ýerde  $Q_p$  – pes ýanma ýylylygy MJ/kg;



C,H,O, S- aýry elementleriň massa paýlary (C+H+S+O=1)

Öň bellenilişi ýaly wodorodyň massa ýanma ýylylygy uglerodyň massa ýanma ýylylygyndan üç esse artyk. Şol sebäpli, uglewodorodda wodorodyň ugleroda bolan gatnaşygy näçe uly bolsa, şonça-da onuň ýanma ýylylygy ýokary bolýar. Alkanlar iň ýokary, aromatiki uglewodorodlar bolsa iň pes ýanma ýylylygyna eýedir. Alkanlaryň molekulýar agramlarynyň artmagy bilen olaryň ýanma ýylylygy peselýär, aromatiki uglewodorodlarda bolsa, tersine, molekulýar massanyň artmagy ( gapdal zynjyrlarynyň sanynyň we uzynlygynyň artmagynyň hasabyna) bilen ýanma ýylylygy hem ýokarlanýar. Şol sebäpli alkanlaryň mukdary köp bolan ýangyçlarda, aromatiki uglewodorodlary köp saklaýan ýangyçlar bilen deňeşdirilende has ýokary massa ýanma ýylylygy bilen häsiýetlendirilýär. Uglewodorodlaryň izomer gurluş olaryň ýanma ýylylygyna täsir etmeýär.

Uglewodorodlaryň we ýangyçlaryň ýanma ýylylygy  
2-nji tablisa

Birleşme, ýangyç	20°C-da dykzlylygy, kg/m <sup>3</sup>	I <sub>o</sub> , kg howa kg ýangyja	Pes ýanma ýylylygy	
			MJ/kg	MJ/m <sup>3</sup>
Butan	579	15,48	45,8	26515
Izooktan	692	15,15	44,6	30900
Benzol	879	13,28	41,0	36035
Benzin	730	14,80	44,0	32116
Kerosin	822	≈15,00	43,2	35475
Dizel ýangyjy	840	15,00	42,6	35800
Mazut	980	14,55	41,1	40300
Metanol	791	6,50	19,0	15246
Etanol	795	9,00	26,4	20986

Uglewodorod ýangyçlary ýanma ýylylygy boýunça köp tapawutlanmaýar (2 - nji tablisa): olaryň pes ýanma ýylylygy 41-44 MJ/kg çäklerinde üýtgeýär. Ýangyçlaryň ýanma

ýylylygyny birden ýokarlandyran goşundylar ýa-da prisadkalar entäk tapylanok. Käbir indiividual uglewodorodlary, metal suspenziýalaryny, borgidratlary ulanmakda ýanma ýylylygy biraz ýokarlandyryp bolýar. Ýöne bu usullar gymmat düşýär, netijeliligi pes, resurslary çäklendirilen we giňden ulanyljaklygy alagumana.

Dürli görnüşli ýangyçlary deňeşdirmek üçin we energetiki resurslaryň ätiýaçlyklarynyň jemini kesgitlemek, ýurdyň ýangyç balansyny meýilleşdirmek üçin – **şertli ýangyç** diýip atlandyrylýan, ýanma ýylylygy 29,33 MJ/kg deň bolan hasaba almak birligi kabul edilen. Ýanma ýylylygy boýunça 1t suwuk nebit ýangyjy 1,4-1,5 t şertli ýangyja ekwiwalent.

Hereketlendirijiler üçin ýangyjyň diňe bir ýanma ýylylygy däl-de stehiometriki düzümi, ýagny  $\alpha=1$  bolan ýangyç-howa garyndysy ýananda bölünip çykýan ýylylygyň mukdary hem ähmiýetli. Uglewodorod ýangyçlary olaryň doly ýanmagy üçin teoretiki zerur bolan howanyň mukdary boýunça köp tapawutlanmaýar – ýangyjyň 1 kg-na 13,9-15,0 kg deň. Şol sebäpli dürli ýangyçlaryň howa bilen garyndysynyň ýanmagynda bölünip çykýan ýylylygyň mukdary köp üýtgemeyär:

Ýangyç	$l_o$ , kg/kg	$Q_{gar}$ , MJ/m <sup>3</sup>
Awtomobil benzini	14,8	3,45
Awiasion kerosin	15,0	3,46
Benzol	13,3	3,43
Etanol	9,0	3,44
Metanol	6,5	3,40

Spirit-howa garyndylarynyň ýanma ýylylygyna üns bermek gerek. Spirtleriň düzümine kislorodyň köp mukdary girýär, olaryň ýanma ýylylygy ýokary däl. Ýöne spirtlerde kislorodyň bolmagy ýanmak üçin zerur bolan howanyň harçlanmasyny hem azaldýar. Şol sebäpli spirit-howa garyndysynyň ýanmagynda benzin-howa garyndysynyň şoňa deň göwrüminiň ýanmagynda bölünip çykýan ýylylygynyň

mukdaryna deň mukdarynda ýylylyk bölünýär. Mysal üçin, spirt-howa garyndysynyň göwrüm birliginde spirdiň mukdary, elbetde, benzin-howa garyndysynyň şol göwrümindäki benziniň mukdaryndan ep-esli köp. Başgaça aýdanymyzda hereketlendirijide spirtleriň harçlanmasy uglewodorodlaryň harçlanmasyndan köp esse artyk gelýär.

Teoretiki hasaplamalara suwuk uglewodorodlaryň howa bilen garyndysynyň doly ýanmagynda  $1 \text{ m}^3$ -dan  $3,4\text{-}3,5 \text{ MJ/m}^3$  ýa-da  $1 \text{ kg}$ -dan  $2,75\text{-}2,85 \text{ MJ/kg}$  ýylylyk bölünip çykmary. Ýöne hereketlendirijide ýakma kamerasynyň dürli ýerlerinde ýangyç bilen howanyň deň paýlanylmaýanlygy sebäpli has az ýylylyk bölünip çykýar. Hasaplama üçin ýangyjyň doly ýanmagynyň ýörite koeffisientini  $\eta$  girizýärler. Onuň alamaty hemişe 1-den kiçi we hereketlendirijiniň berlen konstruksiýasynda garyndy emele gelmeginiň effektiwligine bagly. Howanyň artykmaçlyk koeffisiýendi  $\alpha$  1-e deň bolmadyk garyndynyň ýanma ýylylygyny hasaplamak üçin şu formuladan peýdalansaň bolýar:

$$Q_{\text{gar}} = \frac{Q_n \eta}{1 + \alpha t_o}$$

bu ýerde –  $Q_{\text{gar}}$  ýanyjy garyndynyň pes ýanma ýylylygy, MJ/kg

### 3.3 Ýangyçlaryň akdyrylyşy

Hereketlendirijiniň we ýakyjy gurnamanyň kadaly işlemegi üçin ýangyjyň takyk kesgitli göwrümde üznüksiz berilmegi zerur. Ýangyjyň berilşiniň peselmegi ýangyç-howa garyndysynyň garyplaşmagyna, hereketlendirijiniň kuwwatynyň we işleýsiniň ygtybarlylygynyň peselmegine getirýär. Ýangyjyň berilşiniň artdyrylmagy hem hereketlendirijiniň kadaly işleýsini bozýar, ondan başga-da ýangyjyň harçlanmagyny ýokarlandyranlygy sebäpli hem ykdysady taýdan amatly däl.

**Ýangyjyň akdyrylyşynyň** bozulmagynyň sebäpleri onuň aşakdaky görkezijileriniň üýtgemegi bilen baglanşykly:

- süýgeşikliginiň ýokarlanmagy;
- ýangyçda buz we uglewodorod kristallarynyň emele gelmegi;
- smola maddalary, mehaniki we beýleki garyndylar bilen hapalanmagy;
- ýangyjyň belli bir böleginiň berilme ulgamynda bugarmagy.

Ýangyçlaryň akdyrylyşyna umumy baha bermekde bu görkezijileriň her biriniň ähmiýetine çün seredeliň.

**Ýangyjyň süýgeşikliginiň täsiri.** Ýangyjyň hereketlendirijiniň ýakma kamerasyna berilmegi hemişe belli bir basyşda amala aşyrylýar, ony döretmek turbageçirijileriň, sazlaýjy gurnamalaryň kanallarynyň, filtrleriň we forsunkalaryň gidrawliki garşylanmasyny ýeňip geçmek üçin zerur. Umumy görnüşde ýangyjy bermegiň zerur basyşy **p** indiki düzüjilerden jemlenýär:

$$p = p_{gur} + \Delta p_{süt} + \Delta p_{saz} + \Delta p_{fil} + \Delta p_{for}$$

bu ýerde

$p_{gur}$  - ýangyjyň berilýän gurşawynyň basyşy;  
 $p_{saz}$ ,  $p_{fil}$ ,  $p_{for}$  - degişlilikde turbageçirijileriň, sazlaýjy gurnamalaryň kanallarynyň, filtrleriň we forsunkalaryň gidrawliki garşylanmasy.

Her bir hereketlendirijiniň ýa-da ýakyjy gurnamanyň berilme ulgamy degişli süýgeşiklikli ýangyjy ulanmaga çaklanan. Ýangyjyň süýgeşikligine iýmitlendiriji ulgamyň ähli elementleriniň gidrawliki garşylanmasy bagly: süýgeşiklik näçe ýokary bolsa beýleki ähli şertleriň birmeňzeşliginde iýmitlendiriji ulgamyň ähli elementleriniň gidrawliki garşylanmasy şonça-da ýokary. Ulanylan wagty ýangyjyň süýgeşikliginiň ýokarlanmagy we şonuň bilen baglanşykly

gidrawliki garşylanmanyň ýokarlanmagy hereketlendirijiniň kadaly işlemegini üpjün etmek üçin ýangyjyň harçlanmagynyň ýeterlikli bolmazlygy derejesinde has ýokary bolýan pursadynyň gelmegi hem mümkin. Bular ýaly hadysa ilki bilen hereketlendiriji daşky gurşawyň pes temperaturasynda ulanylmagynda bolmagy mümkin, sebäbi ähli suwuk ýangyçlaryň süýgeşikligi temperaturanyň peselmegi bilen birden ýokarlanýar (3-nji tablisa).

Ýangyjyň sowadylmagynda süýgeşikliginiň ýokarlanma tizligi onuň düzümindäki uglewodorodlaryň molekulýar agramyna we gurluşyna bagly. Ähli toparlaryň uglewodorodlarynyň molekulýar massasy artdygyça, sowatmakda süýgeşikligiň ýokarlanma tizligi barha artýar. Uglewodorodlaryň ähli toparlaryndan iň pes süýgeşiklik alifatiki uglewodorodlaryňky. Bu uglewodorodlar sowadylanda iň pes derejede üýtgedýär, ýa-da başgaça aýdanymyzda bular has ýapgyt süýgeşiklik-temperatura egrisine eýedir. Gapdal şahalarynda 2-3 atom uglerody saklaýan şahalanýan gurluşly alifatiki uglewodorodlar has ýokary süýgeşiklige eýe we sowadylanda ony hormat gurluşly uglewodorodlar bilen deňände birden üýtgedýär. Alifatiki uglewodorodyň molekulasynda ikili baglanşyk bolan ýagdaýynda onuň süýgeşikligi pes bolýar.

Uglewodorodyň molekulasynda aromatiki ýa-da naften halkanyň bolmagy süýgeşikligi ýokarlandyrýar we süýgeşiklik-temperatura baglanşygyny erbetleşdirýär. Monosiklikli uglewodorodlar bilen birmeňzeş molekulýar agramly bisiklikli uglewodorodlaryň diňe bir süýgeşikligi has ýokary däl-de süýgeşikligiň temperatura baglylygy hem has kert.

Suwuk nebit ýangyçlarynyň arasynda iň pes süýgeşiklige we has ýapgyt süýgeşiklik-temperatura egrisine benzinler eýedir (3-nji tablisa). Benzinleri akdyrmakda pes temperaturalarda iýmitlendiriş ulgamyň gidrawliki garşylanmasy köp artmaýar we hereketlendirijiniň işleýşine hiç-hili täsir etmeýär diýseň hem bolýar. Ýöne benzinler

ulanylan ýagdaýynda hem olaryň süýgeşikliginiň üýtgemegi hereketlendirijiniň işleýşiniň tygşytlýgyna täsir edýär. Benziniň süýgeşikligi näçe pes bolsa, şonça-da ol žiklýordan (benzini kapbýuratora bermek üçin kalibrowka deşigi) köp akýar. Şeýlelikde, süýgeşikligi  $0,65 \text{ mm}^2/\text{s}$  bolanda bir minutda hereketlendirijä barýan benziniň mukdary 100 g deň, süýgeşikligi  $1,0 \text{ mm}^2/\text{s}$  deň bolan benzinden bolsa – 95 g deň.

Reaktiw we ylaýtada dizel hereketlendirijileriniň iýmitlendiriş ulgamynyň gidrawliki garşylanmasy temperaturanyň peselmegi bilen has çalt artýar we ýangyç nasoslarynyň öndürilijiligiň peselmegine, ýangyjyň tozadylmagynyň hiliniň ýaramazlaşmagyna sebäp bolup bilýär. Hereketlendirijileriň her bir görnüşiniň üçin ýangyç ulgamlarynyň konstruktiv aýratynlyklaryna baglylykda ulanylýan ýangyjyň süýgeşikliginiň çäklendiriji alamatlary bar. Ýangyçlary süýgeşikliginiň çäklendiriji alamatlaryndan ýokary bolýan temperaturalarda ulanmak hereketlendirijileriň kadaly işlemeginiň bozulmagyna getirýär.

Mazut ýaly agyr ýangyçlaryň süýgeşikligi temperaturanyň peselmegi bilen örän çalt ösýär. Köp halatlarda guýma-dökme operasiýalary geçirmek üçin we kotelnýa desgalarynyň kadaly işini üpjün etmek üçin mazudy  $45-100^\circ\text{C}$  çenli gyzdyrmak bilen olaryň süýgeşikligini peseldýärler.

**Ýangyçlarda uglewodorod kristallarynyň emele gelişi.** Ýangyçlaryň düzümine dürli we şol sanda kristallaşma temperaturasy has ýokary bolan uglewodorodlar girýär. Bu uglewodorodlar ýangyçda erän ýagdaýda saklanýar. Ýangyç sowadylanda bolsa bu uglewodorodlaryň ereýjiligi peselýär we olar kristallar görnüşinde çökýär.

Suwuk nebit ýangyçlarynyň dürli temperaturalarda süýgeşikligi  
3-nji tablisa

Ýangyç	Dinamiki süýgeşiklik, MPa·sek							
	20 <sup>0</sup> C	0 <sup>0</sup> C	10 <sup>0</sup> C	20 <sup>0</sup> C	30 <sup>0</sup> C	40 <sup>0</sup> C	50 <sup>0</sup> C	60 <sup>0</sup> C
Benzin awtomobil awiasion	0,6 0,5	0,8 0,7	0,9 0,8	1,1 1,0	1,4 1,2	1,8 1,4	2,2 1,7	2,7 2,0
Reaktiw hereket- lendirijiler üçin ýangyç sesiň tizligine çenli tizlikli uçarlar sesiň tizliginden ýokary tizlikli uçarlar	1,5 3,3	2,2 5,8	2,7 8,3	3,6 12,5	5,0 20,6	7,3 38,3	11,5 87,3	- -
Dizeller üçin ýangyçlar çalt ýöreyän üçin gysyky çalt ýöreyän üçin tomusky orta we az aýlawly üçin	3 4 26	7 11 123	12 20 103 0	22 50 -	36 300 -	55 710 -	250 110 0 -	500 380 0 -
Gaz turbinalar üçin ýangyç gämi we durnukly energetiki desgalar üçin	812	88	910	-	-	-	-	-
Mazutlar gämiler üçin	100 170	724 0	320 00	5,5· 10 <sup>6</sup>	- -	- -	- -	- -

ýangyç mazudy		326 00	232 000	2,26 · 10 <sup>8</sup>				
---------------	--	-----------	------------	------------------------------	--	--	--	--

Ýangyçdan gaty uglewodorodlaryň çökmegine gabat gelýän temperaturany **kristallaşmagyň başlangyç temperaturasy** ýa-da **bulançak bolmagyň temperaturasy** diýip atlandyrýarlar.

Ýangyçlaryň sowadylmagy dowam etdirilende gaty uglewodorodlaryň biri-biri bilen, hereket etmeýän karkasy emele getirmek bilen birleşip ösüp bilýär. Ýangyjyň akyjylygyny ýitirýän temperaturasyny **doňma temperaturasy** diýip atlandyrýarlar.

Bulanmak temperaturasyny syn etmek arkaly ýa-da ýangyjyň ýagtylyk şöhlelerini geçirijiliginiň üýtgemegini belläp almak bilen optiki usullar bilen kesgitleýärler. Doňma temperaturany kesgitli şertlerde sowadylmagynda probirkadaky ýangyjyň meniskiniň üýtgemezligi boýunça bahalandyrýarlar. Ýangyjyň bulanmak temperaturasy olaryň pes temperaturada filtrlenmegini, doňma temperaturasy bolsa – akdyrylyşyny häsiýetlendirýär diýip hasaplanýar. Ýöne gys şertlerinde tehnikaýan ulanmagyň tejribesiniň we barlaglaryň netijeleriniň görkezşi boýunça bu usullaryň ikisi hem ýangyjyň pes temperaturalarda ulanylyş şertlerinde özüni alyp barşyny önünden aýtmaga mümkinçilik bermeýär we diňe ýangyjy ulanmagyň temperatura çäklerini takmynan bahalandyrmak üçin hyzmat edýär.

Şu wagt ýangyçlaryň filtrlenmegini pes temperaturada bahalandyrmak usuly giňden ulanylýar. Bu usul ýangyçlaryň ulanylyş şertlerine ýakyn şertlerde pes temperatura häsiýetlerini kesgitlemäge we hereketlendirijide, şeýle hem güýma-dökme operasiýalarynda ýangyjyň özüni alyp barşy barada önünden has dorgy aýtmaga mümkinçilik berýär. Ýangyçlaryň filtrlenme çäklerini kesgitlemek usuly dizel ýangyçlaryny bahalandyrmak üçin ulanylýar.



Aýry uglewodorodlaryň ýangyçlarda ereýjiligi we gaty uglewodorodlaryň kristallar görnüşinde çökme temperaturasy olaryň gurluşyna, ýangyjyň düzümine we konsentrasiýasyna bagly. Ähli toparlaryň uglewodorodlarynyň kristallaşma temperaturasy, köplenç, molekulýar massanyň, diýmek, gaýnama temperaturanyň hem ýokarlanmagy bilen artýar. Uglewodorodlaryň gurluşy olaryň kristallaşma temperaturasyna kesgitleýji täsir edýär. In ýokary kristallaşma temperaturalaryna göni şahalanmaýan alkan zynjyrlý uglewodorodlar eýedir. Göni zynjyryň uzynlygynyň artmagy bilen uglewodorodyň kristallaşma temperaturasy ýokarlanýar. Alkanyň şahalanmagy artdygyça onuň kristallaşma temperaturasy peselýär.

Olefinleriň kristallaşma temperaturasy degişli alkanlaryňka garanda has pes. Şahalanan alkil zynjyrlý naften we aromatiki uglewodorodlar degişli alkanlara garanda has pes temperaturalarda kristallaşýar. Şahalanmadyk gapdal zynjyryň uzynlygynyň artmagy bilen naften we aromatiki uglewodorodlaryň kristallaşma temperaturasy ýokarlanýar.

Benzinlerde pes temperatura häsiýetleri doly kanagatlandyryjy bolan pes molekulýar uglewodorodlar saklanýar. Reaktiw, dizel we kotelnýa ýangyçlarynyň düzümine girýän agyr uglewodorod fraksiýalarynda has ýokary kristallaşma temperaturalaryna horma we az şahalanan alkanlar eýedir. Bu ýerde bular ýaly uglewodorodlaryň sähelçe saklanylmagy hem ýangyjyň kristallaşma temperaturasyny birden ýokarlandyryýar. Şeýlelikde, horma geksadekanyň  $C_{16}H_{34}$  2% mukdarda goşulmagy uglewodorodlaryň izoparafina fraksiýasynyň kristallaşma temperaturasyny  $-75^{\circ}C$ -den  $-23^{\circ}C$  çenli artdyrdy. Goşulan normal gurluşly uglewodorodyň molekulýar massasynyň artmagy ýangyjyň kristallaşma temperaturasynyň has çalt artmagy bilen bilelikde geçýär.  $C_{15}H_{32}$ ,  $C_{20}H_{42}$  we  $C_{24}H_{50}$  normal uglewodorodlaryň 1% mukdarynda girizilmegi uglewodorod fraksiýasynyň

kristallaşma temperaturasyny deňişlilikde  $-72^{\circ}\text{C}$ -den  $-40^{\circ}\text{C}$  çenli,  $-20^{\circ}\text{C}$ -den  $0^{\circ}\text{C}$  çenli ýokarlandyrdy.

Dizel we has agyr ýangyçlaryň doňmagyny alkanlardan başga normal gurluşly uzyn gapdal zynjyrlý monosiklikli naften we aromatiki uglewodorodlar ýüze çykaryp bilýär.

Kristallaryň emele gelmegi we ösmegi ýangyçdaky garyndylaryň we ilki bilen smola, kükürtli organiki birleşmeleriň konsentrasiýasyna we gurluşyna bagly. Kristallaryň ösmeginiň tizligi ýangyçdan çökmäge ukyply bolan uglewodorodlaryň konsentrasiýasyna göni proporsional we gurşawyň süýgeşikligine ters proporsional. Ýangyjyň süýgeşikliginiň ýokarlanmagy bilen çökýän kristallaryň ölçegleri kiçelýär we olaryň ösüşiniň tizligi haýallaýar. Ýangyç hemişelik temperaturada saklanandan soň onda saklanýan kristallar biri-biri bilen birigip top şekilli karkas gurluşy emele getirýär. Bu gurluşlar öz öýjüklerine şol temperaturada kristallaşmaýan suwuk uglewodorodlary tutup alýar.

Ýangyçlaryň pes temperatura häsiýetlerini gowulandyrmak üçin dürli çäreleri ulanýarlar. Iň gowy işlenip taýýarlanan we giňden ulanylýan prosesler ýangyçlardan hormat gurluşly alkanlary aýyrmak (parafinsizlendirmek prosesleri) Senagat möçberinde karbamidiň kömegi bilen parafinsizlendirmegi, seolitlerde adsorbsiýa parafinsizlendirmegi we mikrobiologiki parafinsizlendirmegi ulanýarlar. Orta distillýat ýangyçlardan bölünip alynan normal gurluşly alkanlar belokly iýmitleriň mikrobiologiki sintezi üçin çig mal bolup durýar.

Berlen hile laýyk ýangyç taýýarlananda önümçiliklerde köplenç hakyky tehnologiki usullary ulanýarlar. Olaryň arasynda ýangyçlaryň fraksion düzümini ýeňillendirmek bu ýokary molekulýar alkanlaryň mukdarynyň peselmegine we pes temperatura häsiýetleriň gowulanmagyna getirýär, agyr haryt ýangyçlary taýýarlananda ýokary temperaturada doňýan ýangyçlary pes temperaturada doňýanlar bilen garyşdyrmak usullary belli.

Ýangyçlaryň pes temperatura häsiýetlerini gowulandyrmagyň ykdysady taýdan iň amatly usuly depressor prisadkalary girizmek bolup durýar. Bular ýaly prisadkalar 0,5% çenli konsentrasýada ýangyçlaryň doňma temperaturasyny ep-esli peseldýär. Şu wagta çenli işlenip taýýarlanan depressor prisadkalar temperaturanyň peselmegi bilen gaty uglewodorodlaryň ereýjiligine hiç hili täsir edenok diýen ýaly. Şonuň üçin bu prisadkalar ýangyçlaryň bulanma temperaturasyna hem täsir etmeýär. Gaty uglewodorodlar ýangyçda depressor prisadka bolsa - bolmasa şol bir temperaturada kristallaşyp ikinji fazany emele getirip başlaýar. Ýöne çöken uglewodorodlaryň birleşip ösmegi, gurluş karkasyň emele gelmegi we ýangyjyň doňmagy prisadkanyň gatnaşmagynda prisadkasyz ýagdaýlardakydan has pes temperaturalarda ýüze çykýar. Şeýlelikde, depressor prisadkanyň täsiri ýangyjyň doňma temperaturasyny üýtgemeyän bulanma ýa-da kristallaşmagyň başlangyç temperaturasynda peseltmekden ybarat bolup durýar.

Şu wagt ýangyçlarda depressor işjeňlilige eýe bolan ýüzlerçe birleşmeler belli. Olarda iň effektiwleri – polimer we sopolimer görnüşli birleşmeler. Etilenyň winilasetat bilen sopolimerleri tejribede giňden ulanylýar. Sopolimer prisadkalaryň wajyp häsiýetnamalary olaryň molekulýar massasy we winilasetat zwenolaryň saklanyşy. Bular prisadkalaryň ýangyçda ereýjiligini we olaryň depressor işjeňliligini kesgitleýär. Winilasetat toparlarynyň saklanyşy birmeňzeş bolanlygynda depressor işjeňlilik sopolimerleriň molekulýar massasynyň artmagy bilen ýokarlanýar, ýöne bu ýagdaýda prisadkanyň ýangyçda ereýjiligi peselýär. Etilenyň winilasetat bilen sopolimeriniň depressor täsiriniň işjeňligi ýangyjyň düzümine hem bagly. Orta distillýat (dizel, peç ýangyçlary we ş.m.) depressor prisadka hökmünde molekulýar massasy 1400-2300 deň bolan, 40% töwerek winilasetat zwenolary saklaýan sopolimerler has netijeli bolup durýar.

Mazutlarda molekulýar massasy 1000 deň bolan, 33% töwerek winilasetat zwenolary saklaýan sopolimerler has netijeli.

Ýangyjyň her görnüşiniň pes temperaturalarda akdyrylyşynyň we ony gowulandyrmagyň usullarynyň özboluşly aýratynlyklary bar.

**Suwuň ýangyçlarda ereýjiligi we buz kristallarynyň çökmegi.** Suwuň ýangyçlarda erän görnüşinde bolmagy ujypsyz - 20°C –da 0,02-0,03%-den köp däl. Položitel temperaturalarda ýangyçlarda erän suwuň bolmagy ýangyçlaryň ulanylyş häsiýetlerine hiç-hili ters täsir ýetirenok. Ýöne otrisatel temperaturalarda ýangyjyň kadaly berilişiniň bozulmagy we hereketlendirijileriň işiniň bozulmagy mümkin. Suwuň ýangyçda ereýjiligi temperaturanyň peselmegi bilen peselýär. Položitel temperaturalarda suwdan doýgun ýangyçda sowadylma prosesinde onuň artykmaçlygy ýüze çykýar. Egerde ýangyjy sowatmagyň şertlerinde suwuň artykmaçlygy howa geçip ýetişmeýän bolsa (bular ýaly şert köplenç ýangyç baklarynda döreyär), onda ownuk damjalar emele gelýär we otrisatel temperaturalarda bular buz kristallaryna öwrülýär. Ýangyçdaky kristallar ýangyç ulgamynyň filtrleýji böwetlerinde saklanyp galýar, bu bolsa filtriň dykylyp ýangyjyň hereketlendirijä berilmeginiň bes edilmegine getirýär. Filtrleriň kristallar bilen dykylmagynyň tizligi köp faktorlara, ýöne ilki bilen suwuň ýangyçlarda ereýjiligine we onuň temperatura bilen üýtgemegine bagly.

Suwa gatnaşyklykda aromatiki uglewodorodlar we ilki bilen benzol in ýokary eredijilik ukyba eýedir. Molekulýar massanyň we gapdal zynjyrlaryň şahalanmagynyň artmagy bilen suwuň aromatiki uglewodorodlarda ereýjiligi peselýär. Alkenler degişli alkanlara we naften uglewodorodlaryna garanda has köp suwy eretmäge ukyply. Alkan we naften uglewodorodlarynyň molekulýar massasynyň artmagynda olarda suwuň ereýjiligi peselýär, ýöne aromatiki uglewodorodlaryňky ýaly ýokary derejede däl. Uglewodorodlar garyşdyrylanda suwuň garyndylardaky ereýjiligi additiw

üýtgeýär. Uglewodorodlara häsiýetli bolan kanunalaýyklyklar suwuň haryt ýangyçlarynda hem ereýjiligini kesgitleýär (4-nji tablisa).

Fraksion düzümi boýunça az tapawutlanýan ýangyçlar üçin olarda aromatiki uglewodorodlaryň mukdary näçe köp bolsa, şonça-da suwuň ereýjiligi hem ýokary bolýar. Aromatiki uglewodorodlaryň saklanylyş mukdary deň bolanlygynda suwuň ereýjiligi olaryň fraksion düzüminiň agyrlaşmagy bilen peselýär.

Dürli ýangyçlarda suwuň ereýjiliginiň temperatura baglylygy  
4-nji tablisa

Ýangyç	Suwuň ereýjiligi, %				
	-10°C	0°C	10°C	20°C	30°C
Benzin					
Awtomobil	0,0073	0,0098	0,0137	0,0208	0,0318
Awiasion	0,0056	0,0071	0,0098	0,0150	0,0232
Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyç	0,0033	0,0042	0,0063	0,0115	0,0193
Sesiň tizligine çenli tizlikde uçýan uçarlar	0,0023	0,0029	0,0039	0,0062	0,0122
Sesiň tizliginden ýokary tizlikde uçýan uçarlar					
Uly tizlikli dizeller üçin ýangyç	0,0021	0,0026	0,0037	0,0058	0,0104

Ýangyçda suwuň saklanyşy atmosfera şertlerine hem bagly. Ýangyçda suwuň molekulalarynyň assosiirlenmedigi, ýagny olary suw buglarynyň howadaky buglarynyň ýagdaýyndaky ýaly ýagdaýda bolýanlygy kesgitlendi. Uglewodorodlarda erän suw üçin Genriniň kanuny ulanyň bolýar, oňa laýyklykda erginde suwuň konsentrasiýasy ýangygyň üstündäki suw buglarynyň parsial basyşyna proporsional. Bu bolsa, berlen temperaturada ýangyçda suwuň

saklanyşynyň diňe bir onuň ereýjiligi bilen däl-de suw buglarynyň howadaky parsial basyşy bilen hem kesgitlenýär. Başgaça aýdanymyzda, berlen temperatura üçin ýangyjyň suw bilen çäkli doýgun bolmagy howanyň 100% çyglylygynda ýetilýär. Howanyň çyglylygynyň peseldilmegi ýangyçda suwuň mukdarynyň peselmegine getirýär we tersine. Bu ýagdaýda, suw ýangyçda molekulýar ýagdaýda bolýanlygy sebäpli ol ýangyçdan howa we howadan ýangyja çalt geçýär.

Suwuň suwuk halyna 8 molekula çenli saklaýan assosiirlenen emele gelmeleriň garyndysydygy belli. Bular ýaly gurluşlaryň ýangyçlarda eremegi assosiatlarda wodorod baglanyşyklarynyň üzülmegi bilen geçýär we onuň üçin energiýa harçlamalary bolýar. Suwuň ýangyja suwuk fazadan ("suw ýassygyndan") geçmeginiň tizliginiň howadan geçmeginiň tizligine garanda pesligi hem şu fakt bilen düşündirilýär. Ýangyjy saklamagyň adaty şertlerinde doly suwsyzlandyrylan ýangyç örän çalt wagtda ýene-de suw bilen uýgunlaşýar.

Eger-de sowatmagyň netijesinde ýangyçda suwuň saklanyşy şol temperaturada onuň ereýjiliginden ýokary bolsa, onda artykmaç suw ýangyçdan otrisatel temperaturalarda buz kristallaryny emele getirýän damja görnüşinde bölünip çykar. Ýangyçda suw damjalarynyň ilkinji düwünleri örän ownuk bolýar we şol sebäpli görünmeýär. Damjalar ulaldygyça (olaryň diametri 0,1mkm ýetmegi bilen) ýangyç bulançak bolýar. Ýangyçda emele gelen suw damjalary 0°C-da däl-de has pes temperaturada aşsowamaga we buz kristallaryna öwürilmäge ukyply. Suw damjalarynyň ýangyçda aşsowadylan ýagdaýy durnuksyz – kristallaryň öz-özünden köp mukdarda emele gelmegi üçin ujypsyz täsir ýeterlik. Bular ýaly täsir ýangyjy ýokary tizlikde bulamak, ýangyja kristallaşdyrmagyň işjeň ýadrolarynyň (mysal üçin gyrawyň) düşmegi we ş.m. bolup biler.

Buz kristallary diňe bir artykmaç suwuň damjalarynyň doňmagynyň hasabyna däl-de ýangyja ýangyç baklarynyň we

gaplarynyň diwarlaryndan gyrawyň geçmeginiň hasabyna emele gelip bilýär. Temperaturanyň birden peselmeginde gaplaryň we baklaryň diwarlary ýangyjyň üstündäki giňişlikdäki howadan we ýangyjyň özünden çalt sowayar. Munuň netijesinde suw buglary diwarlarda gyraw emele getirmek bilen kondensirlenýär, gyraw bolsa ýangyja ýöne mehaniki dökülmeginiň we ýuwulmagynyň hasabyna ýa-da gabyň, bagyň diwarynyň temperaturasynyň galmagynyň hasabyna geçýär.

Ýangyçda buz kristallary temperaturanyň birden ýokarlanmagynda hem emele gelip bilýär. Bu ýagdaýda ýangyjyň temperaturasy howanyň temperaturasyndan pes bolup galýar, sowuk ýangyjyň üst ýüzünde bolsa howadan suw buglary otrisatel temperaturalarda kristallary emele getirmek bilen kondensirlenýär.

Ýangyçdaky buz kristallarynyň formasy, ölçegleri we düzümi dürli we olaryň emele gelme şertlerine bagly. Mehaniki garyndylary saklamaýan orta distillýat ýangyçlarynda çalt sowatmakda buzuň 4-10 mkm ölçegli öwnuk, bir az sünmek kristallary emele gelýär, haýal sowadylanda bolsa – 15-40 mkm ölçegli. Tekiz filtrleýji böwetlerde buz kristallarynyň tekiz, gatlaklara ýeňil bölünýän, metal tekizliklerine ýelmeşmeýän, ýumşak gurluşy emele gelýär. Göwrüm filtrlerinde buz kristallary kanallara baryp olary kem-kemden dykýar. Filtrde ýygňalan we filtr kagyzynda gysylan buz kristallarynyň eremeginde emele gelýän suwuklyk iki – suw we ýangyç gatlakdan ybarat bolup, onda ýangyjyň mukdary 50-70% ýetýär. Bu ýangyç häsiýetleri, hususan-da, fraksion düzümi boýunça buz kristallary emele gelen ýangyçdan az tapawutlanýar. Käbir uglewodorodlar we olaryň garyndylary suw bilen pes temperaturalarda ýangyçdan kristallar görnüşinde bölünip bilýän assosiirlenen kompleksleri emele getirip bilýär diýip çaklaýarlar. Kristallaryň döremegine ýangyçlaryň gatnaşmagy filtrde galýan kristalliki massanyň göwrümini 2 esseden köp artdyrýar diýip bellenilýär.

Gaplaryň we baklaryň diwarlarynda toplanýan gyraw hem 60-80% mukdarda ýangyjy saklaýar. Ýöne bu ýangyjyň fraksion düzümi gapda saklanýan ýangyja garanda has ýeňil. Bu bolsa gyrawy emele getirmäge ýangyjyň buglarynyň gatnaşýanlygyny suwut edýär.

Hereketlendirijileriň ýangyç ulgamlarynyň ýangyçlarda buz kristallarynyň emele gelmegi bilen baglansykly bozulmalaryna garşy göreşmek üçin konstruktiv we fiziki-himiki usullar işlenip düzülen. Konstruktiv çärelerde has giňden ulanylýan filtre buz kristallaryny eretmäge ukyply bolan suwuklygy pürkýän gurnamany ýa-da ýangyç ulgamlarynda oturdylýan gyzdyryjylary ulanýarlar. Buz kristallary bilen göreşmek üçin fiziki-himiki usullardan ýangyçlara ýorüte prisadkalary girizmegi ulanýarlar. Prisadkalar diňe bir ýangyçda buz kristallarynyň emele gelmeginiň önüni almagy däl-de ön emele gelen kristallary hem eretmäge ukyply. Prisadkalaryň täsiri suwuň ýangyçda ereýjiligin artdyryýanlygyndan we prisadkanyň ýangyçdan bölünip çykýan suw erginleriniň kristallaşma temperaturalaryny peseldýänliginden ybarat. Prisadka hem ýangyçlarda hem suwda eremeli. Bular ýaly prisadkalaryň iň netijeli görnüşi – köp atomly spirtler, tejribede bolsa metilsellozow we etilsellozow giňden ulanylýar, bulary reaktiv ýangyçlaryna 0,3% mukdarda goşýarlar.

**Hapalaryň we mehaniki garyndylaryň täsiri.** Ýangyçlar nebiti gaýtadan işleýän zawoddan sapr edijä çenli daşalanda mehaniki garyndylar bilen hapalanýar. Bu ilki bilen toprak tozaňy, gaplaryň we turbageçirijileriň poslama önümleri, geçiriji tehniki serişdeleriň sandan çykma önümleri. Organiki däl hapalaýjy garyndylarda ýangyjyň durnuksyz düzüjileriniň okislenme polimerizasiýasynyň önümleri – organiki asfalt-smola maddalary adsorbirlenýär. Şol sebäpli mehaniki garyndylaryň düzüminde organiki bölegi 50% ýetip ondan hem köp bolup bilýär.

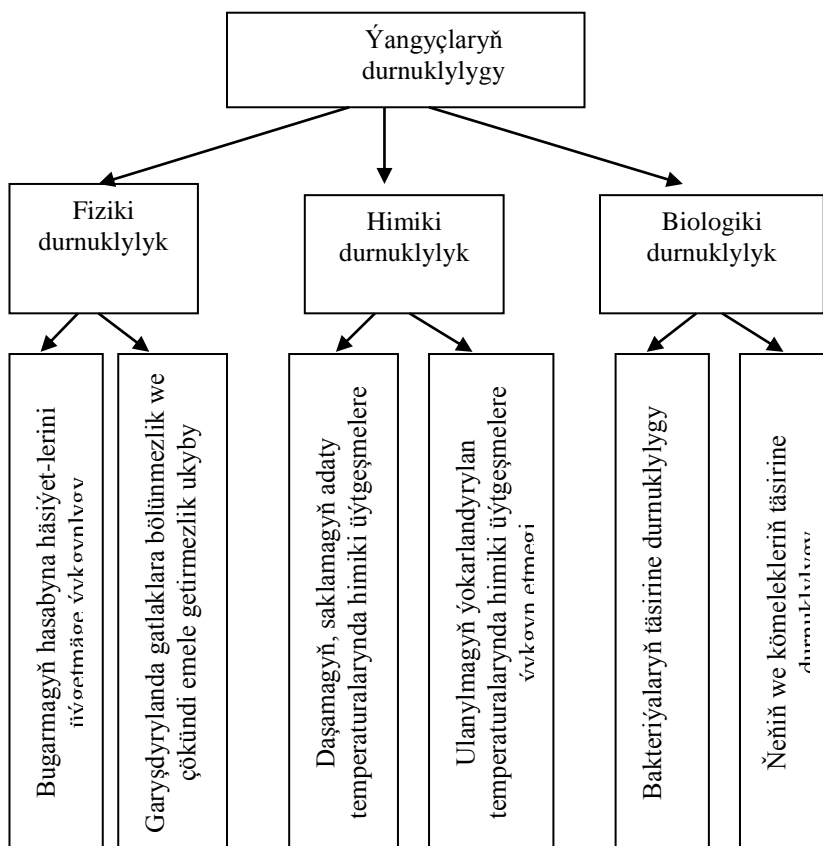


Ýangyçlarda mehaniki garyndylaryň esasy komponentleri – kremniýniň, alýuminiýniň, demiriň oksidleri we epesli pes mukdarda kalsiýniň, magniýniň, natriýniň we beýleki elementleriň birleşmeleri. Köplenç ýangyja düşýän ýol tozanynda 50-den 95% çenli, gatylygy hereketlendirijiniň şaýlarynyň konstruksiýa materialynyň gatylygyndan uly bolan, kwars saklanýar. Hut kwars şaýlaryň abraziw sandan çykmagyny ýüze çykarýar. Ýangyçgaky mehaniki garyndylar ýangyç ulgamynyň enjamlarynyň - silindirli hereketlendirijilerde silindr-porşen toparynyň we gaz turbinalarynda pilçeleriň hatardan çykmagyna; kanallaryn, karbyuratorly hereketlendirijilerde žiklýorlaryň hapalanyp dykylmagyna; girelde turbageçirijisinde, ýakma kameralarynda we klapanalarda toplandylaryň artmagyna getirýär; forsunkanyň tozadyjysynda iňňäniň oturşynyň dyklyzlygyny bozýar we ş.m. Bularyň ählisi hereketlendirijiniň ygtybarly işlemegini peseldýär. Döw rebap hereketlendirijileriň işleýşiniň zerur ygtybarlylygy we uzak möhletlilik ulanylýan ýangyjyň arassalygynyň ýokarlandyrylmagynyň hasabyna ýetilýär. Mehaniki garyndylaryň mukdaryny peseltmek üçin ýangyjy ulanmazdan ön hökman çökdürip filtrden süzýärler.

Ýangyç filtrlirini mehaniki garyndylardan başga-da ýangyjy aşgar bilen arassalamak usulyndan soň galýan naften kislotalaryň sabynlary hem dykyp bilýär. Käbir nebitleriň orta distillýat fraksiýalary naften kislotalarynyň deňeşdirmäge köp mukdaryny saklaýar. Bular ýaly fraksiýalary aşgar bilen arassalamakda sabynlar – naften kislotalaryň duzlary emele gelýär. Sabynlar ýangyçdan suw bilen ýuwmak arkaly aýrylýar, ýeterlikli ýuwmadyk ýagdaýynda olar ýangyçda galyp bilýär we ýumşak goýy massa görnüşinde filtrlerde toplanyp bilýär. Distillýatlaryň suw bilen gowy ýuwmagy we hiliniň yzygider barlanylmagy - bu ýangyçlary naften kislotalaryň sabynlaryndan boşatmagyň ýeketäk serişdeleri.

### 3.4 Ýangyçlaryň durnuklylygy

Ýangyjyň öndürilen pursadyndan hereketlendirijide ýakylmagyna çenli onuň ulanylyş häsiýetlerini üýtgedýän birnäçe faktorlar täsir edýär. Bu faktorlaryň täsiri netijesinde ýangyçlaryň hilini üýtgetmek derejesi olaryň düzümine baglylykda dürli bolýar. Ýangyjyň başdaky öz häsiýetlerini saklamak ukybyna **durnuklylyk** diýilýär. Ýangyçlaryň häsiýetleri daşamakda, saklamakda we ulanmakda fiziki ýa-da himiki prosesleriniň netijesinde üýtgäp bilýär. Şol sebäpli **fiziki we himiki durnuklylygy** tapawutlandyrýarlar. Ondan başga-da belli bir şertlerde ýangyçlarda hereketlendirijilerini işini bozup bilýän kömelekler we bakteriýalar ösüp bilýär. Ýangyjyň mikrobiologiki zaýalanmagyna garşy durmagyny **biologiki durnuklylyk** diýip atlandyrýarlar ( 4-nji surat). **Fiziki durnuklylyk** düşünjesi ilki bilen ýangyçlaryň bölekleyin bugarmagynda häsiýetlerini üýtgetmäge ýygyn bolmagy degişli. Şeýle hem fiziki durnuklylyk ýangyjyň gatlaklara bölünmezlik ukybyny we daşamak hem saklamak proseslerinde garyşmagynda çökündi emele getirmezlik ukybyny häsiýetlendirýär. Şu wagt ýangyçlaryň komponenti hökmünde spirtleriň ulanylmagynda aýratyn ähmiýete eýe bolýar. Suwuň düşmegi, käwagt bolsa temperaturanyň peselmegi spirt-ýangyç garyndylarynyň gatlaklara bölünmegini ýüze çykaryp bilýär. Iki garyşmaýan fazalaryň ýüze çykmagy hereketlendirijiniň kadaly işlemeginiň bozulmagyna getirýär. Ýangyjyň fiziki durnuklylygynyň üýtgemegi ikinji fazanyň çökündi görnüşinde çökmegi bilen hem geçmegi mümkin. Bular ýaly hadysalar dürli nebitlerden alnan käbir ýangyçlaryň agyr görnüşlerini garyşdyrmakda, ýangyjyň düzümindäki prisadkalaryň ereýjiliginiň peselmeginde ýa-da dargamagynda mümkin.



**4-nji surat.** Ýangyçlaryň durnuklylygynyň häsiýetnamasy

Temperaturanyň peselmeginde ýangyçdan buz we uglewodorod kristallarynyň çökmegi hem olaryň fiziki durnuklylygynyň üýtgemegini ýüze çykarýar.

**Himiki durnuklylyk** diýip ilki bilen ýangyjyň düzümindäki uglewodorod we uglewodorod däl garyndylaryň okislenmäge ýygyn etmegine düşüňärler. Ýangyçdaky in durnuksyz komponentleriň himiki reaksiýalaryň netijesinde hereketlendirijiniň işiniň bozulmagyny ýüze çykaryp biljek kislorod saklaýan smola birleşmeleri emele gelýär.

Uglewodorodlaryň we garyndylaryň okislenme prosesleri köp derejede temperatura bagly, onda-da temperatura diňe bir aýratyn elementar basgançaklaryň we jemleýji okuslenme reaksiýasynyň tizligine täsir etmän, eýsem himiki öwrülşikleriniň häsiýetine, okislenme önümleriniň hiline we mukdaryna hem täsir edýär. Şol sebäpli ýangyçlaryň himiki durnuklylygyny saklamagyň we daşamagyň kadaly temperaturalarynda (100-120°C) we has ýokary temperaturalarda (140-250°C) ýangyçlaryň termookislenme durnuklylygyny öwrenýärler. Bular ýaly temperaturalara çenli ýangyç döwrebap sesiň tizliginden ýokary tizlikli uçar apparatlarynda, eger-de ýangyjy aerodinamiki gyzmakda daşlygyny sowatmak üçin ulanylan ýagdaýynda gyzýar.

Ýangyçlaryň **biologiki durnuklylygy** heň we kömelekler bilen zaýalanmaga durnuklylyga hem-de bakteriýalar bilen zaýalanmaga durnuklylyga bölünýär.

Daşamak, saklamak we ulanmak proseslerinde ähli ýangyçlar bugarýar we emele gelýän buglar bölekleyin daş töwerekdäki howada ýaýraýar, ýagny ýitýär. Ýangyçlaryň bugarmagy diňe bir maddy ýitgilere getirmän köplenç ulanylyş häsiýetleriniň ýaramazlaşmagy bilen geçýär we daşky gurşawyň hapalanmagyna getirýär.

Tehniki taýdan gurat transport serişgeleri we guýma-dökme gurnamalary ulanylanda ýangyjyň bugarmagyň hasabyna esasy ýitgileri rezerwuarlaryň gaz giňişliginden bug-howa garyndysynyň bir böleginiň gysylyp çykarylmagynda bolýar. Bu nähili amala aşyrylýar? Rezerwuarlardan ýangyjyň ýitgisiniň iki görnüşine seredeliň.

Ýangyjy rezerwuarlarda saklamagyň adaty şertlerinde gaz giňişligi howanyň we ýangyç buglarynyň garyndysy bilen doldurylan. Daşky gurşawyň temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen, mysal üçin, gyzgyn howada gündiz ýangyç gyzýar we bug-howa garyndysy giňeýär. Bu ýagdaýda rezerwuardaky basyş ýokarlanýar, onuň bozulmagynyň önüni almak üçin ýörite klapan açylýar, we bug-howa garyndysynyň bir bölegi

atmosfera çykýar. Gijelerine bular ýaly rezerwuwar sowan wagty gaz giňişliginde wakuum emele gelýär we klapandan rezerwuara howa girýär. Bu howa ýene-de ýangyjyň täze buglary bilen doýgunlaşýar. Beýle özboluşly nasos – howany sormak we garyndyny gysyp çykarmak – gije gündiziň dowamynda her rezerwuarda, rezerwuaryň "kiçi dem almasynda" ýangyjyň ýitgisini ýüze çykarmak bilen işleýär.

Rezerwuwar doldurylanda ýangyjyň ilkinji porsiyalary ýokary tizlikde gaz giňişligine bugaryp ony buglar bilen doldurýar. Rezerwuaryň soňra dolmagy emele gelen bug-howa garyndynyň gaz giňişliginden klapanyň üsti bilen atmosfera gysylyp çykarylmagy bilen geçýär. Bu ýitgileri bolsa bolsa rezerwuarlaryň "uly dem alyşynyň" ýitgileri diýip atlandyryrlar.

Rezerwuaryň dem alyşyndaky ýitgileri azaltmak üçin indiki çäreler görülýär:

- Rezerwuaryň gaz giňişligini kiçeltmek "kiçi dem alyşlardaky" ýitgileri azaldýar. Doly doldurylan rezerwuarda doly doldurylmadykdaka garanda bugarmadan bolýan ýitgiler deňeşdirilende azdyr. Gaz giňişliginiň göwrüminiň kiçeldilmegi ýüzýän gapaklaryň, pontonlaryň, ýüzýän ekranlaryň, plastmassa mikro şarikleriň gatlagynyň, üýtgeşik düzümlü köpürjigiň ulanylmagynyň hasabyna mümkin (5-nji tablisa).
- Gaz giňişliginiň temperaturasynyň üýtgemek amplitudasyny kiçeltmek bugarmadan bolýan ýitgileri azaldýar. Bu ýere gabyň gün şöhleleri bilen gyзмаgynyň önüni almak çäreler degişli; bu – baglaryň kölegesinde ýerleşdirmek, ýere gömmek, ýagty reňkler bilen reňklemek, şöhleleri serpyň gurnamalar ulanmak, suw bilen sowatmak. Ýerasty rezerwuarlarda ýangyjyň bugarmagynyň hasabyna ýitgileri ýerüsti rezerwuarlardaka garanda ep-esli kiçi.

- Rezerwuarlaryň gaz örtügininiň kömegi bilen buglary tutujy ýörite ulgamy gurnamak, rezerwuarlarda ýörite sowadyjy-kondensatorlary ýerleşdirmek we ş.m.

Bu sanalynan çäreleriň ählisi toplumda hem ulanylýar, bu bolsa ep-esli ykdysady netije berýär, ýangyjyň hiliniň peselmeginiň we daşky gurşawyň hapalanmagynyň önüni alýar.

Orta klimatiki zolakda awtomobil benzininiň bir aýyň dowamynda saklanylmagynda bolýan ýitgiler

5-nji tablisa

Rezerwuaryň görnüşü	Ýitgiler, kg/t	
	Güýz-gyş döwri	Ýaz-tomus döwri
Ýerüsti metaliki, göwrümi 2000 m <sup>3</sup>	0,75	1,75
Ýere gömülen metaliki, göwrümi 2000 m <sup>3</sup>	0,36	0,90
Ýere gömülen metaliki gaz gabykly, göwrümi 2000 m <sup>3</sup>	0,35	0,80
Ýerüsti metaliki, göwrümi 3000 m <sup>3</sup>	0,45	1,00
Ýerüsti metaliki ýüzýän gapakly, göwrümi 3000 m <sup>3</sup>	0,22	0,45

Ýangyçlary özüniň bugarmadan ýitmäge ýykgyň etýänligi boýunça tapawutlandyrýarlar: ýangyjyň düzüminde pes temperaturada gaýnaýan fraksiýa näçe köp bolsa, doýgun buglarynyň basyşy näçe ýokary bolsa, şonça-da onuň bugarmadan ýitmäge ýykgyň etmegi uly bolýar. Suwuk haryt nebit ýangyçlaryň bugarmadan ýitmäge ýykgyň etýäni benzin, ylaýtada awtomobil benzini (6-njı tablisa).

Gatlaklary emele getirmezlige durnuklylyk – ýangyjyň fiziki durnuklylygynyň düzüjileriniň biri. Diňe uglewodorod komponentlerden durýan ýangyç islendik temperaturalarda hem gatlaklara bölünmeýär. Bular ýaly ýangyja suwuň düşmegi onuň komponentlerini ýuwup çykarmaýar we

çökdürilenden soň ýangyçlar öz häsiýetlerini üýtgetmeýär. Kislorod saklaýan komponentleri, hususan-da spirtler, bar bolan ýangyçlar özüni başgaça alyp barýar.

Orta klimatiki zolakda bir ýylyň dowamynda ýerüsti metal rezerwuarynda saklanylmagynda ýangyjyň ýitgileri 6-njy tablisa

Ýangyç	Ýitgiler, kg/t	
	Güýz-gyş döwri	Ýaz-tomus döwri
Awtomobil benzinleri	2,70	3,05
Awiasion benzinler we gaýnamagyň başlangyç temperaturasy $t_{\text{gaý}} < 100^{\circ}\text{C}$ bolan beýleki nebit önümleri	2,40	2,70
Tehniki maksatlar üçin kerosin fraksiýalary we gaýnamagyň başlangyç temperaturasy $t_{\text{gaý}} < 100 - 150^{\circ}\text{C}$ bolan beýleki nebit önümleri	0,52	0,60
Awiasion kerosinler we gaýnamagyň başlangyç temperaturasy $t_{\text{gaý}} < 150 - 180^{\circ}\text{C}$ bolan beýleki nebit önümleri	0,22	0,27
Dizel ýangyçlary we gaýnamagyň başlangyç temperaturasy $t_{\text{gaý}} > 180^{\circ}\text{C}$ bolan beýleki nebit önümleri	0,12	0,12

Pes molekulýar spirtleriň (metanolyň we etanolyň) uglewodorod ýangyçlarynda ereýjiligi çäkli. Suw düşende olaryň konsentrasiýasy peselýär, bu ýagdaýda olaryň uglewodorodlarda ereýjiligi ýaramazlaşýar, ýangyç bulançak bolýar. Benzin-metanol garyndylarynyň durnuklylygy hem benziniň uglewodorod düzümine hem-de spirdiň konsentrasiýasyna bagly. Benzinlerde aromatiki uglewodorodlaryň saklanylyş mukdarynyň artmagy olaryň metanol bilen garyndysynyň durnuklylygyny artdyrýar, metanolyň benzinde konsentrasiýasynyň artmagynda bolsa – durnuklylyk peselýär. Durnuklylygy iň pes garyndylar 20-50% çenli metanoly saklaýan garyndylar.

Fraksion düzümi has agyr bolan ýangyçlar metanol bilen benzinlere garanynda erbet garyşýar we has ýokary

temperaturalarda gatlaklara bölünýär. Ýangyç-metanol garyndylaryň gatlaklara bölünmek temperaturasyny durnuklaşdyryjlary girizmek bilen peseldip bolýar. Metanol-benzin garyndlarynyň iň netijeli durnuklaşdyryjysy butanol (normal we izogurluşly) bolup durýar. 15% metanoly saklaýan garyndyny durnuklaşdyrmak üçin butanoly örän köp -5-7% girizmek zerur bolup durýar. Bular ýaly garyndynyň gatlaklara bölünmek temperaturasy benziniň düzümine baglylykda -30 - - 60°C aralygynda üýtgeýär.

Saklananda gatlaklary emele getirmäge nebiti atmosfera basyşynda we wakuumda kowmagyň galyndylaryny, şeýle hem kreking galyndylary saklaýan kotelnýa ýangyçlary ukyply. Bular ýaly ýangyçda dürli agregat ýagdaýda – kolloid bölejiklerden iri disperslere çenli, köp mukdarda asfalt-smola maddalar bolýar. Bu maddalar aňsat dykyzlanyp çökündi emele getirip bilýär. Bular ýaly ýokary molekulýar (asfaltenler, smolalar, polisiklikli aromatiki uglewodorodlar) birleşmeleri saklaýan ýangyçlar garyşdyrylanda gatlaklara bölünmegi we çökündi emele getirmegi mümkin. Bu hadysa gurşawyň eredijilik ukybynyň peselmeginde ýüze çykýar diýip çalkanylýar. Z.I. Sýunýäew agyr ýangyçlaryň garyşmagynda garyndynyň durnuklylygyny kesgitleýän we çökündileri emele getirmek bilen nebit dispers ulgamlarynyň gatlaklara bölünmegini ýüze çykaryp bilýän çylşyrymly gurluş birlikleriň solwat gabyklarynyň galyňlygynyň üýtgemegi bolup geçýär.

Agyr ýangyçlaryň saklanylmakda we garyşdyrylmakda çökündi emele getirmezlige we gatlaklara bölünmezlige garşy durnuklylygynyň meseleleri öwrenmegi dowam etdirmegi we fiziki durnuklylygy ýokarlandyrmak boýunça çäreleriň işlenip düzülmegini talap edýär.

Ýangyjyň düzüminde pes temperaturada gaýnaýan fraksiýa näçe köp bolsa, doýgun buglarynyň basyşy näçe ýokary bolsa, şonça-da ol çalt bugarýar. Suwuk nebit ýangyçlaryň iň çalt bugarýany benzin, onda-da awtomobil benzini.



Ýangyç diňe uglewodorodlardan durýan bolsa islendik temperaturalarda hem gatlaklara bölünmeýär. Bu häsiýet ýangyjyň düzüjisi hökmünde spirtler ulanylýan wagty has ähmiýetli, sebäbi ýangyja suwuň düşmegi ýa-da temperaturanyň sähelçe peselmegi spirt-ýangyç garyndylarynyň gatlaklara bölünmegine getirýär. Bular ýaly ýangyçlara suwuň düşmeginde belli bir düzüjiler onda eräp ýangyç öz häsiýetlerini üýtgetmeýär. Pes molekulýar spirtleriň ýangyçlarda ereýjiligi çäkli we suw bilen garyşanda olaryň konsentrasıýasy peselýär, uglewodorodlarda ereýjiligi peselip ýangyç bulançak bolýar. Agyr fraksion düzümlı ýangyçlar metanol bilen benzinlere garanda ýaramaz garyşýar we has ýokary temperaturalarda gatlaklara bölünýär. Iki garyşmaýan suwuk fazalaryň ýüze çykmagy bolsa hereketlendirijiniň kadaly işlemegini bozýar.

Ikinji fazanyň gaty çökündi görnüşinde çökmegi hem ýangyjyň fiziki durnuklylygynyň üýtgemegine getirýär. Bular ýaly hadysalar dürli nebitlerden alnan agyr ýangyçlaryň käbir görnüşleriniň garyşdyrylmagynda, ýangyçlardaky prisadkalaryň ereýjiliginin peselmeginde ýa-da dargamagynda ýüze çykýar. Temperatura peseldilende ýangyçdan buz we uglewodorod kristallarynyň çökmegi hem onuň fiziki durnuklylygynyň üýtgemegini ýüze çykarýar.

Ýangyjyň howa bilen galtaşmagy islendik başgançakda bolup bilýär – saklananda, daşalanda we ulanylanda. Ýangyjyň düzümine girýän durnuksyz birleşmeler howanyň kislorodynyň täsiri astynda çylşyrymly düzümlı smola birleşmeleri emele getirmek bilen himiki owruluşklere degişli bolýar. Okislenmegiň önümleri turbageçirijileriň we iýmıtlendiriji ulgamynyň şaýlarynyň poslamagyny ýüze çykarmaga, filtrleri dykmaga we klapanlarda hem ýakma kamerasynda çökündileri emele getirmäge ukyply. Ýangyçlaryň ulanylyşynda himiki üýtgeşmelere garşy durmak ukybyny **himiki durnuklylyk** diýip atlandyrýarlar. Himiki durnuklylyk näçe ýokary bolsa ýangyjy şonça-da uzak wagtlap saklap bolýar. Ýöne ýangyjyň

her bir görnüşi belli bir minimal durnuklylyga eýe bolmaly we onuň alamatyny berlen ýangyjyň rugsat berilýän saklanylyş möhleti görnüşinde tehniki şertleriň standartynda görkezilmeli.

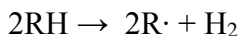
Ýangyçlaryň himiki durnuklylygy uglewodorod böleginiň düzümine we gurluşyna, uglewodorod däl garyndylaryň mukdaryna we tebigatyna bagly. Ondan başga-da okislenmegiň tizligi we çuňlygy kislorodyň konsentrasiýasyna, temperatura, gün şöhleleriniň gatnaşmagyna, katalizatorlara we başga-da birnäçe faktorlaryň täsirine bagly.

Saklanylanda okislenmäge ähli uglewodorodlar degişli bolýar, ýöne dürli tizlikde, onda-da okislenme daşyndan energiýa bermesiz öz-özünden geçýär we **awtomatiki okislenme** diýip atlandyrylýar.

Awtookislenmegiň mehanizmi baradaky döwrebap düşündirişler akademik A. N. Bahyň peroksid nazarýetine we N. N. Semýonowyň şahalanan zynjyr reaksiýalarynyň nazarýetine esaslanan. Okislenmegiň nazarýetini taýýarlamakda W.I.Kondratýewiň, S.S.Medwedewiň, N.M.Emanuelyň, K.I.Iwanowyň, N.I.Çernozukowyň, S.E.Kreýnyň, B.W.Losikowyň we beýleki rus alymlarynyň fundamental barlaglary uly rol oýnady.

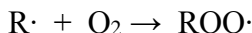
Uglewodorodlaryň awtookislenmegi – peroksid birleşmeleriň üsti bilen erkin radikallara ösýän çylşyrymly köp başgançakly proses. Okislenmegiň umumy çyzgysy zynjyryň döremeginden, ösmeginden, şahalanmagyndan we zynjyryň üzülmeginden ybarat.

Zynjyryň ösmegi ilkinji erkin radikallar emele gelmegi bilen başlaýar:

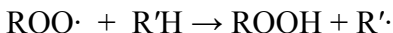


Bular termiki ýa-da fotohimiki täsir etmegiň, erän kislorod bilen täsirleşmegiň, belli bir indusirleýji madda bilen himiki reaksiýanyň netijesinde emele gelip bilýär.

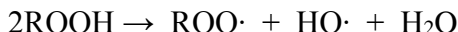
Emele gelen işjeň erkin radikal reaksiýa ýokary ukyply bolup molekulýar kislorody bilen reaksiýa gatnaşdyryp işjeň we durnuksyz peroksid radikalyny emele getirýär:



Peroksid radikaly başdaky ýa-da başga bir uglewodorodyň täze molekulasy bilen reaksiýa gatnaşýar we okislenme zynjyry dowam edýän gidrogipoksid hem täze radikal emele gelýär:

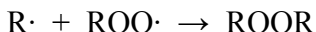
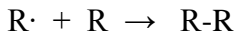


Gidroperoksidler okislendirme zynjyrlaryň şahalanmagynyň başyny başlaýan täze işjeň radikallaryň emele gelmek bilen dargamaga ukyply:



$ROO\cdot$ ,  $RO\cdot$ ,  $HO\cdot$  radikallar täze işjeň merkezler bolup durýar we okislenme öwrülşikleriniň zynjyry şahalanyp gidýär. Bu reaksiýalary şahalanmagy anyk görkezýän reaksiýalar diýip atlandyrylar sebäbi zynjyrlaryň dowam etmegi ilkinji işjeň merkezlerden dowam etmekden tapawutlylykda aralyk önümleriniň radikallara dissosiirlemeginiň netijesinde geçýär.

Peroksid radikallar durnukly dialkil peroksidleri emele getirmek bilen üýtgemäge ukyply. Iki peroksid radikallaryň galtaşmagy okislenmegiň işjeň däl önümlerini bermäge hem ukyply. Hidroperoksidler reaksiýanyň durnukly ahyrky önümleriniň çylşyrymly garyndysyny emele getirmek bilen dürli öwrülşiklere degişli bolup bilýär:



Şular ýaly täsirleşmeler zynjyryň üzülmegine getirýär. Zynjyryň üzülmegi diňe bir zynjyr reaksiýadan çykyp gidýän molekulýar birleşmeleri almagyň netijesinde däl-de radikallaryň bir tekizlik bilen galtaşmagynyň hasabyna hem, mysal üçin, gabyň diwaryna uranda, zynjyr üzülip bilýär.

Uglewodorodlaryň awtookislenmeginiň aýratynlygyny bellemek gerek. Durnukly däl uglewodorodyň awtookislenmeginiň netijesinde emele gelyän peroksid radikaly reaksiýa gatnaşyp, bu şertlerde molekulýar kislorod bilen göni okislenmä ukyply bolmadyk, başga bir has durnukly uglewodorodlary hem okislendirip bilýär. Bu okislenmäni **undusirlenen okislenme** diýip atlandyryrlar. Durnuksyz uglewodorodlaryň örän az mukdarynyň bolmagy hem uglewodorodlaryň tutuş massasynyň çalt okislenmegini ýüze çykaryp bilýär.

Uglewodorodlaryň awtookislenme prosesi öz-özünden çaltlanýan proses bolup durýar. Okislenmegiň, induksiýa periody diýip atlandyrylýan, ilkinji periodynda peroksidler toplanýar. Adaty temperaturalarda bu prosesiň tizligi uly däl. Okislenme zynjyrlaryň ösmeginde we şahalanmagynda okislenmegiň tizligi ýokarlanýar. Wagtyň geçmegi bilen okislenme önümlerinde ahyrky durnukly birleşmeler ýüze çykýar we olaryň käbiri okislenme zynjyrlaryny üzmäge ukyply we okislenmegiň tizligi peselýär.

Dürli toparlaryň uglewodorodlary gurluşyna baglylykda awtomatiki okislenmä ýokary we pes ukyply. Alkenler (olefinler) awtookislenmä has ýoklary derejede degişli bolýar. Ýöne olaryň okislenmäge ukyplylygy uglewodorod skiletiniň gurluşyna we ikili baglanşyklaryň ýerleşişine bagly. Baglanşykly ikili baglanşykly uglewodorodlar (asikliki ýa-da sikliki) şeýle hem aromatiki ýadro bilen baglanşykly gapdal zynjyrynda ýekeje ikili baglanşykly uglewodorodlary ýangyçdaky uglewodorodlaryň beýleki toparlarynyň okislenme

inisiatorlaryna degişli edýärler. Alkanlardan okislenmäge pes ukyplylary sikilde ýekeje ikili baglanşygy bar bolan siklenler, daşlaşdyrylan ikili baglanşykly diýenler we olefinler. Olefinleriň okislenmä ukyplylygy uglewodorod zynjyrynyň şahalanmagynyň artmagy bilen we ikili baglanşygyň molekulanyň ortasyna ýakynlaşdyrylmagynyň derejesiniň artmagy bilen artýar.

Beýleki toparlaryň uglewodorodlary olkenlere garanda has kyn okislenýär, ýöne olaryň okislenmäge ukyplylygy gurluşy we molekulýar massasy bilen kesgitlenýär. Alkanlar we naftenler awtookislenmä has pes degişli, gapdal zynjyrlý aromatiki uglewodorodlar has ýeňil okislenýär, ýöne benzol kyn okislenýär.

Molekulýar massasynyň artmagy bilen alkanlaryň okislenmäge ukyplylygy artýar. Gapdal zynjyrlarynyň uzynlygynyň we sanynyň artmagy, üçlenji aromatiki uglewodorodyň bolmagy we molekulanyň simmetriki dälligi okislenmäge ýardam berýär.

K.I. Iwanowyň barlaglarynyň esasynda suwuk fazada awtookislenmekde kislorodyň dürli gutluşly uglewodorodlara ilki başda birikmeginiň ugurlarynyň kanunalaýyklyklary kesgittendi. Kislorod uglewodorodlara C–H baglanşyklar boýunça birigip ROOH emele getirýär. Kislorodyň C–C baglanşyklar boýunça birigip dialkilperoksidleri R–O–O–R emele getirýänligi ýüze çykarylady.

Alkenleriň okislenmeginde kislorod ikili baglanşyk bilen baglanşdyrylan uglerod atomlary bilen goňşy oturan uglerod atomyna birleşýär. 80°C-dan ýokary temperaturalarda kislorodyň göni ikili baglanşyk boýunça hüjüm etmegi mümkin. Iň durnuksyz baglanşykly diolefinler we doýgun däl gapdal zynjyrlý aromatiki uglewodorodlar kislorody ikili baglanşykly ýerinden birleşdirýärler. Bu ýagdaýda emele gelýän peroksidler köplenç polimer häsiýetli bolýar.

Alkanlarda we naftenlerde kislorod, ilkinji nobatda, üçlenji uglerod atomyna we ikilenjä-kynytrak birleşýär; birlenji

C-H baglanşyklar iň durnuklylar bolup durýar. Aromatiki uglewodorodlarda ilki bilen gapdal zynjyrlary okislenýär.

Uglewodorodlaryň awtookislenmeginiň ahyrky önümleri esasan kislorod saklaýan birleşmelerden durýar. Olaryň düzümi we häsiýetleri uglerodyň gurluşyna, onuň öwrülmeginiň çuňlygyna we awtookislenmegiň şertlerine bagly. Alkanlaryň, şeýle hem uzyn gapdal zynjyrlý sikliki uglewodorodlaryň okislenme önümlerinde kislota häsiýetli maddalar agdyklyk edýär, gysga gapdal zynjyrlý sikliki uglewodorodlaryň okislenmeginde bolsa kondensasiýa we dykyzlanma önümleriniň mukdary artýar. Alkenleriň okislenme önümlerinde smola maddalary agdyklyk edýär.

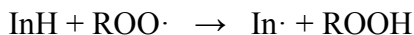
Haryt ýangyçlar – bu dürli gurluşly uglewodorodlaryň garyndysy we olaryň awtookislenmegine öz aýratynlyklary häsiýetli. Reaksiýa ukyply bolan alkenleriň ujypsyz mukdarda bolmagy hem (1%-den az) adaty temperaturalarda uglewodorodlaryň islendik garyndysyny howanyň kislorody bilen okislenmäge degişli edip bilýär. Ýangyçlaryň saklanylmagynda okislenme öwrülşiklerinde kükürdiň – merkaptanlar we sulfidler, azodyň – pirollyň we indolyň önümleri we kislorodyň - fenollar, naftollar we organiki kislotalar birleşmeleriniň gatnaşýanlygyny hem bellemek gerek. Bular okislenme prosesine özlari hem, ony çaltlaşdyryp ýa-da haýýallaşdyryp, gatnaşmaga ukyply.

Şeýlelikde, haryt ýangyçlaryň saklanylmagynda uglewodorodlaryň çylşyrymly garyndysynyň we garyndylaryň awtookislenmeginde dürli önümler emele gelýär. Bu birleşmeler özara täsirleşýär, soňra okislenmä, polimerizasiýa we kondensasiýa degişli bolýar, şonuň bilen ýangyçlarda smola birleşmeleriniň mukdary üznüksiz artýar. Sarp edijä barýan ýangyçda okislenmegiň ähli basgançaklarynyň önümleri - ýaňyja emele gelen peroksidlerden başlap okislenmegiň we dykyzlanmagyň, uglewodorod gurşawynda kyn ereýän, ýokary molekulýar önümlerine çenli bolup bilýär.

Ýangyçlaryň himiki durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň dürli ýollary bar. Ýangyçlary işjeň alkenlerden we uglewodorod däl häsiýetli garyndylardan arassalamak ýangyçlaryň okislenmäge ýykgyt etmegini düýpli peseldýär.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ýa-da adsorbentler bilen arassalap durnuksyz uglewodorodlary aýyrmak, gidroarassalamak bilen kükürtli birleşmeleri dargatmak, gidrirlemek arkaly alkenleri alkanlara öwürmek bolýar. Ýöne in netijeli we ykdysady taýdan amatly usuly bolsa – ýangyja ýörite okislenmä garşy pisadkalary goşmak bolup durýar. Bu babatda uly barlaglar geçirilen, effektiw prisadkalar tapylan, olaryň täsiriniň mehanizminiň aýratynlyklary öwrenilen. Ýangyçlarda fenollar, aminler we aminofenollar effektiw bolup durýanlygy anyklandy. Olaryň täsirini işjeňliligi pesiräk önümleri almak bilen reaksiýa zynjyrlaryny emele getirmek ukyby bilen baglanyşdyrýarlar. Antiokislendiriji okislenme zynjyrlaryny başlaýan alkil radikallar bilen täsirleşip bilýär, ýagny bu zynjyrlaryň emele gelmeginiň önüni alyp bilýär. Antiokislendiriji gidroperoksidler bilen täsirleşip bilýär, şonuň bilen okislenme zynjyrlarynyň şahalanmagynyň önüni alyp bilýär. Şeýle-de antiokislendiriji okislendiriji zynjyry dowam etdirmäge ukyply bolmadyk işjeňliligi pes radikallary emele getirmek bilen  $\text{RO}\cdot$  we  $\text{ROO}\cdot$  erkin radikallar bilen täsirleşip bilýär.

Fenollar, aromatiki aminler we aminofenollar peroksid  $\text{ROO}\cdot$  radikallar bilen reaksiýa gatnaşyp okislenmegi bes edýär.

Antiokislendirijiniň (ingibitoryň) peroksid radikal bilen reaksiýasy ingibitoryň oksi- ýa-da mono toparynyň wodorodynyň hereket edýän atomynyň üzülmeginiň üsti bilen gidroperoksidiň we ingibitoryň durnukly erkin radikalynyň emele gelmegi bilen amala aşyrylýar:



Ingibitoryň netijeliligi wodorodyň atomynyň hereket etmek ukybyna ýa-da In-H baglanşygynyň dissosiasiýasynyň energiýasyna bagly. Antiokislendirijiniň molekulasynda wodorodyň atomynyň hereket edijiliginiň häsiýetnamasy hökmünde onuň okislenme-diklenme potensialy hyzmat edip biler: ingibitoryň molekulasynda wodorodyň atomy näçe gowşak baglanşykda bolsa, şonça-da onuň okislendirmä garşy ukyby ýokary. Ýöne örän gowşak baglanşykda ingibitoryň özi kislorod bilen täsirleşip bilýär, bu bolsa onuň çalt harçlanmagyna getirýär.

Antiokislendirijiler ýangyçda örän az konsentrasýada – bir prosentin ýüzlerçe ýa-da münlerçe bölegi, netijeli. Konsentrasýanyň artmagynda antiokislendirijiniň täsiri güýçlenýär, sebäbi onuň ROO· radikal bilen duşmak mümkinçiligi ýokarlanýar. Ýöne köp mukdarda saklan ýagdaýynda käbir antiokislendirijiler „okislendiriji“ bolup durýar.

Antiokislendirijileriň netijeliligi onuň ýangyja goşulan pursadyna hem bagly. Antiokislendirijileriň ýangyç taýýar bolan dessine goşulmagy has effektiv bolýar, sebäbi ol başlangyç basganjatlarda reaksiýa zynjyrlaryny üzüp ýetişýär. Eger-de antiokislendirijiler ýangyç taýýar bolan dessine goşulmasa, onda ol zynjyrlaryň belli bir bölegini üzüp bilýär we hemişe awtookislenmegiň önüni alyp bilmeýär. Ýangyçlar saklanan wagty antiokislendirijileriň okislenmegiň önüni doly alyp bilmeýänligi ýüze çykaryldy: olar peroksid radikallar bilen täsirleşmäge harçlanylýar we okislenme prosesiniň awtokatalitiki çaltlaşma pursady gelip ýetýär. Antiokislendirijileriň täsiri induksiýa periodynyň dowamlylygynyň artmagy bilen, ýagny ýangyjyň rusgat edilýän saklanylma möhletinden geçmegi bilen aňladylýar.

Ýangyç üçin antiokislendirijiler saýlananda täsir etmek mehanizmi boýunça tapawutlanýan we biri-biriniň täsirini ikitaraplaýyn güýçlendirýän bir däl-de iki ýa-da has köp antiokislendirijileri ulanmak has hem netijeli bolýar.



**Sinergizm** diýip atlandyrylýan bu hadysa antiokislendirijileriň ýangyçdaky umumy konsentrasiýasynyň az bolmagynda jemleýji netijeliligi ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Mysal üçin, bular ýaly jübüt hökmünde peroksid radikaly bilen täsirleşýän maddany (amin ýa-da fenol) we gidroperoksidleri dargadýan maddany (kükürtli antiokislendirijiler) ulanmak bolýar. Bular ýaly ýagdaýda fenol ýa-da amin peroksid radikallar bilen täsirleşip olary zynjyr reaksiýasyndan çykarýar, kükürtli antiokislendiriji bolsa gidroperoksidler bilen täsirleşip gidroperoksidleriň konsentrasiýasyny peseldip (diýmek täze peroksid radikallaryň gelmegini hem peseldip) amina ýa-da fenola kömek edýär.

Antiokislendirijileriň saýlanylmagy we netijeliligi ýangyjyň görnüşine we häsiýetlerine hem bagly.

Ýangyjyň termookislenme durnuklylygy diýip olaryň ýokary temperaturalarda (140-250°C) okislenmäge garşy durmak ukybyna aýdylýar. Ýangyçlaryň hiliniň bu görkezijisi ýangyç ulgamynda we ulanylyş şertlerinde ýokary temperaturalara sezewar bolýan dizel we reaktiw ýangyçlar üçin aýratyn ähmiýetli.

Barlaglaryň netijesinde belli boluşy ýaly göni kowma ýangyçlary 100-120°C çenli gyzdýrylanda durnuksyz uglewodorodlaryň okislenmegi kislorody, kükürdi we azody saklaýan tebigy antiokislendiriji birleşmeler bilen ingibirlenýär. Has ýokary temperaturalarda ähli tebigy geteroorganiki birleşmeler özlery ýangyçda ereýän kislorod bilen çalt we çuň okislendirilýär we smola birleşmeleri we filtrlere dykýan gaty çökündini emele getirýär. Şol sebäpli ýangyjyň geteroorganiki birleşmelerden arassalanmagy onuň termookislenme durnuklylygyny ýokarlandyrýar. Ýöne tebigy antiokislendirijilerden boşan bular ýaly ýangyç saklanylan wagty howanyň kislorody bilen okislendirilýär we onuň termookislenme durnuklylygy peselýär.

Ýokary temperaturada tutuş köp basgançakly okislenme prosesiniň tizligi birden ýokarlanýar. Bu ýerde okislenme

önümleriň döremeginde aýratyn basgançaklaryň we reaksiýalaryň roly temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ep-esli üýtgäp bilýär. Şeýlelikde, pes temperaturada okislenmekde, ýangyçlar okislenmegiň induksion periodynyň dowamlylygy bilen tapawutlanýar. Ýokary temperaturada okislenmegiň induksion periodynyň dowamlylygy ähli ýangyçlar üçin birden peselýär we dürli düzümlü ýangyçlaryň arasyndaky tapawut aradan aýrylýar. Bu şertlerde okislenme önümleriniň ikilenji öwrülşikleriniň, olaryň okislenmeginiň dowam etmeginiň, polimerizasiýasynyň we kondensasiýasynyň tizlikleri uly rol oýnaýar. Bular ýaly şertlerde ýangyçdaky okislenmäge ukyply bolan "durnuksyz" birleşmeleriň umumy mukdary hem ähmiýetli bolýar. Hidroarassalanan ýangyçlarda göni kowmagyň ýangyçlary bilen deňeşdirilende "durnuksyz" maddalar az bolýar, şol sebäpli bular ýaly ýangyç ulanýan ýangyç ulgamlarynda toplandylaryň umumy mukdary ep-esli pes bolýar.

Termookislenme durnuklylygy ýokary bolmadyk ýangyç ulanylanda filtrleriň gözeneklerini dykýan çökündileriň çökmeginiň netijesinde we ýangyç ulgamynyň şaýlarynda smola toplandylarynyň emele gelmeginiň netijesinde ýangyç ulgamynyň işi bozulmagy mümkin. Smola toplandylary forsunkalaryň we ýangyç sazlaýjy enjamlaryň işiniň hem bozulmagyna sebäp bolup bilýär.

Termookislenme durnuklylygy ýangyçlaryň gidroarassalamagy ulanmagyň hasabyna we prisadkalaryň girizilmeginiň hasabyna ýokarlandyryp bolýar. Onda-da ýangyçlaryň termookislenme durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin adaty antiokislendirijilerden peýdalanylýan bolmaýar. Ýokary temperaturalarda olaryň netijeliligi pes ýa-da olar okislendiriji bolup durýar, ýa-da okislenme önümleriniň goşmaça mukdaryny emele getirmek bilen özleri çalt okislenýär. Ýangyçlaryň termookislenme durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin diňe bir täze ýokary temperatura çydamly antiokislendirijiler ulanylman, smola maddalaryň

ownuk bölejikleriniň uly bölejiklere birleşmegine päsgel berýän prisadkalar hem ulanylyp bilner. Şular ýaly "dispergirleýji" ýa-da "ýuwujy" (toplandylary emele getirmäge päsgel berýän) prisadkalar şu wagt hem dizel, hem reaktiw ýangyçlaryna gerek.

**Biologiki durnuklylygy** kömelekler we pilis, heň bilen zaýalanmaga durnuklylyga we bakteriýalar bilen zaýalanmaga durnuklylyga bölýärler. Käbir mikroorganizmleriň nebitde ýaşap uglewodorodlar bilen iýmetlenýänligi XIX-njy asyryň başynda ýüze çykaryldy. Soňra mikrobiologlar gaty, suwuk we gaz uglewodorodlaryň häsiýetlerini üýtgedip bilýän ýüzlerçe görnüşini ýüze çykardy. Mikroorganizmleriň alkanlary saýlap okislendirýänligi ýüze çykaryldy.

Mikroorganizmler bilen toplanan biomassa iýmit belogyny almak üçin esas bolup durýar, şol sebäpli parafinsizlendirmek we mallar üçin belok iýmini almak prosesleri utgaşdyryp geçirmek mümkin boldy.

Ýöne uglewodorodlardan iýmitlenýän mikroorganizmler hereketlendirijileriň we mehanizmleriň kadaly işleýşini bozýar, mikrobiologiki hapalaryň emele gelmegi bolsa enjamlaryň poslamagyna, ýangyç beriji ulgamyň filtrleriniň, turbalarynyň we kanallarynyň dykylmagyna getirýär. Mikrobiologiki hapalanma hiline we arassalygyna has ýokary talaplar bildirilýän reaktiw ýangyçlar üçin aýratyn howply. Mikroorganizmleriň uçaryň ýangyç ulgamynda köpelmegi ýangyç filtrleriniň we dereje görkezijileriň dykylmagyna, gorag örtükleriniň bozulmagyna getirýär.

Mikroorganizmler howadan ýangyja düşüp onda uzak wagtlap köpelmän we ölmän saklanyp bilýär. Mikroorganizmleriň köpüsi ýangyçdan we suwdan durýan iki fazaly ulgamlarda has gowy ösýär. Ýokary temperatura we ýangyçda suwuň bolmagy mikroorganizmleriň köpelmegine ýardam edýär, şol sebäpli tropiki ýurtlarda ýokary çyglylyk we

temperatura gabat gelyänligi sebäpli ýangyçda mikrobiologiki zyýan gowy duýulýar.

Mikroorganizmler bilen göreşmek üçin bakterisid prisadkalar ulanylýar, ýangyjy bakterisid filtrlerden süzýärler, elektromagnit şöhlelenme bilen işleýärler we başga-da birnäçe usullary ulanýarlar.

### **3.5 Ýangyçlaryň poslama işjeňligi we metal däl materiallar bilen laýyk gelişi**

Ýangyçlar saklamak, daşamak we ulanmak proseslerinde metallaryň poslamagyny, germetikleriň çişmegini, dargamagyny we tehniki häsiýetleriniň üýtgetmegini ýüze çykaryp bilýär. Bularyň ählisi hereketlendirijileriň, turbageçirijileriň we gaplaryň wagtyndan öň hatardan çykmagyna getirýär, maşynlaryň we mehanizmleriň ulanylyş möhletlerini gysgaldýar. Ýangyçlaryň ýanma önümleri hem silindrleriň, klapanlaryň, porşenleriň we beýleri enjamlaryň poslamagyny ýüze çykarýar, şeýle hem atmosferanyň poslatma işjeňligini artdyrýar.

**Poslama prosesi** diýip metallaryň we splawlaryň daşky gurşaw bilen (gazlar ýa-da suwuklyk bilen) himiki ýa-da elektrohimiiki täsirleşmeginiň netijesinde öz-özünden dargama prosesine aýdylýar. Poslama prosesi adaty iki fazanyň araçäginde (metal- suwuklyk ýa metal-gaz) geçýär.

Poslamanyň ýüze çykmagynyň sebäbi metallaryň termodinamiki durnuksyzlygy. Enjamlar ýasalan metallaryň ähli atomlary ulanylmak şertlerinde has durnukly okislenen (ion) ýagdaýyna geçmäge ymtylýar. Metalyň bu ýagdaýa özbaşdak geçmegi hem poslamagyň manysy bolup durýar.

**Himiki we elektrohimiiki poslama** prosesleri geçiş mehanizmi we tizligi boýunça tapawutlanýar. **Himiki poslama** diýip metalyň daşky gurşaw bilen ýa-da onuň komponentleri bilen göni himiki täsirleşmesine aýdylýar. Bu geterogen reaksiýalaryň himiki kinetikasyna boýun bolýan

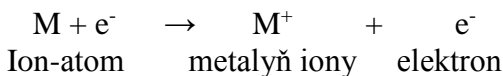
adaty himiki reaksiýa. Himiki poslama elektrik togu geçirmeýän gurşawlarda – gury gazlarda we elektrolit dällerde geçýär. Onda bolup geçýän okislenme-gaýtarma reaksiýalar elektronlaryň metalyň atomyndan gurşawyň düzümine girýän okislendirijä göni geçmeginiň hasabyna akyp geçýär. Himiki poslamada metalyň okislenmegi we gurşawyň okislendiriji agentiniň dikelmegi bir aktda bolup geçýär. Hereketlendirijiniň çykalga traktynda tüsse gazlarynyň ýüze çykarýan gaz poslamasy himiki poslamanyň mysaly bolup durýar. Hereketlendirijileriň ýangyç ulgamynda himiki poslama metallaryň ýangyçda saklanýan käbir kükürtli birleşmeler bilen täsirleşmeginiň hasabyna mümkin.

**Elektrohimiki poslama** diňe metalyň ýüzünde elektrolit, ýagny duzlaryň, kislotalaryň we aşgarlaryň elektrik togu geçirip bilýän suw erginleri bolan ýagdaýlarynda geçýär. Bular ýaly poslama himiki poslama bilen deňäniňde has uly tizlik bilen geçýär, şol sebäpli, ol, köplenç, ýangyçlary saklamakda we ulanmakda metallaryň dargamagynda esasy rol oýnaýar.

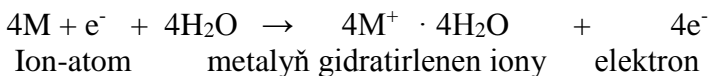
Köp sanly barlaglaryň netijesinde atmosfera bilen galtaşýan metallaryň ýüzünde elmydama suw gatlagynyň emele gelýänligi we howadaky gazlaryň suwda eräp metalyň ýüzünde elektrolit emele getirýänligi ýüze çykaryldy. Şeýlelikde atmosferada elektrohimiki poslama şert döreýär. Bular ýaly şert ýangyç ulgamlarynda, rezerwuarlarda we turbageçirijilerde hem döreýär. Suwuň köp bolmadyk mukdary ýangyç ulaga guýulan wagty howanyň temperaturasynyň we çyglylygynyň birden üýtgemeginde hem bolup bilýär. Ýangyçlar saklanylanda olarda okislenmegiň käbir suwda ereýän önümleri emele gelip bilýär, bu önümler hem elektrolit perdesini emele getirýär, ýagny elektrohimiki poslamany ýüze çykarýar.

Metalyň islendik üst ýüzi elektrohimiki birsydyrgyn däl: aýratyn bölekleri elektrod potensiallary boýunça tapawutly bolýar. Elektrod potensialy kiçi bolan meýdança elektrolit bilen

täsirleşende anoda öwrülýär. Anodda metalyň ion-atomy gözenekden ergine geçýär, bu ýagdaýda elektronlar boşaýar:



Metalyň üst gatlagynda ýerleşýän ion-atomlardan tapawutlylykda beýleki ion-atomlar we metallaryň elektronlary tarapyndan diňe bir taraplaýyn täsire degişli bolýarlar. Metalyň üst ýüzi ion-atomlary suwuň polýar molekulalarynyň täsiri astynda gidratirlenen (suwuň molekulalary bilen töweregi aýlanan) položitel zarýadlanan ionlar görnüşinde ergine geçýär. Elektronlar bolsa metalyň anod meýdançasynda galýar, sebäbi olar gidratirlenmeýär we ergine geçmeýär. Üst ýüzüň anod meýdançasy otrisatel zarýadlanýar:



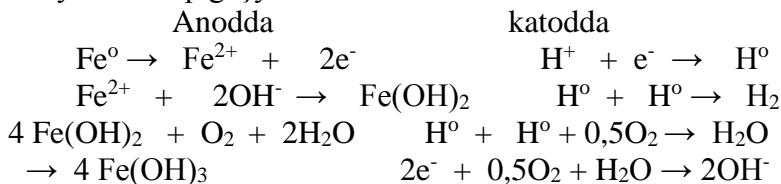
Metalyň üst ýüzüniň has položitel elektrod potensialyna eýe bolan beýleki bir meýdançasý elektrolit bilen täsirlleşip katoda öwrülýär. Katodda metalyň anod meýdançasynda boşan elektrodalaryň assimilýasiýasy bolup geçýär. Mysal üçin, elektrolitlerde kislotalaryň bolmagynda metalyň katod meýdançasynda wodorodyň ionlary artykmaç elektronlary özüne siňdirýär we şonluk bilen wodorodyň atomlaryna öwrülüp zarýadsyzlanýar. Wodorodyň atomlary biri-biri bilen birigip wodorodyň molekulalaryny emele getirip bilýär, olar bolsa gaz düwmejikleri gönüşinde erginden bölünip çykýar. Ýöne atomar wodorod katodyň üst ýüzünde gabyk emele getirip bilýär, bu gabyk poslama prosesini doly tükenýänçä bes edip bilýär. Gabygyň, ýagny wodorod perdesiniň emele gelmegi polýarizasiýa diýip atlandyrylýar. Oňa ters proses, ýagny katodyň üst ýüzünden wodorodyň aýrylmagy bilen baglanşykly bolan wodorod perdesiniň dargama prosesi

depolýarizasiýa diýip, wodorody baglanşdyryp we aýyryp bilýän maddalar bolsa depolýarizatorlar diýip atlandyrylýar.

Şeýlelikde, metalyň elektrolit bilen galtaşmagynda iki proses bolup geçýär: elektrolitde metal ionlarynyň we anod meýdançalarynda artykmaç elektronlaryň emele gelmegi bilen şertlendirilýän anod prosesi we elektronlaryň assimilýasiýasy bilen baglanşykly bolan katod prosesi. Anod we katod meýdançalary bölünendir we iki prosesiň hem geçmegi üçin metalda elektronlaryň we elektolitde ionlaryň akyp geçmegi zerur. Elektronlar ýapyk elektrodalaryň potensiallaryny deňleşdirmäge ymtylyp, has otrisatel anod meýdançadan pes otrisatel bolan ýa-da has položitel bolan katod meýdança akyp geçýärler. Şol bir wagtda elektrolitde kationlaryň we anionlaryň degişli ýerini üýtgetmegi bolup geçýär. Başgaça aýdanymyzda, metaly. Elektrohimiýa meňzeş bolmadyk meýdançalarynyň her jübüdi elektrolidiň gatnaşmagynda gysga ýapyk galwaniki elementi emele getirýär. Poslaýan metalyň üst ýüzi hemişe işleýän galwaniki elementleriň köplügi bolup durýar, bu ýagdaýda anod üst ýüzler dargaýar.

Himiki poslama bilen deňände elektrohimiýa poslamanyň elektrik togu geçirýän gurşawda geçýänligi we bir däl-de şol bir wagtda geçýän birnäçe elektrod proseslerinden durýanlygy göz-görtele mälim.

Şeýlelikde, elektrohimiýa mehanizm boýunça demiriň poslama dargamagynda iki meýdançada hem aşakdaky reaksiýalar bolup geçýär:



$\text{Fe}^{2+}$  we  $\text{Fe}^{3+}$  oksidleri suwda eremeýär we demiriň poslama önümleriniň (zeň, okalina) düzümine girýär.

Poslatma işjeňligi ýangyjyň düzümine bagly. Ýangyjyň düzümine girýän uglewodorodlaryň özleri metallara we splawlara posladyjy täsir etmeýär. Ýangyçlaryň poslatma işjeňligi uglewodorod däl (ilki bilen kükürt we kislorod saklaýan) garyndylary we suwda ereýän kislotalary we aşgarlary bilen esaslandyrylýar.

Suwda ereýän kislotalar we aşgarlar tötänleýin garyndylar bolup durýar. Ýangyçlarda arassa görnüşindäki ýa-da naften kislotalarynyň sabynlary görnüşindäki aşgarlar, beýleki garyndylara garanda, has ýygy duş gelýär. Ýangyçlaryň käbir görnüşlerini kükürtli we kislorodly birleşmelerini aýyrmak üçin 8-12% -li aşgar ergini bilen gaýtadan işleýärler. "Aşgarlaşdyrandan" soň ýangyjy suw bilen ýuwyýarlar, ýeterlikli ýuwulmadyk ýagdaýynda aşgaryň ýa-da naften kislotalarynyň sabynyny yzlary galýar. Suwda ereýän kislotalaryň arasynda käbir kükürtorganiki birleşmeleriň çüňňur okislenmeginiň önümi görnüşinde sulfokislotalar bolup biler. Beýleki suwda ereýän kislotalar we aşgarlar ýangyja, mysal üçin, gowy arassalanmadyk gaplar ýa-da turbageçiriji ulanylan ýagdaýynda düşüp biler. Suwda ereýän kislotalar islendik metalyň güýçli poslamagyny ýüze çykarýar, aşgarlar bolsa alýuminiýny poslatýar, şol sebäpli bularyň ýangyçlarda bolmagyna rugsat berilmeýär.

Beýleki garyndylardan ýangyçlaryň poslatma işjeňligine kükürt organiki birleşmeler has köp täsir edýär. Adaty temperaturalarda kükürdiň birleşmeleriniň hemmesi metallaryň poslamagyny ýüze çykarmaýar. Kükürtli wodorod, erkin kükürt we merkaptanlar has işjeň. Bu maddalary "işjeň" kükürdiň birleşmeleri diýip atlandyryýarlar we bularyň ýangyçdaky mukdary berk çäklendirilýär.

**Kükürt wodorod poslamasy** sulfidleriň emele gelmegi bilen geçýär we sink, mis, demir, latun üçin howply. Kükürt mise we temperaturanyň biraz ýokarlanmagy bilen, demire hem täsir edýär, merkaptanlar ähli metallara täsir edýär. Kükürdiň käbir birleşmeleri ýangyjyň saklanmagynda turşy



suwda ereýän önümlere çenli okislenýär, bu bolsa elektrohimiýa poslamanyň tizligini birden ýokarlandyrýar.

Ýangyçlarda kükürtli wodorod, kükürt we merkaptanlar ýaly işjeň birleşmelerden başga-da sulfidler, disulfidler, tiofenler we tiofanlar ýaly adaty temperaturalarda metallar bilen täsirleşmeýän işjeň däl birleşmeler hem bolýar. Ýanma prosesinde kükürdiň ähli birleşmeleri kükürdiň poslatma işjeň oksidlerini  $\text{SO}_2$  we  $\text{SO}_3$  emele getirýär. Hut şol sebäpli kükürdiň umumy mukdary çäklendirilýär.

Kükürt oksidleriniň metallara edýän poslatma täsiri temperatura bagly. Pes temperaturalarda, ýanma önümlerinden suwuň kondensasiýasy mümkin bolan ýagdaýynda, kükürt ýa-da kükürtli kislotalaryň täsirinde elektrohimiýa poslama geçýär. Kritiki temperaturadan ýokary temperaturada bolsa, üst ýüzde çyglylygyň kondensasiýasy geçmeýär we ýokary temperaturaly gury gaz himiki poslama geçýär.

Amatly temperaturalar poslamagyň minimal geçýän ýagdaýyndaky temperaturalar hem elbetde bolýar. Mysal üçin, temperaturanyň amatly alamatyndan peselmegi elektrohimiýa poslamanyň tizligini birden ýokarlandyrýar, sebäbi gaz poslamasynyň tizligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen beýle çalt ýokarlanmaýar. Kükürtorganiki birleşmeleriň ýanma önümleriň poslatma täsiri nukdaý nazardan ýokary temperatura režimleri pes temperatura režimlerinden pes howply. Tejribede beýleki ähli şertleriň birmeňzeş bolmagynda hereketlendirijiniň sowadyjy ulgamynda temperaturanyň peselmegi onuň sandan çykmagynyň tizligini artdyrýar.

Kükürdiň oksidleriniň metallara ýetirýän poslatma täsiriniň häsiýeti temperatura bagly. Pes temperaturada, ýanma önümlerinden suw buglarynyň kondensasiýasy mümkin bolan wagty, kükürt ýa-da kükürtli kislotasynyň ( $\text{SO}_2$  we  $\text{SO}_3$  suwda eremegi örän çalt geçýär) täsiri netijesinde elektrohimiýa poslama orun tutýar. Bu – pes temperaturada poslama. Kritiki temperaturadan ýokary temperaturada üst ýüzlerde suwuň

kondensasiýasy bolup geçmeýär we ýokary temperaturada gury gaz poslamasy bolup geçýär.

Temperaturanyň amatly oblasty hem bar, ol ýerde poslama minimal bolýar. Görnüşi ýaly temperaturanyň amatly alamatlardan peselmegi elektrohimiiki poslamanyň tizligini birden artdyrýar, sebäbi gaz poslamasynyň tizligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen beýle çalt ýokarlanmaýar. Şeýlelikde, ýanma önümleriň kükürt organiki birleşmeleriniň posladyjy täsiri nukdaý nazaryndan, ýokary temperatura režimler pes temperatura režimlere garanda az howply bolup durýar. Tejribede ýüze çykarylşy boýunça beýleki şertleriň ählisi deň bolanda hereketlendirijiniň sowadyjy ulgamynda temperaturanyň peselmegi onuň sandan çykmagyny çaltlaşdyrýar, onda-da howa bilen sowadylýan heretlendirijilerde poslama silindrleriň hatardan çykmagyna suw bilen sowadylýan hereketlendirijilere garanda az täsir edýär. Karbýuratorly hereketlendirijilerde poslama silindirleriň sandan çykmagyna dizel hereketlendirijilerine garanda has güýçli täsir edýär. Umumy hereketlendirijiniň sandan çykmagynda poslama prosesleriniň iň uly roly hereketlendirijini işe girizmekde, ylaýtada gyş möwsümünde, şeýle hem hereketlendiriji uzak wagtlap işledilmedik ýagdaýynda syn edilýär.

Kükürtli birleşmeleriň ýanma önümleriniň posladyjy täsiriniň esasy obýektleri – hereketlendirijiniň silindr – porşen topary we ýanma önümlerini çykaryjy trakty. Tejribehana we ýol barlaglaryndan belli boluşy ýaly, hereketlendirijileriň şaýlarynyň umymy sandan çykyşy ýangyçdaky kükürdiň mukdaryna göni proporsional, ýangyçlary kükürtden arassalamak bolsa hereketlendirijileriň silindr – porşen toparynyň poslama sebäpli sandan çykyşyny peseltmegiň radikal çözgüdi bolup durýar. Kükürtli ýangyçlary (ylaýtada kükürdiň mukdary 1% çenli ýetýän dizel ýangyçlary) ulanmak zerurlygy ýüze çykanda poslama sebäpli sandan çykyşyny peseltmek ýaga aşgar prisadkalary girizmegiň hasabyna

mümkin. Bular ýaly prisadkalar kislotalary neýtrallaşdyryp poslamanyň önüni alýarlar.

Hereketlendirijiniň ýanma önümleri çykarmak traktynyň elementlerini, ylaýtada sesi peseldijini poslamadan goramak has kyn bolup durýar. Kükürdiň oksidleri ýanma önümlerinden kondensirlenýän suwuň damjalarynda ýeňil ereýär. Bular ýaly kondensat posladyjy täsiri ýokary bolan kükürt we kükürtli kislotalaryň gowşak ergini bolup durýar. Bu ýerde poslamany peseltmegiň ýeketäk himmotologiki ýoly – ýangyçlarda kükürdiň mukdaryny peseltmek.

Kislorod saklaýan birleşmeler belli bir mukdarda ýangyçda bolýar. Olar ýangyja nebitden ýa-da onuň nebiti gaýtadan işlemek proseslerinde alynýan distillýatlaryndan düşýär, şeýle hem ýangyçlar saklananda we daşalanda, durnuksyz uglewodorodlaryň okislenmeginde emele gelip bilýär.

Ýangyja nebitden düşýän kislorod saklaýan birleşmeleriň arasynda naften kislotalar poslatma ýokary işjeň. Ýöne olar gurşuna we sinke has güýçli posladyjy täsirini ýetirýär, beýleki reňkli metallara we has hem gara metallara täsiri ujypsyz. Bu ýagdaý naften kislotalaryň konsentradyny ýangyçlarda sandan çymaga garşy prisadka hökmünde ulanylmagyna mümkinçilik döretdi. Bulara garamazdan adatça ýangyçlara degişli standartlarda naften kislotalaryň umumy mukdary turşylygyň çäkli rugsat berilýän kadasy bilen çäklendirilýär.

Gurluşy we mukdary boýunça köp durli bolan kislorodly birleşmeler ýangyçlar saklananda we daşalanda emele gelýär. Durnuksyz uglewodorodlaryň okislenmeginiň turşy önümleriniň poslatma işjeňligi, naften kislotalara garanda has hem ýokary, ondan başga-da olaryň bir bölegi suwda hem ereýär. Ýangyçlar bilen galtaşanda metallaryň okislenmegi peroksid ýa-da gidroperoksid radikallaryň täsiri astynda bolup geçýär, metallaryň oksidleri bolsa kislotalar bilen ýeňil täsirleşýär. Ýangyçlaryň ähli görnüşleri hem

saklananda poslatma işjeňligi artýar. Ýöne bu proses haýal geçýär we poslatma işjeňligi rugsat berilýän alamatlaryndan ýokary bolmazdan önürti ýangyç başga bir görkezijisi boýunça (mysal üçin, turşyly ýa-da smolalaryň mukdary boýunça) kondision däl bolýar.

Poslama işjeňligini peseltmek üçin, ýokarda bellenilişi ýaly, ýangyçlary arassalamaga degişli edýärler. Kükürtli we kislorodly birleşmelerden arassalamagyň döwrebap we giňden ýaýran usuly gidroarassalamak prosesi bolup durýar.

Okislenmä garşy prisadkalar uglewodorodlaryň we kükürtli birleşmeleriň okislenmeginiň, şonuň bilen birlikde okislenmegin peroksid we turşy önümleriniň emele gelmeginiň önüni alýar. Nebit önümleriň poslatma işjeňligini peseldýän ýörite poslama garşy prisadkalaryň täsiri köpdürli bolup bilýär: prisadkanyň metal bilen himiki täsirleşmesi we onuň üst ýüzünde gorag perdesiniň emele gelmegi (hemosorbsiýa täsiriň ingibitorlary); üst işjeň maddalaryň polýar toparlarynyň adsorbsiýasynyň netijesinde metalda gorag perdesiniň (adsorbýa täsiriň ingibitorlary) emele gelmegi; turşy agressiw önümleri neýtrallaşdyrmak (neýtrallaşdyryjy täsiriň ingibitorlary). Poslatma garşy prisadkalar hökmünde köp birleşmeler ulanylýar, olardan nitrirlenen ýaglary, kül emele getirýän we kül emele getirmeyän sulfonatlar, alkenilýantar kislotalaryň efirleri, nitrobenzoý kislotalaryň duzlary, aminleriň önümleri we beýleki maddalar senagat möçberlerinde öndürülýär.

Kükürtli ýangyçlar ulanylanda hereketlendirijileriň tüsse çykarýan ulgamynyň gaz poslamasyny peseltmek üçin kükürdiň emele gelyän oksidleriniň  $\text{SO}_3$  we  $\text{SO}_4$  gatnaşygy wajyp ähmiýetli, onda-da kükürdiň üçli oksidi ýokary poslatma täsirini ýetirýär. Ýanma önümlerinde  $\text{SO}_3$ -iň konsentrasiýasyny peseltmek boýunça ähli çäreler poslamagyň azalmagyna getirýär. B. W. Losikow tarapyndan hereketlendirijiniň ýakma kamerasyna ammiagyň köp bolmadyk mukdarynyň goşulmagynyň  $\text{SO}_3$ -iň emele gelişini peseldýänligi we şaýlaryň

poslama arkaly sandan çykmagynyň azalýanlygy görkezildi. Ýangyja käbir azot saklaýan prisadkalaryň goşulmagy hem şolar ýaly täsir edýär.

Rezerwuarlaryň, ýangyç baklarynyň we turbageçirijileriň diwarlarynyň poslama sebäpli zaýalanmagynyň bir sebäbi mikroorganizmleriň bölüp çykarýan önümleri hem bolup biler. Suwsyzlandyrylan ýangyçda mikroorganizmler köpelmeyär, ýöne uzak wagtlap ýaşamaga we suw düşen wagty ýene köpelip başlamaga ukyply. Mikroorganizmler ýangyçda gara-goňur nem görnüşli, gaplaryň we ýangyç baklarynyň düýbinde ýa-da iki fazanyň (suw – ýangyç) bölünme araçäginde toplanýan turşy poslatma işjeň maddalary emele getirýär. Mikroorganizmleriň galyndy önümleri metallaryň gorag perdeleriniň, poslatma garşy prisadkalaryň dargamagyny ýüze çykarýar. Ýangyçlaryň ulanylmagynda metallaryň mikrobiologiki poslamagy bilen göreşmegiň netijeli ýoly - ýangyçlara bakterisid prisadkalary goşmak.

Ýangyjyň wajyp ulanylyş häsiýetleriniň biri onuň ýangyç ulgamynyň aýratyn şaýlary, nasoslar, turbageçirijiler, rezerwuarlar taýýarlanýan metaldäl materiallar bilen laýyk gelişi. Uglewodorodlar köp metaldäl materiallaryň gowy eredijisi, onda-da ýangyçdaky mukdary 50% gowurak bolan aromatiki uglewodorodlaryň eredijiligi has ýokary. Ýangyç rezin we käbir plastiki materiallar bilen galtaşanda bu materiallaryň çişmegi, olaryň düzümindäki düzüjileriň we prisadkalaryň ýuwulyp gitmegi mümkin. Bu ýagdaýda sanalan materiallaryň ulanylyş häsiýetleriniň ýaramazlaşmagy we wagtyndan ön hatardan çykmagy mümkin.

Ýangyçlaryň germetiklere täsiriniň derejesini olaryň ýokary temperaturalarda ýangyç bilen işlenmegi boýunça bahalandyrylýar.

Ýangyçlaryň metaldäl materiallar bilen laýyk gelişini ýangyçlara goşulýan ähli prisadkalaryň bolmagynda barlamak zerur. Mysal üçin, awiassion reaktiw ýangyçlaryna suwuň

kristallaryna garşy prisadkalar hökmünde erediji ukyplary ýokary bolan köp atomly spirtleri goşýarlar. Uçaryň ýangyç bagynyň suw fazasynda bular ýaly prisadkanyň konsentrasiýasy 80% ýetýär we germetiğiň çişmegine täsir edip uzak wagt täsirleşmeginde germetiğiň metala adgeziýa guýçleriniň üýtgemegine getirýär.

### 3.6 Ýangyçlaryň goraýjy häsiýetleri

Haryt ýangyçlaryny taýýarlamakda gidroassalamagyň ulanylmagy garaşylmaýan netijelere getirdi. Bu prosesin kömegi bilen ýangyçdan poslatma işjeň düzüjileriň ählisini diýen ýaly doly aýyryp bolýar. Ýöne ýangyçlaryň bolmagynda metallaryň poslamagy diňe bir peselmän eýsem ýokarlanýanlygy hem ýüze çykaryldy. Gidroarassalamadan soň ýangyjyň özüniň poslatma işjeňligi peselse-de, ondaky geteroorganiki birleşmeler (ylaýtada, kükürdi- we kislorody-saklaýan) üst-işjeň maddalar ýaly metalyň ýüzünde gatlak emele getirip elektrohimiiki poslamanyň önüni alýar. Ýangyçlaryň bu häsiýetini **goraýjy ukyby** diýip atlandyrýarlar.

Ýangyçlaryň poslama işjeňligi we goraýjy ukyplary  
7 –nji tablisa

Ýangyç	Poslama işjeňligi (çygly-lyk bolmasyz), g/m <sup>2</sup>	Goraýjy häsiýeti (çyglylygyň bolmagynda), g/m <sup>2</sup>
Başdaky №1 Şol gidroaras- salamadan soň	0,3	2,9
	0,1	10,1
Başdaky №2 Şol gidroaras- salamadan soň	0,6	1,4
	0,2	6,3
Başdaky №3 Şol adsorbsion arassalamadan soň	0,8	3,5
	0,1	8,2

7-nji tablisada ýangyçlaryň geteroorganiki birleşmeleriniň esasy bölegi aýrylmazdan öňki we aýrylandan soňky poslama işjeňliligi we goraýjy ukyplary getirilýär.

Metallara poslama täsiri ýeterilen şertlerde ýangyçlaryň poslatma işjeňliligi we goraýjy ukyplary bir wagtda ýüze çykýar, şol sebäpli tablisade getirilýän bölünme takmynydyr, ýöne ol poslama prosesleriň geçişiniň mehanizmini öwrenmekde we effektiw poslama garşy goraýjy prisadkalary işläp tapmakda kömek edýär.

### 3.7 Ýangyçlaryň hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri

Köp hereketlendirijilerde ýangyç ulgamynyň köp hereket edýän şaýlary üçin ýangyjyň özi çalgyç bolýar. Bu bolsa hereketlendirijilerde goşmaça ýag ulgamynyň gurnalmazlygyny üpjün edýär we çalgy ýaglary ulanmak mümkin bolmadyk ýangyjy beriji we sazlaýjy enjamlaryň öwnük şaýlarynyň çalgysyny üpjün edýär.

Ýangyçlar bilen täsirleşmekde sürtülýän şaýlaryň hatardan çykmagynyň tizligi ýangyç ulgamynyň we ulanylýan ýangyjyň konstruktiw we ulanylyş aýratynlyklary bilen kesgitlenýär. Ýangyjyň sürtülýän şaýlaryň hatardan çykmagyna täsir edýän ähli häsiýetleriniň jemini **hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri** diýip atlandyrýarlar. Ýangyjyň mehaniki garyndylar bilen hapalanma derejesi hatardan çykarma häsiýetlerine täsir etse-de wagtlaýyn ululyk bolup filtrlemegiň saýlanan ulgamyna bagly bolup hatardan çykarma häsiýetlerine degişli bolmaýar.

Ýangyjyň hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri onuň süýgeşikligine, temperaturanyň üýtgemegi bilen süýgeşikligiň üýtgemegine we ýangyçda üst-işjeň maddalaryň bolmagyna bagly. Ýangyçlaryň çalgyç häsiýetleri ýaglaryňka garanda pes, sebäbi ýangyjyň süýgeşikligi we üst-işjeň maddalaryň mukdary ýagdakylara garanyňda az. Ýangyçlaryň gaýnama çäkleri ýokary boldugyça, onuň süýgeşikligi we üst-işjeň maddalaryň

mukdary hem köp bolýar we hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri hem gowy bolýar. Ýangyç bilen galtaşanda sürtülýän tekizlikleriň ýüzünde **araçäk gatlagy** emele gelýär. Bu örän ýuka araçäk gatlagy – 1 mkm çalgýç gatlagynyň roluny ýerine ýetirýär. Bu gatlak sürtülýän tekizlikleriň göni täsirleşmesiniň önüni alýar we sürtülme güýji, şaýlaryň hatardan çykmagy peselýär. Çalgýç gatlagynyň emele gelmegi metalyň üst gatlagynyň işjeňliliginiň ýokarylygy bilen baglanşykly. Metalyň üst gatlagynda ýerleşýän atomlar boş baglanşyklary bolanlygy sebäpli olar ýangyçdan ilki bilen üst-işjeň maddalary çekip alýar.

Uglewodorodlaryň molekulalary daşky elektrik meýdany bolmadyk ýagdaýynda polýar däl, we olaryň dipol momenti nola deň. Ýangyçdaky geteroorganiki birleşmeleriň molekulalary kükürdiň, azodyň ýa-da kislorodyň atomyny saklaýar. Bular ýaly molekulalar polýar we otrisatel we položitel zarýatlaryň "agram merkezleriň" gabat gelmegi bilen düşündirilýän hemişelik dipol momente eýedir. Bu birleşmeler metalyň üst ýüzi tarapyndan özüne çekilýär, gatlaklara berk ornaşyp sürtülmäni we sandan çykmagy azaldýan çalgý perdesini döredýär. Kislorod saklaýan birleşmeleriň in gowy hatardan çykarmaga garşy häsiýeti ýüze çykarylýdy.

Sürtülýän üst ýüzünde çalgý perdesiniň emele gelmegi diňe bir has polýar geteroorganiki birleşmeleriň fiziki adsorbsiýasy bilen şertlendirilmän, ýangyçlaryň düzümine girýän maddalaryň himiki täsirleşmesi (hemosorbsiýa) bilen hem şertlendirilýär. Käbir birleşmeleriň metallaryň ýüzünde adsorbsiýasy käwagt ýokary temperaturalarda hemosorbsiýa geçýär. Temperaturanyň ýokarlanmagy belli bir ýerli häsiýete eýe bolup bilýär – ýagny sürtülýän jübütleriň kontaktynyň dürli ýerlerinde. Hemosorbsiýa perdesi adsorbsiýa perdesine garanda has berk, şol sebäpli ony sürtülmäniň has agyr ýüklenen düwünlerinde döretmäge çalyşýarlar.

Ýangyçdan geteroorganiki birleşmeleriň adsorbsiýada we gidroarassalamada aýrylmagy ýangyçlaryň hatardan



çykarmaga garşy häsiýetlerini erbetleşdirýär. Ýöne arassalanan ýangyja hatardan çykarma garşy prisadkalary girizmek bolýar. Bular ýaly prisadkalar hökmünde käbir organiki ýagly kislotalar, aminler, fenollar, aminfenollar we olaryň önümleri, azot, fosfor, kükürt we hlor- saklaýan birleşmeler effektiv bolup durýar. Sürtülýän şaýlaryň sandan çykmagynyň ýangyjyň temperaturasyna baglylygy eksperimental häsiýetli bolýar. Başda ýangyjyň temperaturasy ýokarlananda sandan çykmanyň tizligi hem artýar, soňra peselýär. Ýangyçlaryň her bir görnüşi üçin sürtülýän şaýlaryň sandan çykmany maksimuma ýetýän temperaturasy bar.

Ýangyjyň temperaturasynyň artmagy bilen süýgeşikligi peselip adsorbsiýa gatlagynyň berkligi hem peselýär, sürtülýän tekizlikleriň hatardan çykmany artýar. Temperaturanyň artmagy dowam edende ýangyçlaryň komponentleriniň sürtülme tekizlikleri bilen himiki täsirleşmesiniň roly artýar, adsorbsiýa perdeleri hemosorbsiýa perdelerine öwrülýär, bu bolsa metallaryň hatardan çykmagynyň tizliginiň peselmegi bilen bilelikde geçýär. Ýangyçlaryň hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri bahalandyrylanda süýgeşiklik kesgitleýji häsiýetnama bolup durmaýar, sebäbi ýangyç apparaturasynyň sürtülme düwünlerinde adaty gidrodinamiki çalgı üçin şertler bolmaýar-da, köp halatlarda araçäk sürtülmesi orun tutýar. Şonda-da, düzgün boluşy ýaly, has süýgeşik ýangyçlarynyň hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri, süýgeşikligi pes ýangyçlaryna garanda, has gowy, sebäbi olarda üst-işjeň maddalar bolan smola birleşmeleri köp bolýar.

Mikroorganizmleriň gatnaşmagynda ýangyçlaryň hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri ýaramazlaşdyrýar. Mehaniki garyndylar we poslama önümleri sürtülýän tekizliklere düşüp araçäk gatlagy dargadýar we abraziw hatardan çykmany ýüze çykarýar. Bu ýerde mikrohapalaýjylaryň umumy mukdary, olaryň ölçegleri we düzümi wajyp ähmiýetli bolup durýar.

### 3.8 Ýangyçlaryň sowadyjy häsiýetleri

Käbir ýagdaýlarda ýangyç kömekçi agregatlar, herekede getirijiler ulgamynyň ýag radiatorlary üçin sowadyjy hökmünde üstünlikli ulanylýar. Hereketlendirijilerde ýangyjyň harçlanmasy örän köp, bu bolsa belli bir gyzyň obýektde ýylylygyň köp mukdaryny aýyrmaga we şol bir wagtda ýangyjy hereketlendirijä barmazdan öňürti gyzdymaga, bu bolsa öz gezeginde ýangyjyň ýanmazýandan öňürti bugarmagyna ýardam berýär. Ýangyçlary sowadyjy hökmünde ulanylmagy ylaýtda uçarlarda giňden ulanylýar. Bular ýaly şertlerde aerodinamiki gyzmagyň netijesinde apparadyň umumy ýylylyk ýüki birden ýokarlanýar we onuň agregatlaryny hem daşyndaky örtüginu sowatmak üçin ýangyç ulanýarlar. Ýangyç effektiw sowadyjy bolup hyzmat etmegi üçin oňa şular ýaly aýratyn talaplar edilýär:

- gaýnama temperaturasynyň başy ýangyjyň ýylylyk çalyşyjdanda çykýan ýerinde gyzmagynyň mümkin bolan temperaturasyndan ýokary bolmaly (ýangyjyň gaýnamagy iýmitlendiriji we ýangyjy sazlaýjy ulgamlaryň işiniň bozulmagyny ýüze çykarmagy mümkin);
- ýokary termiki durnuklylyk we ýylylyk çalyşyjylarynda gyzma temperaturalarynda okizlenmezligi;
- ýokary ýylylyk sygdyryjylygy: uglewodorod ýangyçlarynyň ýylylyk sygymy  $20^{\circ}\text{C}$ -da we atmosfera basyşynda  $1,6 - 2,0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  aralygynda üýtgeýär, temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ol ýokarlanýar we  $250-280^{\circ}\text{C}$ -da  $3,2 - 3,6 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  ýetýär;
- ýylylyk bermek prosesiniň geçiş tizligini esaslandyryan ýokary ýylylyk- geçirijilik.

Uglewodorod ýangyçlarynyň ýylylyk geçirijiligi olaryň himiki düzümine bagly we  $0^{\circ}\text{C}$ -da we atmosfera basyşynda  $0,115 - 0,125 \text{ Wt}/(\text{m} \cdot \text{K})$  çäklerinde ýerleşýär. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ýangyçlaryň ýylylyk

geçirijiligi peselýär; basyşyň täsiri bolsa ujypsyz. Ýylylyk sygymyň in uly alamatlaryna normal gurluşly alkanlar eýedir. Şahalanmagyň artmagy bilen we C : H gatnaşygyň ösmegi bilen uglewodorodlaryň ýylylyk sygymy peselýär. Spiritleriň ýylylyk sygymy hem ýokary. Basyşyň artmagy bilen ýylylyk sygymy biraz peselýär.

Umuman aýdanymyzda, gaýnama temperaturasynyň başy ýokary we doýgun buglaryň basyşy kiçi boldugyça, ýylylyk sygymy we ýylylyk geçirijilik ýokary boldugyça ýangyjyň sowadyjy häsiýetleri şonça-da gowy bolýar.

### **3.9 Ýangyçlaryň ekologiki häsiýetleri**

Adamyň daşky gurşaw bilen aragatnaşygy baradaky ylym hökmünde ylmy-tehniki ösüşde ekologiyanyň ähmiýeti has artýar. Nebit we nebit önümleri daşky gurşawyň in ýaýran hapalaýjylary. Deňizden we gury ýerden gazylp alynýan nebitiň mukdary ýyl-ýyldan artýar. Nebit we nebit önümleriniň suw ýollary bilen daşalmagynda ýüze çykýan tankerleriň awariýalary suwuň ýüzünde uly nebit „tegmilleriniň“ emele gelmegine, suwuň we kenaryň hapalanmagyna getirýär. Nebit we nebit önümleriniň daşky gurşawa ýetirýän täsiri ilki bilen uglewodorodlaryň we garyndylaryň suwuk we bug ýagdaýlarynda zäherliligi bilen düşündirilýär. Ondan başga-da nebit ýangyçlarynyň käbir ýanma önümleri hem zäherli bolup durýar. Himmotologiyanyň ekologiki nukdaý nazarlaryna nebit önümlerini daşamak we ulanmak proseslerinde döreýän ýangyn howplulygyny hem degişli etmeli. Nebit önümleriniň tutaşmagynyň netijesinde döreýän ýangynlar, köplenç ösümlik dünýäsiniň gyrylmagyna, topragyň yokarky gatlaklarynda ýaşayşyň bes edilmegine we daşky gurşawda ekologiki deňagramlygyň bozulmagyna getirýär.

Nebit önümleriň zyýanly we howply häsiýetleriniň ýüze çykmagyny aradan aýyrmak ýa-da ep-esli derejede peseltmek

üçin olaryň ulanylyş aýratynlyklaryny we howpsuzlygyny zerur bolan çärelerini bilmek wajypdyr. Nebit önümleri bilen işlenilende usullylygy göz önünde tutmak işgärleriň doly howpsuzlygyny üpjün etmegi we olaryň daşky gurşawa zyýanly täsiriniň önüni almaga mümkin edýär.

**Nebit önümleriň zäherlilik.** Zäherlilik diýip nebit önümleriniň janly organizmleriň ýaşayşynyň bozulmagyny ýüze çykarmak ukybyna aýdylýar. Nebit önümleriň buglary adamyň dem alyş organlaryna atmosfera howasyndan barýar. Nebit önümleri bilen zäherlenmeginiň bu ýoly iň howplysy, sebäbi buglar öýkenden geçip gana barýar. Nebit önümler adam organizmine iýmitiň we suwuň üsti bilen, deriniň zaýаланан yerlerinden hem düşüp bilýär. Nebit önümleriň zäherlilik olaryň himiki we fraksion düzümi bilen esaslandyrylýar. Alkanlar nerw ulgamyna narkotik ýaly täsir edýär, izoalkanlaryň zäherlilik normal gurluşly uglewodorodlaryňka garanda pesiräk, sikloalkanlaryňky bolsa has ýokary. Ikili baglansyklaryň bolmagy zäherlilik artdyrýar. Uglewodorod garyndysynyň zäherlilik onuň aýratyn düzüjileriniň zäherlilikinden ýokary. Kükürtli organiki we kislorod saklaýan birleşmeler nebit önümleriniň zäherliliğini artdyrýar. Kerosiniň we dizel ýangyjynyň buglary benziniň buglaryna garanda has zäherli, ýöne kerosiniň benzine garanda bugarjylygy pesligi sebäpli adaty şertlerde olaryň buglary bilen zäherlenmek howpy pesdir. Mazut we ýaglar ýaly has agyr uglewodorodlaryň doýgun buglarynyň basyşy has pes we olaryň buglary bilen zäherlenmek örän seýrek duş gelýär. Ýöne tötänlikde ýag dumanyndan dem alynsa ýa-da gorag serişdesiz gaplar mazut galyndylaryndan arassalanýan pursadynda buglaryň köp mukdaryndan dem alynsa zäherlenmä getirip biler.

Adamyň nebit önümleriniň buglary bilen zäherlenmegiň häsiýeti we derejeleri buglaryň howadaky konsentrasiýasy, hapаланан howada bolmagyň dowamlylygy, daşky gurşawyň temperaturasy, organizmiň fiziki ýagdaýy we

fiziologiki aýratynlyklary bilen esaslandyrylýar. Daşky gurşawyň hapalanmagynyň önüni almak üçin zyýanly maddalaryň çäkli rugsat edilýän konsentrasiýalary işlenilip belenen. Çäkli rugsat edilen diýip islendik maddanyň adama göni ýa-da kese zyýanly ýa-da ýakymсыз täsiriniň onuň iş ukybyny peseltmeýän, özüni duýuşyna täsir etmeýän, şeýle hem ösümlik dünýäsine, klimata, atmosferanyň durulygyna we ilatyň ýaşaýyş şertlerine zyýan ýetirmeýän konsentrasiýasyna aýdylýar.

Nebit önümleriniň suw gurşawyna düşmegi, howdanyň kislorod režimine ters täsir edýän, suwuň ýüzünde uzak wagtlap saklanyp bilýän ýuka perdeleriň emele gelmegine getirýär. Ýeliň täsiri netijesinde perde kenarlara ýakynlaşyp kenarýaka ösümliklerini hapalaýar. Nebit önümleriniň suwdaky çäkli rugsat edilýän konsentrasiýasyny zyýanlylygyň organoleptiki görkezijisi boýunça kesgitleýärler. Şeýlelikde benzin we kerosin 0,1 mg/l çenli mukdarda saklanýan bolsa, mazutlar we ýaglar bolsa - 0,3 mg/l çenli bolanda suwuň ysyna hiç-hili yäsir etmeýär. Balyk hojalygy ähmiýetli howdanlaryň suwlarynda nebit önümler erän ýa-da emulgirlenen görnüşinde 0,05 mg/l mukdardan ýokary bolmadyk mukdarda bolup bilýär, eger-de nebit önümleriniň mukdary ondan köp bolsa balyga nebit önümleriniň ysy ornaýar.

Soňky ýyllarda toprakdaky hapalaýjylaryň mukdaryny kadalaşdyrmak zerurlygy hem ýüze çykdy. Bu zerurlyk senagat akyndy suwlarynyň ekerançylyk ýerlerini suwarmak üçin ulanylýanlygy, topraga ulanylan çalgý ýaglaryň düşmegi we ownuk awtohojalyklaryň, nebit ambarlarynyň akyndy suwlarynyň düşmegi bilen düze çykarylady.

**Ýanma önümleriniň zäherlilikigi.** Suwuk we gaz görnüşli uglewodorod ýangyçlarynyň ýanma önümleriniň ählisi atmosfera baryp belli bir derejede howany hapalaýar. Döwrebap ýylylyk elektrostansiýalar, kotelnýa we senagat peçleri atmosfera howasyna uglerodyň we azodyň oksidlerini, kükürdiň ikili oksidini zyňýan çeşmeler bolup durýar.

Atmosferanyň hapalanmagyna garşy göreşmek üçin nebit ýangyçlary kükürtsizlendirilýär, tüsse gazlary bolsa tutujylaryň we utilizatorlaryň kömegi bilen arassalanýar.

Uly şäherleriň atmosferasynyň hapalanmagynda awtomobil transportynyň paýy uly. Şäherlerde awtoulaglaryň sany örän çalt artýar, bu ýagdaýda atmosfera zyňylýan zyýanly maddalaryň umumy zyňyndysy hem artýar. Awtoulag – bu hem ýaşaýyş zolagynyň, hem dynç alyş zolagynyň hapalaýjy çeşmesi bolup durýar. Awtoulaglaryň zäherli zyňyndylaryna tüsse gazlary, karbýuratordan we ýangyç bagyndan çykýan ýangyç buglary degişli. Ýöne zyňyndylaryň atmosfera howasyny zäherlemeginiň aglaba bölegi tüsse gazlarynyň paýyna düşýär. Bu gazlaryň düzümi we olarda zäherli komponentleriň mukdary köp faktorlara bagly: howanyň artykmaçlyk mukdaryna, garyndy emele gelmeginiň hiline, ulanylýan ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň himiki düzümine, hereketlendirijiniň berlen konstruksiýasynda ýanma prosesiniň gurnalşynyň kämilleşdiriliş derejesine. Awtoulaglaryň tüsse gazlarynda 200-den hem gowurak dürli maddalaryň – ýangyçlaryň we çalgy materiallaryň doly ýanmazlygyny, bölekleyin okislenmeginiň we termiki dargamagynyň önümleri – belli bir derejede adamyň saglygy üçin zyýanly maddalaryň saklanýanlygy belli edildi. Ondan başga-da hereketledirijiniň şertlerinde ýanmagyň temperaturasynda howanyň azody kislorod bilen täsirleşip azodyň oksidleri ýaly örän zäherli önümleri emele getirýär.

Hereketlendirijide ýanma önümleri ýokary derejede howply bolup durýan şu esasy zäherli birleşmeleri özünde saklaýar:

- uglerodyň oksidi (ugar gazy), azodyň oksidleri NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bulary umumylaşdyryp NO<sub>x</sub> edip belleýärler;
- ýanmadyk, ýokary temperaturada dargan ýa-da çuň dargama önümlerinden gaýtdan emele gelen uglewodorodlar;

- gurum – gaty, ownuk dispers, çylşyrymly düzümlü uglerodly önüm;
- uglewodorodlaryň doly ýanmazlygynyň we okislenmeginiň önümleri (aldegidler, ketonlar we ş.m.)
- kükürtli ýangyçlar ýakylanda emele gelýän kükürdiň  $\text{SO}_2$  we  $\text{SO}_3$  oksidleri

Içinden ýanýanhereketlendirijileriň tüsse gazlarynyň zäherliligi bilen göreşmek – bu halk hojalygynyň wajyp meselesi, bu mesele ýangyçlaryň we motor ýaglarynyň hilini ýokarlandyrmagyň we hereketlendirijileriň gurluşyny kämilleşdirmegiň hasabyna çözülýär.

**Nebit önümleriniň ýangyn howplylygy.** Ýangyçlaryň ähli görnüşleri we çalgý materiallaryň köpüsi howplulara deňişli bolan ýeňil tutaşýan we ýanyjy suwuklyklar bolup durýar. Nebit önümleriniň ýangyn howplylygyny we partlama howplylygyny ýalpyldama we ýalynlama temperaturasy, nebit önümiň buglarynyň howa bilen garyndysynyň partlama howply konsentrasiýasy emele gelip biljek temperatura araçäkleri ýaly görkezijileriň kömegi bilen bahalandyrylýar.

Adatça nebit önümleriniň ýanyp başlamagy buglaryň howa bilen garyndysynyň ýalpyldamagyndan ýa-da partlamagyndan başlaýar. Eger-de bu ýagdaýda bölünip çykan ýylylygynyň mukdary nebit önüminiň ýokarky gatlaklaryny gyzdýrmak we täze buglaryň emele gelmegi üçin ýeterlikli bolsa, onda ýalpyldama tutaşma geçýär we ýanmak nebit önümi doly ýanýança dowam edýär. Nebit önüminiň buglarynyň howa bilen garyndysynyň ýalynyň açyk çeşmesi bilen kontaktynda ýalpyldamagyň ýüze çykmagyna gabat gelýän minimal temperatura **ýalpyldama temperaturasy** diýip atlandyrylýar. Diňe bir buglaryň ýalpyldamagyň ýüze çykmagyna gabat gelýän däl-de nebit önümiň ýanmagyna hem gabat gelýän temperatura **ýalynlama ýa-da tutaşma temperaturasy** diýip atlandyrylýar. Adatça ýalynlama temperaturasy ýalpyldama temperaturasyndan  $5-10^{\circ}\text{C}$  ýokary. Nebit önüminde ýeňil fraksiýalar näçe köp bolsa we onuň

gaýnamagynyň başlangyç temperaturasy näçe pes bolsa, şonça-da onuň ýalpyldama temperaturasy hem pes bolýar ( 8 -nji tablisa).

Buglaryň ýalpyldama temperaturasy boýunça nebit önümleriniň hemmesi iki topara bölünýär. Birinji topara buglarynyň ýalpyldama temperaturasy ýapyk tigelde  $61^{\circ}\text{C}$  – dan ýa-da açyk tigelde  $66^{\circ}\text{C}$  – dan ýokary bolmadyk nebit önümleri degişli. Hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň esasy görnüşleri hem şu ýere degişli edilýär. Bu toparyň nebit önümleri ýeňil tutaşýanlar diýip atlandyrylýar. Ikinji topara bolsa buglarynyň ýalpyldama temperaturasy ýapyk tigelde  $61^{\circ}\text{C}$  – dan ýa-da açyk tigelde  $66^{\circ}\text{C}$  – dan ýokary bolan nebit önümleri degişli. Bu toparyň nebit önümleri ýanyjy diýip atlandyrylýar.

Nebit önümleriniň buglary howa bilen garyndyda diňe bir ýalpylda däl-de partlap hem bilýär. Ýalpyldamadan tapawutlylykda partlama garyndynyň bir pursatda ýanmagyndan ybarat bolup durýar, uly dargadyjy güýçli gyzgyn gazlaryň köp mukdarynyň bölünip çykmagy bilen geçýär. Mysal üçin, benziniň buglarynyň howa bilen garyndysy onda 0,8-den 8,0 çenli % (göwrüm) benziniň bugy bolanda partlamaga howply. TC-1 ýangyç üçin partlamanyň konsentrasion çäkleri 1,2-7,1 % (göwrüm) çäklerinde, dizel ýangyçlary üçin 2,1 – 12,0% (göwrüm) çäklerinde ýerleşýär. Partlamanyň temperatura çäkleri benzinler üçin – 50-den -  $10^{\circ}\text{C}$  çenli, TC-1 ýangyç üçin 28-den  $57^{\circ}\text{C}$  çenli.

Partlamanyň bu çäkleri şertli häsiýetlidir. Nebit önüminiň buglarynyň konsentrasiýasy partlama çäğinden pes bolan garyndy hem ýalynlama çeşmesi bilen kontaktda bolanda käwagt partlap bilýär. Eger-de ýalpyldama bolsa, onda bölünip çykan ýylylyk nebit önümiň goşmaça mukdarynyň bugarmagyna getirer we buglaryň garyndydaky konsentrasiýasy partlama howply bolup biler.



Nebit önümleriniň ýalpyldama temperaturasy  
8-nji tablisa

Ýangyç	Ýalpyldama temperaturasy ýapyk tigelde, °C	Ýag	Ýalpyldama temperaturasy ýapyk tigelde, °C
Benzin awtomobil	- 50	Industrial	120 – 240
Benzin awiasion	- 30	Porşenli hereketlendirijiler üçin	190 -235
TC-1 we PT ýangyçlary	28	Porşenli hereketlendirijiler üçin goýaldylan	165 – 180
T-1 ýangyç	30	Turbareaktiw hereketlendirijiler üçin nebit ýaglar	135 -150**
T-8 ýangyç	40	Turbareaktiw hereketlendirijiler üçin sintetiki ýaglar	190 – 250**
Çalt ýöreyän dizeller üçin	40-61	Porşenli awiasiýa hereketlendirijiler üçin	200 - 250
Haýal ýöreyän dizeller üçin	65-85	Agyr silindr ýaglary	300 - 310
Gämiler üçin mazut	80 – 90		
Ýangyç mazut	90 - 110*		

\*- açyk tigelde; \*\* - ýapyk tigelde

Eger-de garyndyda buglaryň konsentrasiýasy örän ýokary we partlamanyň ýokarky çäginde geçýän bolsa, buglaryň bir böleginiň ýalpyldamagynyň netijesinde ýa-da arassa howa akymynyň gelmegi bilen (aýratyn şertlere baglylykda) garyndyda buglaryň konsentrasiýasynyň partlama howply konsentrasiýa çenli peselmegi hem mümkin. Howa bilen garyndyda nebit önümiň buglarynyň konsentrasiýasy

hemişelik bolmaýanlygyny hem bellemeli. Rezerwuarlarda we sisternalarda benzin ýa-da kerosin ýaly nebit önümleriniň ýanmagy, hökmany suratda, partlama getirýär.

Nebit önüminiň buglarynyň howa bilen garyndysynyň temperaturasy partlamanyň aşakky çäğinden pes ýa-da ýokarky çäğinden ýokary bolsa, açyk ýalyn bilen ýa-da elektrik ýşyk bilen kontakt bolsa hem partlama bolmaýar. Ýöne bular ýaly garyndy ýalpyldamaga ukyply we ýalpyldama nebit önümiň tutaşmagyna we soňra ýanmagyna getirip biler. Netijede partlama howply konsentrasiýanyň emele gelmegi üçin şert döreýär.

Ýalpyldama ýa-da partlama üçin ýylylyk impulsynyň çeşmesiniň bolmagy hökmany bolup durýar. Bular ýaly çeşme hökmünde adatça açyk ýalyn, ýşyklar, statiki elektrik togunyň razrýadlary hyzmat edýär. Ýalynlamagyň iň kuwwatly çeşmesi – açyk ýalyndyr. Ýakylan otly çöp, kerosin çyrasy ýa-da adaty çyra elmydama partlamanyň ýa-da ýalynyň potensial çeşmesi bolup durýar. Nebit önümleri saklanýan gaplaryň bejeriş işleri geçirilende elektrik ýa-da gazly kebşirleýji enjamlar uly howplylyk bolup durýar.

Ýşyk diňe ýeterlikli energiýa eýe bolan ýagdaýynda nebit önümleriniň buglarynyň ýalpyldama ýa-da partlama çeşmesi bolup biler. Bular ýaly ýşyklaryň mysaly hökmünde hereketlendirijiniň ýa-da awtoulagyň tüsse çykarýan turbasyny, polat gurallaryň ugrusyny, polat predmetleriň beýiklikden gaçmagyny, elektrik symyny, elektrik maşyny ýa-da apparady sanamak bolýar.

Nebit önümleri bilen işlenilende buglaryň islendik ýşyk we açyk ýalynyň islendik çeşmesi bilen kontakty howply hasaplaýarlar. Nebit önümleri bilen işlemekde howpsyzlygy üpjün etmäge mümkinçilik berýän profilaktiki çäreleriň toplumy işlenip düzülen.

**Nebit önümleriň elektrolizasiýasy.** Nebit önüminiň buglarynyň ýalpyldamagyna ýa-da partlamagyna getirip biljek ýylylyk impulsynyň çeşmeleriniň biri – statiki elektrik togunyň

razrýady bolup durýar. Nebit önümleri – dielektrikler we olaryň elektrik geçirijiligi örän kiçi. Nebit önümleri akdyrylanda, olar çalt garyşdyrylanda ýa-da filtrlenende sürtülmäniň netijesinde statiki elektrik togunyň zarýady emele gelýär. Suwuk ýangyjyň turbageçirijiniň ýa-da filtriň gaty üst ýüzüne sürtülmeği, ýangyç gatlagyndan howa düwmejikleriniň, buglaryň, gaty bölejikleriň, suw damjalarynyň ýa-da garjagazlaryň geçmeği – bularyň ählisi statiki elektrik togunyň zarýadynyň döremegini ýüze çykarýar. Nebit önümleriniň elektrik geçirijiliginiň pesligi sebäpli bular ýaly zarýad toplanyp bilýär. Statiki elektrik togunyň zarýadynyň köp toplanymagynda bolsa ýangyjyň buglarynyň howa bilen garyndysynyň ýalpyldamagy, tutaşmagy ýa-da partlamagy üçin ýeterlikli ýşyk emele getirmegi bilen razrýad bolmagy mümkin.

Ýangyç sisternalara ýa-da rezerwuarlara guýulanda käbir ýagdaýlarda gaplaryň doldurylmagy tamamlanyp barýaka ýalpyldamagyň we ýalynlamagyň ýüze çykanlygy belenilýär. Diýmek, gabyň doldurylmagy tamamlanyp barýaka ýangyçda statiki elektrik togunyň zarýady birnäçe wolta ýetýär. Ýangyjyň erkin üst ýüzüniň gabyň agzynyň diwarlaryna ýa-da başga bir islendik metal şaýa ýakynlan wagty elektrik razrýadyň bolmagy mümkin. Eger-de howa gurşawynda buglaryň ýeterlik mukdary saklanýan bolsa ýşykdan partlama bolýar. 300 - 500 wolt zarýady ýalyn gatnaşykda howply hasaplanýar, sebäbi razrýad bolanda döreýän ýşyk nebit ýangyçlaryň buglarynyň howa bilen garyndysyny tutaşdyrmaga ukyply. Statiki elektrik togunyň zarýadynyň ýşykynyň nebit ýangyçlaryň buglarynyň partlamagyny ýüze çykarýan minimal energiýasy 5 – 6 MJ deň bolup durýar.

Nebit ýangyçlarynyň elektrik toguny almagynyn derejesi olaryň turbageçirijilerden ýa-da ýeňçelerden akdyrylmagynyň tizligine, filtrleriň materialyna, mehaniki garyndylaryň we suwuň mukdaryna, howanyň temperaturasyna we çyglylygyna we başga-da köp faktorlara bagly. Ýangyjy

akdyrmagyň tizligi näçe ýokary bolsa, şonça-da onda statiki elektrik togunyň zarýady köp toplanýar. Nebit ýangyçlarynyň elektrikgeçirijiliginiň pesligine garamazdan statiki elektrik togunyň emele gelen zarýady gaby doldurmak ýa-da ýangyjy akdyrmak gutarandan soň köp wagt geçmänkä ýaýraýar, ýagny gabyň ýere birikdirilen diwarlaryna gidýär. Şeýlelikde, rezerwuarlaryň, turbageçirijileriň we akdyryjy we dolduryjy gurnamalaryň ähli metal armaturanyň ýer bilen birikdirilmegi statiki elektrik togunyň zarýadyny çalt aýyrmaga kömek edýär. Ýöne iň ygtybarly ýere birikdirmegiň hem statiki elektrik togunyň toplanmak howpyny we ýangyçlary howpsuz akdyrmagyň esasy düzgünleriniň bozulmagynda partlamagyň mümkinçiligini aradan aýyrmaýar. Bu ýerde akdyrmagyň we doldurmagyň belli edilen tizligini berk berjaý etmek, beýiklikgen gelýän akym bilen doldurmaga ýol bermezlik, ýangyç filtrleriniň filtrleýji elementleri üçin duş gelen materialy saýlamazlyk, akdyrmagyň dowamlylygyny çäklendirmek, doldurylma tamamlanandan soňra 10 – 15 minut wagtdan öň rezerwuardaky ýangyjyň derejesini ölçemeklik örän wajyp. Ähli metal şaýlaryň ygtybarly ýer bilen birikdirilmeginde bu düzgünleriň berk berjaý edilmegi statiki elektrik togunyň toplanmagynyň önüni almaga we zerur howpsuzlygy üpjün etmäge mümkinçilik döredýär.

Statiki elektrik togunyň razrýadyndan ýangyçlaryň buglarynyň howa bilen diňe adaty temperaturalarda partlama çäklerinde ýerleşýän garyndysy partlap bilýär. Bu nukdaý nazardan kerosin fraksiýalarynyň uglewodorodlary, ýagny reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlar iň howply bolup durýar. Rezerwuarlaryň benziniň ýokarsyndaky howa giňişliginde adaty temperaturalarda örän köp buglar saklanýar (parlamanyň ýokarky çäginde ýokary) şol sebäpli elektrik razrýad bolsa-da partlama ýüze çykmanam bilýär. Dizel ýangyjynyň ýokarsyndaky rezerwuarlarda uglewodorodlaryň buglary örän az we partlama howpy hem uly däl.

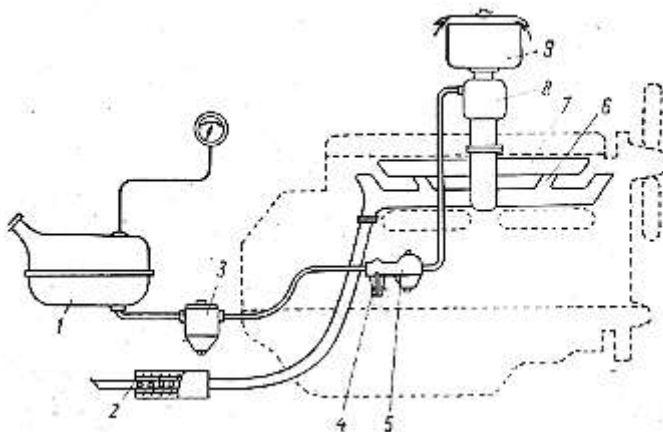
Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlarynyň elektrik toguny almagyny peseltmek üçin, ylaýtada, ýangyjyň köp ätiýaçlygyny saklap bilýän agyr, köp orunly uçarlary doldurmagyň tizligini artdyrmak şertlerinde ýangyçlar üçin ýörite antistatiki prisadkalar tapylan. Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlarynyň elektrikgeçirijiligi 0,1 – 6,0 pSm çäklerinde ýerleşýär. Eger-de ony 35 - 50 pSm çenli artdyrsaň, statiki elektrik togunyň emele gelýän zarýadlary örän çalt wagtda ýere birikdirilen metal şaýlara "akyp gidýär" we razrýadyň hem partlamanyň howplylygy aradan doly aýrylýar. Ýokary bolmadyk konsentrasiýada goşulmagynda ýangyçlarynyň elektrik geçirijiligini birden ýokarlandyrýan ýörite maddalar işlenip tapyldy. Çet ýurtlarda ASA-3 üçkomponentli antistatiki prisadka ulanylýar, ol mono- we dialkalisil kislotalarynyň hrom duzlarynyň we durnuklaşdyryjyly ýantar kislotasynyň efiriniň kalsiý duzunyň garyndysyndan ybarat. Bu prisadka örän netijeli, ony örän az konsentrasiýalarda 0,00006 – 0,00012% girizýärler, onda ýangyjyň elektrik geçirijiligi 50 pSm hem ýokary bolýar.

#### 4-NJI BAP. Benzinler

Benzinler işçi garyndynyň mejbury ýalynlanmasynda porşenli hereketlendirijiler üçin ýangyç bolup durýar. Ýangyjyň howa bilen garyndysy örän pes temperaturalarda ýörite gurnama bolan karbýuratorda ýa-da benziniň pürkülmesinde goýberiji turbada ýa-da ýanma kamerasynda taýýarlanýar. Benziniň göni pürkülmesi awiasion porşenli hereketlendirijilerde awtomobilleriň käbir modellerinde ulanylýar. Karbýurator awtomobil hereketlendirijilerinde gyzgyn garyndy karbýuratorda emele gelip goýberiji turbadan ýakma kamerasyna berilýär.

Benzinde işleýän karbýurator hereketlendirijili awtomobillerde benzin ýangyç ulgamynyň (iýmitlendiriji ulgam) 1 ýangyç bagyna guýulýar (5-nji surat). Ýangyç bagy ýörite guýguç, agzy dykly klapan we ýangyjyň derejesiniň görkezijisi bilen enjamlaşdyrylan. Benzin bakdan 5 diafragmaly nasosyň kömegi bilen mehaniki garyndylardan we suwdan arassalamak üçin niýetlenen birnäçe ýangyç-filtriň we çökdüriji-filtriň üsti bilen sorulyp alynýar we ýokary bolmadyk basyşda 8 karbýuratora berilýär.

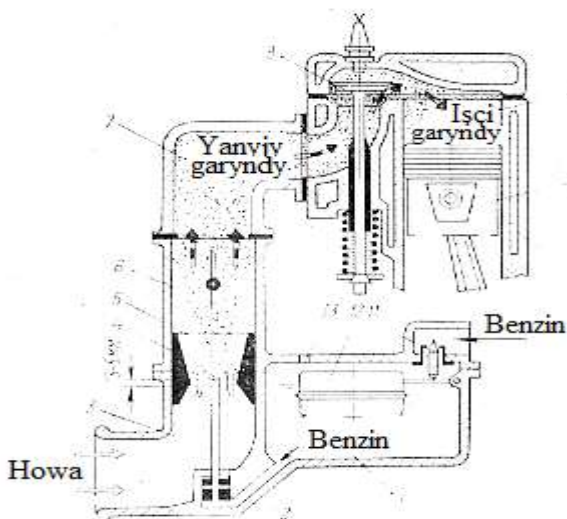
**Karbýurator** - hereketlendirijiniň ýangyç ulgamynyň esasy elementi. Ol ýangyjy we howany zerur mukdarda garyşdyrmak, tozatkamak we azda-kände bugartmak, şeýle hem ýangyç-howa garyndysynyň mukdaryny üýtgetmek üçin niýetlenen. Garyndynyň mukdaryny üýtgetmek zerurlygy herekediň tizligi ýa-da ýol üýtgedilende, hereketlendirijä goşmaça agram düşende we beýleki ýagdaýlarda ýüze çykýar.



**5-nji surat.** Karbýurator awtomobil hereketlendirijisiniň iýmitlendiriji ulgamynyň çyzgysy.

- 1- ýangyç baky; 2 – sesi ýatyryjy; 3 – çökdüriji-filtr; 4 – çökdüriji; 5 – benziniň nasosy; 6 – çykalga kollektory; 7 – girelge turbageçiriji; 8- karbýurator; 9 – howa üçin filtr.

Ýönekeý karbýuratoryň gurluşy 6- nji suratda getirilýär. Howa atmosferadan howa arassalaýjynyň üsti bilen howa drosselinden geçip 4-nji diffuzora barýar. Hereketlendiriji işleýän wagty howa zaslonkasy elmydama açyk bolýar we dine hereketlendiriji işledilip başladylanda ýapyk bolýar. Diffuzorda howa akymynyň tizligi ýokarlanyp turbulent häsiýetli bolýar we benziniň bugarmagyna hem ýangyç-howa garyndysynyň garyşmagyna ýardam bolýar. Karbýuratorda benzin ilki 1-nji ýüzgüçli kamera berilýär. Bu ýerde dyklyly ýüzgüjüň kömegi bilen hereketlendirijiniň ähli iş režimlerinde ýangyjyň derejesi hemişelik bolýar. Ýüzgüçli kameradan benzin ýörite kanal boýunça 2-nji sazlaýjy deşikli žiklýordan geçip 3-nji pürkujiden 4-nji diffuzora pürkülýär. Şeýlelikde benzin karbýuratorda pürkülýär, belli bir bölegi bugaryp başlaýar, howa bilen garyşyp emele gelen garyndy göýberiji turbadan hereketlendirijiniň silindrlerine berilýär.



**6-nyj surat.** Ýönekeý karbýuratoryň gurluşy.

- 1 – ýüzgüçli kamera; 2 – žiklýor; 3 – tozadyjy; 4 – diffuzor;  
 5 – garyjy kamera; Drossel ýol ýapyjy; 7 – girelge turbageçirijisi;  
 8 – girelge klapan; 9 – silindr; 10 – porşen; 11 – dyky iňnesi;  
 12 – ýüzgüç; 13 – deşik.

Döwrebap karbýuratorlar ýokarda suratlandyrylýan elementar karbýuratordan tapawutly. Benzin diffuzora we garyjy kamera esasy dozalaýyn beriji ulgamyny, boş aýlaw ulgamyny, hereketlendirijiniň maksimal kuwwatlylygyna ýetmäge mümkinçilik berýän gurnamany (ekonomayzer) emele getirýän žiklýorly birnäçe kanallar boýunça berilýär. Bu ulgamlaryň we gurnamalaryň ählisi hereketlendirijiniň iş tertibine (hereketlendirijiniň işe girizilşi, boş aýlawy, orta we uly ýüklenme, maksimal kuwwatlylyk we ş.m.) laýyklykda zerur bolan düzümlü howaýangyç garyndysyny döretmek üçin niýetlenen. Ýangyç-howa garyndysynyň amatly düzümi heretlendirijiniň durnukly işini we ýokary rejeliligini üpjün etmek üçin zerur.

Şeýlelikde benzin karbýuratorda tozadylýar, bölekleyin bugarýar, howa bilen garyşýar we emele gelen garyndy giriziji



turbageçiriji boýunça hereketlendirijiniň silindrlerine ugradylýar.

#### 4.1 Benziniň bugarmasy

**Benziniň bugarmasy** karbýuratoryň kanallaryndan çykyp diffuzorda howa akymyna giren wagty başlaýar. Akyp barýan howanyň kinetiki energiýasynyň hasabyna benzin akymy aýratyn damjalara bölünýär. Maýdajyk damjalar karbýuratoryň garyşdyryjy kamerasynda bugaryp ýetişýär. Ulyrak bölejikler howa akymy bilen alynyp gidilip garyndynyň goýberiji turbadan akmagynda we hereketlendirijiniň silindrinde bugarýar. Ýangyjyň has iri damjalary garyşdyрма kameranyň we goýberiji turbanyň diwarlarynda çöküp suwuk ýangyç gatlagyny emele gerirýär. Howaýangyç garyndysy bu perdäni ýakma kamera tarap alyp gidýär. Suwuk ýangyç gatlagynyň bugarmagyny goýberiji turbany işlenilen gazlar bilen gyzdymak arkaly amala aşyryp bolýar.

Suwuk perdäniň bolmagy birsydyrgyn garyndyny taýýarlamak prosesinde birnäçe kynçylyklary ýüze çykarýar, olaryň biri hereketlendirijiniň silindrleri boýunça garyndynyň deň paýlanmazlygy. Bug-howa garyndysynyň hereketiniň hereketlendirijiniň girelge klapanynyň açylmagynyň gaýtalanýanlygyna esaslanýan üýtgeýän häsiýeti, şeýle hem hereketlendirijiniň aýry her silindriniň girelge kanallarynyň dürli uzynlygy hereketlendirijiniň iş silindrlerinde garyndynyň deň paýlanmaýanlygynyň sebäbi bolup durýar. Bir silindre ýangyç köp, howa bolsa az, beýleki silindre bolsa tersine howa köp ýangyç az barýar. Paýlanmagynyň bu deňsizligini mukdar deňsizligi diýip atlandyryrlar, ol örän uly bolsa hereketlendirijiniň rejeliligi peselýär, zyňylýan işlenilen gazlaryň zyýanlylygy artýar we ş.m..

Hereketlendirijileriň işinde girelge turbageçijiniň diwarlarynda perdäniň bolmagy bilen baglanşykly bozulmalaryň beýleki bir sebäbi – ýangyjyň hereketlendirijiniň

silindrleri boýunça paýlanmagynyň hil taýdan hem deňsizligi. Bu deňsizlik ilki bilen benzinleriň dürli uglewodorodlaryň garyndysy bolup durýanlygy bilen ýüze çykarylýar. Garyndynyň emele gelme prosesinde benzinden ilki bilen pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlar bugarýar. Onda damjalar we perde ýokary temperaturada gaýnaýan uglewodorodlara, bug-howa garyndysy bolsa pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlara baý bolýar. Şol sebäpli bug-howa garyndysy köp barýan silindrlerde benziniň pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalarynyň artykmaçlygy, suwuk perde köp barýan silindrlerde bolsa benziniň ýokary temperaturalarda gaýnaýan fraksiýalary köp bolýar. Benzinleriň hilini gowulandyrmak üçin goşulýan prisadkalaryň hem suwuk we bug fazasynda paýlanylyşy hem şular ýaly. Mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijilerde şeýle hem ýangyjy girelge turbageçirijisine pürkýän ulgamlar ýa-da göni ýakma kamerasyna pürkýän ulgamlar ulanylýar. Ýangyç-howa garyndysynyň şeýle taýýarlanmagynyň birnäçe artykmaçlyklary bar: karbýuratoryň ýoklugy girelge ulgamyň garşylanmasyny peseldýär; benziniň her silindre deň mukdarda pürkilmegi ýangyjyň hereketlendirijiniň silindrleri boýunça hil we mukdar taýdan deň paýlanylmagyny ýokarlandyrýar. Ýöne benzini pürkýän ulgamlaryň konstruksiýalary kapbýurator ulgamlarynyňka garanda has çylşyrymly.

Şeýlelikde, mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijilerde ýangyç-howa garyndysynyň emele gelmegi deňeşdirilende pes temperaturalarda amala aşyrylýar, şol sebäpli bular ýaly hereketlendirijileriň ulanylmagy ýangyjyň bugarmagyna has berk talaplary öňe sürýär. Öz gezeginde ulanylýan ýangyçlaryň bugarmagy mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijileriň wajyp ulanylyş häsiýetleriniň köpüsini şertlendirýär.

**Benziniň doly bugarmagyny** we bugarmagyň tizligini kesgitleýän fiziki häsiýetlere fraksiýa düzümi, doýgun buglaryň basyşy, bugarmagyň ýylylygy, buglaryň diffuziýa koeffisienti, süýgeşiklik, üst dartgynlyk, ýylylyk sygymy we

dykzlyk degişli. Benzinleriň bugarmagy köp derejede fraksion düzümine we doýgun buglaryň basyşyna bagly. Bu görkezijiler boýunça benzinler, şol bir wagtda bugarmaga täsir edýän beýleki görkezijiler benzinleriň ählisi üçin hem örän meňzeş bolanda, öz ara tapawutly bolup bilýär.

Fraksion düzümi, ýagny benzinde belli bir temperatura çäklerinde gaýnaýan fraksiýalaryň bolmagy standart şertlerde ýörite abzallarda kowmak arkaly kesgitlenýär. Doýgun buglaryň basyşy benzinde ýeňil fraksiýalaryň bolmagyny häsiýetlendirýär. Ol benziniň düzüminiň funksiýasy bolup temperatura, bug we suwuk fazalaryň gatnaşygyna bagly. Benzinleriň fraksion düzümi we doýgun buglaryň basyşy bilen hereketlendirijiniň pes temperaturalarda işe girizilmek mümkinçiligi we iýmitlendiriji ulgamda bug dykylarynyň emele getirmäge ýykgylyk etmek, hereketlendirijini gyzdymagyň tizligi, silindr-porşen toparynyň hatardan çykmagy we ýangyjyň harçlanmasy ýaly ulanylyş häsiýetleri baglanşykly.

#### **4.1.1 Hereketlendirijini işe girizmek we bug dykylaryny emele getirmek ukyby**

**Hereketlendiriji işe girizilende** girelge ulgamda benzin howa bilen yşykdan ýalynlap bilýän garyndyny emele getirmegi upjün etmek bilen bugarmaly. Benziniň işe girizmek häsiýetleri onda pes temperaturalarda gaýnaýan fraksiýalar näçe köp bolsa şonça-da gowy. Howanyň hereketlendirijini işe girizmek mümkin bolan minimal temperaturasynyň benziniň 10%-iň (göwrüm) kowma temperaturasyna we kowmanyň başlangyň temperaturasyna baglylygynyň empiriki baglanşygy ýüze çykarylady:

$$t_b = 0,5 t_{10\%} - 50,5 + (t_{g.b.} - 50)/3$$

Hereketlendirijini işe girizmek mümkin bolan howanyň temperaturasynyň benziniň doýgun buglarynyň basyşyna

baglylygy çylşyrymly häsiýetli. Doýgun buglaryň basyşy 33,3 kPa –dan pes bolsa benzinleriň hereketlendirijini işe girizmek häsiýeti birden erbetleşýär. Şeýlelikde, benzinleriň hereketlendirijini işe girizmek häsiýetleri benzinleriň fraksion düzümi ýeňilleşdigiçe gowulanýar. Ýöne has ýeňil benzinleriň ulanylmagy başga kynçylyklary ýüze çykarýar, mysal üçin, hereketlendirijiniň ýymitlendiriji ulgamynda bug dykylarynyň emele gelmegi. Bug dykylarynyň emele gelmegi we olaryň hereketlendirijiniň işlemeginde kynçylyklary ýüze çykarýanlygy şeýle düşündirilýär: benziniň ýangyç ulgamynda gyzdrylmagynda pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlar buglary emele getirmek bilen bugarýar we olaryň göwrümi suwuk benziniň göwrüminden 150-200 esse artyk bolýar. Netijede ýymitlendiriji ulgamdan suwuklygyň we benzinde saklanýan we gyzdrylanda ondan bölüp çykan howanyň köp bolmadyk göwrümini saklaýan benzin buglarynyň garyndysy barýar. Benziniň nasosynyň öndürililigi peselýär. Awtomobil hereketlendirijisi tomus möwsümünde işlände benzin köp bugyň emele gelmeginiň we ýangyç garyndynyň birdeň garyplaşmagynyň netijesinde ýakma yşygyndan tutaşyp bilmeýän temperaturasyna çenli gyzyýar. Bu ýagdaýda hereketlendiriji “gapysýar”. Hereketlendirijiniň duranlygynyň daşyndan görnüşi ýangyç geçirijiniň hapalanan ýagdaýyndaky ýaly, şol sebäpli hem bu hadysa “**bug dykysy**” diýip atlandyrylýar.

**Bug dykylarynyň** emele gelmeginiň netijesinde hereketlendirijiniň öçmegine getirýän ýagdaýda benziniň gyzmagynyň  $t_g$  çäkli temperaturasynyň gaýnamagyň başlangyç temperaturasyna  $t_{g.b.}$  we 10%-ni kowmagyň temperaturasyna  $t_{10\%}$ , şeýle hem benziniň doýgun buglarynyň basyşyna  $p_{d.b.}$  baglylygy ýüze çykarylady:

$$t_g = 1,85 t_{g.b.} - 4 \quad t_g = t_{10\%} + 10 \quad t_g = 123 - 0,75 p_{d.b.}$$

bu ýerde  $p_{d.b.}$  - doýgun buglaryň basyşy, kPa

Hereketlendirijiniň iýmitlendiriji ulgamynda benziniň temperaturasyňyň töwerekdäki howanyň temperaturasyndan 20-40°C ýokary bolýanlygyny bellemeli, sebäbi benzin bakda duran wagty hereketlendirijiden gelyän ýylylygyň hasabyna gyzyar.

Hereketlendirijiniň iýmit ulgamynda **bug dykylaryň** emele gelmegi köp derejede atmosfera basyşyna bagly. Bir bada beýiklige galynanda atmosfera basyşy peselýär, benziniň temperaturasy bolsa haýal peselýär. Porşenli hereketlendirijili uçarlar ulanylanda, şeýle hem daglyk ýerlerde awtomobiller ulanylanda bug dykylarynyň emele gelmegine oňaly şertler döreýär. Şonuň üçin awiasion benzinlerinde pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalar awtomobil benzinleriniňkiden az bolmaly. Uçaryň rugsat edilýän uçuş beýikligi ulanylýan benziniň doýgun buglarynyň basyşyna bagly.

Pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalary köp mukdarda saklaýan benzinleri ulanmak bug dykylarynyň emele gelmeginden başga-da karbýuratoryň doň bilen tutulmagyna we benziniň saklanmagynda hem daşalmagynda ýitgileriň köpelmegine getirýär. Karbýuratoryň doň bilen tutulmagy benziniň pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalarynyň bugarmagyňyň hasabyna girelge ulgamda temperaturanyň birden peselmegi sebäpli ýüze çykýar. Girelge ulgamda temperaturanyň birden peselmegi bolsa ýangyjyň bugarmagyna bagly.

Ýangyjyň bugarmasy näçe ýokary bolsa, şonça-da karbýuratoryň doň bilen tutulmak howpy ýokary. Bu häsiýet fraksion düzümlü we doýgun buglarynyň basyşy amatly ýangyç taýýarlananda göz önünde tutulýar.

Gelejegi uly bolan alternatiwa ýangyçlaryň arasynda iň ýokary bug emele getirmek ýylylygy spirtlere häsiýetli. Olaryň ulanylmagy girelge turbageçirijidäki temperaturany uglewodorod ýangyçlarynyň bugarmagyndaka garanda takmynan 3 esse güýçli peseldýär. Pes gaýnaýan fraksiýalary köp saklaýan benzinlerde bugarmagyň hasabyna ýitginiň köp

bolmak we daşky gurşawyň uglewodorod buglary bilen hapalanmak mümkinçiligi ýokary.

Şeýlelikde, benzinde pes gaýnaýanlaryň mukdarynyň ýokary bolmagy ters gelýär. Hereketlendirijini işe girizmeklik tarapyndan seretseň – olaryň mukdary näçe köp bolsa şonça-da gowy; bug dykylaryň emele gelýänligini, karbýuratory doň tutýanlygyny we ýitgileriň köp bolýanlygyna seretseň bolsa – bu fraksiýalaryň mukdarynyň ýokary bolmagy gowy дәl. Benzinlerde pes gaýnaýanlaryň amatly mukdary awtomobiliň ulanylyan ýeriniň klimatiki şertlerine bagly. Awiassion benzinlerde pes gaýnaýan uglewodorodlaryň mukdary berk çäklendirilýär, sebäbi bug dykylarynyň emele gelmegi islendik beýikde-de islenilmeýär.

Pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalary saklaýşy boýunça  
benzinleriň hiline edilýän talaplar 9-njy tablisa

Benzin	Temperatura, °C		Doýgun buglaryň basyşy, kPa	
	t <sub>g.b.</sub> , pes дәl	t <sub>10%</sub> , ýokary дәl	Az дәl	Köp дәl
Awtomobil benzini tomusky gyşyky	35 kadalanma ýar	70 55	- 66,7	66,7 93,3
Awiassion benzin Б-100/130 Б-95/130, Б-91/115	40	75	32,0	48,0
	40	82	29,3	48,0

Awiassion benzinleriniň ähli kysymlary üçin hem doýgun buglaryň basyşy 48 kPa ýokary gaýnamagynyň başlangyç temperaturasy bolsa – 40°C-dan ýokary bolmaly дәl. Hereketlendirijini işe girizmek häsiýetlerini üpjün etmek maksady bilen awiassion benzinleriň doýgun buglarynyň basyşy 29,3-32,0 kPa-dan pes bolmaly дәl (9-njy tablisa).

#### 4.1.2 Hereketlendirijiniň gyzmagy, bat almagy, hatardan çykmagy we tygşytly işleýşi

Benziniň 50%-niň (göwrüm) kowma temperaturasyny hereketlendirijiniň ukyplylygyna we onuň gyzma wagtyna baglylykda çäklendirýärler. **Hereketlendirijiniň ukyplylygy** diýip onuň awtomobiliň drosseli açylandan soň çalt wagtda gerek tizlige galyp bilmek ukyby göz önünde tutulýar. Hereketlendirijiniň gyzmagy onuň işe başlan wagtyndan birsydyrgyn durnukly işläp başlaýança dowam edýär. Hereketlendiriji näçe çalt gyzsa şonça-da benziniň harçlanmasy az we hereketlendirijiniň şaýlarynyň hatardan çykmagy haýal bolýar. Hereketlendirijiniň gyzma wagty benziniň 50%-niň (göwrüm) kowma temperaturasy bilen kesgitlenýär we hereketlendirijiniň gyzdyrylýan howasynyň temperaturasyna bagly. Howanyň temperaturasynyň peselmegi bilen 50%-niň (göwrüm) kowma temperaturasy has pes bolan benzinler zerur ( 10-njy tablisa)

Awtomobil we awiasion benzinleriň fraksion düzümi

10-njy tablisa

Fraksion düzümi, °C, ýokary däl	Awtomobil benzini		Awiasion benzini
	Tomusk y	gyşyky	
50% (göwrüm)	115	100	105
90% (göwrüm)	180	160	145
Gaýnamagyň ahyrky temperaturasy	195	185	180

**Hereketlendirijiniň tygşytly işlemegi** we onuň şaýlarynyň hatardan çykmagy benziniň 90%-niň (göwrüm) kowma temperaturasy, şeýle hem gaýnamagyň ahyrky temperaturasy bilen baglanşykly. Bu temperaturalaryň

alamatlary ýokary bolanda benziniň agyr fraksiýalary girelge turbageçirijisinde bugarman silindre suwuk halda barýar. Benziniň bu suwuk bölegi ýakma kamerasynda doly bugarmaýar we porşen halkalarynyň gulplaryndan we boşluklaryndan hereketlendirijiniň karterine akyp geçýär. Onda benziniň belli bir bölegi ýanmaýar, hereketlendirijiniň tygşytlylygy ýaramazlaşýar. Ondan başga-da benziniň agyr fraksiýalary silindriň diwarlaryndan ýagy ýuwup alýar hem ýarym gurak sürtülmäni ýüze çykarýar we netijede hereketlendirijiniň sürtülýän şaýlarynyň hatardan çykmagyny artdyrýar. Benziniň gaýnamagynyň ahyrynyň temperaturasynyň ýokarlanmagy ýanyjy garyndynyň silindrlr boýunça paýlanmagynyň deňsizliginiň ýokarlanmagy bilen, köýük emele getirmek ýykgylygy we ş.m. bilen akyp geçýär. Benziniň 90%-niň (göwrüm) kowma temperaturasynyň we gaýnamagynyň ahyrky temperaturasynyň peselmegi benzinleriň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyryýar, ýöne onda olaryň resurslary ep-esli azalýar.

Benziniň 90%-niň (göwrüm) kowma temperaturasynyň we gaýnamagynyň ahyrky temperaturasynyň amatly alamatlary 10-njy tablisada getirilen.

#### 4.2 Benziniň ýalynlamasy we ýanyşy

Mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijilerde **ýanyjy garyndynyň ýalynlamagy** üçin gysylma taktynyň ahyrynda elektrik ýşygy peýda bolýar. Yeterlikli kuwwatly ýşyk döretmek üçin her silindrde ýakma ulgamy bolýar. Tok çeşmesiniň görnüşine baglylykda batareýa we magneto ýakma ulgamlaryny tapawutlandyryýarlar. Batareýaly ýakma ulgamy awtomobil hereketlendirijilerinde ulanylýar, magnetodan ýakma ulgamy bolsa awiassion hereketlendirijilerinde ulanylýar. Elektrik ýşygy sweçiň elektrodalarynyň arasynda ýokary güýjenmeli toguň ( 20-25 kW) impulsynyň bermeginiň netijesinde döreýär .Işleýşiniň ýokary



durnuklylygy we ygtybarlylygy bilen hereketlendirijileriň gurluşygynda giňden ulanylyş başlan döwrebap elektron ýakma ulgamlary tapawutlanýar.

#### **4.2.1. Kadaly we detonasiýaly ýanmak**

Mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijilerde **ýangyjyň kadaly ýanmagynda**, ýagny ýalynyň frondynyň tutuş ýakma kamerasy boýunça ýaýrama prosesinde ýanmagyň üç fazasyny tapawutlandyryp bolýar: (7-nji surat)  $Q_I$ ,  $Q_{II}$ ,  $Q_{III}$ .

7-nji suratda getirilýän indikator diagrammasy hereketlendirijiniň silindrindäki basyşyň tirsek walynyň öwrülme burçyna baglylygyny görkezýär. 1-nji egrini gysylma egrisi diýip atlandyrýarlar; ol tirsek waly ýangyç bermesiz aýlamakda basyşyň üýtgeşini häsiýetlendirýär. 2-nji egrini, ýanma egrisi ýanma prosesinde basyşyň üýtgeşini häsiýetlendirýär. Birinji faza  $Q_I$  yşyk berlen mahalyndan başlaýar we 1-nji egriden 2-nji egrä geçilýän nokadynda, ýagny ýanmagyň netijesinde basyşyň göz-görtele üýtgeşip başlan pursadynda gutarýar.  $Q_I$  fazasynda ýokary temperaturalar ( $10\,000^{\circ}\text{C}$ ) zolagynda sweçanyň elektrodларыnyň arasynda döreýän ýanma ojagy kem-kemden turbulent ýalynyň ösen frondyna öwrülýär.

Ikinji  $Q_{II}$ , esasy, ýalynyň çalt ýaýrama fazasy üýtgemeyän göwrümde bolup geçýär, sebäbi tutuş fazanyň dowamynda porşen ýokarky öli nokadyň (ý.ö.n.) ýanynda ýerleşýär. Esasy we ahyrky fazalaryň bölünme araçägi diýip basyşyň maksimuma ýetme pursadyny şetli kabul edýärler. Ýanma bu ýerde entäk tamamlananok we silindrde gazlaryň temperaturasy entäk ýokarlanmaga dowam edýär, ýöne porşeniň herekedi sebäpli gazlaryň giňelmesi we ýylylygyň bölünip çykmagynyň tizliginiň peselmegi silindrde basyşyň peselmegine getirýär.

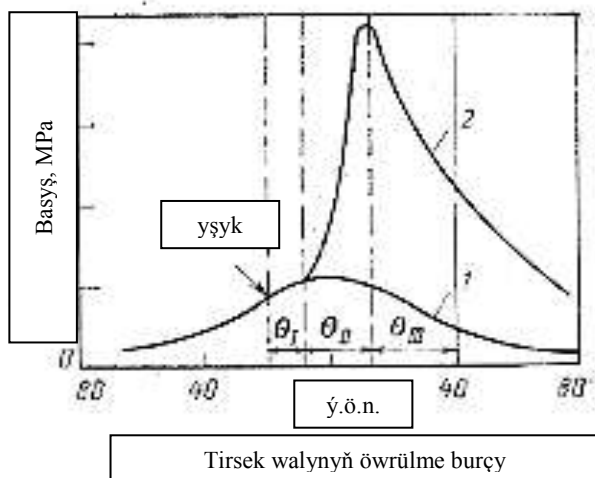
Ahyrky – ýanma prosesiniň tamamlanyjy fazasy  $Q_{III}$  garyndynyň diwara ýakyn gatlaklarda ýanyp gutarmagyndan

ybarat. Bu faza ýanma önümleriniň giňelmeginiň dowamynda tamamlanýar. Hereketlendirijiniň silindrinde iş prosesiniň effektiwliligi köp derejede ýylylygyň wagtynda bölüp çykmagyna bagly. Maksimal kuwwatlylyga we hereketlendirijiniň tygşylylygyna ýetmeklik üçin  $Q_{II}$  fazanyň başlangyç we ahyrky nokatlary ý.ö.n. boýunça takmynan simmetriki ýerleşmeli. Ý.ö.n. garanda ýanmagyň ähli zolaklaryň ýerleşişini garyndyny ýakmak pursadyny üýtgetmek arkaly sazlaýarlar. Sweçada ýsygyň berilme pursadyndan ý.ö.n. çenli tirsek walynyň öwrülme graduslaryndaky burç **ýanmagy önürtilemek burçy** diýip atlandyrylýar. Ýanmagy önürtilemegiň amatly burçy ýangyjyň häsiýetlerine, hereketlendirijiniň gurluş aýratynlyklaryna we iş režimine bagly. Gysylma derejesi 8-9 deň bolan döwrebap hereketlendirijilerde maksimal kuwwatlylyk režiminde ýanmagy önürtilemek burçy 12-15°,  $Q_{II}$  fazanyň dowamlylygy bolsa 25-30° deň bolup durýar.

Hereketlendirijiniň käbir iş režimlerinde hili standardyň ähli talaplaryna laýyk gelmeýän benzin ulanylanda işçi garyndynyň **detonasiýaly ýanmagy** ýa-da **detonasiýa** ýüze çykýar. Hereketlendirijide detonasiýa diýip işçi garyndynyň bir böleginiň öz-özünden ýalynlamagynyň netijesinde ýanma prosesiniň örän çalt tamamlanma we sesiň tizliginden hem uly tizlik bilen ýaýraýan urgy tolkunlarynyň emele gelmek prosesine aýdylýar. Detonasiýanyň daşky sypatlary – ýakma kamerasynyň diwarlaryndan urgy tolkunlarynyň birnäçe gezek serpilmeginiň netijesinde emele gelyän sesli metal urgylary. Detonasiýada uzak wagtlap işlenende hereketlendiriji gyzýar, silindr-porşen toparynyň hatardan çykmagy ýokarlanýar, käbir şaýlar döwülýär.

Ýangyjyň hereketlendirijide **detonasiýaly ýanmagynyň** mehanizmi doly öwrenilenok. Detonasiýanyň döremegini işçi garyndynyň dürli nokatlarynda temperaturanyň birmeňzeş dälligi bilen baglanşdyrýarlar. Hereketlendirijiniň ýanma kamerasynda uglewodorodlaryň çalt okislenmegi we

işjeň durnuksyz aralyk önümleriň toplanmagy temperaturanyň birden ýokarlanmagy sebäpli gysylma taktyň ahyrynda başlaýar. Garyndy ýalynlanandan we ýalyn frondy emele gelenden soň bu prosesler has uly tizlige eýe bolýar. Işçi garyndy ýandygyça ýanma kamerasynda temperatura we basyş çalt ýokarlanýar. Ýakma kamerasynyň ýakma ýşykdan has uzakda ýerleşýän ýerlerinde ýanmadyk garyndynyň ahyrky porsiyalary ýokary temperaturalaryň täsirinde has uzak wagt bolýar. Hasaplamalar ýanmadyk ýangyjyň ahyrky



**7-nji surat.** Karbýurator hereketlendirijisiniň indikator diagrammasy.

porsiyalarynyň ähli uglewodorodlaryň öz-özünden ýalynlama temperaturasyndan ýokary temperaturalara çenli gyzyňlygyny görkezýär. Bu ýagdaýda öz-özünden ýalynlamanyň we detonasiýanyň ýoklygy bu garyndynyň öz-özünden ýalynlamasynyň saklanmagynyň wagtyň garyndynyň ahyrky porsiyalarynyň ýalynyň frondynda ýanma wagtyndan uzak bolýanlygy bilen düşündirilýär. Ters bolan ýagdaýynda işçi

garyndynyň ýanmadyk porsiyasynda urgy tolkunlarynyň emele gelmegi bilen öz-özünden ýalynlama ojaklary döräp bilýär.

Emele gelen urgy tolkununyň frondynda gazyň goşmaça gysylmagy we gyzdryrylmagy beýleki ojaklarda garyndynyň öz-özünden ýalynlamagynyň döremegine itergi berýär. Bu ýagdaýda urgy tolkuný ýalyn emele getirmekden oňürti reaksiýalar tamamlanmaga ýakyn bolan işçi garyndyda hereket edýän urgy tolkununyň yzýanyndan garyndynyň ýanmadyk böleginiň öz-özünden ýalynlamagy döreýär. Öz-özünden ýalynlamanyň urgy tolkununyň frondy bilen bile ýaýramasy hem hereketlendirijide detonasiýa prosesiniň düýp manysyny düzýär.

Detonasiýaly ýanmagyň tizligi adaty ýanmagyň tizliginden onlarça esse artyk bolup sesden artyk ululyklara ýetip bilýär. Ýakma kamerasynyň diwarlaryndan urgy tolkunlarynyň köp gezek serpilmegi detonasiýada aýdyň eşidilýän ýaňlanýan metal urgysy sesine jemlenär.

Hereketlendirijide detonasiýanyň ýüze çykmagy köp sebäpler bilen esaslandyrylýar, olaryň arasynda hereketlendirijiniň konstruksiýa aýratynlyklary we ulanylýan ýangyjyň hili iň wajyp ähmiýete eýedir. Ýakma kameralarynda işçi garyndynyň ýokary temperaturada bolýan zolaklarynyň bolmagyna ýardam edýän konstruktiv faktorlaryň ählisi öz-özünden ýalynlama ojaklarynyň emele getirmäge we detonasiýaly ýanmagyň döretmegine getirýär. Bular ýaly faktora işçi garyndynyň ahyrky porsiyalarynyň temperaturasynyň we basyşynyň ýokarlanmagyna getirýän gysylma derejesiniň ýokarlanmagy; işçi garyndynyň ahyrky porsiyalarynyň sowadylmagynyň erbet şertleri; ýalyn frondynyň sweçadan ýakma kamerasynyň iň çetki nokatlaryna çenli geçýän aralygynyň artmagy we beýlekiler degişli.

Hereketlendirijide detonasiýanyň döremegi ulanylýan ýangyjyň himiki düzümine bagly. Eger-de düzüminde ýokary temperaturalarda işjeň aralyk birleşmeleriniň köp mukdaryny bermeyän we öz-özünden ýalynlamagyň uly saklanma

periodyna eýe bolan uglewodorodlar adaglyk edýän bolsa, garyndynyň soňky porsiyalarynda öz-özünden ýalynlama bolmaýar we ýanma prosesi detonasiýasyz kadaly tamamlanýar. Eger-de garyndynyň soňky porsiyalarynda işleş birleşmeler toplanýan bolsa detonasiýanyň döremegi bilen öz-özünden ýalynlamagy mümkin.

#### **4.2.2 Benziniň detonasiýa durnuklylygy we oktan sany**

Hereketlendirijide detonasiýanyň döremegi ulanylýan ýangyjyň himiki düzümine bagly, nebitden alnan benzinler üçin bolsa – ilki bilen uglewodorod düzümine. Ýakma kamerasynyň şertlerinde işçi garyndyny ýakma taýýarlamak döwründe uglewodorodlar bug fazasynda bolup çylşyrymly himiki öwrülşmelere sezewar bolýar. Bu üýtgeşmelerde esasy rol zynjyr mehanizminde geçýän köp basgançakly häsiýetli okislenme reaksiýalaryna degişli. Bular ýaly öwrülşmeleriň kinetikasynda wajyp ähmiýet reaksiýanyň dowamynda emele gelýän işleş aralyk önümlere degişli. Hereketlendirijileriň ýakma kamerasyndaky temperatura şertlerinde erkin radikalyň, dürli görnüşli molekulalar bölükleriniň, erkin uglerodyň we beýleki önümleriň emele gelmegi bilen uglewodorodlaryň arassa termiki öwrülşikleriniň akyp geçýänligini bellemeli.

Hereketlendirijileriň ýakma kamerasyndaky şertlerinde bug fazasynda uglewodorodlaryň himiki öwrülşiklere durnuklylygyny **detonasiýa durnuklylygy** diýip atlandyryrlar. Nebitiň düzümine girýän uglewodorodlar detonasiýa durnuklylygy boýunça tapawutlanýrlar. Normal alkanlar iň pes detonasiýa durnuklylyga eýedir. Normal alkanlaryň zynjyrynda uglerod atomlarynyň sanynyň artmagy bilen detonasiýa durnuklylygy ýaramazlaşýar. Normal gurluşdan izomer gurluşa geçmek alkanlaryň detonasiýa garşy häsiýetleriniň gowulaşmagy bilen geçýär. Izomer alkanlar üçin hem molekulanyň göni zynjyrynda uglerod atomlarynyň sanynyň artmagy bilen uglewodorodyň detonasiýa

durnuklylygy peselýär. Molekulanyň şahalanma derejesiniň artmagy, metil toparlarynyň kompakt we simmetriki ýerleşmegi we olaryň molekulanyň merkezine ýakynlaşmagy izoalkanlaryň detonasiýa durnuklylygynyň artmagyna ýardan edýär. Olefinler şol bir sanly uglerod atomly kadaly alkanlara garanda has ýokary antidetonasiýa häsiýetlerine eýedir. Naften uglewodorodlarynyň detonasiýa durnuklylygy kadaly alkanlaryňka garanda ýokary, ýöne molekulasynda uglerod atomlarynyň sany birmeňzeş bolan aromatiki uglewodorodlaryňka garanda pes bolýar. Aromatiki uglewodorodlar ýokary detonasiýa durnuklylygyna eýedir, ýöne beýleki uglewodorodlardan tapawutlylykda molekulada uglerod atomlarynyň sanynyň artmagy bilen olaryň detonasiýa durnuklylygy peselmeýär.

Benzinleriň detonasiýa durnuklylygynyň ölçegi olaryň **oktan sany** bolup burýar. Oktan sany san bilen, detonasiýa durnuklylygy boýunça standart bir silindrli hereketlendirijiniň şertlerinde barlanylýan benzine deň bolan, etalon garyndyda izooktanyň (%-de aňladylan) heptan bilen bilelikdäki mukdaryna deň.

Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny YHT – 65 desgasynyň kömegi bilen bahalandyrýarlar. Onuň esasy elementi – üýtgeýän gysylma derejeli standart bir silindrli karbýurator hereketlendirijisi. Bu desgada oktan sanyň kesgitlenişini iki režimde: berk režimde hereketlendirijiniň tirsek walynyň aýlaw sany minutda 900 aýlaw deň bolanda (bu usuly motor usuly diýip atlandyrýarlar) we ýumşak režimde tirsek walynyň aýlaw sany minutda 600 aýlaw deň bolanda (barlag usuly) kesgitlenýär. Benziniň barlag usuly boýunça tapylan oktan sany adaty motor usuly boýunça tapylan oktan sanyndan ýokary bolýar. Benziniň iki usul boýunça kesgitlenen oktan sanlarynyň tapawudyny **“duýujylyk”** diýip atlandyrýarlar. Duýujylyk benziniň himiki düzümine bagly: iň ýokary alkenlerde, aromatiki uglewodorodlarda bir az pes, soňra naftenlerde we iň pes duýujylyk alkanlara häsiýetlidir.

Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny tejribehana şertlerinde bir silindrli hereketlendirijide bahalandyrmak otnositel häsiýetli bolýar we benzinleriň doly ölçegli hereketlendirijilerde ulanylyş şertlerindäki hakyky detonasiýa durnuklylygy bilen gabat gelmeýär. Awtoulag şäherde ýörände, ýylylyk ýüklenmesi deňeşdirmede örän pes bolan şertlerinde hereketlendiriji ulanylanda barlag usuly belli bir derejede benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny häsiýetlendirýär diýip hasaplanýar. Hereketlendirijiniň ýylylyk režimi ýokarlandyrylsa (uzak ýola gitmek, ýaramaz ýollardan ýöremek, agyr ýükleri daşamak, beýikli-pesli ýerlerden ýöremek) benzinleriň hakyky detonasiýa durnuklylygy motor usuly boýunça tapylan oktan sanlara gabat gelýär.

Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny has takyk bahalandyrmak üçin, esasan barlag maksatlary üçin, oktan sany doly ölçegli hereketlendirijilerde stend şertlerinde – **hakyky oktan sany** we ýol şertlerinde göni awtoulagda – **ýol oktan sany** kesgitlemegiň usullary işlenip düzülen.

Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny bahalandyrmagyň motor däl usullaryny döretmek meselesi köp barlagçylaryň ünsüni çekýär. Dogrudanam, benzinleriň detonasiýa durnuklylygy ýalyndan önürti reaksiýalar şertlerinde uglewodorodlaryň bug fazada okislenmegine bagly bolsa, onda bu häsiýetleri göni model şertlerde öwrenmek bilen oktan sany hereketlendirijini ulanmasyz hem kesgitlep bolmaly. Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny bahalandyrmak göni önümçilik proseslerinde ýerleşikli tejribehana desgalaryny akymda oturtmak bilen we kompaundirleme, detonasiýa garşy prisadkalary girizmek ýaly prosesleri awtomatlaşdyrmak maksady bilen uly gyzyklanma döredýär.

Awiasion benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny garyp we baý garyndylarda çişirmek şertlerinde geçirip bahalandyrýarlar. Awiasion benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny drob bilen belleýärlər: sanawjyda – garyp

garyndydaky oktan san, maýdalawjyda çişirme şertlerinde baý garyndydaky sorty. Benziniň sorty diýip, standart bir silindirli hereketlendirijiniň tehniki izooktandan detonasiýasyz şertlerde gysylmanyň şol bir derejesinde çişirmäni güýçlendirmegiň hasabyna berlen benzine geçirmekde, kuwwatlylygyny artdyrmak mümkinçiligini (% aňladylýan) atlandyrylýar.

### **4.2.3 Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyna edilýän talaplar**

Ulanylýan benzinleriň detonasiýa durnuklylygyna silindriň gysylma derejesi we diametri has köp täsir ýetirýär. Gysylma derejesiniň artmagy bilen temperatura birden ýokarlanýar we bu temperaturada ýalynlamadan öňürti reaksiýalar akyp geçýär, silindriň diametriniň artmagy bilen bolsa ýangyjyň soňky porsiyalarynyň ýakma kamerasynda bolmagynyň dowamlylygy uzak bolýar. Hereketlendirijiniň detonasiýasyz işlemegi üçin zerur bolan ýangyjyň oktan sany bilen silindriň diametriniň  $D$  we gysylma derejesiniň  $\varepsilon$  arasyndaky empiriki baglanşyk tapyldy:

$$OS = 125,4 - 413/\varepsilon + 0,183 \cdot D$$

Awtomobilleriň hereketlendirijileriniň gysylma derejesiniň ýokarlanmagy bilen olaryň tehniki-ykdysady we ulanylyş häsiýetleri gowulanýar. Mysal üçin, hereketlendirijiniň gysylma derejesiniň artmagy bilen ýakma kameralarynyň göwrüm birliginden alyp boljak kuwwat ösýär we ýangyjyň harçlanmasy peselýär.

Awtomobil hereketlendirijileriniň gurluşygynyň ösüşi elmydama gysylma derejesini ýokarlandyrmak ýoly bilen barýardy. Soňky ýyllara çenli awtomobil karbýurator hereketlendirijilerini kämilleşdirmekde bu ugur ileri tutulýardy. Hereketlendirijileriň talaplarynyň we ýangyjyň detonasiýa durnuklylygynyň doly laýyk gelmegini üpjün etmek, ylaýtada



ýokary oktan sanly benzinler ulanylanda has wajyp, sebäbi benziniň detonasiýa durnuklylygynyň umumy derejesiniň ýokarlanmagy bilen her bir oktan birligiň bahasy artýar. Geçirilen barlarlardan belli boluşy ýaly hereketlendirijileriň gysylma derejesi 9,5 – 10,5 we ulanylýan benzinleriň oktan sany 100 töwerek bolanda, hereketlendirijileriň gysylma derejesiniň ýokarlandyrylmagyndan alynjak ykdysady effekt nebiti gaýtadan işlemekdäki ýokary oktan sanly benzinleri öndürmek bilen baglanşykly çykdajylardan artyk boljak. Ýöne bu amatly diýip hasaplanan alamatlar nebitiň şol ýyllardaky bahasynda we benzinleriň gurşunly antidetonatorlaryň goşulmagy bilen almak tehnologiýa boýunça alnan ýagdaýynda kesgitlenen. Soňky ýyllarda nebitiň bahasy üýtgedi we zäherli gurşunly antidetonator ulanylyşdan çykaryldy, şol sebäpli etilsiz benzinleriň optimal oktan sany 91-93 –den ýokary bolmaýar. Bular ýaly benzinler hereketlendirijileriň detonasiýasyz işlemegini gysylma derejesi 8,5-den köp bolmadyk ýagdaýynda üpjün eder.

Soňky ýyllarda ýokary oktan sanly benziniň hiline täze talaplar ýüze çykdy, ýagny oktan sanlaryň benziniň fraksiýalary boýunça deň paýlanylmagy. Ol üýtgeýän režimlerde hereketlendirijiniň kadaly işlemegi üçin, ylaýtada awtomobil bat alan wagty zerur. Benziniň girelge turba geçirijisinde fraksiýalara bölünmek prosesi öňden hem belli, ýöne öňki döwürde bu ýagdaý hiç hili kynçylyklary ýüze çykarmaýardy. Soňky ýyllarda bolsa riforming prosesiniň ösmegi bilen ýokary oktan sanly haryt awtomobil benzinlerinde aromatiki uglewodorodlaryň mukdary birden köpeldi. Aromatiki uglewodorodlaryň oktan sanlary 100 den ýokary we ylaýtada benziniň ahyrky “guýruk” fraksiýalarynda jemlenýär. Bular ýaly benzinleriň orta oktan sany 93-95 deň bolanda, “guýrukdaky” fraksiýalaryň oktan sany 100 den ýokary, “başdaky” fraksiýalarda bolsa bary-ýogy 62-65. Şeýle oktan sany deň paýlanylmadyk benzinleriň ulanylmagy

hereketlendirijileriň uzak wagtlap işlemegini we ygtybarlylygyny peseldýär.

Oktan sanlaryň fraksiýalar boýunça deň paýlanylmagynyň barlagy üçin "başdaky" ýeňil fraksiýanyň oktan sanyny kesgitleýärler. Barlag usuly boýunça ýeňil fraksiýanyň oktan sany benziniň umumy oktan sanyndan birnäçe birlige tapawutlanyp bilýär. Rugsat edilýän bu tapawut hereketlendirijileriň aýratyn modelleriniň barlagy geçirilende kesgitlenýär.

Benziniň ýeňil fraksiýalarynyň detonasiýa durnuklylygyny bahalandyrmagyň başga usulynda oktan sany barlag usuly boýunça kesgitlemek üçin niýetlenen adaty desgada girelge turbasyna oturtma enjamlaşdyrylýar. Oturtmanyň konstruksiýalary dürli bolup bilýär, ýöne niýetlenilşi bir: benziniň has ýokary tempeaturalarda gaýnaýan fraksiýalaryny göni oktan sany kesgitlemek şertlerinde kondensirmek we aýyrmak. Bu usul **paýlama usuly** diýip, bu usul boýunça benzinleriň oktan sany – **paýlamagyň oktan sanlary** diýip at aldy.

#### **4.2.4. Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň ýollary**

**Detonasiýa durnuklylygy** – bu haryt benzinlerinde komponentleriň zerur bolan gatnaşygyny kesgitlemek üçin wajyp görkeziji. Haryt benzinleriň ýokary detonasiýa durnuklylygyna esasy üç usul bilen ýetilýär. Birinjisi – esaslyk benzinler hökmünde nebiti gaýtadan işlemegiň has ýokary oktan sanly ikilenji önümlerini ulanmak ýa-da haryt benzinlerde olaryň paýyny köpeltmek. Ikinji usul haryt benzinlerine goşulýan ýokary oktan komponentleriň ulanylmagyny göz önünde tutýar. Üçünji ýoly detonasiýa garşy prisadkalaryň ulanylmagundan ybaratdyr. Şu wagt benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň üç ugry hem giňden ulanylýar.

Döwrebap haryt benzinleri göni kowmakda, krekingde, riformingde, kokslamada, alkilirlemede, polimerizasiýada we zomerizasiýada, şeýle hem nebiti we nebit fraksiýalaryny gaýtadan işlemegiň beýleki proseslerinde alynýan düzüjileriň garylmany bilen alynýar.

Nebiti göni kowmagyň benzinlerinde detonasiýa durnuklylygy pes bolan az şahalanýan alkanlar köp bolýar we oktan sany kiçi bolýar. Katalitiki krekingiň benzinlerinde izoalkanlaryň we aromatiki uglewodorodlaryň köpelmeginiň hasabyna oktan sany ýokary bolýar. Bu benzinleriň detonasiýa garşy häsiýetleri çig malyň fraksion düzümine, krekingiň režimine we katalizatoryň düzümine bagly bolup giň aralykda üýtgäp bilýär. Katalitiki krekingiň benzinini köplenç ýokary oktan sanly haryt benzinlerini almak üçin esaslyk hökmünde ulanýarlar. Katalitiki riforming prosesinde uglewodorodlaryň aromatizasiýasy we belli bir derejede izomerozasiýasynyň hasabyna detonasiýa durnuklylygy ýokary bolan benzinleri alýarlar. Platina katalizatoryndaky riformingi ýumşak (adaty) we berk režimlerinde amala aşyryp bolýar. Berk režimde benziniň çykymy azalýar, gazlaryň emele gelmegi ýokarlanýar, ýöne benzin aromatiki uglewodorodlary 70 %-de çenli saklap has ýokary oktan sanly bolýar. Platformingiň diňe bir distillýady däl-de individual aromatiki uglewodorodlary bölüp alandan soň galýan aýry fraksiýalary hem haryt ýokary oktan sanly benzinler taýýarlananda esaslyk hökmünde ulanylýar.

Esaslyk benzinleriň belli bir häsiýetini gowulandyrmak üçin ýokary oktanly komponentleri ulanýarlar, olaryň antidetonasiýa häsiýetleri 11-nji tablisade getirilen. Bu komponentleriň käbiri alkilirleme, izomerizasiýa we polimerizasiýa ýaly proseslerde alynýar we bahasy esaslyk benzinlerinkiden ýokary bolýar. Bular ýaly komponentleri benzine adaty köp bolmadyk mukdarda goşýarlar. Benzinleriň has giňden ýaýran komponenti gaýnama çäkleri dürli bolan pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň garyndysy benzinleriň iň giňden ýaýran komponenti bolup durýar. Pes

temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň giň fraksiýasyny **gaz benzini** diýip atlandyrýarlar, belli bir uglewodorody köp mukdarda saklaýan inçe fraksiýalary agdyklyk edýän uglewodorodyň ady boýunça atlandyrýarlar. Haryt awtomobil benzinlerini taýýarlamak üçin göni kowmanyň ýa-da ikilenji gaýtadan işlemek prosesleriň önümlerinden bölünip alnan, şeýle hem alkilirlleme ýa-da polimerizasiýa proseslerinde reaksiýa gatnaşmadyk (ulanylan butan-butilen, pentan-penten fraksiýa) pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlary ulanýarlar.

Dürli komponentleriň garyndysynyň detonasiýa durnuklylygy additiw häsiýet bolup durmaýar: komponentiň garyndydaky oktan sany bu komponentiň arassa görnüşiniň oktan sanyndan tapawutlanyp bilýär. Her komponent **garyşma oktan sanyna** eýe bolýar, onda-da ol bu komponent üçin hemişelik bolman girizilen komponentiň massasyna, esaslyk benziniň düzümine we beýleki komponentleriň gatnaşmagyna bagly bolup durýar.

Gaz benzinleriniň, parafinli we garyşyk çig maldan alnan göni kowma benzininiň garyşma oktan sany adatça bularyň arassa görnüşiniň oktan sanyna deň bolýar. Katalitiki prosesleriň, alkilirlleme we polimerizasiýa prosesleriniň benzin fraksiýalarynyň garyşma oktan sany arassa görnüşiniň oktan sanlaryndan bir az ýokary bolýar. Benzolyň, toluolyň we ksilollaryň garyşma oktan sany arassa görnüşiniň oktan sanlaryndan bir az pes bolýar. Şahalanan gapdal zynjyrlý alkilirlenen benzollar arassa görnüşindäki oktan sandan has ýokary garyşma oktan sanyna eýe bolýar. Yokary oktan komponentiň garyşma oktan sany adatça esaslyk ýangyjyň oktan sany näçe pes bolsa şonça-da ýokary bolýar.

Haryt awtomobil benzinlerini taýýarlamak üçin komponentler saýlananda benziniň fraksiýalary boýunça oktan sanyň deň paýlanylmagyny üpjün etmek zerur.

**Antidetonsasiýa prisadkalaryny we kislorod saklaýan komponentleri ulanmak.** Benzinleriň detonasiýa

durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň iň effektiw we ykdysady taýdan amatly usuly antide-tonasiýa prisadkalary - antide-tonatorlary girizmek bolup durýar. Bu maksat bilen köp ýyllaryň dowamynda tetraetilgurşundan, termetilgurşundan we reňkleýji maddalardan (benzinleri niýetlenişinden daşary ulanmaklygyň önüni almak üçin) taýýarlanýan etil suwuklyklary ulanyldy. Etil suwuklygy we etilirlenen benzinler zäherli. Şu wagat awtomobil benzinleri taýýarlamakda alkilgurşunly antide-tonatorlaryň ulanylşygy ýatyryldy.

Şu wagat antide-tonasiýa häsiýetleri öňden hem belli marganesli prisadkalaryň ulanylmak mümkinçiligi öwrenilýar. Awtomobil benzinleriniň ýokary oktan komponenti hökmünde käbir kislorod saklaýan birleşmeleriň ulanylmak mümkinçiligi hem gyzyklanma döredýar. Kislorod saklaýan maddalar hökmünde spirtler we efirler, hem olaryň garyndysy ulanylýar. Spirtleriň ýangyç hökmünde özbaşdak ýa-da ýokary oktan komponenti hökmünde ulanyp bolýanlygy öňden bäri belli. Olaryň detonasiýa durnuklylygy ýokary, bugarmasy kanagatlanarly, köýük az emele getirýar we ýanma önümleri pes zäherli. Spirtleriň esasy kemçiligi - ýanma ýylylygynyň pesligi, ondan başga-da spirtleriň köpüsiniň benzinde ereýjiligi, ylaýtada suw hem bar bolanda, çäkli. Çig mal resurslaryny, alynşynyň tehnologiýasyny we başga-da birnäçe tehniki-ykdysady faktorlaryny hasaba alanda mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijiler üçin iň amatly, gelejegi uly bolan spirt metanol bolup durýar. Suwsuz metanol adaty temperaturalarda benzin bilen islendik gatnaşykda gowy garyşýar. Ýöne sähelçe suwuň düşmeginde garyndy gatlakra bölünýar. Şeýlelikde metanolyň (15%) benzin bilen garyndysy 0°C-da suwy 0,06%-den köp- saklaýan bolsa, 20°C bolsa – 0,18%-den köp saklaýan bolsa gatlakra bölünýar. Metanolyň suw bilen garyndysyna benzil spirdiniň ýa-da izobutanolyň köp bolmadyk mukdaryny girizmekde garyndynyň durnuklylygy biraz ýokarlanýar, ýöne meseläni doly çözmeyär.

Metanol-benzin garyndysynyň hereketlendirijilerde köpsanly barlaglary başga-da kemçilikleri ýüze çykardy. Garyndynyň bugarmasy benziniň bugarmasyndan pes, bu bolsa sowuk hereketlendirijini işe girizmekde goşmaça kynçylyklary ýüze çykarýar. Kemçiliklere garamazdan metanoly ýangyç hökmünde ulanmak mümkinçiliklerini öwrenmek boýunça barlaglar dowam edýär we barlagçylaryň köpüsi metanoly gelejegiň ýangyjy diýip hasap edýär.

Benzinleriň ýokary oktan komponentleriniň antide-tonasiýa häsiýetleri 11 – nji tablisa

Komponent	Oktan sany		Benziniň duýgurlygy
	barlag usuly boýunça	motor usuly boýunça	
Butan fraksiýasy	94	89	5
Izobutan fraksiýasy	101	97	4
Izopentan fraksiýasy	93	90	3
Pentan-penten fraksiýasy	90	87	3
Gaz benzini (33-103°C)	89	86	3
Diizobutilen (izooktulen)	100	88	12
Polimerbenzin	100	85	15
Alkilat	92	90	2
Alkilbenzin (alkilatyň giň fraksiýasy)	90-94	88-92	2-4
Toluol	115	103	12
Pirobenzol	102	88	14
Alkilbenzol	107	100	7
Tehniki izooktan	100	100	0
Izomerizasiýa önümleri C <sub>5</sub> – C <sub>6</sub> fraksiýalary (izomerizat)	81-87	79-85	2-4

Şol bir wagtda metanoly has laýyk gelýän ýangyjy ýa-da komponentleri almak üçin çig mal hökmünde ulanmak mümkinçiligi öwrenmek boýunça işler alnyp barylýar. Barlaglaryň esasy ugry – benziniň metanoldan sintezi we metil-tret-butil efirini almak. Metil-tret-butil efirini (ýiti ysly reňksiz

suwuklyk gaýnama temperaturasy 55°C ) ionçalyşma smolalarynyň gatnaşmagynda metanola izobutilen bilen täsir etmekde alyp bolýar. Metil-tret-butil efirini girizmek benziniň detonasiýa durnuklylygynyň fraksiýalar boýunça paýlanylmagynyň densizligini we benziniň köýük emele getirmek ukybyny peseldýär. Onuň detonasiýa durnuklylygy ýokary; onuň garyşma oktan sany barlag usuly boýunça 115-135 aralygynda motor usuly boýunça bolsa 98-110 aralygynda üýtgeýär.

Toksikologiki barlaglar boýunça metil-tret-butil efiri adam organizmine otrisatel täsir etmeýär. Olaryň benzinlere girizilmegi tüsse gazlarda uglewodorodlaryň we polisiklikli aromatiki birleşmeleriň uglerdyň oksidiniň mukdaryny peseldýär. Metil-tret-butil efiriniň benzinler bilen deňeşdirende kemçiligi ýanma ýylylygynyň pesligi (35200 kJ/kg) we az mukdarda (100 g suwda 4,8 g çenli) bolsa-da suwda eremek ukyby. Metil-tret-butil efirini saklaýan benzinler hemmetaraplaýyn barlaglardan geçip gowy ulanylyş häsiýetleri görkezdiler. Haryt benzinleriň komponenti hökmünde beýleki spirtleri (etanol, tretbutanol) we efirleri (dimetil) ulanmak boýunça barlaglar alnyp barylýar, ýöne ýakyn gelejekde diňe metil-tret-butil efiri has giňden ulanylmasy.

#### 4.2.5. Benzinleriň kakil ýanylmaga ýykgyň edişi

Hereketlendirijileriň kämilleşdirilmeginiň netijesinde olaryň ýylylyk režimi ýokarlanýar. Ýakma kamerasynda işçi garyndy gysma taktynyň ahyrynda tutaşmaga has taýyn bolýar. Tutaşdyrma sweçalaryndan yşygyň berilşiniň wagtyna bagly bolman işçi garyndynyň hiç-hili dolandyryp bolmaýan öz-özünden ýalynlamagy üçin şertler döreýär. Kadaly ýanma prosesi bozýan bu hadysa **üst ýüzünde tutaşma** ýa-da **kakil ýalynlama** diýip atlandyrylýar. Tutaşma çeşmesi hökmünde aşa gyzan çykalga klapanlary, sweçalar, prokladkalaryň

gyralary, köýügiň sönüp barýan bölejikleri we beýlekiler hyzmat edip bilýär.

Kakil ýalynlama ýanmagyň kadaly geçmegini bozup, prosesi dolandyryp bolmaýan edýär, hereketlendirijiniň kuwwatlygyny peseldýär we ýangyjy tygşytlamagyny ýaramazlaşdyrýar. Düzgüni boýunça ol detonasiýaly ýanmakdan tapawutly, ýöne hereketlendirijiniň iş şertlerinde bular berk aralaşyp gidýär. Kakil ýalynlamadan soň garyndynyň ýanmagy kadaly tizliklerde geçip detonasiýa ýüze çykmamam bilýär. Haryt benzinler üçin oktan sanlarynyň artmagy bilen Kakil ýalynlama durnuklylygynyň ýokarlanýanlygynyň umumy kanunalaýyklygy belenildi.

Kakil ýalynlama bilen göreşmegiň esasy ugurlary – bu ýakma kameralarynyň konstruktiv gowulandyrylmagy we ýangyja ýörite prisadkalaryň girizilmeginiň hasabyna emele gelýän köýügiň häsiýetlerini üýtgetmek bolup durýar. Prisadkalardan fosforlylar, mysal üçin trikrizilfosfat has giňden ulanylýar.

### **4.3 Benzinleriň akdyrylyşy**

Benzinler örän pes süýgeşiklige we ýapgyt süýgeşiklik-temperatura egrisine eýedir. Benzinleriň süýgeşikligi 60° C-da 2-3 mPa·s deň we olary akdyrmakda hiç hiki kynçylyk ýüze çykanok. Benziniň sowamagynda we onuň süýgeşikliginiň bir az ýokarlanmagynda onuň žiklýorlardan karbýuratora berilşi peselýär. Benzinleriň pes temperaturalarda hem akdyrylyşy gowy, onuň doňma temperaturasy -60° C-denem pes.

Benzinleriň mehaniki garyndylardan arassalanan bolmagy örän ähmiýetli. Süýgeşikligiň pesliginiň hasabyna benzinden mehaniki garyndylaryň çökdürilmegi örän çalt amala aşyrylýar we benzin durlanýar. Ýöne onda adamyň gözüne görünmeýän ownuk bölejikleriň galmagy ahmal, olaryň hereketlendirijä düşmegi soňkynyň çalt hatardan çykmagyna sebäp bolup bilýär. Şu wagt her hereketlendiriji



üçin mehaniki garyndylardan arassalamagyň amatly ulgamy işlenip taýýarlanan. Bu ulgam birnäçe çökdürijileri we dürli filtrleri öz içine alýar. Filtrleme ulgamynyň kadaly işlemeginde hereketlendirijä mehaniki garyndylary saklamaýan ýangyç barmaly. Töwerekdäki howanyň temperaturasy ýokary bolanda benziniň hereketlendirijä berilişiniň bozulmagy esasan "bug dykylarynyň" emele gelmegi bilen baglanşykly.

## **4.4 Benzinleriň durnuklylygy we toplandylary emele getirmek ukby**

### **4.4.1 Benzinleriň himiki we fiziki durnuklylygy**

Benzinler uglewodorodlaryň iň ýeňil bugarýan fraksiýalaryny özünde saklaýar, şol sebäpli benzin saklanan wagty bugarmanyň hasabyna ýitgisi beýleki ýangyçlaryňka garanda ýokary. Benzinleriň bugarmagyň hasabyna ýitmek häsiýeti fraksion düzümine, doýgun buglarynyň basyşyna we komponent düzümine bagly. Bugarmagyň hasabyna ýitmek häsiýeti **fiziki durnuklylyk** ýaly hiliň özbaşdak görkezijisi ýaly kesgitlenýär. Bu häsiýet öndürilen wagty butan ýa-da butan-butilen fraksiýasy goşulan benzinlerde has ýokary bolýar. Benzinleriň gaz benzin we izopentan ýaly pes temperaturada gaýnaýan düzüjileri benziniň bugarmagyň hasabyna ýitmegine az täsir edýär. Benzinleriň gyşyky görnüşiniň ýitgisi tomusky görnüşinikä garanyňda saklanylyş şertleriniň 1,5 esse tapawutlylygynyň hasabyna artyk gelýär. Umuman benzin talaplara laýyk saklanylanda ýitgiler we benziniň hiliniň üýtgemegi ujypsyz bolýar. Spirt-benzin garyndylary ulanylanda garyndynyň faza deňagramlygyny wagtal-wagtal barlamak zerurdyr. Bular ýaly benzinler üçin faza deňagramlylygyny çaklamak üçin çalt hasaplama usullary işlenip düzülen.

Awtomobil benzinleri üçin saklanan wagty **himiki durnuklylygynyň** ähmiýeti örän uludyr. Bu ilki bilen benzinleri käwagt uzak wagtlap saklamaly bolýanlygy bilen, ikinjiden hem taýýarlamak üçin himiki durnuklylygy boýunça ep-esli tapawutlanýan ikilenji emele gelýän önümleriň ulanylýanlygy bilen düşündirilýär.

Benziniň okislenmegi başda örän haýal geçýär we belli bir kesgitli wagtdan soň onuň tizligi ýokarlanýar. Prosesiň tizligi pes bolan periody okislenmäniň induksiýa periody diýip atlandyryrlar: induksiýa periody näçe uzak bolsa, ol şonça-da durnukly bolýar.

Nebit çig malynyň termiki krekinginiň we termiki riforminginiň benzininde himiki durnuklylygy pes bolan reaksiýa ukyply alkenler köp bolýar. Termiki proseslerde alnan benzinleriň induksiýa periody adaty 100-200 minutdan köp bolmaýar.

Katalitiki proseslerde alnan benzinler has durnukly bolýar. Ýöne nebit çig malynyň katalitiki krekinginiň benzinlerinde okislenmegiň induksiýa periody ýokary bolmadyk alkenler bir az köp bolýar. Çig malyň agramy bilen katalitiki krekingiň benzininiň okislenmeginiň induksiýa periody azalýar.

Katalitiki riformingiň benzinleri, şeýle hem alkilerlemäniň, izomerizasiýanyň we gidrirlemäniň önümleri, alkenleri özünde saklamaýanlygy sebäpli ýokary himiki durnuklylygy bilen tapawutlanýar.

Nebiti gaýtadan işlemegiň önümleriniň, şol sanda benzin distillýatlarynyň hem himiki durnuklylygyny ýokarlandyrmak senagatda iki usul boýunça amala aşyrylýar. Birinji ugry – durnuksyz distillýatlary arassalamak. Arassalamak prosesleriň arasynda gelejegi iň uly bolan proses – gidroarassalama. Bu proses benziniň durnuklylygyny ýokarlandyrmakdan başga-da kükürtli birleşmeleriň mukdaryny azaltmaga mümkinçilik berýär. Benzin fraksiýalaryny arassalamak üçin gidroarassalamak prosesi

entäk giñden ulanylmaýar. Benziniň himiki durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň ikinji usuly – ýörite okislenmä garşy prisadkalary girizmek effektiv we ykdysady taýdan amatly bolup durýar. Bular ýaly goşundylar hökmünde fenol, amin we aminfenol görnüşli birleşmeler giñden ýaýran. Bu maddalar okislenmegiň zynjyr reaksiýalaryny üzmäge, benzinlerde okislenme proseslerini bes etmäge ukyply, şonuň bile okislenmegiň induksiýa periodyny uzaklaşdyrýar.

Benzinler üçin standartlar boýunça saklanýş möhleti awtomobil benzinleriniň ähli kysymlyary üçin – taýýarlanan gününden başlap 5 ýyl, awiasion benzinler üçin – 2 ýyl. Öndüriji daşamak we saklamak düzgünleriniň doly berjaý edilen ýagdaýynda benziniň hiliniň standartlaryň talaplaryna laýyk getirmäge jogap berýär.

#### **4.4.2 Benzinleriň toplandy we köýük emele getirşi.**

**Girelge ulgamynda toplandylary emele getirmäge ýykgyň edişi.** Benzinlerde durnukly däl uglewodorodlaryň we geteroorganiki garyndylaryň okislenmeginde ýokary molekulýar birleşmeler – smola maddalar emele gelýär. Benziniň, karbýuratoryň diffuzorynda we girelge turbageçirijisinde bugarmagynda, bu birleşmeler diwarlarda çöküp ýokary temperaturanyň täsiri astynda gaty toplandylara öwrülýär. Turbageçirijiniň diwarlarynda bular ýaly toplandylaryň gatlagy ýanyjy garyndy üçin goşmaça garşylanma döredýär, garynda ýylylygyň barmagyny kynlaşdyrýar we bugarma şertlerini ýaramazlaşdyrýar. Ştoklarda we klapanalaryň tabaklarynda bular ýaly çökündileriň toplanmagy klapana mehanizminiň işini bozup olaryň işlemegi bes etmegine getirýär. Bularyň ählisi hereketlendirijiniň kuwwatlylygyny we tygşytlylygyny peseldýär.

Benzinleriň girelge ulgamynda toplandylary emele getirmäge ýykgyň edişini bahalandyrmak üçin ýörite tejribehana usullary işlenip düzülen. Bu usullaryň manysy

benziniň howa ýa-da suw bugunyň akymynda bugarandan soň stakanda galýan smola maddalaryň massasyny kesgitlemekden ybarat. Şular ýaly usullar bilen kesgitlenen smolalar hakyky, ýagny benzinde şol wagt bar bolan, diýip atlandyrylýar. Benzinlerde hakyky smolalaryň mukdary bilen hereketlendirijiniň girelge turbageçirijisinde emele gelýän toplandylaryň massasynyň aralygynda güni baglanşyk anyklandy. Benzini saklamakda hakyky smolalaryň mukdarynyň artýanlygy sebäpli iki kada (100 mg benzine mg-da) bellenildi: biri – benzin öndürülýän ýerinde, beýlekisi – sarp edilýän ýerinde. Awiasion benzinleri üçin hakyky smolalaryň mukdary bir kada bilen reglamentirlenýär, ol 100 mg 2-4 mg ýokary bolmaly däl.

**Köýük emele getirmäge ýykgyň etmegi.** Benziniň howa bilen garyndysy hereketlendirijide doly ýanmaýar. Uglewodorodlaryň we geteroorganiki birlesmeleriň okislenme ovrulşmeleriniň käbir önümleri ýakma kameralarynyň diwarlarynda çöküp bilýär. Bu ýerde ýokary temperaturanyň täsiri astynda olar gaty, “köýük” diýip atlandyrylýan kyn aýrylýan toplandylara öwrülýär. Köýügiň ýylylyk geçirijiligi örän pes, şol sebäpli ýakma kamerasynyň sowadylmagy ýaramazlaşýar we detonasiýanyň ýüze çykmagyny ýenilleşdirýän şertler döreýär.

Ýakma kamerasynda köýük dinamiki deňagramlykda bolýar: ol üznüksiz emele gelýär we onuň belli bir bölegi üznüksiz yanyp durýar. Köýügiň öçüp barýan bölekleri garyndynyň dolandyryp bolmaýan ýalynlamasynyň geçmesi bolup bilýär. Köýügiň emele gelmegi hereketlendirijiniň ygtybarly işlemegini we ulanylyş möhletini peseldýär, ulanylyş çykdajylaryny artdyrýar. Benziniň köýük emele getirmesi esasan aromatiki uglewodorodlaryň, etil suwuklygynyň we kükürdin düzümine we mukdaryna bagly. Benziniň beýleki häsiýetleri ikinji derejelidir.

Benzinde aromatiki uglewodorodlaryň köpelmegi bilen ýangyjyň köýük emele getirijilik ukyby ýokarlanýar. Ýöne

aromatiki uglewodorodlaryň detonasiýa durnuklylygy ýokarylygy sebäpli olaryň benzinde köp bolmagy gerek. Awtomobil benzinlerinde aromatiki uglewodorodlaryň amatly mukdary 40-45% çäklerinde ýerleşýär. Ýöne tehniki şertlerde awtomobil benzinlerindäki aromatiki uglewodorodlaryna bellenen kada ýok. Awiasiýa benzinlerinde aromatiki uglewodorodlaryň mukdarynyň 35%-den ýokary bolmaly dälligi berk reglamentirlenilýär.

Haryt benzini taýýarlamak üçin komponentler saýlananda aromatiki uglewodorodlaryň molekulýar agramynyň artmagy bilen ýangyjyň köýük emele getirijilik ukýbynyň ýokarlanýanlygyny göz önünde tutmaly.

#### **4.5 Benzinleriň poslatma işjeňligi we beýleki häsiýetleri**

Benzinler daşalanda, saklanylanda we ulanylanda turbageçirijileriň, gaplaryň, misiň, we ýangyç ulgamynyň beýleki metallarynyň, splawlarynyň, armaturalaryň şaýlarynyň poslamasyny ýüze çykarýar. Benziniň hiline taýýarlanýan tehniki şertlerde poslatma işjeňligini bahalandyrmak göz önünde tutulýar. Benzinde erkin kükürdi we kükürtli wodorody barlamak üçin bahalandyrmagyň örän duýgur usuly bolan mis plastinkasynda barlag geçirýärler. Barlagyň netijesi otrisatel bolanda benzinde kükürtli wodorodyň mukdary 0,0003 %-den, erkin kükürdiňki bolsa – 0,0015 % -den ýokary bolmaýar. Bular ýaly konsentrasiýalarda sanalynan birleşmeler benziniň poslatma işjeňligine az täsir edýär. Merkaptanlar köp mukdarda mis plastinkasyndaky barlagda otrisatel netije berýän benzinlerde hem bolup bilýär. Haryt benzinlerinde “merkaptan” kükürdiň mukdary 0,01 %-den ýokary bolmaly däl. Mis plastinkasyndaky barlagda otrisatel netije berýän benzinleriň köpüsi bu talaby kanagatlandyrýar. Adaty klimatiki şertlerde bu benzinleriň ulanylşy, köplenç, güýçli poslamany ýüze çykarmaýar. Awtomobil benzinlere tehniki

şertlerde kükürdiň umumy mukdary reglamentirlenýär we 0,01-0,05% den köp bolmaly däl. Awiasion benzinleriniň ähli kysymlary üçin kükürdiň mukdary 0,03-0,05%-den ýokary bolmaly däl.

Benzinlerde üst-işjeň häsiýetli geteroorganiki birleşmeleriň mukdary köp däl, şol sebäpli olaryň gorajyý ukyby hem ýokary däl.

Karbýurator hereketlendirijileriniň ýangyç ulgamlarynda çalga mätäçlik bildirýän sürtülýän şaýlar yok. Benzinleriň süýgeşikligi we hatardan çykmagyndan goramak häsiýetleri ujypsyz. Pes temperaturada gaýnaýan fraksiýalaryň mukdarynyň köpligi sebäpli benzinleri maşynlarda, mehanizmlerde sowadyjy hökmünde ulanyp bolmaýar we **sowadyjy häsiýetlerine** seredilmeýär.

## 4.6 Döwrebap benzinler

### ETILSIZLENDIRILEN AWTOMOBIL BENZINLERI TŞ 05766698-28-2003

12-nji tablisa

T/ b	Görkezijileriň ady	Markalar üçin görkezijiler		
		A-80	A-92	A-95
1	Oktan sany, az däl: motor usuly boýunça barlag usuly boýunça	76,0 80,0	82,5 92,0	85,0 95,0
2	Hakyky smolalaryň konsentrasiýasy, mg 100 sm <sup>3</sup> benzin, artyk däl	0,5		
3	Benziniň induksion tapgyry, min, az däl	360		
4	Kükürdiň massa paýy, %, artyk däl	0,1		0,05
5	Mis plastinkasyndaky synag	Çydamly klas 1		
6	Reňki	Reňksizden sara çenli		
7	Dykyzlygy 20 <sup>0</sup> C, kg/m <sup>3</sup>	Normalaşdyrylmaýar, kesgitlemek hökmany		

8	Benziniň doýgun bugynyň basyşy (DBB), kPa	35-70	
9	Fraksion düzümi: Kowmanyň başdaky temperaturasy, °C, pes däl Kowmanyň çägi, °C, artyk däl: 10%-tomus möwsümünde 10%-gyş möwsümünde 50% 90% Gaýnamanyň ahyry, °C, ýokary däl Kolbadaky galyndynyň paýy, %, (göwrüm boýunça) artyk däl Galyndy we ýitgiler, % (göwrüm boýunça), artyk däl	35  80 75 120 190 215  2  4	
10	Bug dykysynyň indeksi (BDI), artyk däl tomusyň möwsümünde gyş möwsümünde	950 1250	
11	Turşylygy, 100 sm <sup>3</sup> benzine mg KOH, artyk däl	3,0	
12	Merkaptan kükürdiniň massalaýyn paýy, %, artyk däl	Kadalaşdyrylmaýar	0,001
13	Suwda ereýän kislotalaryň we aşgarlaryň mukdary	Ýok	
	Mehaniki garyndylaryň we suwuň mukdary	Ýok	

## 5-NJI BAP. Dizel ýangyçlary

Ýanyjy garyndyny gysylmagyň hasabyna ýalynladýan porşenli hereketlendirijiler (**dizeller**) ykdysady taýdan iň amatly bolup durýar, şol sebäpli olaryň öndürilişi we ulanylşy üznüksiz ösýär.

Dizelleriň ýokary tygşytlylygy görkezilýän sebäpler bilen düşündirilýär. Garyndy daşynda taýýarlanýan we mejbury ýalynlatmaly hereketlendirijilerde gysylma taktýnda ýanyjy garyndy silindrde bolýar. Garyndynyň öňürti ýalynlamazlygynyň ýa-da detonasiýaly ýanmagynyň önüni almak üçin bular ýaly hereketlendirijilerde gysylma derejesi çäklendirilýär, we ulanylýan ýangyjyň hiline baglylykda ol 8-10 çäklerinde üýtgeýär. Dizellerde gysylma taktýnda silindr howa bilen doldurylýar, şol sebäpli gysylma derejesi has ýokary bolup bilýar. Hereketlendirijiniň termiki peýdaly täsir koeffisienti, beýleki şertleri birmeňzeş bolanda, gysylma derejesiniň ýokarlanmagy bilen artýar.

Ýöreýşiniň tizlik derejesi, ýagny tirsek walynyň öwürülme ýygylgy boýunça **dizeller haýal we çalt ýöreýänlere** bölünýär. Dizelleriň ýöreýşiniň tizlik derejesi esasan ýangyjyň hiline edilýän talaplar bilen kesgitlenýär. Awtomobil we traktor dizelleriniň köp bölegi çalt ýöreýänlere degişli, durnukly we deňiz we derýa gämileri üçin ulag dizelleri bolsa haýal ýöreýänlere degişli.

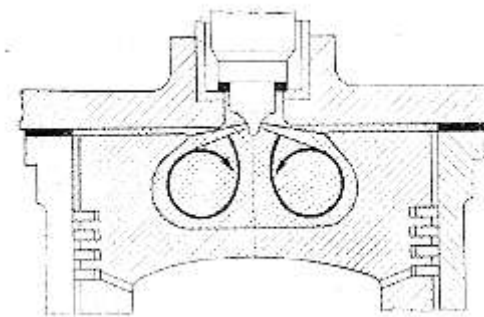
Dizelleriň esasy aýratynlyklarynyň biri garyndynyň içinde emele gelmegi bolup durýar, ýagny ýangyç silindre gysylma taktynyň ahyrynda berilýär. Bu pursatda howanyň temperaturasy ýangyç-howa garyndysynyň ýalynlama temperaturasyndan ýokary bolýar. Ýanmazdan öňürti ýangyç bugarmaly, buglar bolsa howa bilen gowy garyşmaly. Onuň üçin ýangyç maýda damjalara dargadylyp ýakma kamerasynyň göwrümi boýunça deň paýlanylmalý. Dizellerde bularyň ählisi ýangyjy forsunkadan ýokary basyş astynda pürkmegiň hasabyna amala aşyrylýar. Döwrebap dizellerde has doly



garylan garyndynyň emele gelmegini üpjün edýän enjamlary, onda-da göwrümleýin, perdeleýin we garyşdyrylan garyndy emele getirmegi ulanýarlar.

Göwrümleýin garyndy emele getirmekde ýangyç forsunkadan maýdajyk paýlanan görnüşinde ýakma kameranyň tutuş göwrümi boýunça bugarýar. Ýangyjyň ýakma kamerasynda deň paýlanylmagyna ýakma kamerasynyň we pytradylan ýangyjyň fakeliniň formalarynyň gabat gelişiniň hasabyna ýetilýär (8-nji surat).

Perdeleýin garyndy emele getirmek ýangyjyň ýakma kamerasynyň diwaryna pürkilmegini we ýangyjyň emele gelen perdeden bugarmagyny göz önünde tutýar. Perdeleýin we göwrümleýin garyndy emele getirmegiň bilelikde gabat getirilmesi **garyşdyrylan garyndy emele getirmek** diýip atlandyrylýar. Garyndy emele getirmek usulyňa ýakma kamerasynyň formasy, ýangyjyň pürkülşine edilýän talaplar, forsunkanyň saýlanylyşy we tutuş ýangyç beriji ulgamyň gurnalyşy bagly.



**8-nji surat.** Ýangyç fakeliniň formasynyň ýakma kamerasynyň formasyna gabat gelişi.

Döwrebap dizelleriň ýangyç beriji ulgamy ýangyç bakyndan, ýangyç beriji nasosyndan, gödek we inçe arassalamagyň filtrlerinden, ýokary basyşly gorag filtrlerinden, ýokary basyşly nasosdan we forsunkalardan ybarat.

Dizelleriň silindirlerine ýangyç bermegiň başga-da akumulyýator ulgamy diýip atlandyrylýan ulgamy hem ulanylýar. Onda ýokary basyşly nasos ýangyjy ýörite gaba berýär, ol ýer-de ýangyç toplanyp akumulirlenýär. Ýangyjyň bular ýaly akumulyýatordan ýokary basyşda silindrlere wagtal-wagtal pürkilmegi ýörite dozirleýji gurnamalaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Akkumulyýator ýangyç ulgamlarynda ýokary basyşyň nasoslarynyň işi hereketlendirijiniň işi bilen sinhron baglanşykly däl. Nasosyň ýerine ýetirýän roly diňe akkumulyýatorda hemişelik basyş döretmäge jemlenýär.

Forsunkalar ýangyjy pytradyp, ony ýakma kamerasy boýunça deň paýlaýarlar we zerur bolan formada fakel döredýärler. Forsunkanyň konstruksiýasyna dizeliň tygşytly işlemegi, işlenilen gazlaryň tüsseliligi we beýleki birnäçe ulanylyş görkezijileri bagly. Dizeller üçin forsunkalaryň konstruksiýasy dürli bolup bilýär. Ýöne olaryň köpüsinde ýangyç soplo diýip atlandyrylýan bir ýa-da iki deşikli ýörite tozadyjydan pytradylýar. Adaty bu deşikler pytradyjynyň töweregi boýunça ýerleşdirilýär. Forsunka ýangyç barýan kanalda pytradyjynyň soplosynyň önünde, ýangyjyň ýakma kamerasyna berilmegini birden bes edýän, dyky klapaň oturdylýar. Bu dyky klapany köplenç iňňe görnüşinde ýasaýarlar. Ýangyç berýän ulgamda ýangyjyň basyşy ýokarlananda iňňe galýar we soplo girelge açylýar, basyş peselende bolsa ýörite pružyn iňňäni göýberýär we ýangyjyň ýakma kamerasyna barmagyny bes edýär. Erkin akym we iňňäniň jebis oturdylmagy gerek bolan formaly fakely döretmegi, ýangyjyň gowy pytradylmagyny we ýangyjyň pürkülenden soň akmazlygyny üpjün edýär.

Şeýlelikde, dizelleriň ýangyç ulgamy ýangyjyň bakdan ýokary basyşyň nasosyna we ondan soň forsunkalardan ýakma

kamerasyna berilmegini üpjün etmek üçin niýetlenen. Bu ýagdaýda ýangyç mehaniki garyndylardan arassalanýar. Ýangyjyň ýakma kamerasyna pürkülmeği ýokary basyşda amala aşyrylýar. Bu bolsa ýangyjyň maýda damjalara dargadylmagyny we gowy bugarmagyny üpjün edýär.

### **5.1 Dizel ýangyçlarynyň bugarmasy**

Dizellerde ýangyjyň bugarmasy ol ýakma kamerasyna pürkülen desse başlaýar we iň soňky porsiyalary ýanýança dowam edýär. Ýangyjyň bugarma we ýanyjy garyndynyň emele gelme prosesi hereketlendirijiniň silindrinde örän gysga wagtda amala aşýar (tirsek walynyň öwrüminiň 20-40°C –sy ýa-da sekundyň münlerçe bölekleri). Dizelde ýanyjy garyndynyň taýýarlananmagyna karbýurator hereketlendirijilerine garanda 10 esse az wagt berilýär, şol bir wagtda dizelde bugaryşy pes bolan agyr ýangyçlary ulanyp bolýar. Bu ýagdaý dizellerde gowy pytradylan ýangyjyň howa pürkülýänligi we gysylmagynyň hasabyna 500-600°C çenli gyzýanlygy bilen düşündirilýär. Bu şertler ýangyç damjalarynyň çalt gyzyp bugarmagyny üpjün edýär.

Ýangyjyň tozadylmagy şeýle amala aşyrylýar: ýokary basyşly nasos bilen ýangyjyň dozalanyp berlen porsiyasy ýakma kamerasyndaky dykzlygy daşky howanyň dykzlygyndan 12-14 esse ýokary bolan güýçli tüweleý şekilli gyzgyn howa pürkülär. Forsunkanyň soplo deşiklerinden belli bir aralykda ýangyjyň akymy tozadylan ýangyç fakelini emele getirmek bilen aýratyn damjalara paýlanýar. Fakelde damjalaryň umumy sany birnäçe milliona ýetýär, ölçegleri bolsa 3-5 den 100-150 mkm aralygynda üýtgeýär. Fakelde damjalaryň sany we ölçegleri boýunça paýlanylmagy deň däl. Fakeliň oky boýunça has uly tizlik bilen süýşýän iri damjalar ýerleşýär. Fakeliň gyralarynda damjalaryň ölçegleri, dykzlygy we tizligi peselýär. Ýangyjyň tozadylma mukdary damjalaryň

sany, ölçegleri, uzynlygy (uzap gidişi), ini (iň giň Yerinde) we fakeliň konusynyň burçy bilen häsiýetlendirilýär.

Gyzgyn howa girizilen ýangyç damjalary bugaryp desbi-dähel ýalynlamaýar. Ýangyç pürkülenden soň ýalyn peýda bolýança bir az wagt geçýär. Ýangyjyň pürkülmegi we garyndynyň emele gelme prosesi ýakma kamerasynda ýalyn peýda bolandan soň hem dowam edýär. Onda täze barýan damjalaryň gyzma we bugarma prosesi ýanma prosesindäki ýokary temperaturanyň hasabyna ep-esli çaltlanýar. Bugarma prosesiniň çaltlaşmagy bilen bir bada garyndynyň emele gelmegi ýaramazlaşýar. Sebäbi bugaryan ýangyjyň ýanyna kislorodyň barmagyny kynlaşdyrýan ýanma önümleri peýda bolýar. Bu ýagdaý dizellerde iş prosesini howanyň artykmaçlygynda amala aşyrylmagynyň zerurlygyny ýüze çykarýar. Şonda-da ýangyç-howa garyndysynyň birsydyrgyn dälligi köp bolmadyk umumy howanyň artykmaçlyk koeffisiendinde ( $\alpha < 1,35$ ) dizelleriň tüsselemeginiň sebäbi bolup durýar. Dizeller maksimal kuwwatlygynda işlände işlenilen gazlarda gurum bölejikleri peýda bolýar, hereketlendiriji güýçli “tüsseläp” başlaýar. Bu ýagdaý dizeliň iş režimlerde işlände hem syn edilýär.

Bugarma we garyndynyň emele gelme proseslerine hereketlendirijiniň gurluş aýratynlyklary we ulanylýan ýangyjyň häsiýetleri täsir edýär. Döwrebap dizeller bir bölünmeýän ýakma kameraly ýa-da kanallar arkaly birikdirilýän ýakma kameranyň önünde ýerleşdirilýän kameraly bolýar. Ýakma kameranyň formasy, forsunkalaryň sany, soplo deşikleriniň görnüşi we ölçegleri, ýangyjyň pürkülüşiniň ugry we basyşy – bu ygtybarly garyndynyň emele gelmegini üpjün edýän konstruktiv faktorlaryň ählisi ýakma kamerasynda howanyň tüweleýlemegini we garyndynyň garyşmagyny üpjün edýän howa akymlarynyň dördilmegini hasaba almak bilen amatly alamatda saýlanylýar.

**Dizelde bugarma** we garyndy emele getirme prosesleri ýangyjyň süýgeşiklik, dykzlyk, fraksiýa düzümi, doýgyn

buglaryň basyşy, üst dartgynlyk, ýangyç buglarynyň töwerekdäki gurşawa ýaýrama ukyby, ýygnalynan ýanma-ýylylygy, ýylylyk sygymy ýaly häsiýetlerine bagly.

Ýangyjyň süýgeşikliginiň artmagy fakelde damjalaryň ulalmagyna we ýangyjyň pytradylmagynyň we bugarmagynyň kynlaşmagyna getirýär. Süýgeşikligi uly bolan ýangyçlar giňelme taktynyň dowamynda ýanyp bolýar we hereketlendirijiniň tygşytlylygyny peseldip işlenilen gazlaryň tüsseliligini artdyrýar. Süýgeşiklik ýokary bolanda iri damjalar ýokary kinetiki energiýanyň hasabyna fakeliň uzynlygyny we uzaga gidişini artdyrýar, onda ýangyç ýakma kamerasynyň diwarlaryna düşüp garyndy emele getirme prosesini ýaramazlaşdyrýar. Ýöne süýgeşikligi pes bolan ýangyçlar hem garyndy emele getirmek prosesini ýaramazlaşdyrýar. Olar pytradylanda dykyz howada tizligi çalt pese düşýän ownuk damjalar emele getirýär. Gysga fakelde birsydyrgyn ýangyç-howa garyndysyny taýýarlamak üçin ýakma kamerasynhyň tutuş göwrümi ulanylmaýar, howanyň hem tutuş göwrümi garyndy emele getirme prosesine gatnaşmaýar. Bu bolsa ýangyjyň artykmaçlygyny we onuň ýakma kamerasynyň forsunkasynyň töwereginde ýerleşýän böleklerinde doly ýanmazlygyna getirýär.

Dizel ýangyçlarynyň dykyzlygy garyndynyň emele getirmäge süýgeşikligiň täsir edişi ýaly täsir edýär. Dykyzlygyň artmagy bilen fakeliň uzap gidişi artýar, tygşytlylyk peselýär we tüsse gazlaryň tüsseliligi artýar. Çalt ýöreyän dizeller üçin ýangyçlaryň dykyzlygy  $820-860 \text{ kg/m}^3$  çäklerinde bolmaly.

Ýangyjyň tozadylmagy üçin wajyp häsiýetnama üst dartgynlyk bolup durýar: damjalaryň ölçegleri üst dartgynlygyň ululygyna göni proporsional. Ýangyçlaryň fraksion düzüminiň arylaşmagy bilen, dykyzlygynyň artmagy bilen üst dartgynlyk artýar. Şeýlelikde benzinler üçin üst dartgynlyk 0,020-0,024 H/m çäklerinde üýtgeýän bolsa, dizel ýangyçlary üçin bu

ululyk 0,027-0,030 H/m, haýal ýöreyän dizelleriň ýangyçlary üçin bolsa 0,030 H/m-den ýokary bolýar.

Üst dartgynlyk ýangyçda smola, kükürtli we beýleki birleşmeler ýaly üst-işjen maddalaryň mukdaryna bagly. Bular ýaly maddalaryň mukdary näçe ýokary bolsa şonça-da howa bilen araçäkde üst dartgynlyk ýokary bolýar. Gowy arassalanan kükürdi az ýangyçlar üst dartgynlygyň minimal alamatlaryna eýedir we tozadylmagynyň we garyndy emele getirmegiň gowy bolmagyny üpjün edýär.

Dizel ýangyçlarynyň fraksion düzümi benzinleriň fraksion düzümi ýaly kesgitlenýär: ýangyjyň 10, 50 we 90% (göwrüm) gaýnama çäkleri boýunça. Gaýnamagyň ahyrky temperaturasy diýip 96% (göwrüm) ýangyjyň gaýnama temperaturasyny kabul edýärler. Ýöne gaýnamagyň aýratyn temperaturalarynyň alamatlary dizel ýangyçlarynyň we benzinleriň ulanylyş häsiýetlerini bahalandyrmak üçin düýbinden tapawutly. Dizel ýangyçlarynyň işe girizmek ukyby belli bir derejede diňe 50% (göwrüm) ýangyjyň gaýnama çäklerini häsiýetlendirýär. Has ýeňil ýangyçlary ulanmak howanyň pes temperaturalarynda hereketlendirijini işe girizmegi aňsatlaşdyrman tersine – kynlaşdyrýar. Bu ýangyjyň ýeňil fraksiýalarynyň köp mukdarda bugardylmagy üçin ýylylygyň harçlanýanlygy bilen we netijede gysylmanyň ahyrynda temperaturanyň peselýänligi bilen we ýalyndan öňürti reaksiýalaryň geçişiniň tizliginiň peselýänligi bilen düşündirilýär. Ýangyjyň 90 we 96% (göwrüm) gaýnama temperaturasynyň ýokarylygy agyr fraksiýalaryň barlygyna şaýatlyk edýär, bular garyndynyň emele gelişini kynlaşdyryp bilýär we şonuň bilen birlikde dizeliň tygşytly işleýşini peseldip, tüsse gazlaryň tüsseliligini artdyryp bilýär.

Dizel ýangyçlarynyň gaýnamagynyň başlangyç temperaturalaryny 80-ne hatda 60 °C çenli hem peseldip bolýar, ýöne gaýnama temperaturasy 60°C -dan pes bolan ýangyçda işlemekde iýmitlendiriji ulgamda bug dykylaryň emele gelmegi mümkin. Takmynan 40% benzin fraksiýalaryny

we 60% standart dizel ýangyjyny saklaýan ýangyjy almak üçin kükürdüň mukdary we doňma temperaturasy birmeňzeş bolan adaty dizel ýangyjynyň öndürilişi bilen deňeşdirilende gidroarassalama we parafinsizlendirme prosesleriniň az göwrümi talap edilýär. Bular ýaly ýangyjyň özüne düşýän gymmaty benzinleriň özüne düşýän gymmatyndan 20-25% pes we gidroarassalanan dizel ýangyjynyň özüne düşýän gymmatyndan 15-20% pes. Şu wagt bular ýaly fraksion düzümlü ýangyjy käbir gazokondensatlardan alýarlar we standart dizel ýangyjyny ýetirmek kyn bolan demirgazyk, demirgazyk-gündogar sebitlerde ulanýarlar.

Dizel ýangyçlarynyň resurslaryny giňeltmegiň ikinji ugry – gaýnamagyň ahyrky temperaturasyny ýokarlandyrmak. Bular ýaly ýangyçlar **agyrlaşdyrylan** diýip atlandyrylýar. Tejribehana eksperimentleri we ilkinji barlaglar dizel ýangyçlarynyň resurslaryny gaýnamagyň ahyrky temperaturalaryny ýokarlandyrmagyň hasabyna 3-4% çenli artdyryp bolýanlygyna şaýatlyk edýärler, ýagny standart dizel ýangyjynyň gaýnama çäklerinden 25-30°C ýokary bolan göni kowma fraksiýalaryny has çuň bölüp almak bilen. Benzin fraksiýasynyň girizilmeginiň hasabyna ýangyjyň fraksion düzümini ýeňilleşdirmek, barlaglaryň görkeziji ýaly gaýnamagyň ahyrky temperaturasyny ýokary bolan ýangyçlaryň ulanylyş häsiýetleriniň gowulanmagyna ýardam edýär.

Garyndynyň emele gelmek prosesine ýangyjyň buglarynyň töwerekdäki howa diffundirlemek ukyby täsir edýär. Ýöne gysylma derejesi has ýokary we howanyň turbulizasiýasy güýçli bolan dizellerde bu görkeziji karbýurator hereketlendirijilerdäki ýaly ähmiýetli däl. Ýangyjyň gizlenen ýanma ýylylygy we ýylylyk sygymy dizellere karbýurator hereketlendirijileriň işine täsir edişinden pes derejede täsir edýär. Bu ilkinji nobatda ýangyjyň dizellere pürkilmeginde temperaturalaryň uly tapawudy bilen baglanşykly. Dizel ýangyçlarynyň gizlenen bugarma

ýylylygynyň ululygy esasan hereketlendirijiniň işe girizilmek pursadynda gysylma taktynyň ahyrynda temperaturanyň peselmegini ýüze çykarmak bilen täsir edýär.

Senagatda öndürülýän dizel ýangyçlarynyň ählisi üst dartgynlyk, ýangyç buglarynyň töwerekdäki gurşawa ýaýrama ukyby, ýygnaýan ýanma ýylylygy, ýylylyk sygymy we birnäçe beýleki fiziki häsiýetleri boýunça birmeňzeş. Fiziki häsiýetleri has gowy bolan ýangyjy ulanmagyň hasabyna garyndy emele getirmek prosesi çäklendirilen.

## **5.2 Dizel ýangyçlaryň ýalynlamasy we ýanyşy**

**Dizellerde ýangyjyň ýalynlamagynyň we ýanyşynyň** aýratynlyklary 9-njy suratda getirilen indikator diagrammasyna seredende has düşüňli bolýar. Bu diagrammada basyşyň  $p$ , ýangyjyň berilşiniň tizliginiň  $v_t$  we gazlaryň orta temperaturasynyň  $t$  tirsek walynyň öwrüm burçuna  $\varphi$  baglylykda üýtgeýşi görkezilen.

Ýangyjyň berilşi tirsek walynyň ýokarky öli nokada çenli  $10-20^\circ$  öwrüminde başlanýar we bu nokadyň önünde ýada soňunda tamamlanýar. Ýangyjy pürküp başlamak nokadyndan (1-nji nokat) we ýokarky öli nokadyň aralygyndaky burçy pürkmegi önürtülemek burçy diýip atlandyrylýar. Ýangyjy ýakma kamerasyna pürküp başlandan soň ýangyç-howa garyndysynyň ýalynlanmasy biraz wagtlap başlamaýar. Porşeniň ýokara süýşmeginiň hasabyna ýakma kamerasynda basyş kem-kemden ýokarlanmagy dowam edýär. Bu wagtda ýangyjyň damjalary gyzyp bugaryp başlaýar. Ýangyjyň uglewodorodlary ýokary temperaturanyň täsirinde howanyň kislorody bilen okislenmä deňişli bolýar. Başda uglewodorodlaryň okislenmegi işjeň aralyk birleşmeleriniň emele gelmegi bilen geçýär. Bu proses ýylylygyň bölünip çykmagy bilen geçýär, onda-da uglewodorodlaryň beýleki molekulalarynyň okislenme tizligi birden ýokarlanýar. Okislenme reaksiýalarynyň öz-özünden çaltlaşmagy ýakma

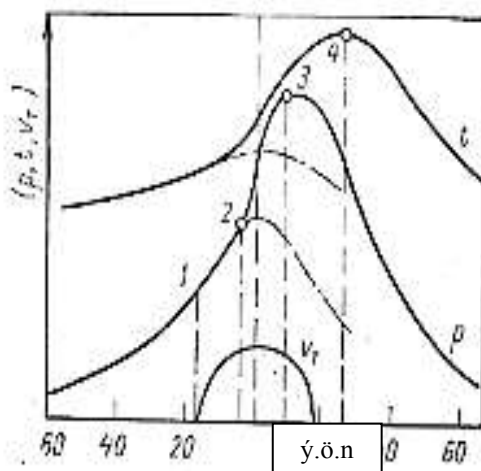


kamerasynyň aýry-aýry ýerlerinde ýalynlamagyň ojaklarynyň döremegine getirýär. Köp halatlarda dizel ýangyçlarynyň öz-özünden ýalynlamasy iki basgançakda geçýär: ýalynlamagyň özi (gyzgyn ýalynyň ojaklarynyň emele gelmegi) sowuk ýalynyň başlamagyndan önürti gelýär.

Gyzgyn ýalynyň ojaklarynyň ýüze çykmagy ýakma kamerasyndaky gazlaryň basyşynyň we temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen geçýär. Basyşyň ýokarlanma egrisiniň gysylmagyň egrisinden üzülýän ýerini - 2-nji nokat takmynan ýanmagyň başlangyjy diýip kabul edýärler, 1-nji we 2-nji nokatlaryň aralygyndaky wagt periody  $\tau_1$  (tirsek walyň öwrülme graduslarynda) ýalynlamanyň saklanma periody ýada induksion period diýip kabul edýärler. Öz-özünden ýalynlamagyň iki basgançaklaýyn ýagdaýnda  $\tau_1$  saklanma wagty sowuk ýalynyň saklanma wagtyndan  $\tau_1$  we saklanmanyň ikinji periodyndan  $\tau_2$  ybarat bolýar. Dizel hereketlendirijiniň ýakma kamerasynda ýangyç-howa garyndysy temperaturasy boýunça bir meňzeş bolmaýar, şonuň ýalyndan önürti reaksiýalaryň ösüşi onuň aýry böleklerinde deň geçmeýär. Netijede garyndynyň öz-özünden ýalynlamagy birbada tutuş göwrümde geçmän ilki bilen aýry-aýry ojaklarda soňra bolsa tutuş göwrüme ýaýraýar. Şonuň bilen baglanşykda ýalynlamagyň saklanmagynyň umumy wagty ýangyç akymynyň damjalara paýlanmagyna harçlanýan wagtdan, olaryň bölekleyin bugarmagyna we ýangyjyň buglarynyň howa bilen garyşmagyna – fiziki düzüji  $\tau_{\text{fiz}}$  harçlanýan wagtdan, ýalyndan önürti reaksiýalaryň tamamlanmagyna we öz-özünden ýalynlama ojaklarynyň taýýar bolmagyna – himiki düzüji  $\tau_{\text{him}}$  gerek bolan wagtdan jemlenýär. Fiziki düzüji hereketlendirijiniň konstruksiýa aýratynlyklaryna bagly, şol sebäpli şol bir ýangyç üçin dürli hereketlendirijilerde ýalynlamasynyň saklanma wagty dürli bolýar. Ýalynlamasynyň saklanma wagty ýanma prosesiniň taýýarlyk fazasy ýaly bolup durýar. Ýanma prosesi 2-nji nokatda başlaýar. Ony üç faza bölýärler.

Saklanma wagtyň ahyrky pursatlaryna pürkülen ýangyjyň ep-esli bölegi bugaryp ýetişýär we ýany başlan ýanma prosesi garyndynyň täze-täze porsiyalarynda hem tutaşyp gidýär. Täze gelyän ýangyç bugaryp buglar howa bilen garyşdygy çalt ýanýar, onda-da bu periodda ýalynlama esasan öňürti berlen ýangyjyň ýanma önümleri bilen garyşmagyň hasabyna bolýar. Ýakma kamerasynda basyşyň we temperaturanyň birden ösmegi bilen häsiýetlendirilýän bu period çalt ýanmak perody diýip atlandyrylýar. Ýanma prosesiniň birinji fazasynyň tamamlanma prosesi diýip indikator diagrammasynda basyşyň maksimum nokadyny – 3-nji nokady kabul edýärler.

Çalt ýanma fazasy tamamlanandan soň haýal ýanma fazasy başlaýar, onuň dowamynda basyş ujypsyz üýtgeýär. Bu periodda ýangyjyň berilşi bes edilýär, ýöne ýanma prosesi dowam edýär we gazlaryň temperaturasy artýar. Ikinji fazanyň dowamynda basyşyň biraz peselmegi porşeniň süýşýänligi sebäpli ýakma kameranyň göwrüminiň ulalýanlygy bilen düşündirilýär. Ikinji fazanyň tamamlanýan pursady diýip siklin temperaturasynyň maksimum nokady boýunça – 4-nji nokat kesgitlemek düzgün bolan. Ýanma prosesi 4-nji nokatda tamamlanmaýar. Eýýäm giňelme egrisinde garyndynyň has baýlaşan zolaklaryndaky ýangyjyň ýanmadyk galyndylarynyň we onuň doly ýanmadyk önümleriniň ýanyp gutarmagy amala aşýar. Ýanmagyň tamamlanma tizligi howa bilen ýangyjyň galyndylarynyň turbulent hereketiniň we diffuziýasynyň tizligi bilen kesgitlenýär. Ýanmagyň tamamlanmasy fazasy giňelme taktynyň uly bölegini tutýar ( tirsek walyň ýokarky öli nokadyndan soň 70-80 ° öwrümine çenli). Ýanmagyň tamamlanmasy fazasynyň akyp geçişiniň häsiýeti hereketlendirijiniň işleninen gazlarynyň tüsseliligini we zyýanlylygyny kesgitleýär.



Tirsek walynyň öwrülme burçy

**9-njy surat.** Dizel hereketlendirijisiniň indikator diagrammasy.

Ulanylýan ýangyjyň häsiýetleri ýanmagyň ähli fazalaryna hem täsir edýär, ýöne köp derejede taýýarlyk fazasyna – ýalynlamagyň saklanma periodyna. Ýalynlamagyň saklanma periodynyň dowamlylygy tutuş ýanma prosesiniň soňuna çenli akyp geçişini kesgitleýär. Saklanma periodyň dowamlylygy örän uzak bolsa ýalynlamaly pursada çenli girizilen ýangyjyň mukdary artýar, bugaran ýangyjyň mukdary artýar, ýangyç-howa garyndysynyň birmeňzeşligi we onuň himiki taýýarlygynyň derejesi artýar. Şonuň üçin başlanan ýanma prosesi gowy taýýarlanan garyndynyň köp mukdary örän çalt geçýär. Bu ýagdaýda ýanmagyň birinji fazasynda basyşyň hereketlendirijiniň tirsek walynyň öwrüminiň her gradusyna basyşyň ösüşiniň tizligi birden ýokarlanýar – häsiýetli urgy sesler peýda bolýar. Hereketlendirijiniň beýle işini **berk iş** diýip atlandyrýarlar. Berk işde porşene urgy agramlary artýar, podşipniklere maksimal basyş artyp çalt hatardan çykmagyna, käwagt bolsa

mehaniki dowülmegine getirýär. Dizel hereketlendirijiniň berk işi porşen halkalarynyň deformasiýasy we kartere gazlaryň ep-esli mukdarynyň böwsülip gitmegi bilen geçýär.

Beýleki şertleriň ählisi birmeňzeş bolanlygynda ýalynlamagyň saklanylmagynyň dowamlylygynyň gysgaldylmagy basyşyň has birsydyrgyn üýtgemegini, ýagny hereketlendirijiniň has ýümşak işlemegini esaslandyrýar. Ýalynlamanyň gysga saklanylmalarda ýanma prosesi ýangyç berilip başlanan dessine başlaýar we onuň köp bölegi howa däl-de ýanma önümlerine pürkülýär. Onda ýangyjyň damjalary ýakma kamerasyndaky howanyň kislorody entäk doly harçlanmadyk zolaklaryna ýetmänkä çalt bugarýar. Garyndy emele gelme prosesi ýaramazlaşdyrýar, diýmek hereketlendirijiniň kuwwatlylygy we tygşytlylygy peselýär.

Ýangyçlar düzümine baglylykda ýalynlamagyň saklanyлма periodynyň dowamlylygy boýunça dürli bolýar. Ýanma prosesiniň kadaly geçişi ýalynlamagyň saklanyлма periodynyň dowamlylygy amatly ýangyç ulanylanda üpjün edilýär.

Dizel ýangyçlarynyň ýalynlamasynyň HT9-3 desgasynda kesgitlenilişi ýangyjyň barlag göwrüminiň ýalynlamasy belli bolan etalon ýangyçlar bilen deňeşdirilmesiniň esasynda kesgitlenýär. Etalon ýangyçlar hökmünde iki individual uglewodorodlary setan ( k-geksadekan  $C_{16}H_{34}$ ) we  $\alpha$ -metilnaftalin ( $C_{11}H_{10}$ ) ulanýarlar. Setanyň öz-özünden ýalynlamagynyň saklanylmagy örän kiçi we onuň ýalynlamagy 100 deň diýip kabul edilen,  $\alpha$ -metilnaftalinyň bolsa ýalynlamagynyň saklanyлма periody uly we onuň ýalynlamagy 0 deň diýip kabul edilen. Setanyň  $\alpha$ -metilnaftalin bilen dürli gatnaşykda garyndysy dürli ýalynlama eýe bolýar.

Ýangyjyň ýalynlamasy kesgitlenende barlanylýan ýangyçda işlenilende hereketlendirijiniň gysylma derejesini üýtgetmek bilen pürken wagty tirsek walyň ýokarky öli nokada çenli  $13^\circ$  öwürümde garyndynyň ýanmagynyň edil ýokarky öli

nokatda başlamagyna, ýagny ýalynlamagyň saklanma periodynyň  $13^\circ$  deň bolmagy üçin, ýetmäge ymtylýarlar. Soňra setanyň we  $\alpha$ -metilnaftalinyň şolar ýaly gysylma derejesinde ýalynlamagyň saklanma periodynyň  $13^\circ$  deň bolan garyndysyny saýlap alýarlar. Bu garyndyda setanyň göwrüm % aňladylan mukdaryny barlanylan ýangyjyň setan sany diýip kabul edýärler. Mysal üçin, barlanylýan ýangyç bir silindrli hereketlendirijiniň ýakma kamerasynda 45% setany we 55%  $\alpha$ -metilnaftalini saklaýan garyndy ýaly ýalynlasa bu dizel ýangyjyň setan sany 45 deň. Ýangyjyň setan sany garyndynyň ýalynlanmagynyň himiki prosesleriniň tizligini kesgitleýär we ýalynlamanyň saklanylmagynyň umumy periodynyň bir düzüjisini  $\tau_{\text{him}}$  häsiýetlendirýär. Dürli ýangyçlaryň,  $\tau_{\text{fiz}}$  hemişelik ululyk bolanda, şol bir hereketlendirijide barlanylmagy ýangyjyň setan sanynyň köpelmegi bilen ýalynlamagyň saklanma periody gysgalýar we hereketlendirijiniň silindrinde basyşyň ösüşiniň tizligi kiçelýär.

Haryt **dizel ýangyçlarynyň setan sany** kesgitlenen amatly çäklerde bolmaly. Setan sany 40-dan pes bolan ýangyçlary ulanmak adaty hereketlendirijiniň berk işlemegine getirýär. Setan sany 50-den ýokarlandyrmak maksadalaýyk däl, sebäbi ýangyjyň doly ýanmagynyň peselmeginiň netijesinde ýangyjyň udel harçlanmasy ýokarlanýar.

Setan sany dizel ýangyjynyň düzümine girýän uglewodorodlaryň gurluşyna we mukdaryna deň. Dürli toparlaryň uglewodorodlarynyň ýalynlamasy düýbinden tapawutly. Alkanlaryň we olefinleriň termiki durnuklylygy pes, peroksidleri we doly okislenmezligiň beýleki aňsat tutaşýan önümlerini emele getirmek bilen okislenýär. Şonuň üçin alkanlaryň setan sanlary has ýokary, onda-da normal gurluşly birleşmeleriň setan sanlary has ýokary bolýar. Bir ýa-da birnäçe gapdal zynjyrly uglewodorodlaryň setan sanlary bolsa has az bolýar. Aromatiki uglewodorodlaryň okislenmegi üçin ýokary temperatura we köp wagt gerek bolýar, şonuň üçin olaryň setan sanlarynyň alamatlary, köplenç uly bolmaýar. Aýratynam

bisiklikli aromatiki uglewodorodlarynyň setan sanlary pes bolýar.

Uglewodorodlaryň molekulasynda uglerod atomlarynyň sanynyň artmagy setan sanynyň köpelmegine getirýär. Dizel ýangyçlarynda ol ýa-da beýleki uglewodorodlaryň köp bolmagy onuň setan sanyny kesgitleýär. Ýangyçda aromatiki uglewodorodlarynyň saklanylşynyň artmagy bilen ýangyjyň setan sany peselýär. Dizel ýangyjyň ýokary temperaturada gaýnaýan fraksiýalarynyň setan sany pes temperaturada gaýnaýanlaryňka garanda ýokary.

Setan sanlarynyň aromatiki uglewodorodlaryň mukdaryna we ýangyjyň dykzlygyna baglylygy ýangyçlaryň tutaşmagyny hasaplamak arkaly bahalandyrmak üçin döredilen empiriki formulasyny düzdi. “Dizel indeksi” DI diýip düşünje girizilen, ony 15°C-da belli bolan dykzlyk boýunça ( $\rho_4^{15}$ ) we anilin nokady( $t_{an}$ , °C) boýunça hasaplap tapyp bolýar:

$$DI = \frac{(1,8t_{an} + 32) (141,5 - 131,5 \rho_4^{15})}{100 \rho_4^{15}}$$

**Anilin nokady** diýip aniliniň kesgitli konsentrasiýasynyň ýangyjyň degişli göwrümünde doly eremegine gabat gelyän in pes temperaturasyna aýdýarlar. Ýangyçda aromatiki uglewodorodlaryň mukdary näçe az bolsa şonça-da onuň anilin nokady ýokary bolýar. Mysal üçin setanyň anilin nokady 94,4°C, metilnaftalin üçin bolsa – minus 17,8°C deň. Bu formulada ýangyjyň dykzlygy onuň fraksion düzümi, dykzlygy alkanlaryň we naftenleriň dykzlygyndan ýokary bolan aromatiki uglewodorodlaryň mukdary bilen häsiýetlendirilýär.

Setan sany bilen dizel indeksiniň arasyndaky baglanşyk bellenilen; ol aşakdaky sanlar bilen aňladylýar:

Dizel indeksi	20	30	40	50	62	70	80
Setan sany	30	35	40	45	55	60	80

Setan sany tapmak üçin dizel indeksinden başga-da birnäçe empiriki baglanşyk hödürlenen: ýangyjyň ortaça gaýnama temperaturasy boýunça, onuň toparlaýyn uglewodorod düzümi, süýgeşikligi boýunça we ş.m. Ýöne hasaplama usullarynyň takyklygy ýokary däl we tejribede gaty giňden ulanylmaýar.

Uglewodorod düzümiň ýangyjyň setan sanyna täsirine seredende setan sany ýokary bolan uglewodorodlaryň pes detonasiýa durnuklylygyna eýe bolýanlygyny, ýagny olaryň oktan sanlarynyň uly dældigini bellemeli. Bu esasda ýangyjyň setan sanynyň (SS) onuň oktan sanyna (OS) bolan empiriki baglanşyk çykarylan:

$$SS = 60 - OS/2$$

Ýangyjyň oktan sany näçe ýokary bolsa şonça-da setan sany pes we tersine. Şonuň üçin dizel ýangyjyna benziniň goşulmagy setan sanynyň peselmegine getirýär.

Dizel ýangyçlarynyň setan sanyny ýokarlandyrmak üçin ýörite prisadkalary ulanyp bolýar. Öwrenilen birleşmeleriň ählisinden peroksid birleşmeleri we alkilnitratlary (RONO<sub>2</sub>, umumy formula laýyk gelýän birleşmeler, bu ýerde R- radikal, mysal üçin etil, izopropil, pentil) has effektiv bolup çykdy. Peroksid birleşmeler adaty ýangyçlar saklanylanda soňra okislenýär we olaryň effektivligi gaçýar, şol sebäpli hem ulanylmaýar. Dizel ýangyçlarynda köp bolmadyk konsentrasiýalarda izopropilnitrat ulanylýar.

Setan sany dizel ýangyçlarynyň hereketlendirijini işe girizmek häsiýetlerini häsiýetlendirýär. Ýöne bu fraksiýa düzümi boýunça köp tapawutlanmaýan ýangyçlar üçin adalatly. Fraksiýa düzümi boýunça tapawut uly bolanda setan sany ýokary bolan ady ýangyç hereketlendirijini işe girizmek häsiýetleri boýunça köplenç setan sany kiçi bolan ýeňil ýangyçlardan erbet bolýar. Hereketlendirijini işe girizmek dizel hereketlendirijileriniň wajyp, ýöne in esasy ulanylyş häsiýeti däl. Karbýurator hereketlendirijileri üçin tirsek walynyň öwrülmeginiň minimal ýyglygy minutda 30-50 aýlaw

çäklerinde saklanýan bolsa, dizel hereketlendiriji üçin ol minutda 100-300 aýlawdan az bolmaly däl, sebäbi diňe şol şertlerde ýakma kamerasynda ýangyjyň öz-özünden ýalynlama temperaturasyna ýetip bolýar. Dizel hereketlendirijileriniň tirsek walynyň beýle uly aýlawyny üpjün etmek, düzgün boluşy ýaly, dürli kömekçi gurnamalaryň ýa-da serişdeleriň (gysylan howa, benzin işe giriziji hereketlendirijileri, işe giriziji suwuklyklar, gyzdryjylar, starterler) ulanylmagynda mümkin.

### **5.3 Dizel ýangyçlaryň akdyrylyşy**

Döwrebap dizellerde ýangyjy forsunkalara plunžer görnüşli nasoslaryň kömegi bilen berilýär. Gilza we plunžer deşikleriniň diametri 0,002-0,003 mm deň bolan prezision jübüt bolup durýar. Ýangyjyň süýgeşikligi ýangyç nasosynyň prezision jübütleriniň çalgysyny we deşiklerinden minimal akyp geçmegini üpjün etmeli. Bu talaplar dizel ýangyçlarynyň süýgeşikliginiň minimal derejesini çäklendirýär.

Süýgeşiklik derejesi ýokary bolan ýangyçlaryň adaty pes temperatura häsiýetleri erbet bolýar we olaryň howanyň otrisatel temperaturalarynda ulanylmagy esasanam ýangyjyň hereketlendirijä berilmeginde kynçylyklary ýüze çykarýar.

#### **5.3.1 Dizel ýangyçlarynyň pes temperarura häsiýetleri**

Ähli dizel ýangyçlarynyň süýgeýikligi tempereturanyň peselmegi bilen ýokarlanýar. Ýöne barlaglaryň görkezişi ýaly ýangyjyň temperaturasynyň peselmegi we süýgeýikligi artmagy käbir çäklerde akdyryp geçiriji nasosyň öndürjiligine köp täsir etmeýär:

Ýangyjyň temperaturasy, °C	+10	-30	-40	-50
Nasosyň öndürjiligi, kg/sag	850	830	810	300



Nasosyň öndürilijiligiň düýdansyz peselmegi dine minus 40°C den pes temperaturalara çenli sowatmakda syn edilýär. Berilýän ýangyjyň harçlanmasyny hemişelik edip saklamak üçin nasos bilen döredilýän artykmaç basyşy biraz ýokarlandyrmak zerur:

Ýangyjyň temperaturasy, °C	+10	-20	-32	-41
Nasosyň döredilýän artykmaç basyşy, MPa	0,04	0,04	0,06	0,08

Tejribäniň görkezişi boýunça akdyryp geçiriji nasosdan ýokary basyşly nasosyndaky meýdançada garşylanmanyň ýokarlanmagynyň süýgeşiklik ep-esli artsada ýangyjyň berilşinde kynçylygy ýüze çykarmaýar.

Benzinlerden tapawutlylykda dizel ýangyçlaryň düzüminde eremek temperaturasy ýokary bolan uglewodorodlar has köp bolup bilýär. Olara ilki bilen kadaly gurluşly alkanlar degişli. Temperatura peselende in ýokary temperaturada ereýän uglewodorodlar dürli formalý kristallary emele getirýär we ýangyç bulançak bolýar. Filtrleriň parafin kristallary bilen dykylmak howpy döreýär. Şol sebäpli ýangyjyň bulançak bolmak temperaturasy ulanylyş temperaturasyndan biraz pes bolmaly diýip kabul edilen. Ýöne ýangyç bulançak bolmak temperaturasyndan pes temperaturalarda hem gowy akdyrylýar. Eger ýangyç filtri kapodyň aşagyndaky giňişlikde ýerleşdirilip hereketlendirijiden gelýän ýylylygyň hasabyna ýangyç gyzýan bolsa daşky gurşawyň temperaturasy ýangyjyň bulançak bolmak temperaturasyndan pes bolsa hem bolýar.

Bulançak bolan ýangyjyň sowamagy dowam etse ýokary temperaturada ereýän uglewodorodlaryň kristallary ösüp öýjüklerinde suwuk uglewodorodlary saklaýan gözenegi emele getirýär we kesgitli temperaturada ýangyç akyjylygyny ýitirýär. Dizel ýangyjynyň doňma temperaturasy diýip probirka guýulan ýangyç belli şertlerde sowadylanda probirka 45° -sa

gyşardylanda bir minudyň dowamynda meniskiniň ýagdaýy üýtgemeyän ýagdaýyna ýeten derejesine aýdylýar.

Dizel ýangyjynyň doňma temperaturasy – şertli ululyk we ýangyjy ulanmak mümkin bolan şertleri kesgitlemek üçin belli görkeziji bolup hyzmat edýär. Ýangyç basyş astynda akdyrylanda ktistalliki gurluşlar mehaniki dargap ýangyç billi bir periodda doňma temperaturasyndan pes temperaturada akyjylyk häsiýetine eýe bolýar. Hususan-da akdyryp geçiriji nasosyň dürli temperaturalarda we basyşlarda öndürjiliginin ýokarda getirilen alamatlary doňma temperaturasy minus 30°C deň bolan ýangyjy ulanmak bilen kesgitlenen. Ýöne hakykatda bu ýangyç minus 50°C temperatura çenli akdyryldy. Bu ýerde ýangyjyň bozulan kristalliki gurluşynyň çalt dikelýänligini bellemeli.

Dizel ýangyçlarynyň filtrlenmeginiň çäkli temperaturasy kesgitlemek usuly işlenip düzülen. Bu temperatura ýangyjyň kesgitli şertlerde sowadylandan soň hem belli bir tizlikde filtrden akyp bilijiligine deň.

Dizel ýangyçlarynyň pes temperatura häsiýetlerini gowulandyrmagyň iki usuly belli: ýokary temperaturada ereýän normal gurluşly alkanlary aýyrmak ýa-da depressor diýip atlandyrylýan prisadkalary goşmak. Usullaryň birinjisi ýangyçdan normal gurluşly ýokary temperaturada ereýän alkanlary aýyrmak bilen baglaşykly. Bular ýaly uglewodorodlaryň aýrylmagy nebiti gaýtadan işlemekde seolitleri ulanmak bilen, karbamid bilen kompleks emele getirmeginiň hasabyna amala aşyrylýar. Ikinji usul – ýangyja depressor prisadkalary goşmak. Bu prisadkalar ýangyjyň doňma temperaturasy we filtrlenmeginiň çäkli temperaturasy ep-esli peseldýär we bulançak bolmak temperaturasy hiç-hili üýtgetmeýär. Depressor prisadkalar hökmünde köp maddalar barlanyp görüldi, ýöne polimer görnüşli birleşmeler has netijeli boldy. Senagatda etileniň winilasetat bilen sopolimerleri ulanylýar. Ýangyja depressor prisadkalary goşmagyň netijeliligi 13-nji tablisada görkezilýär.

Dizel ýangyçlaryna depressor prisadkalaryň täsiriniň netijeliligi  
13-nji tablisa

Dizel ýangyjy + 0,05% prisadka	Temperatura, °C		
	bulançak bolmak	doňma	Filtrlenmegi niň
№1-nji ýangyç	-10	-14	-10
№1-nji ýangyç +prisadka	-11	-37	-21
№2-nji ýangyç	-22	-35	-30
№2-nji ýangyç +prisadka	-22	-44	-40
№3-nji ýangyç	-6	-13	-8
№3-nji ýangyç +prisadka	-6	-28	-20

Ýangyçlarda depressor prisadkalarynyň mehanizmi doly anyklananak, alnan netijeler bolsa barlanylýar. Bir tarapdan depressor parafinleriň emele gelýän kristallarynda adsorbirlenýär we olaryň ýüzüni ýapyp berk karkas emele getirip olaryň agregasiýasyna päsgel berýär diýip hasaplanýar. Beýleki tarapdan bolsa prisadka parafinler bilen bilelikde kristallary emele getirmek bilen täsir edýär diýip hasaplanýar. Prisadkalaryň kristallaşýan molekulalaryň yokary gurluşlarynda solwat gabyklaryny emele getirmegi bilen baglanşykly bolmagy mümkin. Nähili bolanda-da dizel ýangyçlarynyň pes temperatura häsiýetlerini depressor prisadkalarynyň kömegi bilen gowulandyrmak ykdysady taýdan amatly we gelejegi uly.

Dizelleriň ýangyç berýän ulgamlarynyň işiniň pes temperaturalarda bozulmagy buz kristallarynyň çökmeginde hem mümkin. Ýöne suwuň dizel ýangyçlarynda ereýjiligi benzinlerdäkä we kerosinlerdäkä garanda pes we bu hadysa bilen göreşmek üçin dizellerde hiç-hili çäre görülenok. Dizelleriň käbir konstruksiýalarynda ýangyjyň belli bir bölegi nasosdan we forsunkadan soňýangyç bakyna gaýdyp gelýär.

Bu ýagdaýda bakdaky ýangyç biraz gyzýar we dizel ýangyçlarynyň pestemperatura häsiýetleri bilen ýüze çykarylýan kynçylyklar diňe hereketlendirijini işe girizmek periodyna degişli bolýar.

### **5.3.2 Hapalaryň we mehaniki garyndylaryň täsiri**

Dizel ýangyçlarynda daşalanda, saklanylanda we ulanylanda hapalaýjy garyndylar toplanýar. Bu garyndylaryň ölçegleri adaty 50-60 mkm bolup 30-70% organiki däl we 30-70% organiki bölekden ybarat bolýar. Garyndylaryň mukdary gönüden-göni howanyň tozanlylygyna, ulanylýan paslyna bagly bolup 1 tonna ýangyja birnäçe gramdan 400 g çenli üýtgeýär. Dizel tozanlylygy ýokary bolan howada işläň ýagdaýynda ýangyç bakynda mehaniki garyndylaryň mukdary ýangyç bilen doldurylan wagtyndaky bilen deňände 2-3 esse köp bolýar. Ýangyjyň hapalanmasy dizel hereketlendirijileriniň ýymitlendiriji ulgamynyň işiniň bozulmagynyň sebäbi bolup durýar.

Dizelleriň ulanylmagynda bozulmagy 30-dan 95% çenli ýagdaýlarda ýymitlendiriji ulgamy sebäpli ýüze çykýar. Olaryň deňýarynyň sebäbi ýangyjyň ýanmagy bolup durýar. Ylaýtada hapalaýjy garyndylar prezision jübütleriniň – plunžer we gilza, inňe we tozadyjy, diametral deşijekleriniň alamatlarynyň kiçi we üst ýüzüniň arassalygy ýokary bolan ýagdaýlarynda has howply bolup durýar. Prezision jübütleriniň abrasiw hatardan çykmagy gilza we plunzer aralygyndaky deşigi artdyrýar, netijede pürkmegün basyşy peslýär, ýangyjyň syzmagy artýar, we onuň tozadylmagynyň hili ýaramazlaşýar. Garyndylar forsunkanyň inňesiniň aşagyna düşüp, inňäniň tozadyjynyň eýerinde oturşynyň dykzlygyny bozýar, ýangyjyň syzyp akmagyny we dizeliň tüsselemegini ýüze çykarýar. Garyndylaryň gaty bölejikleri forsunkalaryň soplalaryndan ýokary tizlik bilen geçip, olary dyrmalaýar, formalarynyň we ölçegleriniň üýtgemegine getirýär. Dizelleriň ýangyç

apparaturasyňyň prezision jübütleriniň hatardan çykmagyna islendik ölçegli bilejikler gatnaşyp bilýär. Ýöne 6-12 mkm ölçegli bölejikler has howply.

Ýangyçlaryň daşalanda, saklanylanda we ulanylanda hapalanmagynyň önüni almak üçin ýangyç gaplarynyň jebis ýapylmagy we akdyrylanda filtrlerden süzülmeği üpjün edilýär. Awtomobillerde, traktorlarda we beýleki tehnikada ýangyjyň köp basgançaklaýyn arassalanmagy göz önünde tutulýar: önürti – ýangyç bakynda, gödek – gödek arassalama filtrlinde, ahyrky – inçe arassalama filtrlinde; käbir halatlarda önürti „howpsuzlyk“ filtrlinde arassalamak ulanylýar. Ýangyç baklarynyň bokurdaklarynyň depelerinde ýangyç bakyna barýan howany garyndylardan arassalamak üçin dürli filtrleýji böwetler ulanylýarlar.

Dizel ýangyjyny inçe arassalamak filtrlinde filtrleýji böwediň giňden ulanylýan materialy smola siňdirilen ýokary öýjükli kagyz bolup durýar. Bular ýaly filtriň bahasy gaty gymmat bolmaýar we ýangyjy zerur bolan derejede arassalamagy üpjün edýär.

Haryt dizel ýangyçlarynda suwuň we mehaniki garyndylaryň mukdary (tehniki şetrlere laýyklykda) hökman çäklendirilýär. Ondan başga-da degişli standartlara  $K_f$  filtrlenmeginiň koeffisienti diýip atlandyrylýan görkeziji girizilen; ol ýangyçda hapalaýjylaryň ähli görnüşleriniň bolmagyny häsiýetlendirýär. Bu koeffisient mehaniki garyndylaryň, suwuň, naften kislotalarynyň natriý sabynlarynyň we okislenmegiň smola önümleriniň mukdaryna bagly. Bularyň mukdarynyň dizel ýangyjynda artmagy bilen filtrlenmeginiň koeffisienti hem artýar. Naften kislotalarynyň natriý sabynlary ýangyç aşgar bilen arrassalamak usuly ulanylan ýagdaýynda suw bilen ýeterlikli ýuwulmadyk bolsa peýda bolýar. Bu sabynlar filtrleýji kagyzlary dykyp bilýän doňýan massany emele getirýär.

Dizel ýangyçlarynyň filtrlenmeginiň koeffisientiniň kadasy kagyz filtrleriniň öýjüklerini dykýan we dizelleriň

ýangyç apparaturalarynyň işine päsgel berýän hapalaýjylaryň we üst-işjeň maddalaryň mukdaryny çäklendirmäde mümkinçilik berýär.

#### **5.4 Dizel ýangyçlaryň durnuklylygy**

Döwrebap haryt dizel ýangyçlary fiziki durnuklylygy ýokary bolan orta distillýat nebit fraksiýasy bolup durýar. Haryt dizel ýangyçlarynyň gaýnamagynyň başlangyç temperaturasy 180-200 °C çäklerinde, doýgun buglarynyň basyşy adaty temperaturalarda 1kPa –dan ýokary bolmaýar. Şonuň üçin rezerwuarlaryň uly we kiçi „dem almalarynda“ dizel ýangyçlarynyň ýitgileri ýokary däl we ýylda bu howa giňişliginiň 1m<sup>3</sup>-dan 1,5 kg töwerek.

Dürli usullar boýunça alnan dizel ýangyçlary garyşdyrylanda smola çökündisiniň çökmeginiň hasabyna garyndylaryň birsydyrgynlygy bozulýan ýagdaýlary ýüze çykýar. Ony uglewodorod gurşawynyň eredijilik ukybynyň üýtgemegi bilen, ýokarymolekulýar birleşmeleriň solwat gabyklarynyň gurşunyň üýtgemegi bilen we başga-da birnäçe sebäplere görä bolýan bolmagy mümkin diýip aýdyp bolýar. Bu hadysa bilen göreşmegiň hiç-hili usuly işlenip taýýarlanylmanok. Haryt dizel ýangyçlarynyň himiki durnuklylygy örän ýokary. Köplenç bu ýangyçlary häsiýetleri üýtgemesiz 3-5 ýylyň dowamynda saklap bolýar.

Dizel ýangyçlary hereketlendirijiniň silindrne pürkülmeginiň ön ýanynda 150-180°C çenli, dizelleriň käbir konstuksiýalarynda bolsa ondan hem ýokaty temperaturalara çenli gyzydrylyp bilýär. Bular ýaly ýokary temperaturalarda ýangyçlaryň okislenmegi ýangyçda gaty çökündileriň we forsunkanyň şaýlarynda smola toplandylaryň emele gelmegi bilen geçýär. Emele gelýän çökündiniň massasy boýunça we 150°C temperaturada 5 sagadyň dowamynda okislenmegiň netijesinde turşylygyň üýtgemegi we dizel ýangyçlarynyň termiki durnuklylygyny bahalandyrmagyň netijeleri:

Nusga	1	2	3	4	5	6
Çökündiniň massasy						
mg /100 sm <sup>3</sup> -da	23	43	110	63	340	78
Turşylygyň artmagy						
mg KOH/100 ml-de	12	16	14	39	41	20

Dizel ýangyçlarynyň termiki durnuklylygyny bahalandyrmagyň forsunkalarda toplandylary emele getirmäge ukybyny kesgitlemek bilen baglanşykly usullary işlenip düzülen.

**Köyük emele getirmek ukyby.** Dizellerde ýangyç ýananda ýakma kamerasynyň diwarlarynda we çykaryjy klapanlarda köyük çökýär. Dizellerde köýügiň toplanmagynyň ters täsirini bahalandyrmak karbýuratorlaryňkydan tapawutly. Köýügiň ýylylygysaklaýjy häsiýeti we gysylma derejesine göwrüm täsiri dizellerde karbýuratordaky ýaly aýgytly ähmiýetli däl. Dizellerde köýügiň toplanmagy bilen çykaryjy klapanlaryň jebis oturmagynyň bozulmagyna we germetikliligiň ýitmegine getirýär, üfleme äpişgeleriniň köyük bilen örtülmeği iki taktly hereketlendirijilerinde gazçalyşygyny ýaramazlaşdyrýar we köýügiň çökmeginiň işlenilmeýän netijeleri bolup durýar.

Ýöne esasy otrisatel netije köýügiň we çökündileriň forsunkalarda peýda bolmagy. Köýügiň tozadyjylarda bolmagy fakelyň egreýmegine, ýangyjyň tozadylmagynyň hiliniň peselmegine işlenilen gazlaryň tüsseli bolmagyna we hereketlendirijiniň tygşytly işleýşiniň bozulmagyna getirýär. Köyük bölejikleriniň forsunkalaryň tozadyjylarynyň iňňeleriniň aşagyna düşmegi iňňäniň oturdylyşynyň bozulmagyna getirýär. Onuň netijesinde ýangyç syzyp akýar, hereketlendirijiniň kuwwatlygy we tygşytlylygy peselýär, tüsse gazlary has tüsseli bolýar. Ýakma kamerasynyň dürli şaýlarynda toplandylaryň häsiýeti birmeňzeş däl. Porşenleriň düýbinde we silindrleriň dereleriniň diwarlarynda köyük has dykyz, gaty, goýy çal reňkde bolýar we dürli eredijilerde eremeýär. Adatça

forsunkalaryň inňelerinde köýük ýumşak, smolaly, samanyň reňkinde bolýar. Porşenleriniň gapdal tekizliklerindäki toplandylar hem şolar ýaly.

Dizel hereketlendirijilerinde köýügiň emele gelişi wagt boýunça deň däl. Hereketlendirijiniň işiniň ilkinji sagatlarynda bu proses çalt geçýär, soňra deňagramlyk ýagdaýyna ýetenden soň ( emele gelyän köýügiň agramy ýanýan köýügiň agramyna deň) biraz peselýär.

Köýügiň emele gelmegi konstruktiv faktorlardan we hereketlendirijiniň iş režiminden başga-da ulanylýan ýangyjyň hiline hem bagly. Ýangyjyň fiziki-himiki häsiýetlerinden çökündileriň emele getirmäge fraksion düzümi, kükürtli birleşmeleriň we merkaptan kükürdiň mukdary, alkenleriň we aromatiki uglewodorodlaryň tebigaty we konsentrasiýasy, smola birleşmeleriniň häsiýeti we mukdary.

Has agyr ýangyçlar köýügi hem köp emele getirýär. Kerosin görnüşli (gaýnama çägi 130-dan 280°C çenli bolan) ýeňil ýangyç kesgitli şertlerde 1 kg ýangyja 100-140mg köýük berýän bolsa, şol şertlerde haryt dizel ýangyçlary (gaýnama çägi 160-dan 360°C çenli bolan) – 245-265 mg/kg, agyr fraksion düzümlü ýangyç (400-dan 420°C çenli gaýnaýan) bolsa – 360 mg/kg köýük emele getirýär.

Ýangyçda kükürt näçe köp bolsa, şonça-da köýük we syrça köp emele gelyär. Kükürtli birleşmelerden merkaptanlar köýük emele getirmäge has köp täsir edýär. Merkaptanlar bolan ýagdaýynda dizel ýangyjyň durnuksyz birleşmeleriniň okislenmegi çaltlaýar we çökündileriň emele gelme tizligi artýar. Ýangyçdaky kükürt köýügiň diňe bir agramyna däl-de onuň häsiýetlerine hem täsir edýär. Kükürtli birleşmeler köýükde toplanyp onuň dykzlygyny artdyrýar. Kükürdiň köýügiň emele getirmäge täsir etmegi haryt dizel ýangyçlarynda onuň mukdaryny çäklendirmegiň bir sebäbi bolup durýar. Merkaptan kükürdiniň mukdary haryt dizel ýangyjynda 0,01%-den ýokary bolmaly däl. Gidroarassalanan



ýangyç ýakylanda köýügiň emele gelmegi 1,5-2,0 esse peselýär.

Dizel ýangyçlarynda bolýan kükürtli birleşmeleriň arasynda köýügiň emele getirmäge has köp täsir edýän merkaptanlar bolup durýar. Merkaptanlaryň gatnaşmagynda dizel ýangyçlarynyň durnukly däl birleşmeleriniň okislenmegi çaltlaşýar we şonuň bilen toplandylaryň emele gelme tizligi ýokarlanýar. Şonuň üçin haryt dizel ýangyçlarynda merkaptan kükürdiniň mukdary 0,01%-den köp bolmaly däl. Kükürtli dizel ýangyçlaryndan merkaptanlaryň aýrylmagy iňňelerde syrçalaryň galyňlygynyň ýukalmagyna, iňňelerde köýük çöküp başlamagynyň temperaturalary bolsa 25-30°C ýokarlanýar.

Dizel ýangyçlarynyň uglewodorodlaryndan alkenler we aromatiki uglewodorodlar köýük emele gelme prosesine has köp derejede täsir edýär. Aromatiki uglewodorodlaryň täsirini setan we  $\alpha$ -metilnaftalin – indiividual uglewodorodlaryň garyndysynyň mysalynda görmek bolýar. ИТ9-3 desgadan alnan köýügiň massasy mg /kg-da:

Setan	110
80% setan + 20% $\alpha$ -metilnaftalin	125
60% setan + 40% $\alpha$ -metilnaftalin	215
40% setan + 60% $\alpha$ -metilnaftalin	230

Aromatiki uglewodorodlaryň mukdarynyň artmagy bilen dizel ýangyçlarynyň köýük emele getirmäge ýykgyň etmegi artýar.

Köýük emele getirmek prosesinde alkenler, hususan-da olefinler köp rol oýnaýar. Nebiti göni kowmak bilen alnan ýangyçlarda olaryň mukdary köp däl. Bular ýaly ýangyçlara nebiti ikilenji gaýtadan işlemegiň komponentlerini goşmak dizel ýangyçlarynda olefinleriň mukdaryny artdyrýar. Katalitiki krekingiň önümlerinde alkenleriň mukdary az we kükürtli nebitlerden alnan haryt dizel ýangyçlaryna 20% katalitiki gazoýl goşmak rugsat berilýär.

Smola maddalarynyň mukdarynyň hem köpelmegi bilen dizel ýangyjyň köýük emele getirmek ukyby artýar. Dizel ýangyçlarynda smolalaryň hakyky mukdary 30-60 mg /100ml den ýokary bolmaly däl.

Dizel ýangyçlarynyň köýük emele getirmäge ýygynlyk etmegi ýangyjyň kokslanmagyna we külliligine hem bagly. Ýangyjyň kokslanmagy diýip ýangyç howa berilmesiz ýagdaýynda gyzdyrylanda kömür görnüşindäki galyndyny emele getirmek ukybyna aýdylýar. Dizel ýangyçlary üçin kokslanma fraksion düzümine, durnukly däl birleşmeleriň we smola maddalarynyň mukdaryna bagly. Hereketlendiriji näçe çalt ýöreyän we termiki ýüklenenligi ýokary bolsa ulanylýan ýangyjyň kokslanmagy hem şonça pes bolmaly. Kokslanmagy tutuş ýangyç üçin ýa-da kowulandan soň 10%- li galyndysy üçin kesgitlenýär (10%-li galyndynyň kokslanmagy 0,5%-den ýokary bolmaly däl).

Dizel ýangyjynyň külliligi onda ýanmadyk garyndylaryň mukdaryny häsiýetlendirýär: külliligi näçe pes bolsa şonça-da organiki däl garyndylar köýüntige az düşýär. Köýükde külüň agramynyň artmagy onuň abraziw (iýiji) häsiýetlerini ýokarlandyrýar. Ýangyçda külüň rugsat edilýän mukdary 0,01-0,02% çäklerinde saklanýar.

Fraksion düzümi, ýod sany, hakyky smolalaryň mukdary, merkaptan we umumy kükürdüň mukdary, kül emele getirşi we kokslanmagy boýunça ýokarda getirilen talaplara laýyk gelýän haryt dizel ýangyçlary hereketlendirijiniň ähli režimlerde toplandylaryň ujypsyz mukdarynyň emele gelmegi bilen işlemegini üpjün edýär.

## **5.5 Dizel ýangyçlaryň poslatma işjeňliligi**

Dizel ýangyçlarynyň poslama işjeňliligi esasan uglerodsaklaýan garyndylaryň gurluşyna we mukdaryna bagly. Dizel ýangyçlarynda poslatma agresiwliligine täsir edýän

garyndylaryň (kislorod we kükürtorganiki birleşmeler) umumy mukdary awtomobil benzinleriniňkä garanda 3-5 esse artyk.

Kislorod birleşmelerinden dizel ýangyçlarynda nebitden göni kowmakda geçýän naften kislotalary we beýleki kislorod saklaýan maddalar agdyklyk edýär. Bu birleşmeler ýokary poslatma işjeňligi ýokary däl we nebiti goni kowmak bilen alnan dizel ýangyçlarynyň umumy agressiwligini bular kesgitlemeýär. Göni kowmagyň ýangyjyna 20% çenli katalitiki krekingiň gazoýlyny goşanda ýangyjyň poslatma işjeňligi ýokarlanýar.

Dizel ýangyçlarynda poslatma işjeň kislorodly birleşmeleriň mukdary mg KOH /100 ml –de kesgitlenýän turşylygy boýunça bahalandyrylýar. Dizel ýangyçlarynyň hiline edilýän talaplar boýunça turşylygy 5 mg KOH /100 ml –den ýokary bolmaly däl.

Dizel ýangyçlarynyň poslatma işjeňligine esasan kükürtli birleşmeleriň häsiýeti we mukdary täsir edýär. Ýangyjyň poslatma işjeňligi kükürdiň umumy mukdarynyň artmagy bilen ýokarlanýar. Dizel ýangyçlarynda şertleýin“işjeň” kükürde degişli birleşmeleriň ( kükürtli wodorod, erkin kükürt we merkaptanlar) ählisi bolýar.

Tehniki şertlerde dizel ýangyjynyň hiliniň posladyjy barlaglaryny göz önünde tutýarlar – mis plaktinkasynda barlamak. Kärhanada öndürülen wagty ýangyjyň mis plastinkasynda barlagy otirisatel bolmaly, bu bolsa ýangyçda kükürtli wodorodyň we kükürdiň az mukdarda bolup onuň poslatma agressiwligine täsir etmeýänligine kepil bolýar.

Dizel ýangyçlarynyň poslama işjeňligi ýangyçdaky kükürdiň umumy mukdary bilen däl-de merkaptanlaryň mukdary bilen kesgitlenýär. Merkaptanlaryň poslatma işjeňligi bolsa gurluşyna bagly. 0,025% merkaptan kükürdinde işleýän plunžer jübütleriniň hatardan çykmagy merkaptansyz ýangyçdaky hatardan çykmak bilen deňäde iki esse ýokary bolýar. Alifatiki merkaptanlar pes, aromatiki merkaptanlar bolsa ýokary agressiw bolup durýar.

Merkaptanlaryň täsiri olaryň ýokary poslatma agressiwililige eýe bolan sulfokislotalara çenli okislenmegi bilen baglanşykly. Kislorodyň bolmadyk ýagdaýynda merkaptanyň demiri poslatmaýanlygy we oňa ujypsyz täsir edýänligi syn edilýär.

Talaplara laýyklykda haryt dizel ýangyçlarynda merkaptan kükürdiniň mukdary 0,01% artyk bolmaly däl. Bular ýaly konsentrasiýada merkaptanlar gaplaryň, turbageçirijileriň we hereketlendirijiniň iýmit ulgamynyň şaýlarynyň ýokary poslamasyny ýüze çykarmaýar.

**Hereketlendirijileriň şaýlarynyň ýanma önümleriň täsirinde poslamagy.** Dizel ýangyçlaryň düzümine girýän ähli kükürtli birleşmeler ýanmagyň netijesinde kükürdiň oksidlerini  $\text{SO}_2$  we  $\text{SO}_3$  emele getirýär. Bu gaz görnüşli önümler ýokary temperaturada gaz fazasynda metallaryň poslamagyny ýüze çykarýar, pes temperaturalarda bolsa ýanma önümlerinden kondensirlenýän suw damjalarynda kükürtli ýa-da kükürt kislotasynyň emele gelmegi bilen ýeňil ereýär.

Dürli mukdarda kükürt saklaýan ýangyçlarda işlemekde hereketlendirijiniň hatardan çykyşy

14-nji tablisa

Ýangyçda kükürdiň mukdary, %	Kompression porşen halkala-rynyň hatardan çykyşy*	Silindriň ýokarky böleginiň hatardan çykyşy
Stend barlaglary, 550 sagat		
0,12	0,12	12
0,34	0,35	19
0,57	0,66	40
Ýol barlaglary 26000km ýol ýörände		
0,12	1,37	76
0,57	1,60	147
1,30	5,20	343

\* massasynyň azalmagy

Kükürtli birleşmeleriniň ýanma önümleriniň poslatma täsiriniň esasy obýekti hereketlendirijiniň silindr-porşen topary. Barlaglardan anyklanşy ýaly hereketlendirijiniň şaýlarynyň

umumy zaýalanmagy ýangyçdaky kükürdiň mukdaryna takmynan göni proporsional (14-nji tablisa).

Kükürtli dizel ýangyçlarynyň ýanma önümleri diňe bir ýakma kameralarynda çökmän ýaga düşüp onuň çalt zaýalanmagyna getirýär. Ýagyň könelme tizligi artýar. Şol sebäpli kükürtli dizel ýangyçlarynda işlenilende hereketlendirijiniň şaýlarynyň poslamagy sebäpli hatardan çykmagynyň önüni almak üçin ýangyja we ýaga ýörite prisadkalary goşmak teklipe edilýär. Kükürtli dizel ýangyçlaryna neýtrallaşdyjy prisadkalaryň goşulmagy effekt bermedi. Prisadkalaryň biriniň 0,3% möçberinde goşulmagy kükürtli birleşmeleriň ýanma önümleriniň ýüze çykarýan ýokary poslatmasyny düýbinden ýok edýär. Ýöne bu prisadkalar ýangyja goşulýan konsentrasiýasy 0,1-0,3% az bolmadyk ýagdaýynda, kä halatlarda bolsa 1,0% çenli konsentrasiýada effektiv bolýar. Prisadkalary bular ýaly mukdarda öndürilýän ýangyjyň tutuş göwrümüne goşmak ykdysady we tehniki kynçylyklara sezewar bolýar.

Dizel ýangyçlarynyň kükürtli birleşmeleriň ýanma önümleriniň ýüze çykarýan poslatmasy bilen göreşmek üçin ýaglara aşgar prisadkalary goşmak usuly has giňden ulanylýar. Olar turşy birleşmeleriň poslatma täsirini neýtrallaşdyryp hereketlendirijiniň şaýlarynyň hatardan çykmagyny peseldýär. Kükürdiniň mukdary çäklendirilen ýangyjy ulanmak we çalgý ýaglaryna poslatma garşy prisadkalaryň hökmany girizilmegi hereketlendirijiniň şaýlarynyň minimal poslamasyny üpjün edýär.

## **5.6 Dizel ýangyçlarynyň goraýjy häsiýetleri**

Göni kowmagyň dizel ýangyçlarynda, benziniňkä garanda, ýangyjyň goraýjy häsiýetlerini kesgitleýän geteroorganiki birleşmeler has köp bolýar. Köp dizelleriň ulanylyş aýratynlyklary bolanlygy sebäpli dizel ýangyçlarynyň goraýjy häsiýetlerine edilýän talaplar benziniňkä garanda has

ýokary. Traktorlarda, derýa gämilerinde oturdylýan hereketlendirijiler, köplenç, möwsümleýin ulanylýar we uzak wagtlar işlemän durýar. Bu döwür dizel ýangyjynyň ýangyç apparaturasyny poslatmagyndan goramaly. Tehnikany işsiz ýagdaýynda saklamagyň tejribesi ýangyç berýän ulgamyna suwuň düşmeginiň önüni alyp bolmaýanlygyna we dizel ýangyçlarynyň goraýjy häsiýetlerini ýokarlandyrmagyň zerurlygyna şaýatlyk edýär.

Dizel ýangyçlarynyň goraýjy häsiýetleri esasan geteroorganiki üst-işjeň maddalaryň gurluşyna we mukdaryna bagly. Bular ýaly maddalar metalyň ýüzünde deňiz suwunyň ýa-da başga bir poslatýan agentniň poslatma täsirinden goraýan ýukajyk perdäni emele getirmäge ukyply. Dizel ýangyçlarynyň gidroarassalamasynda geteroorganiki üst-işjeň maddalaryň mukdary azalýar, ýangyjyň goraýjy häsiýetleri erbetleşýär. Dizel ýangyjynyň önümçiliginde gidroarassalama prosesiniň giňden ulanylýanlygy sebäpli ýangyjyň goraýjy häsiýetleri ýokarlandyrmak meselesiniň çözülişiniň iki ugry mümkin:

- a) gidroarassalanan ýangyja göni kowmak arkaly alnan düzüjini goşmak (umumy kükürdiň mukdary boýunça rugsat edilýän çäklerde);
- b) ýörite gorag prisadkalaryň girizilmegi.

Dizel ýangyçlary üçin gorag prisadkalary hökmünde nitrirlenen ýaglar, sulfonatlar we käbir beýleki birleşmeler barlanyp görilen. Nitrirlenen ýaglar gara metallary gowy, reňkli metallary bolsa biraz pesiräk goraýar. Nebit sulfonatlary has köp taraplaýyn (uniwersal) gorag häsiýetlerine eýe. Olary ýaglary sulfirläp we soňra emele gelen önümleri neýtrallaşdyryp alýarlar. Kalsiýnyň sulfonaty forsunkalaryň iňneleriniň we ýangyç nasosynyň plunžerleriniň poslamak bilen hatardan çykmagynyň önüni alýar, ol ýangyç apparaturasynyň ýörite barlaglary bilen anyklandy (15-nji tablisa):

Kalsiý sulfonadynyň poslamanyň öňüni alyş täsiri  
15-nji tablisa

Görkeziji	Prisadkasyz ýangyç	Ýangyç +0,01% kalsiý sulfonaty
Forsunkalaryň iňňeleriniň hatardan çykyşy, mkm	1,6	0,3
Forsunkalaryň iňňeleriniň hatardan çykyşy, mkm	0,9	0,8
Forsunkalaryň iňňeleriniň syrça perdäniň galyňlygy, mkm	1,5	0,7

Sulfonatlar nitirlenen ýaglar ýaly „aşgarlandyrylandan“ soň aşgar häsiýetlerini gowy ýüze çykarýar we gorag perdesini emele getirmekden başga-da okislenmegiň turşy önümleriniň neýtrallaşmagyna ýardam berýär.

### 5.7 Dizel ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýeti

Öň bellenişi ýaly, dizellerde ýangyç ýangyç apparaturasynyň hereket edýän şaýlary, plunžerli ýangyç nasosynyň sürtülýän jübütleri üçin çalgy materialy bolup hyzmat edýär. Şol sebäpli olar gowy hatardan çykmakdan goramak häsiýetlere eýe bolmaly. Ýöne dizel ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetleri doly öwrenilmedik. Kükürdiň mukdarynyň 1,0-dan 0,03% çenli peseldilmeginde plunžerleriň hatardan çykmagy 2 esse peselýänligi belli.

Dizel ýangyjynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetleri süýgeşiklige, kükürtli birleşmeleriň mukdaryna we düzümine, nebit kislotalarynyň we ownuk dispers ýagdaýdaky erkin suwuň baglylykda öwrenildi. Barlaglary typma sürtülmesini döredýän sürtülme maşynynda geçirildi.

Dizel ýangyjynyň turşylygynyň artmagy onuň hatardan çykmakdan goramak häsiýetlerini gowulandyryýar, bu häsiýet

ylaýtada turşylygyň 1,5 mg KOH/100 ml çenli ýokarlanmagynda aýdyň bolýar. Ýangyçda kükürtli birleşmeleriň mukdary artdygyça hatardan çykmakdan goramak häsiýetleri peselýär. Merkaptanlaryň 0,003% konsentrasiýasynda bolmagy-da hatardan çykmakdan goramak häsiýetlerini erbetleşdirýär.

Gidroarassalamak prosesinde üst-işjeň geteroorganiki birleşmeler ýok edilýär ýöne dizel ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetleri, reaktiw ýangyçlarynyň garanda, ujypsyz erbetleşýär. Ol dizel ýangyçlarynyň ýokary süýgeşikligi we gidroarassalamadan soňam bularda smola birleşmeleriniň köp bolýanlygy bilen düşündirilýär.

Gidroarassalama prosesinde ýangyçdan üst-işjeň geteroorganiki birleşmeler aýrylýar we dizel ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetleri reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň garanda ujypsyz ýaramazlaşýar, bu dizel ýangyçlarynda süýgeşikliginiň ýokary we smola maddalarynyň köpligi bilen düşündirilýär.

Ýangyja dürli gatnaşyklarda suwuň girizilmegi hatardan çykmakdan goramak häsiýetleriniň kriteriýasy göni baglanyşykda üýtgeýär. Suw ýangyja 1,0% mukdarda girizilende hatardan çykmakdan goramak häsiýetleriniň kriteriýasy 3 esse peselýär.

Şeýlelikde, dizel ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetleri fiziki-himiki häsiýetlere bagly bolup standardyň ähli talaplaryna laýyk gelýän ýangyçlar üçin 2-3 esse üýtgäp bilýär. Ýangyçlaryň arasyndaky beýle uly tapawut dizel ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetleriniň mehanizmini öwrenmegiň zerurlygyny we bular ýaly wajyp ulanylyş görkezijiniň barlaga degişliligini aňladýar.

## **5.8 Dizel ýangyçlarynyň ekologiki häsiýetleri**

Dizel ýangyjyň buglarynyň howa bilen garyndysynyň partlama howply konsentrasiýasy 2-3 göwrüm % deň.



Ýangyjyň öz-özünden ýalynlama temperaturasy gyşyky görnüşi üçin – 310°C, tomusky – 300°C, arktiki – 330°C. Işçi zolagyň howasynda dizel ýangyjynyň buglarynyň çäkli rugsat berilýän konsentrasiýasy 300 mg/m<sup>3</sup>. Dizel ýangyjy zäherlilikigi pes maddalaryň howplylygynyň 4-nji toparyna degişli.

Dizel ýangyçlarynyň wajyp aýratynlyklarynyň biri, benzinlere garanda, ýangyna howplylygynyň pesligi. Bu häsiýet ol ýa-da beýleki bir tehnika hereketlendirijiniň görnüşi saýlananda, käwagt, aýgtyly bolup durýar. Ýangyjyň ýalyn howplylygynyň pesligi üçin tanklaryň benzin hereketlendirijileri doly dizeller bilen çalyşyldy, derýa we deňiz gämilerinde kömekçi hereketlendiriji hökmünde hem dizeller ulanylýar.

Dizel ýangyçlarynyň ýalyn howplylygy ýapyk tigeldäki ýalpyldama temperaturasy boýunça kesgitlenýär. Çalt ýöreyän dizeller üçin ýangyçlaryň ähli kysymalarynyň ýalpyldama temperaturasy 30-35°C-dan pes bolmaly däl. Gämilerde ulanmak üçin niýetlenen dizel ýangyçlaryň ýalpyldama temperaturasy 61°C-dan pes bolmaly däl, suwasty gämiler üçin bolsa - 90°C-dan pes bolmaly däl. Halal ýöreyän dizeller üçin ýangyçlaryň ýalpyldama temperaturasy 65-85 °C çäklerinde bolýar.

Dizel ýangyçlaryna sähelçe benziniň goşulmagynda ýalpyldama temperaturasy duýdansyz peselýär. Giň fraksion düzümlü ýangyçlarda benzin fraksiýalary bolýar, we bularyň ýalpyldama temperaturasy benzinleriňki ýaly otrisatel alamatly bolýar. Tejribeden hem belli boluşy ýaly benzin fraksiýalaryny saklaýan ýangyçlary howpsuzlyk tehnikasynyň düzgünlerini berk berjaý etmek bilen ulanmak ýangyn howplylygynyň ýokary bolmagy üçin şert döretmeýär.

Dizel ýangyçlarynyň ýalpyldama temperaturasynyň ýokarylygy we ýangyn gatnaşykda howplulygynyň pesligi köp halatlarda statiki elektiki togunyň razrýadkasynda ýanmagyň we partlamanyň önüni alýar.

## 5.9 Döwrebap dizel ýangyçlary

Çalt ýöreyän dizeller üçin ýangyjyň üç kysymy öndürilýär: tomusky, gysyky we arktiki. Tomusky ýangyç töwerekdäki howanyň temperaturasy  $0^{\circ}\text{C}$  we ondan ýokary bolanda ulanmak üçin niýetlenen. Gysyky ýangyjyň iki görnüşi öndürilýär: biri dizelleri töwerekdäki howanyň temperaturasy  $-20^{\circ}\text{C}$  we ondan ýokary ( $t_{\text{doňma}} = -35^{\circ}\text{C}$ ) bolanda ulanmak üçin, beýlekisi howanyň temperaturasy  $-30^{\circ}\text{C}$  we ondan ýokary ( $t_{\text{doňma}} = -45^{\circ}\text{C}$ ) bolanda ulanmak üçin niýetlenen. Arktiki ýangyç howanyň temperaturasy  $-50^{\circ}\text{C}$  we ondan ýokary bolan ýagdaýynda ulanmak üçin niýetlenen.

Ýangyçdaky kükürdiň mukdary boýunça dizel ýangyçlarynyň iki görnüşini tapawutlandyrýarlar: I – kükürdiň mukdary 0,2 agram % ýokary däl, II - 0,5 agram % ýokary däl. Orta we az aýlawly dizeller üçin dizel ýangyjynyň süýgeşikligi, kokslanmagy we doňma temperaturasy bilen tapawutlanýan iki kysymy öndürilýär.

### KÜKÜRDI AZ NEBITDEN ALYNÝAN DIZEL ÝANGYJY TŞ-05766698-06-2005 16-nji tablisa

T/ b	Görkezijileriň atlary	Norma
1	Setanyň mukdary, az däl	45
2	Fraksion düzümi: 50%-i $^{\circ}\text{S}$ temperaturada işlenilip geçirilýär, ýokary däl	290
	90%-i $^{\circ}\text{S}$ temperaturada işlenilip geçirilýär (işlenilip geçirmekligiň soňy), ýokary däl	360
3	Kinematiki şepbeşikligi $20^{\circ}\text{S}$ $\text{mm}^2/\text{s}$ SSt	3,0-6,0
4	Sowap gatamak temperaturasy $^{\circ}\text{S}$ , ýokary däl	-10
5	Bulanmak temperaturasy $^{\circ}\text{S}$ , ýokary däl	-5
6	Tutaşmak temperaturasy ýapyk tigelde kesgitlenilişi $^{\circ}\text{S}$ , aşak däl	40
	-Umumy maksatlar üçin ulanylýan dizeller üçin	50
	-Umumy maksatlar üçin ulanylýan dizeller üçin	50
	-Teplovoz we gämi dizelleri hem-de gaz	62

	turbinalary üçin	
7	Kükürdiň massa paýy, % artyk däl	0,20
8	Merkaptan kükürdiniň massa paýy, % artyk däl	0,008
9	Kükürtli wodorodyň mukdary	ýok
10	Mis plastinkasyndaky synag	çydamly
11	Suwda ereýän kislotalaryň we aşgarlaryň mukdary	ýok
12	Hakyky smolanyň konsentrasiýasy, 100m <sup>3</sup> ýangyçda mg, artyk däl	40
13	Kislotalylygy, 100m <sup>3</sup> ýangyçda mg KOH, artyk däl,	10
14	Ýoduň mukdary, 100g ýangyçda ýoduň gramy, artyk däl	6
15	Küllülük, prosent, artyk däl	0,005
16	10 prosent galyndynyň koksylanmagy, prosent, artyk däl	0,25
17	Filtrenme koeffisienti, artyk däl	3,0
18	Mehaniki garyndylarynyň	ýok
19	Suwuň mukdary	ýok
20	20 <sup>0</sup> S-da dykzlygy, kg/s <sup>3</sup> , artyk däl	860

**GIDROARASSALANAN DIZEL ÝANGYJY**  
**TŞ-05766698-01-2005**      **17-nji tablisa**

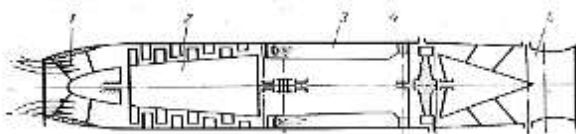
T/ b	Görkezijileriň atlary	Norma
1	Kükürdiň mukdary, ppm, artyk däl	100
2	Fraksion düzümi: 95%-i <sup>0</sup> S temperaturada işlenili geçirilär, ýokary däl	340
3	Setan indeksi, az däl	50
4	Suwuň mukdary, ppm, artyk däl	200
5	Sowap gatamak temperaturasy <sup>0</sup> S, ýokary däl	-10
6	Reňki, artyk däl -ASTM birliginde -SNT birliginde	2,0
7	Tutaşmak temperaturasy ýapyk tigelde kesgitlenilişi <sup>0</sup> S, aşak däl	62
8	Polisikliki aromatiki uglewodoorodlaryň mukdary, %, artyk däl	11
9	15 <sup>0</sup> C udel agramy, g/sm <sup>3</sup> , köp däl	0,840
10	Azodyň mukdary, ppm, köp däl	30

11	Mis plastinkasyndaky synag	çydamly
12	Filtrlenme koeffisienti, artyk däl	3,0

## 6-NJY BAP. Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlar

Reaktiw çekimli hereketlendirijilerinde suwuk nebit ýangyçlaryny ulanmagyň nazaryýetini XX asyryň başlarynda K.E. Siolkowskiý esaslandyrdy. 1930-1932 –nji ýyllarda rus alymy F.A. Sanderiň ýolbaşçylygynda iki sany benzinde işleýän suwuklykly reaktiw hereketlendirijili raketa gurulyp barlagdan üstünlikli geçdi. Soňky ýyllaryň dowamynda raketa tehnika köp öňe gitdi we uglewodorod raketa ýangyçlaryndan başgada has gowy ulanylyş häsiýetli ýangyçlar işlenip tapyldy.

Awiasiýa üçin niýetlenen howa-reaktiw hereketlendirijilerde uglewodorod ýangyçlary şu wagta çenli öňde baryjy oruny eýeleýärdi. Bu uglewodorod ýangyçlarynyň uly ätiýaçlyklary, pes bahalylygy, ýokary energetiki görkezijileri we başga-da birnäçe artykmaçlyklary bilen düşündirilýär. Döwrebap awiasiýada howa-reaktiw hereketlendirijiler giňden ulanylýar. Şu wagtky uçarlaryň uly uçuş tizlikleri howa-reaktiw hereketlendirijileriň ulanylmagynyň hasabyna mümkin. Bu hereketlendirijiler uçaryň umumy agramy bilen deňeşdirilende agramy köp kiçi bolsa-da uly çekiji güýjini döretmegi mümkin edýärler.



**10-njy surat.** Turbokompressor howa-reaktiw hereketlendirijiniň gurluşynyň çyzgysy.

1- diffuzor, 2- kompressor, 3 - ýakma kamerasy, 4 - gaz turbinasy, 5 – reaktiw soplo.

Gaz turbinaly hereketlendirijili uçýan apparatlar üçin reaktiw ýangyçlary uçuş tizligine baglylykda iki topara bölüp bolar: **sesden ýokary tizlige çenli uçýan** apparatlar üçin we **sesden ýokary tizlik bilen uçýan** apparatlar üçin ýangyçlar.

Awiasion gaz turbinaly hereketlendirijiler üçin ulanylýan ýangyçlar hereketlendirijiniň ygtybarly işe girizilmegini, zerur tizligi we uçuşyň dowamlylygyny (uzaklygyny), ýangyç howa garyndysynyň doly ýanmagyny, bellenen motivesursy we hereketlendirijiniň awariýasyz işini üpjün etmelidir. Şonuň üçin hereketlendirijiniň konstruksiýasyna we ulanyş şertlerine baglylykda ýangyçlar kesgitli fiziki-himiki häsiýetlere eýe bolmalydyr. Ýangyjyň dykzlygy, ýanyş ýylylygy, fraksion düzümi, şepbeşikligi, kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasy, ýangyçda aromatik uglewodorodlaryň, kükürdiň we işjeň kükürdisaklaýan birleşmeleriň, şeýle hem smolanyň (şepbigiň) we doýgun däl birleşmeleriň şolardan has ähmiýetlisidir. Şu görkezijileriň her biri aýratynlykda ýangyjyň ulanyş häsiýetine degerli täsir edýärler.

Ýangyjyň dykzlygy we ýanyş ýylylygy onuň energetik kuwwatyny kesgitleýär – bu uçýan apparatyň uçuş uzaklygyny aňladýar. Ýangyjyň fraksion düzümi, onuň uçup gitmäge ukyby (goýalmak temperaturasy ýangyç göwrüminiň 10%-i), doýgun buglaryň basyşy we süýgeşikligi garyndynyň emele geliş we ýanyş prosessine uly täsir edýärler. Ýangyjyň doýgun buglarynyň basyşynyň ýokarlanmagy bilen uçaryň uçup gitmek ukyby ýokarlanýar, süýgeşikliginiň aşaklamagy bilen bolsa ýangyjyň damjalarynyň diametri kiçelýär, bu bolsa onuň güýçli ýanmagyna şert döredýär. Başga bir tarapdan, süýgeýikligi aşak derejesi sürtülýän jübütleriň hatardan çykmak derejesiniň köpelmegi zerarly ýangyç – sazlaýjy apparaturanyň işini ýaramazlaşdyrýär. Şonuň üçin görkezilen parametrler ýangyjyň hiline özara baglylygyny hasaba alyp amatly saýlanmalydyr.

Howa-reaktiw hereketlendirijileriniň esasy elementleri – diffuzor, kompressor, ýakma kamerasy, gaz turbinasý we

reaktiw soplosy bolup durýar (10-njy surat). Uçar uçýan wagty gelýän howa akymy diffuzora ugradylýar. Diffuzorda howanyň basyşy we temperaturasy tizlik iterginiň hasabyna daşardaky howanyň temperaturasyndan we basyşyndan birnäçe ýokary bolýar. Uçuşyň tizliginiň ýokarlanmagy bilen bu ululyklar ýokarlanýar. Sonra howa kompressora düşýär we ol ýerde has gysylýar. Döwrebap hereketlendirijilerde peýdaly täsir koeffisienti ýokary bolanlygy sebäpli oklaýyn kompressorlar ulanylýar. Gysylmada howanyň temperaturasy, basyşy we dykyzlygy ýokarlanýar.

Kompressordan soň gysylan we gyzdyrylan howa ýakma kamerasyna barýar. Oňa ýangyç hem pürkülýär, onuň ýanmagynda bolsa gaz akymynyň temperaturasy ýokarlanýar. Ýakma kamerasyndan soň gazlar turbinadan geçýär, ol ýerde ýylylyk energiýanyň belli bir bölegi turbinanyň tekeriniň aýlawynyň mehaniki işine öwrülýär. Turbinanyň işçi tekeriniň walyndan oklaýyn kompressoryň rotory, ýangyç we ýag nasoslary, generator ýaly kömekçi enjamlar herekede girizilýär. Gaz akymynyň ahyrky giňemegi reaktiw soplada bolýar, ol ýerde basyşyň peselmeginiň hasabyna gaz akymynyň tizligi ýokarlanýar. Hut şu ýerde uçary herekede getirýän çekmegiň reaktiw güýji döredilýär.

Howa-reaktiw hereketlendirijiler iş prosesi üznüksiz geçýän maşynlara degişli. Ýangyç ýakma kamerasyna üznüksiz berilýär, ýanma prosesi bolsa elmydama dowam edýär. Daşyndan yşyk bermek diňe hereketlendiriji işe girizilende zerur. Döwrebap hereketlendirijilerde ýangyç baklardan nasosyň kömegi bilen filtrler ulgamyndan ýokary basyşyň regulýatory - ýangyç nasosyna berilýär we soňra forsunkalardan ýakma kamerasyna pürkülýär. Sazlaýjý ýangyç nasosy ýokary basyşda (0,8-1,0 MPa) ýangyjy kollektora we soňra iki kanally forsunkalara berýär.

Plunžer görnüşli sazlaýjy nasos hereketlendirijiniň ähli režimlerinde ýangyjyň berilişini barlaýar we sazlaýar. Uçuşyň beýikliginiň artmagy bilen howanyň massalaýyn harçlanmagy

peselýär. Bu ýagdaýda ýangyjyň berilşini hem azaltmasaň ýanyjy garyndy aşa baýlaşyp ýakma kameralarynyň ýalyn turbalarynyň ýanmagyna getirer.

Merkezden daşlaşma görnüşli iki kanally işçi forsunkalar ýörite turbulizatorly bolup, ýangyjy pürkmegiň ýokary derejesini üpjün edýär. Forsunkada ýangyjy bermegiň iki kanaly berilşiň basyşynyň üýtgemeginde gowy pürkmäni üpjün etmek üçin hyzmat edýär. Hereketlendiriji pes aýlawly işläp uly beýiklikde uçanda ýangyç forsunkanyň turbulizatoryna kömekçi kanaldan berilýär. Basyşyň ýokarlanmagynda esasy kanal işe girizilip ýangyjyň pürkülme derejesi hemişelik bolup saklanylýar.

Umuman ýangyç ulgamlarynyň we aýratyn elementleriň gurluşy dürli bolup ýangyjyň ulanylma şertlerine täsir edip bilýär. Ýöne ýangyç ulgamlarynyň ählisi ýakma kamerasyna ýangyjyň zerur bolan mukdaryny, islendik iş režiminde we uçuşyň islendik beýikliginde, awtomatiki berip hereketlendirijiniň ýeňil işe girizilmegini üpjün etmeli.

## **6.1 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň bugarmasy**

**Bugarmak** – reaktiw ýangyçlarynyň esasy häsiýetnamalarynyň biri. Bu häsiýet howa-reaktiw hereketlendirijileriniň işe girizilmegini, doly we durnukly ýanmagy, iýmitlendiriji ulgamyň ygtybarly işini, ýangyjyň bugarmagyň hasabyna az ýitmegini esaslandyrýar.

Howa-reaktiw hereketlendirijilerde bugarmasy boýunça tapawutlanýan ýangyçlaryň üç görnüşini ulanylýar:

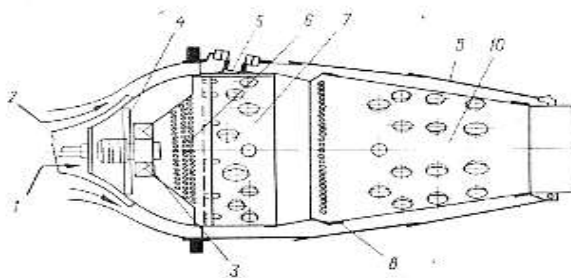
- 1) Reaktiw ýangyjynyň iň giňden ulanylýan görnüşini - gaýnama çäkleri 150-280 °C bolan kerosinler
- 2) 60-280 °C çäklerinde gaýnaýan, benziniň we kerosiniň garyndysy bolup durýan uglewodorodlaryň giň fraksiýasy.



3) Reaktiv ýangyçlarynyň üçünji görnüşü – 195-316 °C çäklerinde gaýnaýan, doýgun buglarynyň basyşy 0,67-2,0 kPa bolan (T-6 ýangyç) agyr kerosin gazoýl fraksiýasy.

Sanalynan ýangyçlaryň hersiniň öz aýratynlyklaryny we ulanylyş çäklerini kesgitleýän artykmaçlyklary we kemçilikleri bar. Içinden ýanýanhereketlendirijileriň beýleki görnüşlerinde hem boluşy ýaly howa-reaktiv hereketlendirijilerinde hem esasy prosese – ýagny, ýangyjyň ýanmagyndan önürti onuň bugarmagy we emele gelen buglaryň howa bilen garyşmagy zerur. Ýangyç gaz akymynyň gaty uzak bolmadyk böleginde ýanýar, şol sebäpli onuň bugarma tizligi ýokary bolmaly.

Ýakma kamerasynyň shemasy 11-nji suratda getirilen. Ýakma kamerasyna barýan howa iki akyma bölünýär: biri (birlenji) göni ýalyn turbasyna barýar we ýangyjyň ýanma prosesine gatnaşýar, beýlekisi (ikilenjisi) ýalyn turbasynyň daşyndan gidip ony sowadýar we birinji akym bilen ýakma zolagyndan soň birleşýär.



**11-nji surat.** Turba şekilli ýakma kamerasynyň çyzgysy.

1- howa kanaly, 2 - ikilenji howa üçin kanaly, 3 - tüweleýedijili forsunka, 4-perforirlenen tabak, 5 - birikdiriji gurnama, 6 - perforirlenen konus, 7 - ýalyn turbasynyň silindriki bölegi, 8 - ýalyn turbasy, 9 - gabygy, 10 - ýalyn turbasynyň konus bölegi.

Birlenji howa howur turbasyna howanyň artykmaçlyk mukdary 1,0 ýakyn bolan ýagdaýynda ýangyjy ýakmak üçin zerur bolan mukdarda barýar. Onda howur turbasyndaky gazlaryň temperaturasy 1500-1800 °C ýetýär. Ugrukdyryjy apparadyň we gaz turbinasynyň pilçeleriniň materialy bular ýaly örän ýokary temperatura çydamayar, şonuň üçin ýangyjyň ýanmagynda emele gelýän gyzgyn gazlar ikilenji howa bilen garyşdyrylýar we garyndynyň temperaturasy 850-900 °C çenli bolýar.

Bugarmanyň üstüniň ýüzüni artdyrmak we buglary kameranyň göwrümi boýunça deň paýlamak maksady bilen ýangyjy gyzgyn güýçli tüweleýledilen howada amala aşyrylýar. Bugarmanyň tizligi we hereketlendirijide garyndynyň emele gelmegi köp derejede howanyň turbulentlyliginiň derejesine bagly. Eýýäm ýanma kamera girýän ýerde birlenji howa akymynda gazlaryň wint herekedi döräp olar tüweleýleýär. Forsunkanyň ýakynynda ýanjy garyndy emele gelýän zolagynda howanyň temperaturasyny ýokarlandyrmak üçin we bugarma hem garyndy emele gelme periodlarynda ýylylyk we massa çalyşma prosesleriniň intensiwligini ýokarlandyrmak üçin forsunka barýan ugur boýunça gyzgyn gazlaryň ýörite ters akymlary döredilýär. Gazlaryň ters akymlary ýangyjyň howa bilen gowy garyşmagyna ýardam edýär, gyzdyrmagyň tizligini we garyndynyň doly ýanmagyny ýokarlandyrýar.

Howa-reaktiw hereketlendirijilerinde bugarma we garyndy emele getirme prosesleri ýanyp duran fakelde tamamlanyp bilýär, ýagny işçi garyndynyň taýýarlygy we ýanma prosesi bilelikde geçýär. Bu ýagdaýda doly bugarmak ýokary temperatura şertlerinde we akymyň turbulentlyliginde amala aşýar.

Ýangyjyň bugarmagynyň tizligi, diýmek ýanmagyň dolylygy hem, tozadylmagyň hiline bagly. Aşakdaky maglumatlardan görnüşi ýaly, ýangyjyň tozadylmagynda emele

gelýän damjalaryň umumy üstüniň meýdanynyň artmagy bilen ýangyjyň doly ýanmagy hem ýokarlanýar:

Bugarmagyň udel üst ýüzi

(ýangyjyň tozadylmagynyň

hili),  $\text{sm}^2/\text{sm}^3$

250

370

500

750

1000

Ýangyjyň doly ýanmagy, %

50

80

90

98

100

Suwuk ýangyjyň tozadylma derejesi kerosin görnüşli ýangyçlar üçin 23-25 mH/m, giň fraksiýalar görnüşli ýangyçlar üçin bolsa 20-22 mH/m deň bolan üst dartgynlyk koeffisientine deň. Garyndynyň emele gelme prosesine ýangyjyň fraksion düzümi we onuň doýgun buglarynyň basyşy täsir edýär. Ýangyç näçe ýeňil bolsa we onuň doýgun buglarynyň basyşy näçe uly bolsa ol şonça-da çalt bugaryp gowy garyndy emele getirme üpjün edilýär. Ýakma kamerasynyň ön böleginde girelgede howanyň temperaturasy  $300^{\circ}\text{C}$  ýetýär; bu temperaturada awiassion benzinleriň doýgun buglarynyň basyşy 2,5 MPa ýetýär, kerosinleriňki bolsa – baryýogy 0,5 MPa ýetýär.

Ýangyjyň doýgun buglarynyň basyşy hereketlendirijini işe girizende aýratyn wajyp ähmiýetli. Hereketlendirijini işe girizmek häsiýeti diýip ýangyjyň elektrik ýşykdan ýalynlama ukyby we hereketlendirijini durnukly iş režimine çykarmak mümkinçiligi göz önünde tutulýar. Ýangyjyň howa bilen elektrik ýşykdan ýalynlap biljek garyndyny emele getirmek ukyby ondaky ýeňil fraksiýalaryň mukdaryna bagly: olar näçe köp bolsa ýangyjyň hereketlendirijini işe girizmek häsiýeti şonça-da gowy bolýar. Ýöne hereketlendiriji ýeňil ýangyçda işlände bug dykylary emele gelip bilýär; ondan başga-da ýangyç bakyndan ýeňil ýangyjyň ýitgisi howanyň pes basyşlarynda ujypsyz.

Uçaryň uçuş beýikligi artdyrylanda ýangyjyň gaýnamagy mümkin. Bu hadysa doýgun buglaryň basyşy daşky basyşa deň bolan ýagdaýynda başlaýar. Gaýnama pes

temperaturada gaýnaýan fraksiýalar doly bugarýança we ýangyjyň doýgun buglarynyň basyşy daşky basyşdan pes bolýança dowam edýär. Beýiklikde ýangyjyň gaýnamagyna ýangyjyň başlangyň temperaturasy we doýgun buglarynyň basyşy täsir edýär. Bu ululyklaryň ýokarlanmagy bilen bolsa ýangyjyň gaýnamagyny pes beýikliklerde hem syn etmek bolar. Sesden ýokary tizlikde uçanda ýangyjyň temperaturasy 100-150°C we ondan ýokary bolýar. Mysal üçin, PT ýangyjynyň temperaturasyny 40-dan 100°C çenli ýokarlandyrylanda onuň gaýnamagy 19 km derek 9 km-de başlaýar. Ýangyjyň gaýnamagynda ýitgiler köp bolýar, bu bolsa uçup barýan wagty mümkin däl. Ýitgiler bilen göreşmegiň esasy usuly ýangyç bakynyň jebisliligini üpjün etmek we olarda howanyň tizlik naporynyň hasabyna ýa-da kompressoryň basyşynyň hasabyna köp bolmadyk artykmaç basyş döretmeli. Bu ýagdaý-da ýangyjyň gaýnap başlamagy mümkin bolan beýiklik birden ýokarlanýar.

## **6.2 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň ýalynlamasy we ýanyşy**

Howa-reaktiw hereketlendirijilerinde **ýangyjyň ýalynlamasy we ýanmasy** üznüksiz çalt süýşýän howa akymynda amala aşyrylýar. Keseki çeşmeden- elektrik yşykdan- otlama – diňe hereketlendirijini işe girizmek üçin zerur. Başga wagt ýangyç gyzgyn ýalynyň hasabyna ýa-da öz-özünden ýalynlamagyň hasabyna ýanýar. Ýalynlamagyň belli bir görnüşiniň agdyklyk etmegi berlen görnüşli ýakma kamerasynda ýangyjyň ýakma prosesiniň tutuşlygyna gurnalyşyna bagly. Ýakma prosesini gurnamak diýip ýakma kamerasynda gerekli ugurda gaz akymynyň döredilmegi, forsunkanyň ýakynynda bu akymlara zerur bolan turbulentlyligiň, basyşyň, temperaturanyň we howanyň artykmaçlyk koeffisiendiniň döredilmegi diýip düşünilmeli. Öz-özünden ýalynlamagyň hasabyna näçe köp ýangyç

ýanýan bolsa, ýangyjyň ýanmagynyň tizligi we doly ýanmagy sonça-da ýokary bolýar.

Ýalynyň üzülmesiz bolup ýangyjyň durnukly ýanmagy howa-reaktiw hereketlendirijilerinde ýangyç-howa garyndysynyň ýanyşynyň hili wajyp görkezijisi bolup durýar. Hereketlendirijide gaz akymynyň tizligi 60-100 m/s, ýakma kamerasynyň şertlerinde ýalynyň ýaýrama tizligi bolsa baryýogy 40 m/s deň. Ýakma kamerasynda ýalynyň ýaýrama tizligi gaz akymynyň tizliginden ýokary ýa-da, iň bolmanda, deň bolmaly. Beýle bolmadyk ýagdaýynda ýalyn üzülip fakel öçýär. Gaz akymynyň tizligini peseltmek üçin ýakma kamerasynda dürli gurluşly tüweleýledijiler, durnuklaşdyryjylar, akymy bölüp-birikdirijiler oturdýarlar. Bu gurnamalar akymyň tizligini peseltmekden başga-da garyndynyň turbulentligini ýokarlandyryp onuň ýanma tizligini artdyryýarlar.

Ýangyjyň ýanma zolagynda ýalynyň ýaýrama frondynyň maksimal bolmagyny üpjün edýän şertleri döredýärler. Iň uly tizlik ýangyjyň howa bilen  $\alpha=0,8-1,0$  bolan garyndysyna häsiýetli. Pürkujiniň ýangyň bugaryp ýalynlaýan ýerine howanyň ýokarda görkezilen mukdary berilýär.  $\alpha$ -nyň bu alamatlarynda ýanmagyň iň ýokary temperaturasy we fakelyň has durnukly ýanmagy gazanylýar. Ýöne,  $\alpha$ -nyň bu alamatlarynda ýangyjyň doly ýanmagyny gazanyp bolanok, şol sebäpli hereketlendirijide ilkinji howany bölmeli bolýar: bir bölegini forsunka, galanyny bolsa göni fakele ýanma zolagyna bermeli.

Uçaryň uçuş beýikliginiň üýtgemeginde howa-reaktiw hereketlendirijilerinde ýangyjyň ýanmagy üçin ýaramaz şertler döreýär. Ýokary beýiklikde howanyň temperaturasy we basyşy peselýär, howanyň dykzlygy peselip hereketlendirijä barýan howanyň massasy hem birden peselýär. Garyndynyň düzümini saklamak üçin ýangyjyň harçlanmasy peseldilýär, ýangyjyň pytradylmagynyň inçeligi we fakelyň durnuklylygy erbetleşýär. Howanyň ýa-da ýangyjyň berilşiniň birden üýtgedilmegi

garyndynyň düzüminiň çäkli alamatlaryndan çykmagyna getirýär, garyndynyň baýlaşmagynda we garyplaşmagynda bolsa ýalynyň üzülmegi mümkin.

Garyndyny baýlaşdyrylmagynda we garyplaşdyrylmagynda howanyň artykmaçlyk koeffisientiniň çäklendiriji alamatlary ýangyjyň himiki düzümine, howanyň temperaturasyna we basyşyna, pytradylmagyň inçeligine, ýakma çeşmesiniň kuwwatlygyna we birnäçe konstruktiv faktorlara bagly. Dürli nebitlerden alnan bir kysymly haryt ýangyçlary ýalynlamagyň we ýanmagyň ähli häsiýetnamalary boýunça az tapawutlanýar. Şol sebäpli haryt ýangyçlarynyň ýanma ýylylygy, hereketlengirijini işe girizmek häsiýetleri, ýalynlamasynyň çäkleri, öz-özünden ýalynlamagynyň temperaturasy, howanyň nazary taýdan zerur mukdary, ýanma önümleriniň düzümi ýaly görkezijilerini gowulandyrmak ýa-da üýtgetmek mümkinçiligi örän çäkli.

### **6.3 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň akdyrylyşy**

**Reaktiw ýangyçlary** daşalanda we uçarlar ýerüsti şertlerinde pes temperaturalarda hem ýangyç bilen doldurylanda hiç-hili kynçylyk ýüze çykmaýar. Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyjyň süýgeşikligi temperaturanyň peselmeginde bir az ýokarlanýar, ýöne bu ýangyjyň **akdyrylmagyna** zyýan bermeýär.

Ýangyjyň ýerde wagty, uçar uçup barýan wagty hem filtrlenmeginde buzuň we uglewodorodlaryň kristallarynyň çökmeginiň hasabyna, şeýle hem mehaniki garyndylar bilen aş hapalanmagynyň hasabyna akdyrylyşynyň bozulmagy mümkin.

### 6.3.1 Uglewodorod kristallarynyň emele gelişi

Howa – reaktiw hereketlendirijileri ösüp başlanda uçaryň uçuş mahaly howanyň temperaturasy örän pes bolýanlygy sebäpli reaktiw ýangyçlarynyň kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasy  $-60^{\circ}\text{C}$  – dan ýokary bolmaly diýip bellenilipdi. Bu talap degişli nebitleriň saýlanylmagynyň hasabyna ýa-da gaýnamagynyň ahyrky temperaturasynyň peseldilmeginiň hasabyna kanagatlandyrylýardy. Bu ýangyja talap ýokary bolmansoň olaryň resurslaryny giňelmek meselesi hem ýüze çykanokdy. Howa transpordynyň ösmegi, harby we raýat howa ýollarynda howa-reaktiw hereketlendirijileriň giňden ýaýramagy awiassion kerosinine bolan talabyň hem çalt ösmegine getirdi. Reaktiw ýangyçlarynyň resurslarynyň giňeldilmeginiň köp derejede ýangyjyň kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasyna baglylygy anyklandy. Dürli uçarlarda 10-12 km beýiklikde geçirilen barlaglar 2 sagat uçuşdan soň bakdaky ýangyjyň  $-20$  -  $-30^{\circ}\text{C}$  çenli peselýänligini görkezdi. Uçaryň ganatlaryndaky baklarda we turbageçirijilerde ýangyjyň temperaturasy  $-25$  -  $-30^{\circ}\text{C}$  çenli 5 sagat uçuşdan soň düşýär. Ýangyjyň uçuşda sowamagynyň tizligi ýangyç baklarynyň gurluş aýratynlyklaryna, ýangyjyň başlangyç temperaturasyna, uçuş ýolundaky klimatiki şertlere we birnäçe başga faktorlara bagly. Şeýle-de bolsa ABŞ-nyň we Beýik Britaniýanyň we başga döwletleriň harby we raýat howa ýollarynda ýangyjyň kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasy –  $40^{\circ}\text{C}$  – dan ýokary bolmadyk reaktiw ýangyjy ulanylýar.

Reaktiw ýangyçlarynyň kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasynyň ýokarlanmagy fraksion düzümiň giňeldilmeginiň hasabyna (gaýnamagynyň ahyrky temperaturasynyň ýokarlanmagy) mümkin boluşy ýaly, gaýtdan işlemekde parafin esasly nebitleriň ulanylmagynyň

mümkünlüginin hasabyna hem resurslarynyň giňeldilmegine mümkinçilik berýär.

Kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasy ýokary bolan ýangyjy ulanmak kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasyndan doňma temperaturasy çenli pes temperaturalarda uçaryň ýangyç ulgamynyň durman işlemegi mümkinçiligini göz önünde tutýar. Kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasyndan pes temperaturalarda iýmitlendiriş ulgamyň işinde näsazlygyň ýüze çykmagy diňe bir filtriň buz kristallary bilen dykylmagynyň hasabyna däl-de doňma temperaturasyna ýakyn temperaturada ýangyjyň süýgeşikliginiň birden ýokarlanmagynyň hasabyna hem mümkin. Ýangyjyň bu häsiýeti sowukakyjylyk diýip atlandyrylýar we onuň turbageçirijiden akdyrylmagyny we hereketlendirijä zerur mukdarda berilmegi mümkinçiligi bilen şertlendirilýär.

Reaktiw hereketlendirijilerinde kristalliki fazanyň çökmegi esasan  $C_8 - C_{17}$  kadaly gurluşly alkanlaryň bolmagy bilen şertlendirilýär. Kristallaşmagynyň başlangyç we doňma temperaturasy diňe bir kadaly alkanlaryň konsentrasiýasynyň jemine bagly däl-de olaryň molekulýar-konsentrasion paýlanylyşyna hem bagly. Ýokary temperaturada ereýän kadaly alkanlaryň  $C_{15} - C_{17}$  konsentrasiýasynyň artmagy bilen kristallaşmagynyň başlangyç we doňma temperaturasy ýokarlanýar. Kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasy ýokary bolan ýangyçlaryň doňma temperaturasy kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasyndan  $12-15^{\circ}\text{C}$  pes bolmaly diýip hasaplanýar.

### **6.3.2 Buz kristallarynyň emele gelişi**

Reaktiw ýangyçlarynyň pes temperaturalarda akdyrylyşy ýangyçda erän we erkin görnüşde ýa-da emmulsiýa görnüşinde saklanýan suwuň doňmagynyň hasabyna mümkin. Awiassion ýangyçlarynda buz kristallarynyň emele gelmek



mümkinçiliginiň ýokarylygy uçuşyň dowamynda howanyň temperaturasynyň we çyglylygynyň, atmosfera basyşynyň çalt üýtgeýänligi bilen baglansykly. Howanyň temperaturasynyň we çyglylygynyň, atmosfera basyşynyň peseldilmeginde suwuň ýangyçdaky ereýjiligi peselýär, onuň artykmaç mukdary bolsa inçe dispers damja görnüşinde kristall görnüşinde doňma we aşa sowamaga ukyply. Buz kristallary ýangyja daşardan hem düşüp bilýär ( gaplaryň diwarlaryndan dökülýän gyraw görnüşinde).

Iýmitlendiriji ulgamyň filtrlri buz kristallary bilen dykylp we aşa sowan suw damjalaryň filtre düşmeginde bug bilen tutulmagy mümkin, bu bolsa hereketlendirijiniň ýakma kamerasyna ýangyjyň berilşiniň doly kesilmegine getirýär.

Filtrleriň dykylmagynyň we doňmagynyň önüni almak üçin konsruktiw çäreleri we fiziki-himiki usullary ulanýarlar. Konsruktiw çäreleriň içinde ýangyjyň ýa-da filtriň gyzdyrylmagyny, filtre ýörite suwuklygyň (mysal üçin izopropil spirdiniň) ýa-da gyzgyn ýangyjyň pürkilmegini bellemek gerek.

Buz kristallary bilen göreşmegiň fiziki-himiki usuly ýangyja ýörite prisadkalaryň girizilmegine esaslanýar. Suwuň kristallaşmagyna garşy diýip atlandyrylýan bu prisadkalar hökmünde etilsellozow, tetragidrofurfuril spirdi ulanylýar.

Prisadka goşulan ýangyçda temperaturanyň peselmeginde suwuň artykmaç mukdary maýdajyk damja görnüşinde bolýar.

Suwuň kristallaşmagyna garşy prisadkalaryň ulanylmagy käbir kynçylyklar bilen baglansykly. Prisadkalar suwda ereýänligi sebäpli daşamak we saklamak proseslerinde ýangyjyň suw bilen täsirleşmegi netijesinde ýuwulyp bilýär. Şol sebäpli bular ýaly prisadkalary ulanmasyzdan ýokary ygtybarly uçuş üpjün edýän ýangyç ulgamyny döretmek wajyp mesele bolup durýär.

### 6.3.3 Bug-howa dykylarynyň emele gelişi

Uçaryň belentlikde uçmagynda hereketlendirijä ýangyjyň berilşiniň bozulmagy iýmitlendiriji ulgamynda howa düwmelikleriniň we ýangyç buglarynyň bölünmeginiň netijesinde bolup bilýär. Bug-howa dykylaryň emele gelmegi ýangyjyň berilşini peseldýär we howa ýolunda basyşy peseldýär. Bu ýagdaýda turbageçirijilerden birsydyrgyn ýangyç däl-de suwuklyk bilen buggaz düwmeleriniň garyndysy akýar. Uçyşyň beýikliginiň artmagy we atmosfera basyşynyň peselmegi bilen bug-howa fazanyň göwrümi artýar nasoslaryň işiniň basyşyň duýdansyz ýokarlanyp-peselmegi bilen şertlendirilýän kawitassion režimleri döreýär, hasoslaryň hatardan çykyşy ýokarlanýar, ýangyjyň berilşi hem deň bolmaýar.

Bud we suwuk fazalaryň göwrümleriniň çäkli rugsat berilýän gatnaşygy  $V_b : V_s$  ikiden köp bolmaly däl;  $V_b : V_s > 2$  bolanda bug dykylar emele gelýär.

Iýmitlendiriji ulgamda bug dykylarynyň emele gelmek mümkinçiligi ilkinji nobatda ulanylýan ýangyjyň doýgun buglarynyň basyşy bilen baglanşykly. Beýleki şertleriň birmeňzeş bolmagynda doýgun buglarynyň basyşy has ýokary bolan ýangyç ulanylanda kawitassiýanyň tizligi artýar. Iň ýokary kawitasiýa ýangyç gaýnap başlanda ýagny ýangyjyň doýgun buglarynyň basyşy ýangyç ulgamyndaky minimal basyşdan artyk bolan ýagdaýynda döreýär. Bular ýaly basyş ýangyç nasosyna girýän ýerde döreýär, bu ýerde bir az pes basyşlykgyň netijesinde ýangyç daşardaky atmosfera basyşyndan pes basyşda bolýar.

Bug dykylaryny emele getirmek nukdaý nazardan fraksion düzümi giň bolan T-2 görnüşli ýangyçlar has howply. Bug dykylarynyň emele gelmegi we nasoslaryň işiniň kawitasiýa režimleriniň ýüze çykmagy ýangyçda erän howanyň bölünip çykma prosesine ýardam berýär. A.F. Akseonowyň maglumatlaryna görä benzinler 20-25% (göwrüm) howany

eredýär, kerosinler bolsa 13-15% (göwrüm). Howanyň ýangyçlarda ereýjiligi daşardaky basyşyň artmagynda peselýär. Uçar galdygyça bölünip çykýan howa özi bilen ýangyç buglaryny hem alyp bakdan çykýar. Baklardaky ýangyçdan howanyň çykyşy uçaryň ýokary galmak tizliginiň ýokary bolmagynda ýetişmän bilýär, bu bolsa ýangyç ulgamynda howanyň çalt bölünip çykmagy bilen geçýär. Bug-howa düwmeleriniň emele gelmegi kawitasiýanyň döremegine getirýär.

Kislorodyň ýangyçda ereýjiligi azodyň ereýjiliginden takmynan iki esse ýokary. Şonuň üçin ýangyçdan bölünip çykýan gaz garyndysy adaty howa garanda kisloroda has baý. Ýangyç buglarynyň kislorod we azot bilen şeýle garyndyda partlama çäkleri howadakydan giň. Ýangyç ulgamynda bug-howa dykylarynyň we nasoslaryň işinde kawitasiýa režimleriniň döremeginiň howplylygy ýangyç baklarynda gaty ýokary bolmadyk artykmaç basyşy döretmekde peselýär.

#### **6.3.4 Mehaniki garyndylaryň we hapalaryň täsiri**

Howa-reaktiw hereketlendirijilerinde dizel hereketlendirijilerdäki ýaly ýangyç ýangyç ulgamynyň ähli agregatlary üçin çalgy gurşawy hökmünde ulanylýar. Ýangyç nasosynyň prezision jübütleriniň hatardan çykmagyny peseltmek we ýangyjy sazlaýjy apparaturanyň şaýlarynyň hapalanmazlygy üçin ýangyç hapalary we mehaniki garyndylary mümkin boldugyndan az saklamaly. Ony ýangyjyň nebiti gaýtadan işleýän zawoddlarda, nebit ambarlarynda, ýangyç baka guýulanda we ahyrynda uçaryň ýangyç ulgamynyň öz filtrlerinde filtrlemek bilen üpjün edilýär.

Ýangyç daşalanda, saklananda we baka guýulanda hapalanýar. Ondan başga-da uçaryň bakyna mehaniki garyndylar göni barýar, ylaýtada tomus möwsümünde günorta klimatiki zolaklarda. Uçarlaryň baklaryndaky ýangyçda garyndylaryň mukdary 25-30 g/t, bölejikleriniň ölçegleri bolsa

20-30mkm çenli bolup bilýär. Uçaryň bakyndan uçuşdan soň alnan ýangyçda baka uçuşdan öň guýulan ýangyç bilen deňände garyndylaryň mukdary 2-7 esse ýokary bolýar. Bu ýangyjyň baka guýulşynyň köplenç üsti ýapylmadyk akym bilen guýulýanlygynyň hasabyna bolýar, tozanly howanyň hasabyna bakda artykmaç basyş döreýär, uçuş wagty bakdaky ýangyç çaykanyp hapalara baýlaşýar.

Reaktiw ýangyçlarynda hapalaryň we mehaniki garyndylaryň düzümi hemişelik däl. Reaktiw ýangyçlarynda hapalaryň we mehaniki garyndylaryň düzümi üýtgäp durýar we 60-70% gaty organiki bölekden; poslamanyň we şaýlaryň ýonulmagynyň önümleri bolan Fe, Sn, Cu, Ti, Mn, Cd –den ; Si, AL, Ca, Na, Mg saklaýan toprak tozanyndan ybarat. Hapalaryň organiki bölegi (20-30%) smola maddalaryndan, ösümlikleriň galyndylaryndan we beýlekilerden ybarat; garyndylaryň bu böleginde uglerod bilen kislorod agdyklyk edýär. Hapalar suwuň köp bolmadyk mukdaryny we rezin-tehniki önümleriň, germetikleriň käbir komponentlerini öz içine alýar.

Reaktiw ýangyç uçara guýulanda hapalaryň mukdary 0,0002%-den köp bolmaly däl. Bu ýagdaýda hereketlendirijiniň işlemeginiň mümkinçiligi üpjün edilende ýangyç bilen 30 kg-dan köpräk gaty hapalar barýar. Elbetde, hapalaryň bular ýaly mukdary uçarlaryň ýangyç ulgamynyň ygtybarlylygyna we uzak möhletleýin ulanylmagyna täsir edýär. Uçarlaryň ýangyç ulgamynda ýangyjy filtrlemek üçin sarja dokmasy görnüşinde dokalan metal torlary giňden ulanylýar.

Şu wagt reaktiw ýangyçlaryny mehaniki garyndylaryndan elektrik meýdanynda inçe arassalanmagyny geçýär. Bakdaky ýangyjy azot gatlagynyň aşagynda saklanda ýangyjyň hapalanmagy ep-esli azalýar, bu proses ýangyjy "azotlama" diýip atlandyrylýar. Bular ýaly ulgam sesden ýokary tizlikli bolan reaktiw hereketlendirijilerde ulanylýar.

## 6.4 Durnuklylygy we toplandyalary emele getirmäge ýygyn etmegi

### 6.4.1 Fiziki we himiki durnuklylyk

Reaktiw hereketlendirijiler üçin **ýangyç ýokary termiki durnukly** – temperatura ýokarlarda onda süýgeşikligi we eremeýän garyndylaryň emele getirmäge garşy çydamly bolmalydyr. Ýangyçda şepbigiň (smolanyň) bolmagy onuň termiki durnuklylygyny ýaramazlaşdyrýar.

Ýangyjyň termiki durnuklylygy şeýle hem onda kükürt we azot birleşmeleriniň, doýgun däl uglewodorodlarynyň, suwuň we mehaniki prisadkalaryň we uglewodorod däl häsiýetli birleşmeleriň düzümine bagly bolýar. Termiki durnuklylyga ýangyç gyzanda eremeýän garyndylaryň sany, filtrde basyşyň üýtgäp durmagy we gyzdýryjyda ýygnanýan galyndylar boýunça baha berilýär.

Reaktiw ýangyjy hökmünde **fiziki durnuklylygy örän ýokary** bolan kerosin fraksiýasy has giňden ulanylýar. T-2 ýangyç görnüşli ýeňil fraksiýalary köp saklaýan giň fraksion düzümlü ýangyjy ulanmak bugarmagynyň hasabyna ýitýänligi sebäpli giňden ulanylmaýar. Şol sebäpli benzinler saklanylanda ýitgileri azaltmak üçin berjaý edilýän düzgünleriň ählisi giň fraksion düzümlü ýangyçlar üçin hem doly ulanylýar.

Reaktiw hereketlendirijiler üçin uçaryň ýokara galmagynda ýangyjyň ýitgisi göni ýangyç bagyndan mümkindir. Bakda köp bolmadyk artykmaç basyşy döretmek ýitgileri ep-esli azaltmagy mümkin edýär. T-1 we TC-1 ýangyçlary hiç-hili çökündi emele getirmesiz we gatlaklara bölünmesiz özara dürli gatnaşykda gowy garyşýar.

Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlary taýýarlamakdan ulanylýan nebit fraksiýalary alkenleri saklanok we bu fraksiýalaryň esasynda alynýan ýangyçlaryň iod sany örän pes ( 18 -nji tablisa).

Dürli kysymly reaktiw ýangyçlary üçin iod sanlarynyň  
alamatlary 18 –nji tablisa

Ýangyjyň kysymy	Iod sany, g I <sub>2</sub> /100 ml		Ýangyjyň kysymy	Iod sany, g I <sub>2</sub> /100 ml	
	kadasy	hakyky		kadasy	hakyky
T-1	<2,0	0,2-1,2	PT	<0,5	0,0-0,5
TC-1	<3,5	0,1-2,3	T-8	<0,5	0,1-0,2
T-2	<3,5	0,3-0,8	T-6	<1,0	0,1-0,3

Alkenleriň köp bolmazlygy ýokary **himiki durnuklylygy** esaslandyrýar. Bular ýaly ýangyç saklanylanda okislenme prosesleri örän haýal geçýär. Nebiti göni kowmakda alnan kerosiniň 5 ýylyň dowamynda hilini hiç-hili üýtgetmän saklanýanlygy, T-1 we TC-1 ýangyçlary ýeriň üstündäki gaplarda saklanylanda demigazyk zolaklarda 6-7 ýylyň dowamynda, günorta zolaklarda bolsa 4-5 ýylyň dowamynda saklanylanda turşylygy we smolalaryň mukdary ujypsyz üýtgeýänligi ýüze çykaryldy.

Kükürtli nebitlerden alnan kerosin fraksiýalarynyň kükürdiniň we merkaptanlarynyň mukdaryny azaltmak üçin gidroarassalanma degişli edýärler we netijede ýangyjyň himiki durnuklylygy peselýär, ýangyçda geçýän okislenme prosesler çaltlaşýar, okislenmäniň neýtral we turşy önümleri ýangyçda ereýär. Gidroarassalanan ýangyçlaryň himiki durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin okislenmä garşy prisadkalary ulanýarlar. Tejribede ionol (4-metil-2,6-di-tret-butilfenol) prisadkasy ýokary effektiwliligi görkezdi, ol senagatda hem giňden ulanylşy tapdy. Gidroarassalanan ýangyjyň saklanylmagynda onda okislenme önümleriniň toplanylmagy ýangyjyň ýangyç ulgamynda özüni alyp baryşyna köp täsir etmeýär, ýöne okislenen ýangyç gyzdyrylanda çalt wagtda çün okislenmegiň gaty önümleri emele gelýär, ýagny saklanylanda gidroarassalanan ýangyjyň termodurnuklylygy örän peselýär.

#### **6.4.2 Termookislenme durnuklylygy we toplandy emele getirmäge ýykgyň etmegi**

Awiasiýa tehnikasynyň ösmegi uçuş tizligini ýokarlandyrmaga gönükdirilen. Sesden ýokary tizlikde reaktiw hereketlendirijilerde – ýangyç uçuş apparadyny sowatmaga ukyply ýeketäk ýylylyk geçiriji bolup durýar.

Sesden ýokary tizlikde uçýan uçarlaryň käbiriniň hereketlendirijisiniň agregatlarynda ýangyjyň temperaturasy 200°C-dan ýokary bolýar. TC-1 we T-1 ýangyçlary dine 100-120°C temperaturasyňa çenli gyzanda gaz turbina hereketlendirijileriniň ýangyç ulgamynyň agregatlarynyň kadaly işini üpjün edýär. Has ýokary temperaturalarada bu ýangyçlar ýangyç ulgamynyň agregatlarynda we filtrlerinde köýük we çökündileri emele getirmek bilen okislenýär. Çökündileriň düzüminde kislorody, kükürdi we azody saklaýan geteroorganiki birleşmeleriň mukdary örän köp bolýar. Okislenmede emele gelýän smola maddalar ýangyç ulgamynda ýangyçdan bölünip ýangyç berýän we ýangyjy sazlaýan agregatlaryň şaýlarynda şepbeşik smola toplandyalaryny emele getirýär.

Ýangyjyň ýakma kamerasynyň tekizliklerinde gaty toplandyalary (köýügi) emele getirmäge ýykgyň etmegi wajyp ähmiýetli. Bular ýaly toplandyalar ýylylyk- geçirijiligi peseldýär. Köýügiň ýakma ulgamynyň agregatlarynda toplanmagy olaryň kadaly işini bozýar. Ýangyçda aromatik uglewodorodlaryň ýokary bolmagy, aýratyn-da naftalin düzümi, ýakma kamerasynyň howur turbalarynyň diwarlarynda we forsunkanyň pürkgüçlerinde ýangyjyň köp galmagyna getirýär. Köýügiň emele gelişi we köpelmegi ýangyjyň dykzlylygyň, hakykatdaky we potensial süýgeşikliginiň ýokarlanmagynda we kükürt birleşmeleriniň bolan ýagdaýynda has artýar. Köýügiň emele gelmegi netijesinde ýakma kamerasynda gaz akymynyň aýerodinamikasy bozulýar, ýangyjyň pürkülän akymynyň we fakeliň şekili üýtgeýär. Bu

ýagdaýda ýangyjyň ýanyş netijeliligi ýaramazlaşýar we ýygy-ýygdan howur turbajyklarynyň gyrylmagy we ýanmagy ýüze çykýar.

Ýokary temperatuda ýangyçlaryň okislenmegi ýangyç ulgamynyň agregatlaryny ýasamak üçin ulanylýan metallaryň we splawlaryň katalitiki täsiri bilen düşündirilýär, çökündileriň we smola çökündileriň emele gelmegini ylaýtada mis, latun we bürünç has çaltlaşdyrýar. Metallaryň katalitiki täsiriniň önüni almak üçin ýangyja metalyň işjeňligini peseldiji prisadkalary goşýarlar. Bu prisadkalar metal ionlaryny katalitiki täsiri bolmadyk toplum birleşmelerine baglaşdyrýarlar.

Ýangyjyň termookislenme durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň tehnologiýa usullary (arassalamagyň ýa-da beýleki prosesleriň hasabyna) bilen, ýörite prisadkalaryň girizilmegi bilen we uçýan apparatlarda okislenme prosesini bes edýän şertleri döretmek bilen amala aşyrylýar.

Haryt reaktiw ýangyçlarynyň köýük emele getirmegine täsir edýän ähli hil görkezijiler boýunça standartlaryň talaplary bu ýangyçlaryň uçarlarda hiç-hili kynçylyksyz ulanylmagyny üpjün etmeli.

### **6.4.3 Poslatma işjeňligi we metaldäl materiallar bilen laýyk gelişi**

Howa-reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyjyň **poslatma işjeňligi**. Howa reaktiw hereketlendirijileriniň ýangyç ulgamynda misi, sürmäni, nikeli we kadmiýni splawlar ulanýarlar. Ondan başga-da ýangyç ulgamynda dürli rezinden taýýarlanan tehniki serişdeler, germetikler giňden ulanylýar. Ýangyjyň bular ýaly metallar bilen galtaşmagy hem ýangyjyň öz hilihe hem materiallaryň ýagdaýyna we häsiýetlerine täsir edip bilýär. Metallaryň we splawlaryň poslamasy, ilki bilen, ýangyçda kükürtorganiki we käbir kislorod saklaýan birleşmeleriň mukdary bilen baglanyşly. Misiň splawlaryna erkin kükürt güýçli täsir edýär. Merkaptan



kükürdi ýangyç apparaturasynyň бүрүнç we kadmiýlenen şaýlarynyň poslamagyna getirýär. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen kükürtli birleşmeleriň poslatma işjeňligi birden artýar.

Bu ýagdaýlaryň ählisi kerosin fraksiýalarynyň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyrmak üçin gidroarassalamagyň zerurlygyny aňladýar. Distillýatlardan diňe merkaptanlary aýyrmagyň usullary hem bar, ýöne gidroarassalama has doly we çuň arassalamagy üpjün edýär. Gidroarassalazdan soň poslatma garşy häsiýetleri ýokarlanýar, termiki durnuklylygy gowulanýar, ýöne bular bilen bilelikde goraýjy, iýilmä garşy we käbir başga-da häsiýetleri erbetleşýär.

Gelejegi uly bolan we şu wagt has köp ulanylýan PT reaktiw ýangyjy gidroarassalamagy ulanmak bilen taýýarlanýar. Onda kükürdiň umumy mukdary 0,1 % -den hem az, merkaptan kükürdi bolsa – 0,001%-den az saklanýar, erkin kükürt bilen kükürtli wodorod bolsa ýok. Suwuk nebit ýangyçlarynda işleýän howa-reaktiw hereketlendirijilende we gaz turbinalarynda çykalga traktyň “wanadiý” poslamasy howply bolup durýar.

Howa-reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyjyň **metaldäl materiallara täsiri**. Ýmitlendiriji ulgamda ýangyň rezinden taýýarlanan tehniki önümler bilen galtaşýar, bu bolsa reziniň wajyp ulanylyş häsiýetlerini erbetleşdirip, reziniň ulanylyş möhletini gysgaldýar. Rezinler ýangyçda çişmäge ukyply, olar çalt hatardan çykyp könelyär. Ýangyçda tebigy okislenmä garşy birleşmeleriň bolmagy ýa-da okislenmä garşy prisadkalaryň gidroarassalanan ýangyja goşulmagy ýangyçdaky okislenme prosesleri bes etmek bilen bilelikde reziniň hem fiziki-mehaniki häsiýetleriniň erbetleşmeginiň önüni alýar.

Ýangyç baklarynyň jebislendirijilerine berkligine ýangyja goşulýan suwuň kristallaşmagyna garşy goşulýan prisadkalar täsir edýär. Bu prisadkalar ýangyçda erän gönüşinde saklanyp jebislendirijilere hiç-hili täsir etmeýär,

ýöne uçara duran wagty ýangyç bakynyň düýbinde toplanýan suwuň, ýangyjyň we prisadkanyň garyndysy jebislendirijilere täsir edip bilýär. Munuň öňüni almak üçin uçar duran wagty we ýangyç baky doldurulmazdan öň bakyň düýbindäki çökündini wagtly-wagtyna we doly döküp aýyrmaly.

## **6.5 Reaktiv hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň goraýyş häsiýetleri**

Ýangyjyň **goraýyş häsiýetleri**. Reaktiv ýangyçlar uçar uçan wagtynda howanyň çalt üýtgeýän temperatura, basyş we çyglylygy täsirinde bolýar. Bu faktorlaryň hemmesi ýangyçda suwuň ereýşine täsir edýär we suwuň bakda çökündi görnüşinde toplanmagyny esaslandyrýar. Otrisatel temperaturalarda toplandy suwuň kristallaşmagyna garşy goşulýan prisadkalaryň hasabyna doňmaýar. Şeýlelikde, uçaryň ýangyç ulgamynda elektrohimiýa poslamanyň geçmegine, hemişe diýen ýaly, şert bolýar we şol sebäpli reaktiv ýangyçlarynyň goraýyş häsiýeti wajyp ulanylyş ähmiýetli bolup durýar.

Reaktiv ýangyçlarynyň gorag häsiýetleri kükürdi, kislorody we azody saklaýan polýar geteroatom birleşmeleriň bolmagy bilen şetlendirilýär. Ýöne gidroarassalamada bu birleşmeler ýangyçdan aýrylyp onuň gorag häsiýetleri erbetleşýär. Gidroarassаланan ýangyçlaryň gorag häsiýetiniň gowulandyrylmagy gidroarassаланmadyk ýangyç bilen garyşdyrylmagynyň hasabyna mümkin. Arassаланmadyk ýangyjyň 30% goşulmagy garyndynyň gorag häsiýetleriniň zerur derejä ýetirilmegini üpjün edýär. Gorag häsiýeti ýörite prisadkalaryň hasabyna hem ýokarlandyryp bolýar. prisadkalar hökmünde aminler, naften we ýag kislotalar, olaryň efirleri we duzlary, ýantar we malein anhidridlerden emele gelenler, kislotalaryň we fenollaryň dürli tenhiki garyndylary barlanylyp görüldi. Naften kislotalaryndan we fenollardan alnan

prisadkalar diňe bir däl-de birnäçe ulanylyş häsiýetlerini gowulandyryp bilýär.

## **6.6 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň hatardan çykmakdan goramak häsiýeti**

Howa-reaktiw hereketlendirijileriň ýangyç berýän we ýangyjy sazlaýan apparaturasynyň köp sanly agregatlary ýangyç gurşawynda işleýär. Onda bu agregatlaryň köp şaýlary dürli tizlikde we dürli udel basyşda biri-birine garşylyklaýyn hereket edýär. Hereketleriň ygtybarlylygy we sürtülýän jübütleriň uzagyndan hyzmat etmegi çalgy gurşawyň häsiýetlerine, ýagny ýangyjyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetine bagly. Awiassion ýangyçlary üst-işjeň we himiki işjeň maddalary saklaýar. Olaryň konsentrasiýasy, düzümi we gurluşy hatardan çykmakdan goramak häsiýeti şertlendirýär. Bular ýaly birleşmeleriň bolmagy nebitiň tebigatyna, ýangyjyň alnyşynyň tehnologiýasynda we arassalanylşynyň çuňlygyna bagly. Reaktiw ýangyçlarynyň bu häsiýeti onuň temperaturasyna bagly. Şaýlaryň gyrylmagynyň ýangyjyň temperaturasyna baglylygy kislorodyň gatnaşmagynda metalyň ýangyç bilen täsirleşmeginiň üýtgemegi bilen düşündirilýär.

Reaktiw ýangyçlarynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýeti üst-işjeň häsiýetlerine eýe bolan prisadkalaryň goşulmagy bilen gowulanýar. Bular ýaly prisadkalar hökmünde köp birleşmeler barlanylýp, iň effektiw birleşme diýip senagat ýagly kislotalarynyň dürli fraksiýalary bolup durýanlygy anyklandy. 0,1% ýagly kislotany goşanda hatardan çykmakdan goramak häsiýeti gowy bolan ýangyjy alyp bolýar. Bü häsiýetleri şeýle hem fenol we aminfenol görnüşli oksilenmä garşy prisadkalar hem gowulandyrýar. PT reaktiw ýangyjynyň hatardan çykmakdan goramak häsiýetini gowulandyrmak üçin uglewodorodlarda gowy ereýän turşy häsiýetli “K” prisadkany ulanýarlar. Onuň 0,003-0,007% mukdaryny saklaýan gidroarassalanan ýangyjyň hatardan çykmakdan goramak

häsiýetini kanagatlanarly derejä ýetýär. Bular ýaly konsentrasiýada bu prisadka, suwuň gatnaşmagynda, poladyň hem бүрүнjiň poslamagyny peseldip, goraýyş häsiýetlerini hem gowulandyrýar.

## 6.7 Döwrebap ýangyçlar

**Sesden ýokary tizlige çenli bolan reaktiv hereketlendirijiler üçin ýangyçlar.** Şu topara degişli howa-reaktiw hereketlendirijiler (HRH) üçin ýangyjyň üç kysymy niýetlenendir: T-1, TC-1 we T-2.

T-1 ýangyjy (TDS 10227-86) az kükürtli nebitiň göni akdyrylýan kerosin fraksiýasyny göz önüne getirýär. Ol gaýnamanyň soňundaky  $280^{\circ}\text{C}$  ýokary temperaturada kristallasyýň başlangyjyndaky  $-60^{\circ}\text{C}$ -da aşaky temperatura häsiýetlenýär.

Başlangyç çig malyň turşylygynyň ýokarylygy sebäpli (100 mg ýangyja 40-60 mg KOH), T-1 ýangyjy almagyň tehnologik prosessinde oňy aşgar bilen arassalamak we suw bilen ýuwmak, soň suwy durlamak we taýyn ýangyjy süzgüçden geçirmek göz önüne tutulandyr. Kükürt birleşmeler mukdarynyň azlygyna we şepbeşiklik häsiýetine görä T-1 ýangyjy gowy ulanyş häsiýetine eýedir. Emma termiki durnuklylyk häsiýeti boýunça ol häzirki zaman talaplaryna laýyk gelmeýär we gündogardaky kükürtli distillýatdan alynýan reaktiv ýangyçdan pesdir.

TC-1 ýangyjy nebiti göni kowmakda alnan fraksiýasy bolup durýar. Bu nebitlerde T-1 ýangyjynyň alynýan nebitindäki pes molekulaly parafin uglewodorodlaryň köplügi sebäpli TC-1 ýangyjy has ýeňil fraksion düzümi we dykzlygynyň pesligi bilen tapawutlanýar.

Nebitden alnan göni kowmakda alnan fraksiýada merkaptan kükürdi TC-1 ýangyjy üçin rugsat berilýäninden (0,005%) köp bolsa, onda göni kowma fraksiýany degişli gidroarassalanan komponent bilen kompaundirleýärler. Taýyn

TC-1 ýangyjynda göni kowma we gidroarassalanan komponentlere 30-dan 70%-e çenli ýol berilýär. TC-1 ýangyjynda aşgarlamak we distillýatlary suw bilen ýuwmak göz önüne tutulmaýar.

TC-1 ýangyjynda T-1-e garanda kükürdiň we kükürt birleşmeleri ýokarydyr we ol 0,25%-e ýetip biler. TC-1 ýangyjynda T-1-e garanda şepbik birleşmeler we stabil däl uglewodorodlar azdyr, şonuň üçin onuň termiki durnuklylygyny köpdür. Ulanyşda T-1 we TC-1 ýangyçlary biri-birlerini çalyşýarlar.

T-2 ýangyjy (TDS 10227-86) giň fraksion düzümlü ýangyçdyr. Ýokary belentlikde uçulanda (12-14 m.) ýangyç ulgamynda aşa uçup gitmäge ukyplylygy we bug dykynlarynyň emele gelýänligi sebäpli, ondaky benzin fraksiýasyny kemeltmeli. Goýulaşan buglaryň basyşy 100 mm simap sütüninden ýokary, şepbeşikligi 1,05 s St-dan aşak bolmaly däl. T-2 ýangyjy esasan kükürtli nebitden alyp bolar. Onda umumy we merkaptan kükürdiniň düzümi TC-1-däki ýaly (0,005%) limitirlenýär. T-1, TC-1 we T-2 ýangyçlar nebiti göni kowmakdan alynýanlygy üçin olar saklanyşda durnuklydyr. Kadaly şertlerde olary ençeme ýyllap saklamak bolýar. Ýangyçlaryň häsiýetnamasy 19-nji tablisade getirilýär.

Türkmenbaşyda nebiti gaýtadan işleýän zawodlarda toplumanda şu wagtda TC-1 reaktiw ýangyjy öndürülýär. Häzirki wagtda ýangyjyň termiki durnuklylygyna, sürtülmä we antistatik häsiýetlerine, şeýle hem onuň okislenmegine garşy durnuklylygyny ýokarlandyrmaga uly üns berilýär.

Ýangyjy öndürmegiň tehnologiýasynyň kämilleşdirilmegi boýunça, geljekde T-1 we TC-1 ýangyjy çalşyp biljek, talap edilýän hili eýe boljak täze PT ýangyjynyň döredilmegine ýardam etdi. PT ýangyjy şeýle hem sesden ýokary tizlige çenli bolan reaktiw hereketlendirijiler üçin niýetlenendir we şonuň bilen birlikde uzak aralyga uçulmadyk ýagdaýynda, tizligi M-1,5-e çenli bolan sesden ýokary tizlik bilen uçýan awiasion hereketlendirijilerde hem ulanyp bilner.

PT ýangyjy alnanda göni arassalanyp alynýan distillýatlar gidroarassalama sezewar bolýar. Şunda ýangyçda umumy kükürdiň, durnukly däl uglewodorodlaryň we smola birleşmeleriň düzümi köp derejede azaldylýar, merkaptan kükürdi (poslatma has işjeň) we uglewodorod däl birleşmeler doly diýen ýaly aýrylýar, netijede ýangyjyň termiki durnuklylygy ep-esli artýar. Şol bir wagtda, ýokary kükürtli nebitleriň distillýatyny ulanmaga we reaktiw hereketlendirijileriň ýangyjynyň resurslaryny köpeltmäge mümkinçilik döreýär.

PT ýangyjynda umumy kükürdiň möçberi 0,1%-den, merkaptan kükürdi bolsa 0,001%-den köp bolmaly däl. PT ýangyjynda ýodlaryň sany we ondaky şepbigiň möçberi TC-1 ýangyjyna garanda azdyr.

Sürtülmä garşy häsiýetlerini gowulandyrmak üçin PT ýangyjyna sürtülmä garşy prisadka goşýarlar (0,002-0,004%). Antiokislitel we elektrostatik häsiýetlerini gowulandyrmak üçin tehniki talaplara görä PT ýangyjyna degişli prisadkalary goşmak bolýar. PT ýangyjyndaky prisadkalaryň düzümine ýangyjyň turşylygy boýunça gözegçilik edýärler, ol bolsa tehniki talaplara görä 0,4-0,7mg KOH/100ml-dan geçmeli däl. PT ýangyjynyň häsiýetnamasy 16-nji tablisada berilýär.

Howa-reaktiw hereketlendirijileri üçin ýangyçlaryň  
hiline edilýän talaplar 19-njy tablisa

Görkezjiler	T-1	TC-1	T-2	PT TDS 16564-71	Synagyň usullary
	TDS 10227-62				
Dykyzlyk 20 <sup>0</sup> C-da, kg/m <sup>3</sup> , kiçi bolmaly däl	800	775	775	775	TDS 390047
Frakسیون düzümi: gaýnamagyň başlangyç temperaturasy, <sup>0</sup> C-da	150-	150-	60-	130-	TDS 2177- 66

	den ýokary däl	den ýokary däl	den ýokary däl	den ýokary däl	
10%	175	165	145	175	
50%	225	195	195	225	
90%	270	230	250	270	
98%	280	250	280	280	
Süýgeşiklik, sSt 20°C-da, az bolmaly däl 40°C-da, ýokary bolmaly däl	1,5 16	1,25 8	1,05 6	1,25 16	TDS 33-66
Iň pes ýakmagyň ýylylygy, kkal/kg az bolmaly däl	1025 0	1025 0	1030 0	1030 0	TDS 21261-75 ýa-da TDS 11065-75
Tüsselemeýan alowyň beýikligi, mm, az bolmaly däl	20	25	25	25	TDS 4338- 74
Turşulylyk, kg KOH/100 ml, ýokary bolmaly däl	0,7	0,7	0,7	0,4- 0,7	TDS 5985- 59
Ýapyk tigelde öz özünden ýanma temperaturasy, ýokary bolmaly däl Kristallaşmanyň baş temperaturasy, °C, ýokary bolmaly däl	30  -60	28  -60	-  -60	28  -60	TDS 6356- 75  TDS 5066- 56
Doýgun buglaryň basyşy, mm.sm.st., ýokary bolmaly däl	-	-	100	-	TDS 1756- 52
Ýodyň bahasy, g I <sub>2</sub> /100 g, ýokary bolmaly däl	2	3,5	3,5	0,5	TDS 2070- 55 ýa-da TDS 8997- 59
Statiki ýagdaýlarynda 150°C-da termiki durnuklylygy, mg/100 ml, ýokary bolmaly däl					

4 sagat dowamynda 5 sagat dowamynda	18 -	10 -	12 -	- 6	TDS 9144-59 TDS 11802-66
Ereýän smolalar,	-	-	-	30	
Eremeýän smolalar, ýokary bolmaly däl	-	-	-	3	
150-180°C-da dinamiki usulynda termiki durnuklylygy 5 sagat dowamynda süzgüjiň differensial basyşy, kg/sm <sup>2</sup> , ýokary bolmaly däl	-	-	-	0,1	TDS 17751-72
Gyzduryjynyň üstünde sowatma, ball, ýokary bolmaly däl	-	-	-	2	
Saklanyşy Naften uglewodorodlaryň, %, ýokary bolmaly däl	-	-	-	1,0	TDS 17749-72
Aromatiki uglewodorodlaryň, %, ýokary bolmaly däl	20	22	22	18,5	TDS 6994-74
Smollaryň, mg/100ml, ýokary bolmaly däl	6	5	5	4	TDS 1567-56 ýada TDS 8489-58
Kükürdiň umумы, %, ýokary bolmaly däl	0,1	0,25	0,25	0,1	TDS 19121-73
Şol hasabynda merkaptanly, %, ýokary bolmaly däl	-	0,005	0,005	0,001	TDS 17323-71



Naften kislotalar Ereýän kislotalar we kükürtli aşgarlar Mehaniki garyndylar we suw  Küllülük , %, ýokary bolmaly däl	Düzüminde bolmaly däl				TDS 17323-71
					TDS 21103-75 TDS 6307-75 TDS 17323-71  TDS 1461-75
	0,003	0,003	0,003	0,003	
3 sagat dowamynda 100°C-da poslatma durnuklylygy	saklanýar				TDS 6321-69
Lýüminometriki hasaby, pes bolmaly däl	-	-	-	60	TDS 17750-72
Ýangyjyň we suwuň özara gatnaşygy Emulsiýa emele gelmeği Ulgamlaryň bölünmek ýagdaýy	-	-	-	Saklan- ýar Saklan- ýar	

**Sesden ýokary tizlikli reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlar.** Sesden ýokary tizlikli awiasiýa uçarlarda ýangyç üçin ýer çäklendirilen. Şonuň üçin, şeýle uçarlarda hereketlendirijiniň kuwwatyny ýokarlandyrmak we uçuş uzaklylygyny üpjün etmek üçin ýeterlik ýokary ýanyş ýylylygynda dykzlygy ýokary bolan ýangyçlary ulanylmaly bolýar. Sesden ýokary tizlikli uçuş şertlerinde ýangyç ep-esli derejede gyzyt biler. Tizlik näçe ýokary bolsa, gyzytlyk şonça-da ýokary bolýar.

T-6 ýangyjynyň hiline edilýän talaplar  
20-nji tablisa

Görkezjileri	T-6 TDS 12308-66	Synagyň usullary
20 <sup>0</sup> C-da dyklyk, kg/m <sup>3</sup> , az bolmaly däl	840	TDS 3900-47
Fraksion düzümi: gaýnamagyň başlangyç temperaturasy, <sup>0</sup> C, ýokary bolmaly däl ýokary bolmaly däl 10% 50% 90% 98%	195  220 255 290 315	TDS 2177-66
Süýgeşlik, sSt 20 <sup>0</sup> C-da ýokary bolmaly däl aşak bolmaly däl -40 <sup>0</sup> C-da, ýokary bolmaly däl	4,5 - 60	TDS 33-66
Iň pes ýakmagyň ýylylygy, kkal/kg, pes bolmaly däl	10300	TDS 21261-75
Tüsselemeýän alowyň beýikligi, mm, aşak bolmaly däl	20	TDS 4338-74
Turşylyk, mg KOH/100 ml, ýokary bolmaly däl	0,5	TDS 5985-59
Ýapyk tigelde öz özünden ýanma temperaturasy, pes bolmaly däl Kristallaşmanyň baş temperaturasy, <sup>0</sup> C, ýokary bolmaly däl	-  60	TDS 6356-75  TDS 5066-56
150 <sup>0</sup> C-da doýgun buglaryň basyşy, mm.sm.st., ýokary bolmaly däl	-	ЦИАМ usuly
Ýodyň bahasy, g I <sub>2</sub> /100 g, ýokary bolmaly däl	1	TDS 2070-55
Statiki ýagdaýlarynda 150 <sup>0</sup> C-da termiki durnuklylygy Eremeýän çökündi mg/100 ml, ýokary bolmaly däl Eremeýän smolalar Ereýän smolalar	6 ýok çäklendi- rilmeyär	TDS 11802-66
Aromatiki uglewodorodlaryň saklanyşy, %, ýokary bolmaly däl	10	TDS 6994-74

Saklanyşy Smolalar, mg /100 ml, ýokary bolmaly däl Kükürdiň umumy, %, ýokary bolmaly däl Merkaptanlar, % Kükürtli wodorody (öndürilýän ýerinde), % Suwda ereýän kislotalar we aşgarlar Mehaniki garyndylar we suw	6 0,05 ýok ýok ýok ýok	TDS 1567-56 TDS 19121-73 TDS 17323-71 TDS 17323-71 TDS 6307-75
Külliligi, %, ýokary bolmaly däl	0,003	TDS 1461-75
3 sagat dowamynda 100°C-da poslama durnuklylygy	saklanylý ar	TDS 6321-69

Mysal üçin, 2M uçaryň uçuş tizliginde ýangyjyň temperaturasy 130°C, fraksiýanyň ön ýanynda 210-230°C ýetip biler. 3M-iň uçuşynyň tizliginde temperatura 330°C çenli ýokarlanyp biler. Şeýle gyrgyzlykda adaty ýangyçlar durnukly däl, olar ygaly çalt ýygnamaga we ýokary poslatma işjeňlilige meýillidir. Aşaky termiki durnuklylygy ýangyçlarda ýokary gyrgyzlykda ygal ýangyçlanmagy netijesinde gaty ownuk bölekler ýangyç geçirijileriň inçe kesilmelerine we ýangyç-ýag radiatorynyň trubkalaryna dykylýarlar we hereketlendirijiniň işini kynlaşdyrýarlar. Mundan-da başga, gaty ownuk bölekler ýangyç agregatynyň plunžer jübütine (para) düşüp, onuň şaýlarynyň sürtülip zaýalanmagyny ýokarlandyrýar we agregat wagtyndan ön hatardan çykýar. Şonuň üçin, sesden ýokary tizlikli uçuş apparatlary üçin ýangyjyň termiki stabilligine bolan tehniki talaplar ýokary bolmalydyr.

Uçuşyň uzaklygyny, tizligini we belentligini üpjün etmek üçin ýangyç ýanyşyň ýokary göwrümlü ýylylygyna eýe bolmalydyr. Bu talaplary ýeterlik derejede ýokary dyklylygy, tutuş we göwrümlü ýanyş ýylylygy we termiki durnuklylygy bilen häsiýetlenýän naften ýangyjy kanagatlandyrýar. Şeýle ýangyçlaryň biri-de T-6 (TDS 12308-66) ýangyjydyr. Ol 195-315°C-da gaýnaýan gazoýl fraksiýasynda durýar, oňy aýry nebitleriň distillýatlarýndan, şeýle hem ýörite katalizatorlarda gaýtadan işlemek arkaly ikinji gezek alynýan käbir önümlerden

alýarlar. Şeýle usul arkaly gaýtadan işlenende onuň düzümindäki kükürt birleşmeleri, şepbikler, durnukly däl uglewodorodlar we azotly esaslar aýrylýar, netijede göni işlenip alnan ýangyçlardan birnäçe gezek artyk bolan ýangyç alynýar.

Ýakma kamerasynda ýanyk emele gelmeginiň önüni almak üçin, T-6 ýangyjynda aromatiki uglewodorodlar 10%-den geçmeli däl. Emma ikinji gaýtadan işlenen kükürt çig malyndan alynýan ýangyçda aromatiki uglewodorodlaryň 16%-den ýokary bolmazlygyna we ýanyşyň aşaky ýylylygynyň 10250 kkal/kg-dan aşak bolmazlygyna rugsat berilýär. Özünüň şepbişik häsiýetine görä T-6 temperaturanyň giň diapazonynda gowý üýtgeýär. Ýangyçda naften uglewodorodlarynyň artyk, poslatma işjeň kükürtli birleşmeleriniň we durnukly däl uglewodorodlaryň bolsa ujypsyz mukdary tizligi 3,5M-e çenli ýetýän uçur apparatlarynda ýangyjyň ýokary ulanyş häsiýetlerini üpjün edýär. T-6 ýangyjyň häsiýetnamasy 20-nji tablisada getirilýär.

## **7-NJI BAP. Gaz turbina hereketlendirijiler üçin ýangyçlar**

### **7.1 Gaz turbina hereketlendirijilerinde ýangyçlar**

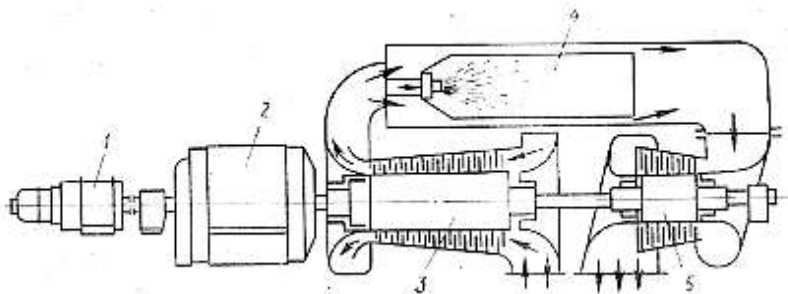
Gaz turbinalary senagatyň, energetikanyň we ulaglaryň dürli pudaklarynda giňden ulanylýar. Olary deňiz we derýa gämilerinde, demir ýol lokomatiwlerinde, gaz- we nebit gysyp geçiriji stansiýalarynda, durnukly we göçme elektrik stansiýalarynda esasy hereketlendiriji hökmünde ulanylýarlar. Gaz turbinalarynyň giňden ulanylmagy olaryň beýleki energetiki desgalar bilen (dizel we bugturbina) deňeşdirilende birnäçe artykmaçlyklara eýeligi bilen düşündirilýär.

Gaz turbinaşy kiçi ölçegli we agramly bolup bir agregatda uly kuwwatlygy almaga mümkinçilik berýär. Bu hereketlendirijileriň esasy artykmaçlygy dürli görnüşli ýangyçda: gaz, suwuk we daty (tozan görnüşindäki ýangyçlar, suw kömür emulsiýalary we ş.m.) ýangyçlarda işlemek mümkinçiligine eýeligidir. Bu hereketlendirijileriň çalt işe girizilmegi, dolandyrylmagynyň ýönekeýligi, ýokary ygtybarlylygy, köp bolmadyk mukdarda sowadyjy suwa bolan talaby we tüsse gazlarynyň zäherlilikiniň ýokary dälligi gaz turbinalarynyň halk hojalygynyň köp pudaklarynda giňden ulanylmagyna sebäp boldy.

Gaz turbinalarynyň esasy ýetmezçiligi peýdaly täsir koeffisientiniň PTK beýleki energetiki desgalarynyňkydan pesligi. Döwrebap dizelleriň PTK 40%, budy ýokary parametrli bolan kotloturbina degsalaryňky 35-38% , gaz turbinalar üçin netijeli PTK 24-27% deň bolup durýar, ýagny dizelleriňkiden we buggüýji degsalaryňkydan kiçi. Ýöne durnukly gaz turbinalarynyň tüsse gazlaryny jaýlary ýylatma we gyzgyn suw üpjünçiliginde ulanylmak mümkinçiligi olaryň effektiv PTK-ni ýokarlandyrýar.

Gaz turbina degasynyň ýönekeý çyzygysy 12-nji suratda getirilen. Bu degalaryň esasy elementleri: howany gysyp ýakma kamerasyna we turbinanyň akym edýän bölegine

bermek üçin niýetlenen kompressor 3, forsunkalaryň kömegi bilen ýangyjyň üznüksiz berilmegi bilen üpjün edilen ýakma kamerasy 4, ugrukdyryjy apparatdan we pilçeli işçi tekerden ybarat bolan gaz turbina 5. Gazyň kinetiki energiýasy turbinaň walynda mehaniki energiýa öwürülýär. Turbinaň walyndan energiýanyň bir bölegi kompressor bilen howanyň gysylymagyna harçlanýar, beýleki bir bölegi elektrik generatory, gäminiň kürekleýji perli çarhyny, gazy we nebiti akdyryp geçirmek üçin merkezden daşlaşma nasoslary, lokomotiwiň tekerlerini aýlaw etdirmäge harçlanýar.



**12-nji surat.** Gaz turbina desgasyň çyzgysy.  
1- elektrik hereketlendiriji, 2- elektrik generator, 3- howa kompressory, 4- ýakma kamerasy, 5 – gaz turbina.

Gaz turbina desgasyň ýangyç ulgamy ätiýaçlyk we harçlanma sisternalaryndan – ýangyç baklaryndan, pes we ýokary basyşly nasoslardan, ýangyç sazlaýjylaryndan, gödek we inçe arassalamagyň filtrllerinden, turbageçirijilerden we foksunkalardan ybarat. Ýangyç ulgamynyň ähli apparatlarynyň konstruksiýalary we olaryň ýerleşdirilişiniň yzygiderligi gaz turbinaň niýetlenilişine, kuwwatlylygyna, ulanylýan ýangyjyň görnüşine we birnäçe başga faktorlara bagly.

Gaz turbinalary gaz görnüşli ýangyçda hem üstünlikli işläp bilýär. Tebigy gazyň çykarylýan we gysylýp geçirilýän ýerlerinde durnukly energetiki desgalarynda gaz turbinalary

üçin ýangyç hökmünde tebigy gaz ulanylýar. Ýöne gaz turbinalary esasan nebiti gaýtadan işlemegiň dürli proseslerinde alynýan suwuk uglewodorod ýangyjynda işleýär. Bu ýagdaýda turbinary ýangyjyň iň agyr galyndy görnüşlerinde – nebiti ikilenji gaýtadan işlemek prosesleriniň önümlerinde işletmäge çalyşýarlar. Bular ýaly arzan ýangyjyň ulanylmagy, ýangyjyň harçlanmasy ýokary bolsa-da, gaz turbinasynda alynýan energiýanyň bahasyny peseltmäge mümkinçilik döredýär. Ýöne gaz turbinalarynda agyr galyndy ýangyçlaryň ulanylmagy ýangyjyň taýýarlanylşy, berilşi we ulanylşy bilen baglanşykly kynçylyklara duş gelýär. Şol sebäpli gaz turbinalar üçin ýörite ýangyç taýýarlanýar. Bu ýangyjy nebiti göni kowmagyň we ikilenji prosesleriň distillýat fraksiýalaryndan alýarlar. Bular ýaly arzan ýangyjy ulanmak ýangyç köp harçlanan ýagdaýynda hem gaz turbinasynda alnan energiýanyň bahasyny peseltmäge mümkinçilik berýär.

Ýöne gaz turbinalarynda agyr galyndy ýangyçlary ulanmak, ylaýtada ulag desgalarynda, ýangyjy taýýarlamakda, bermekde we ulanmakda birnäçe kynçylyklar bilen baglanşykly. Şol sebäpli gaz turbinalar üçin ýörite ýangyç taýýarlanýar. Ol nebiti göni kowmagyň distillýat fraksiýalaryndan we nebiti ikilenji gaýtadan işlemek önümlerinden taýýarlanýar.

## **7.2 Gaz turbina ýangyçlarynyň bugaryşy, ýalynlamasy we ýanyşy**

Gaz turbinalar üçin ýangyçlaryň **bugarmasy** hiç-hili çäklendirilmeýär, ýöne ýangyja süýgeşiklik we dykzlyk boýunça talaplar fraksiýalar boýunça düzümi hem sazlaýar. Süýgeşiklige ýangyjyň forsunkalardan tozadylmagy, tozadylan ýangyjyň fakeliniň formasy we uzaga gidişi bagly.

Süýgeşiklik gaz turbina ýangyçlarynyň we mazutlaryň hiliniň wajyp görkezijisi. Gaz turbinalarynda distillýat we galyndy ýangyçlar pytradylmazdan öňürti köplenç 50-80°C

çenli gyzdyrylýar. Bu temperaturada distillýat gaz turbina ýangyjynyň pytradylmagy doly kanagatlanarly geçýär. Galyndy ýangyjy pytratmak üçin bolsa tüweleý emele getiriji tozadyjyly forsunkalar ulanýarlar we ýangyjy pytratmazdan öňürti has ýokary temperaturalara çenli (120-140°C) gyzdyrylýar.

Gaz turbina ýangyçlarynda ýangyjyň üst dartgynlygyny ýokarlandyrýan we onuň pytradylmagynyň hilini peseldýän asfalt – smola maddalarynyň köp mukdary saklanýar. Gaz turbinalar üçin ýörite ýangyjyň dykyzlygy  $935 \text{ kg/m}^3$ .

Gowy tozadylan gaz turbina ýangyçlarynyň **ýalynlamasy we ýanmagy** gazhowa traktynyň gurluşynyň hasabyna, ýakma kamerasyna howanyň belli bir mukdarynyň berilmeginiň hasabyna durnukly geçýär. Ýakma kamerasynyň gurluşy, gaz turbinasynda ýalynlama we ýanma prosesleriniň gurnalşy ulanylýan ýangyjyň hiline bagly.

Agyr galyndy ýangyçlaryň ulanylmak üçin garyndy emele getirmegi gowulandyrmak, köýügiň emele gelişini azaltmak, tüsselemegini we koks çökündileriniň poslama işjeňliligini, ugrukdyryjy enjamyň we turbinanyň pilçeleriniň eroziýasyny peseltmek üçin ýörite çärelerini göz önünde tutmak gerek. Ýola goýulan düzgünde ýangyjyň bugarmasy, ýalynlamasy we ýanmagy birbada bolup geçýär. Fakelde temperatura ýokary, bu bolsa ýangyjyň in agyr görnüşleriniň bugarmasyny we ýalynlamasyny üpjün edýär. Ýöne ýakma kamerasynyň şertlerinde ýangyjyň agyr fraksiýalarynyň bir bölegi koksýň we gaz önümleriniň bölünip çykmagy bilen termiki dargamaga degişli bolup bilýär. Koks gazhowa traktynyň dürli böleklerinde we şaýlarynda çöküp bilýär.

Forsunkalarda we ýakma kamerasynyň diwarlarynda koksýň çökmeginden başga-da köýük hem emele gelip bilýär. Aromatiki uglewodorodlary saklaýan ýangyçlar ulanylanda emele gelýän köýügiň mukdary has köp bolýar. Toplandylaryň düzümine organiki böleginden başga-da demir, wanadiý, natriý we beýleki metallary saklaýan kül emele getirýän elementler



hem bolýar. Metallaryň oksidlerini, sulfatlaryny we sulfitlerini saklaýan köýügiň, koksýň we kül toplandylaryň emele gelmegi ýylylygy geçirmek şertlerini erbetleşdirýär, gaz akymynyň herekedine bolan garşylygy ýokarlandyrýar we gaz turbinasynyň kuwwatlylygyny peseldýär.

Gaz turbinasynyň akym böleginde toplandylara garşy göreşmek ýangyjyň hiliniň gowulandyrylmagynyň hasabyna, şeýle hem ýakma kamerasynyň, forsunkalaryň we ýakma traktynyň beýleki şaýlarynyň gurluşynyň kämilleşdirilmeginiň hasabyna amala aşyrylýar.

### **7.3 Gaz turbina ýangyçlarynyň akdyrylyşy we durnuklylygy**

Gaz turbina ýangyçlarynyň **akdyrylyşy** olaryň süýgeşiklik temperatura häsiýetleri bilen we doňma temperaturasy bilen kesgitlenýär. Ýangyjyň fraksion düzümi agyr boldugyça süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri şonça-da ýaramaz. Ýangyçlaryň fraksion düzüminden başga-da süýgeşiklik-temperatura häsiýetlerine olaryň himiki düzümi hem täsir edýär. Süýgeşiklik egrisi alkanlarda has ýapgyt, aromatiki, ylaýtada bisiklikli uglewodorodlaryňky bolsa has kert.

Gaz turbina ýangyjynyň doňma temperaturasy  $5^{\circ}\text{C}$ -dan ýokary bolmaly däl. Bular ýaly ýangyjy gyşda ulanmak diňe öňürti gyzdýrylandan soň mümkindir. Gämi gaz turbina ýangyçlary üçin doňma temperaturasy -  $5^{\circ}\text{C}$ -den ýokary bolmaly däl. Doňma temperaturasy boýunça akdyrmak mümkin bolan minimal temperaturany kesgitleýärler. Gaz turbina ýangyçlarynyň pestemperatura häsiýetlerini gowulandyrmak olaryň komponent we himiki düzüminiň saýlanylmagynyň hasabyna, şeýle hem ýörite depressor prisadkalaryň goşulmagynyň hasabyna mümkin. Soňky ýyllarda bu usul örän giňden ulanylýar.

Gaz turbina ýangyçlary daşalanda, akdyrylanda we uzak wagtlap saklanylanda **durnuklylygy** olaryň uglewodorod düzümine, olarda smolaly maddalaryň, suwuň, geteroorganiki birleşmeleriň mukdaryna deň. Ýangyç saklanylanda gaty eremeýän çökündileri we toplandylyary emele getirýän okislenmegiň smola önümleri toplanýar.

Ýokary temperaturalarda howada okislenmäge, gaz turbina ýangyçlaryna termiki kreking bilen alnan komponentleriň düzüminde düşýän, alkanlar we uglewod saklaýan goşundylar degişli bolýar. Termiki krekingiň distillýatlary pes himiki we termookislenme durnuklylyga eýe.

Filtrleri dykýan gaty çökündileriň emele gelmeginiň esasy çeşmesi smola maddalar. Olar ýangyja nebitden geçýär ýa-da durnukly däl birleşmeleriň okislenmeginde peýda bolýar. Bu smola maddalar dykyzlanma we okislenme - polimerizasiýa reaksiýalaryna gatnaşýarlar, olaryň molekulýar agramy artýar, uglewodorodlardaky ereýjiligi bolsa peselýär. Ýangyçdaky çökündiler diňe bir filtrleriň işleýşine täsir etmän, forsunkalaryň deşiklerini dykmak bilen ýangyjyň pytradylma prosesine hem täsir edýär.

Barlaglardan belli boluşy ýaly gaz turbina ýangyçlarynsa 12 aýyn dowamynda 20-25°C şetlerinde saklanylanda smolalaryň hakyky mukdary artýar, çökündi bolup çökýär. Smola maddalaryň we çökündileriň emele gelme tizligi gaz turbina ýangyçlary 135- 150 °C gyzdyrylanda has artýar. Gaz turbina ýangyçlary üçin netijeli prisadkalar entäk tapylanok.

#### **7.4 Gaz turbina ýangyçlarynyň poslatma işjeňliligi**

Gaz turbina ýangyçlarynyň poslatma işjeňliligi olarda kükürtli birleşmeleriň bolmagy bilen we külünde wanadiýniň, nariýniň konsentrasiýasy bilen baglanşykly. Kükürdiň ähli birleşmeleri SO<sub>2</sub> we SO<sub>3</sub> emele getirmek bilen ýanýar we ýokary bolmadyk temperaturalarda ýanma önümleriniň

kondensasiýasynyň netijesinde kükürtli ýa-da kükürt kislotasy emele gelýär. Bu ýagdaýda poslama prosesiniň geçişi beýleki hereketlendirijilerde poslama prosesiniň geçişine meňzeş.

Gaz turbinalary şertinde tüsse gazlaryň ýokary temperaturasynda olaryň turbinada kondensasiýasy bolmanam biler. Ýöne ýangyç- we howa gyzdyryjylarynda ýanma önümleriniň bölekleyin kondensasiýasy mümkin. Kükürtli birleşmeleriň ýanma önümleriniň ýüze çykarýan poslatmasy gaz- turbinalarynyň işi togtadylanda howply. Kükürtli birleşmeleriň poslatma täsirini aradan aýyrmak maksady bilen we ýanma önümlerinde kükürtli birleşmeleri neýtrallaşdyrmak üçin prisadkalary ulanyp bolýar. Ýakma kameralaryna ammiagyň girizilmegi, ýangyja ammoniý duzlarynyň, aşgar metallarynyň nitratlarynyň, karbonatlarynyň goşulmagy effektiw bolup durdy.

Gaz turbinalarynyň ýakma kameralarynyň diwarlarynda wanadiýni we natriýni saklaýan çökündileriň aşagynda poslatmanyň üýtgeşik görnüşi döreýär. Wanadiýa üýtgeýän walentlilik häsiýetli, onuň maksimal walentliliği kislorodly birleşmelerde 5 deň bolýar. Gaz turbinalarynyň we ýakma gurnamalaryň şerlerinde ýanma prosesi kislorodyň ep-esli artykmaçlygynda geçýär we metallaryň, natriýniň, demiriň wanadatlarynyň, wanadiý oksidiniň  $V_2O_5$  emele getirmäge ýardam berýär. Wanadiýniň bu birleşmeleriniň ereme temperaturasy  $600-900^{\circ}C$  çäklerinde bolup gaz turbinalarynyň käbir şaýlarynyň işçi temperaturasyna ýakyn. Ondan başga-da ýokary temperaturalarda wanadiýniň oksidi, natriýniň birleşmeleri bilen täsirleşip, ereme temperaturasy  $650^{\circ}C$  töwerek bolan ýeňil ereýän natriý wanadatlaryny  $NaVO_3$ ,  $Na_4V_2O_7$  emele getirýär.

Şeýlelikde wanadiý oksidi kislorody gaz fazasyndan metallara geçiriji bolup metallaryň okislenme prosesiniň çaltlaşmagyna sebäp bolýar. Wanadiý poslamasynyň netijesinde metalyň ýüzünde kislorodyň we wanadiý oksidiniň

arassa metala barmagyna mümkinçilik berýän öýjükli gatlak emele gelýär.

Wanadiý poslamasy bilen göreşmek şu ugurlarda alnyp barylýar: wanadiý poslamasyna çydamly metal splawlaryny we metalyň ýüzüne çaymalary döretmek; ýangyçdan wanadiýni we nariýni aýyrmagyň usullaryny işläp düzmek; ýangyja poslama garşy prisadkalary girizmek. Şu wagt wanadiý poslamasy bilen göreşmegiň iň effektiv usuly prisadkalary girizmek bolup durýar. Misiň, sinkiň, kadmiýniň we magniýniň sulfonatlary, kobaltnyň birleşmeleri, polipropilenglikollar iň effektiv prisadkalar bolup durýar. Bular wanadiýniň pes temperaturada ereýän birleşmelerini  $V_2O_5$  we nariýniň wanadil wanadatyny ýokary ereýän önümlere öwürýär. Mysal üçin: 0,02% magniý goşulanda poslamanyň ep-esli peselmegi ýokary temperaturada ereýän wanadat magniýniň  $Mg_3(VO_4)_2$  emele gelmegi bilen düşündirilýär. Bu birleşme bolsa poslatma täsiri güýçli bolmadyk gury däne görnüşli toplandylary emele getirýär. Sintetiki  $C_{14}-C_{20}$  ýag kislotalarynyň we okislendirilen petralatumyň magniý duzlaryny saklaýan prisadkalar giňden ulanylýar. Bular wanadiý poslatmasynyň intensiwligini 4-10 esse peseldýär.

## **7.5 Döwrebap gaz turbina ýangyçlary**

Gaz turbinalarynyň halk hojalygynda giňden ulanylmagy bu desgalarda ulanmak üçin ýörite, arzan bahaly nebit ýangyjynyň işlenip tapylmagyny talap etdi. Gaz turbina ýangyjynyň hiline edilýän esasy talap – olarda kameralaryň we gaz turbina pilçeleriniň poslamasyny ýüze çykarýan wanadiýniň, kaliýniň we nariýniň pes mukdarda bolmagy. Barlaglaryň netijesinde anyklanylyşy ýaly bular ýaly ýangyçlary gaýnamagynyň ahyrky temperaturasy  $480\text{ }^{\circ}\text{C}$  deň bolan distillýat fraksiýasynyň esasynda alyp bolýar. Bu göni kowmagyň, katalitiki krekingiň we riformingiň, kokslamanyň fraksiýalarydyr. Gaz turbina desgalary üçin hili boýunça birinji

derejeli TГ ýangyç üçin, hili boýunça ýokary derejeli TГBK ýangyç üçin, we ýörite TГП ýangyç üçin edilýän talaplar 21 - nji tablisada getirilen.

Pik elektrik edaralarynda hereketlendiriji bolup durýan gaz turbina desgalary üçin ýörite TГП ýangyjy işlenip taýýarlandy. Öňki döwür bu desgalaryň ählisinde naften esasy nebitlerden alynýan dizel ýangyçlary ulanýardy. Gaz turbina hereketlendirijili pik elektriki desgalarynyň sanynyň artmagy bilen täze ýangyjyň resurslarynyň giňeldilmek zerurlygy ýüze çykdy.

Gaz turbina desgalary üçin ýangyjyň hiline edilýän talaplar  
21 –nji tablisa

Görkezijiler	Kysym üçin kada		
	TГ	TГBK	TГП
50 °C-da şertlendirilen süýgeşiklik, °SS köp bolmaly däl	3,0	3,0	1,6
Pes ýanma ýylylygy, kj/kg, pes däl	39800	39800	39800
Külkeliligi, % köp däl	0,01	0,01	0,01
Mukdary, % köp däl			
wanadiý	0,0002	0,0004	0,0005
natriý	0,0002	-	-
natriý we kaliýniň jemi	0,0005	-	0,0005
kükürt	1,0	2,5	1,8
Kükürtli wodorodyň mukdary	ýok	ýok	ýok
Kokslanmagy, % köp däl	0,5	0,5	0,2
Suwda ereýän kislotalaryň we aşgarlaryň mukdary	ýok	ýok	ýok
Mehaniki garyndylaryň mukdary, % köp däl	0,02	0,03	0,02
Suwuň mukdary, % köp däl	0,2	0,5	0,1
Temperatura, °C			
ýalpyldama, ýapyk tigelde pes däl	65	61	65
doňma, ýokary däl	5	5	5
Iod sany, g I <sub>2</sub> /100g, köp däl	20	45	-
Dykyzlyk 20°C, kg /m <sup>3</sup> , köp däl	935	935	-

## 8-NJI BAP. Kotelnýa desgalary üçin ýangyçlar

Nebiti kowmagyň agyr suwuk galyndyşy bolan mazudyň gowy ýangyçlygy irden bäri belli. Mazut daş kömüri bilen deňeşdirilende 1,5 esse, odundan bolsa – 3 esse köp ýylylyk berýär. Ýöne, gara tüssäniň emele gelýänli, doly ýakmagy we gerekli temperaturany alyp bolmaýanlygy sebäpli mazudy ýakmagyň usulyny tapmak çylşyrymly mesele bolup durdy.

Mazudy ýakmagyň senagat usulyny ilkinji bolup görnükli rus alym – inženeri W.G. Şuhow hödürledi. Ol mazudy öwnuk tozadylan görnüşinde ýakmagy tekliپ edip ýörite forsunkany ýasady. Bu forsunkada mazut suw bugynyň kömegi bilen maýdajyk tozaňa öwrülýär. Bugyň kömegi bilen tozadylan mazut ýakma kamerasynda çalt bugaryp doly ýanýar. Bu forsunkanyň öýlanyp tapylmagy tehnikada uly ösüş bolup durdy. Ýakma giňişliginiň ýylylyk güýjenmesi örän ýokary bolan önümçilik peçlerini we bug kotýollaryny döretmäge mümkinçilik döredi.

Bugyň kömegi bilen mazudy tozatomak örän effektiv bolanlygy sebäpli bu usul eýýäm 100 ýyldan hem gowurak, şu wagta çenli hem ulanylýar. Ýöne, nebiti gaýtadan işlemekde we nebitimiýasy üçin gymmatly çig mal bolup durýan önümi bug kotýollarynda ýangyç hökmünde ýakmak, mazudy ulanmagyň pes öndürijilikli usuly bolup durýar. Şu wagtda mazutdan ýag fraksiýalaryny, agyr nebit galyndylaryny almak bilen gaýtadan işleýärler. Kotelnýa ýangyçlary hökmünde bolsa tebigy gaz has giňden ulanylýar.

Kotelnýa desgalary suwy gyzdyryp aşagyzydrylan bug almak üçin niýetlenen. Adaty bu bugy soňra bug turbinalarynda ulanýarlar. Bug- turbinalarynyň gurluşy gaz turbinalarynyň gurluşyna meňzeş. Bugturbinalarynda aşagyzydrylan bug işçi jisim bolup durýar. Nasos we forsunka ýangyň ulgamynyň esasy elementleri bolup durýar. Kotelnýa

desgasynyň niýetlenilişine baglylykda tutuş ýangyç ulgamy belli bir aýratynlyklara eýe bolýar.

Bug turbina desgalary tehnikanyň dürli ugurlarynda ulanylýar. Olary uly we kiçi deňiz, derýa gämilerinde, elektrik toguny öndüriji edaralarynda, nasos we beýleki desgalarynda ulanýarlar.

Gämi we durnukly kotelnýa desgalary, dürli gurluşly senagat peçleri üçin ýangyçlar agyr fraksiýalaryň we nebiti gaýtadan işlemegiň ähli prosesleriniň galyndylaryny garyşdyrmak arkaly alynýar. Şol sebäpli kotelnýa ýangyçlarynyň düzümi we häsiýetleri örän dürli we onuň taýýarlanýan nebiti gaýtadan işleýän zawoddaky desgalaryň görnüşleri bilen kesgitlenýär.

Ulanylyş çäkleri boýunça suwuk kotelnýa ýangyçlary deňiz we ýangyç (senagat peçleri we durnukly kotelnýa desgalary üçin) mazutlaryna bölünýär.

### **8.1 Kotelnýa ýangyçlarynyň bugarmasy, ýalynlamasy we ýanyşy**

Bug kotýollaryň ýakyjylarynda ýangyjyň bugarmagy we ýanmagy tozadylan ýangyjyň fakeline amala aşyrylýar. Ýakma kamerasyna ýangyç we howa üznüksiz berilýär. Ýangyç tozadylýar, howa bilen garyşýar we bugaryp ýanýar. Ýanmagyň tizligi bugarmagyň tizligi bilen çäklendirilýär. Ýangyjy tozatmagyň hilini gowulandyrmak we bugarmagy çaltlaşdyrmak üçin ýangyjy pürkmezden öňürti 65-100°C çenli gyzdyrýarlar.

Mazudyň ýanma ýylylygy uly ähmiýetli. Gäminiň ýüzmeginiň uzaklygy we dowamlylygy hem mazudyň şu häsiýetine bagly. Kotelnýa ýangyçlarynyň ýanma ýylylygy süýgeşik kreking-galyndylarynyň ýanma ýylylygyndan 2,0-3,5% ýokary. Onda-da ýanmagyň agram ýylylygy däl-de göwrüm ýylylygy wajyp, sebäbi, gämide ýangyç

sisternalarynyň göwrümi berk çäklendirilen. 22 –nji tablisada mazutlaryň düzümi we in pes ýanma ýylylygy getirilen.

## 8.2 Ýangyçlaryň akdyrylyşy

Kotelnýa ýangyçlarynyň akdyrylyşy süýgeşikligine we doňma temperaturasyna bagly. Mazut näçe agyr boldugyça we smola maddalary köp boldugyça süýgeşik bolýar. Göni kowmagyň mazutlary 0°C ýapgyt süýgeşiklik- temperatura häsiýetlerine eýe. Doňma temperaturalary pes bolup olar 0°C temperatura töwereginde ýenil daşalýar we akdyrylýar. Temperaturanyň peselmeginde krekig-mazutlaryň süýgeşikligi has çalt ýokarlanýar. Parafinli nebitlerden alnan mazutlara örän kert süýgeşiklik-temperatura baglanşygy häsiýetli. 10 °C çenli sowadylanda kükürtli mazutlaryň süýgeşikligi kükürtsiz mazutlaryňka garanda ep-esli ýoklary bolýar.

Mazutlaryň düzümi we ýanma ýylylygy.

22 –nji tablisa

Görkezililer	Mazut		
	gämi	ýangyç az kükürtli	ýangyç köp kükürtli
Mukdary, %			
uglerod	82,42	85,3	83,4
wodorod	11,47,10,2	10,0	
kükürt	0,8	0,5	2,9
kislorod	0,7	0,7	0,4
azot	0,21	0,7	0,4
kül	0,15	0,3	0,3
suw	2,0	3,0	3,0
Ýanmagyň in pes ýylylygy, kJ/kg	40433,5	39008,9	38422,3

Mazutlaryň süýgeşikligi olardaky suwlylygyň derejesine hem bagly: suw näçe köp bolsa, şonça-da süýgeşiklik köp ýokarlanýar. Mazutda suw köp mukdarda bolup bilýär. Gyşda mazudy bug bilen gyzdyrýarlar we kondensadyň bary



ýangyçda galýar. Eger-de ýangyç bakynda suw mazudyň tutuş göwrümi boýunça deň paýlanylan bolsa onda ol uly howp bolup durmaýar. Ýöne suw mazutda gatlak-gatlak ýerleşen bolsa onda ýakyja esasan suw berlen wagty ýalynyň üzülmeği mümkin.

Kotelnýa ýangyjyna suwuň düşmeginde örän durnukly emmulsiýa emele gelýär. Asfaltenler, naften kislotalarynyň sabynlary we käbir smolalar bular ýaly emulsiýalaryň durnuklaşdyryjylary bolup durýar. Emulsiýalary dargadyp suwy bölüp almak üçin kotelnýa ýangyjyny 40-140°C çenli gyzdyryp uzak wagtlap çökdürýärler. Ýangyçda suw emmulsiýalaryny dargatmagyň iň effektiw usuly deemulgatorlar diýip atlandyrylýan ýörite prisadkalary ulanmak bolup durýar. Kotelnýa ýangyçlary üçin deemulgatorlar hökmünde organiki ýagly kislotalary, sulfokislotalaryň natriý duzlaryny, oksietilirlenen fenollary ulanyp bolýar.

Kotelnýa ýangyçlarynyň doňma temperaturasy hemişelik ululyk däl. Ol temperatura, saklanyşynyň uzaklygyna, sowatmagyň tizligine, suwuň mukdaryna we birnäçe beýleki faktorlara baglylykda ep-esli uýtgetmelere degişli bolýar. Ylaýtada, göni kowmagyň we ikilenji komponentleriň garyşdyrylmagynyň hasabyna alynýan ýangyjyň, doňma temperaturasy durnuksyz bolýar. Ýangyjy öndürip ugradyjynyň we sarp edijiniň doňma temperatura boýunça alnan maglumatlary 5-10°C we ondan hem köpräk gabat gelmän bilýär. Mazutlaryň doňma temperaturasyny, ýag distillýatlaryny fenol bilen arassalamagyň ekstraktyndan 2-4% girizmek arkaly ýa-da katalitiki krekingiň we kokslamagyň ýeňil gazoýlini goşmak bilen, durnuklaşdyryp we peseldip bolýar. Depressor prisadkalar mazutlaryň doňma temperaturasyny örän effektiw peseldýär, etilenyň winilasetat bilen sopolimery 0,05-0,20% konsentrasiýada girizilende mazutlaryň doňma temperaturasyny 20-25°C çenli peseldýär.

Bu prisadkalar mazudyň süýgeşikligini  $+10-0^{\circ}\text{C}$  aralygynda peseldýär.

Mazutlaryň ýakyja berilşiniň ygtybarlylygy ýangyçda mehaniki garyndylaryň we kül elementleriniň mukdaryna deň. Bugyň hasabyna güýç alýan desgalaryň ýangyç ulgamynda nasoslaryň we forsunkalaryň mehaniki we eroziýa arkaly iýilmeginiň önüni alýan ýörite filtrlere oturdýarlar.

### **8.3 Kotelnýa ýangyçlarynyň durnuklylygy, çökündi emele getirşi, poslama işjeňligi**

Ýangyjyň durnuklylygy we **çökündileri emele getirme ýygynlygy** düzümine, ýagnygaryşdyrmak üçin alnan komponentleriň hiline we mukdaryna bagly. Termiki prosesleriň önümlerinde howada çalt okislenmek bilen smola toplandylaryny şepbeşik çökündileri emele getirýän alkenler köp bolýar. Bular ýaly toplandylaryň düzümine mehaniki garyndylar, suw, ýag girýär. Çökündiler, toplandylar tubrageçirijileri egri-bügri gyzdyryjylaryň turbajyklaryny, nasoslary, filtrlere we forsunkalary hapalaýar. Ýangyçda smola maddalary näçe köp bolsa şonça-da ýangyç ulgamynda çökündiler we toplandylar köp bolýar.

Kotelnýa ýangyçlary smolalary, asfaltenerleri, karbenleri we karboidleri saklaýar. Ýangyjyň hilini asfaltenerler has köp erbetleşdirýär. Kotelnýa ýangyçlarynda smola maddalaryň umumy mukdary ýangyjyň kokslanmagy bilen has takyk häsiýetlendirilýär.

Agyr galyndy ýangyçlarda çökündileriň çökmegi dürli emele gelen mazutlaryň ýa-da agyr ýangyjy ýeňil önümler bilen garyşdyrmakda mümkin. Bu hadysa ýokary molekulýar smola maddalaryň dürli gurluşly uglewodorodlarda dürli ereýjiligi bilen baglanşykly. Garyşdyrylanda çökündileriň çökmegi asfaltener ýaly molekuladan ýokary gurlyşlaryň solwat gabyklarynyň galyňlygynyň üýtgemegi bilen şertlendirilýär.

Ýangyçlarda smola maddalarynyň bolmagy ýakyjylarda köýügiň emele getirmäge getirýär. Köýükler hem külke çökündiler ýaly ýakyjylarda ýanma prosesini, diwarlardan suwa ýylylygyň geçişini bozýar, kotýolyň diwarlarynyň we turbajyklaryň metalyň termiki güýjenmesini artdyrýar. Buggyň hasabyna güýç alýan desgalarda ýangyçlardaky dürli metallaryň organiki we mineral kislotalarynyň duzlary, mehaniki garyndylar külke toplandylarynyň emele gelme çüşmesi bolup durýar. Ýangyjyň külke emele getirijiligi näçe ýokary bolsa, şonça-da kotelnýa desgalarynyň işinde bozulmalar köp duş gelýär. Külke toplandylar kotelnýa desgalarynyň peýdaly täsir koeffisientini peseldýär. Deňiz mazutlarynyň külkeliligi 0,1%-den, ýangyç mazutlarynyňky bolsa – 0,15-0,20%-den ýokary bolmaly däl.

Mazutlaryň **poslatma işjeňligi** esasan wanadiýniň we kükürdiň mukdary bilen kesgitlenýär. Kükürdiň mukdary deňiz mazutlarynda 2,0% çenli, ýangyç mazutlarynda bolsa – 3,5 % çenli bolmagy rugsat berilýär. Kükürdiň ýanma önümleriniň poslatma täsiri ýanma önümleriniň kondensasiýasy mümkin bolan iň sowuk ýerlerde ýüze çykýar.

Ýakyjynyň we kotýolyň temperaturasy ýokary bolan şaýlarynyň tekizlikleri wanadiý poslatmasyna sezewar bolýar. Kotelnýa ýangyçlarynda wanadiýniň mukdary kadalanmaýar, ýöne 0,003 – 0,020% çäklerinde bolup biler.

#### 8.4 Ýangyçlaryň görnüşleri

Suwuk kotelnýa ýangyçlary nebiti, kömüri we slanesleri gaýtadan işlemediň agyr galyndylaryndan alynýar. Nebitden alynýan kotelnýa ýangyçlary has giňden ulanylýar. Gämileriň bugturbina desgalarynda F-12 we F-5 deňiz mazutlaryny ulanýarlar F-5 kysymly mazudy kükürtli nebitleri göni kowmagyň mazutlaryny, gudrony we ýarymgudrony göni kowmagyň we ikilenji prosesleriň distillýat fraksiýalary bilen

garyşdyrmak arkaly alýarlar. F-12 mazut az kükürtli nebitleri gaýtadan işlemegin önümi bolup durýar.

### Mazutlaryň hiline edilýän talaplar

23-njy tablisa

Görkezijiler	Kysymlar üçin kadalar			
	F-5	F-12	40	100
50 °C-da süýgeşiklik, köp bolmaly däl şertlendirilen, °SS	5,0 *	12,0 *	8,0 * *	16,0 * *
oňa gabat gelýän kinematiki süýgeşiklik, mm <sup>2</sup> /s	36,2	-	59 * *	118 * *
0 °C-da dinamiki süýgeşiklik, Pa · sek köp bolmaly däl	0,1 · 27	-	-	-
Küllüligi, % köp däl	0,05	0,10	0,12	0,14
Mukdary, % köp däl				
mehaniki garyndylar	0,10	0,12	0,8	1,5
suw	0,3	0,3	1,5	1,5
kükürt	2,0	0,6	3,5	3,5
Kokslanmagy, % köp däl	6,0	6,0	-	-
Dykyzlyk 20°C, kg /m <sup>3</sup> , köp däl	955	960	965	1015
Ýalpyldama temperaturasy, °C, pes däl				
ýapyk tigelde	80	90	-	-
açyk tigelde	-	-	90	110
Doňma temperaturasy, °C, ýokary däl	-5	-8	10	25
Parafini köp nebitden alnan mazut üçin	-	-	25	42
Pes ýanma ýylylygy gury ýangyja hasaplanyp geçirilen , kj/kg, pes däl	41454	40740	-	40530
az kükürtli we kükürtli mazut üçin	-	-	39900	-
kükürdi köp mazut üçin				

\*- 50 °C-da, \*\*- 80 °C-da.

F-5 we F-12 mazutlary biri-birinden süýgeşikligi we kükürdiniň mukdary bilen tapawutlanýar. F-5 mazutda kükürdiň mukdary 2% çenli bolmagy, F-12 mazutda bolsa 0,6%-den köp bolmazlygy rugsat berilýär. Deňiz mazutlarynyň doňma temperaturasy ýangyç mazutlarynyňka garanda has pes bolýar. Deňiz mazutlarynyň ýanmagyny gowulandyrmak üçin olara 0,2% mukdarynda köýük emele getirmegine garşy we poslatma garşy prisadkalary goşýarlar.

Has giňden we köp mukdarda ulanylýan ýangyç mazudy 40 we 100 kysymlaryň mazutlary bolup durýar. Olaryň ähli kotelnýa we gyzdyryjy desgalar üçin niýetlenen we olary az kükürtli – kükürdiň mukdary 0,5-den 1,0% çenli, kükürtli – 1,0% den 2,0% çenli we köp kükürtli – 3,5% çenli edip öndürýärler. Dürli kysymly mazutlaryň hiline edilýän talaplar 23 -njy tablisada getirilen.

Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda ýangyç mazudy hem öndürilýär, onuň hil görkezijileri aşakda getirilen:

## AZ KÜKÜRTLI ÝANGYÇ MAZUDY TŞ-05766698-31-2003

24-nji tablisa

T/b	Görkezijileriň atlary	Kadalary
1	Süýgeşikligi 100 °S, artyk däl Şertli, ŞS gradusy ýa-da kinematiki, sST	10 71
2	Küllülük, artyk däl	0,07
3	Mehaniki garyndylar, artyk däl	1,0
4	Suwuň mukdary, artyk däl	1,0
5	Suwda ereýän kislotalaryň we aşgarlaryň mukdary	Ýok
6	Kükürdiň massa paýy, % artyk däl	0,5
7	Açyk tigelde kesgitlenýän tutaşma temperatura, °C, pes däl	100

8	Doňma temperaturasy, $^{\circ}\text{C}$ , ýokary parafinli bolan mazut üçin	42
9	Gurak ýangyja geçireniňde (pes) ýanma ýylylygy, $\text{kD}\check{\text{z}}/\text{kg}$ ( $\text{kcal}/\text{kg}$ )	40530
10	Dykyzlygy $20^{\circ}\text{C}$ -da, $\text{kg}/\text{m}^3$	Çäklendirilmeyär, kesgitlemek hökmany

## II-nji bölüm. Çalgý ýaglaryň himmotologiýasy

### **9-NJY BAP. Çalgý ýaglaryň himmotologiýasynyň umumy meseleleri**

#### **9.1 Çalgý ýaglaryň toparlara bölünilşi**

Islendik çalgý ýagy ýag esasy bolup durýan esaslyk ýagdan we oňa girizilýän dürli funksional niýetli prisadkalardan durýar. Çalgý ýaglary toparlary bölmegiň iki ýoly tapawutlandyrylýar:

- a) emele gelişi boýunça - ýag esasyň alynýan usuly boýunça;
- b) niýetlenilşi boýunça – önümiň ulanylyş usuly boýunça. Emele gelişi boýunça ähli çalgý ýaglar nebit ýa-da mineral, sintetiki ýa-da öz düzüminde dürli gatnaşykda nebit we sintetiki düzüjileri saklaýan garyşdyrylanlara bölünýär. Nebitden bölünip alynýlýşynyň usulyna baglylykda mineral çalgý ýaglary aşakkylara bölýärler:
  - a) **distillýat**, nebit kowulanda degişli fraksiýalardan alynan ýaglar;
  - b) **galyndy**, ýeňil we süýgeşikligi pes fraksiýalar alynandan soň nebitiň konsentirlenen önümlerinden alynan ýaglar;
  - ç) **garyşdyrylan**, distillýat we galyndy ýaglaryň garyndysy.

Şu wagtky çalgý ýaglaryň köpüsi mineral ýaglaryň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyryýan degişli prisadkalar we käbir halatlarda sintetiki ýaglar bilen garyndysyndan durýar. Tehnikanyň ösmegi tizlikleriň ýokarlanmagy, ýokary agramlar, işçi temperaturalaryň ýokarlanmagy we prosesleriň awtomatlaşdyrylmagy bilen häsiýetlendirilýär. Mehanizmleri bu şertlerde ulanmagyň ygtybarlygyny, effektiwligini we uzak wagt hyzmat etmegini üpjün etmek üçin çalgý materiallaryň

işiň her bir kesgitli şertlerinde her bir aýry mehanizm üçin saýlap almak mümkinçiligini döredýän giň assortimenti zerur.

Niýetleniş boýunça mineral çalgý ýaglary motor, industrial, transmission, energetiki, dürli niýetler üçin ulanylýan ýaglara bölünýär. Motor ýaglar diýip içinden ýanýanporşenli hereketlendirijileri (karbýurator, dizel, porşenli awiasion) çalgylamak üçin niýetlenen. Ýaglaryň bu toparyny porşenli hereketlendirijiler üçin ýaglar diýip hem atlandyryp bolýar. Gaz turbina ýaglaryna daşyndan ýanýanhereketlendirijileri (Gaz turbina desgalaryny) çalgylamak üçin niýetlenen ýaglar degişli. Ýaglaryň bu toparyny Gaz turbina hereketlendirijiler üçin ýaglar diýip hem atlandyryp bolýar. Silindriki, konus şekilli, spiral-konus we gipoid geçirmeleri, dişli reduktorlary, şeýle hem käbir sürtülýän birikdirmeleri çalgylamak üçin niýetlenen ýaglar transmissiýa ýaglary diýip atlandyrylýar. Transmissiýa ýaglary öz gezeginde mehaniki, gidromehaniki we gidrostatiki geçirmeler üçin ýaglara bölünýär. Transmissiýa ýaglarynyň toparyna reduktor we ok ýaglary hem degişli. Industrial ýaglaryň toparyna dürli senagat enjamlarynyň maşynlaryny we mehanizmlerini, mysal üçin, stanoklary çalgylamak üçin niýetlenen ýaglar degişli. Prokat stanlar üçin ýaglar we abzal ýaglary hem şu topara degişli. Dürli niýetlenilişli ýaglara kompressor, silindriki, sowadyjy we turbina ýaglary degişli. Olary degişlilikde kompressorlary, bug we sowadyjy desgalary çalgylamak üçin ulanýarlar.

Soňky döwür ykdysady we tehnik nukdaý nazardan tehnikada ýaglaryň unifikasiýasy amala aşyrylýar. Bu ýagyň ulanylýan görnüşlerini azaltmakdan we olaryň ulanylyş çäklerini giňeltmekden ybarat bolup durýar, has giň manyda unifikasiýa kesgitli şertlerde niýetleniş dürli bolan ýaglaryň arasyndaky araçägiň ýitmegini aňladýar.

Ulanylýan çäklerine garamazdan çalgý ýaglar indiki esasy funksiýalary ýerine ýetirýär:



- a) ýakyn ýerleşdirilen şaýlaryň arasynda döreýän sürtülmäni peseldýär;
- b) olaryň iýilmesiniň önüni alýar we hatardan çykmasyny azaldýar;
- c) sürtülýän şaýlaryň arasyndaky gyzgyny aýyrýar;
- d) sürtülýän tekizlikleri we beýleki izolirlenmedik şaýlary daşky gurşawyň poslatma täsirinden goraýar.

## 9.2 Ýaglaryň ulanylyş häsiýetlerine talaplar

Ýerine ýetirýän funksiýalaryny hasaba almak bilen **ýaglara edilýän talap** onuň niýetlenilişi, berlen çalgý materialyň niýetlenen mehanizminiň ýa-da maşynynyň iş şerti we ulanylyşynyň aýratynlyklary bilen kesgitlenýär. Çalgý ýaglara edilýän umumy talaplary şu görnüşde kesgitläp bolýar. Ýaglar eýe bolmaly:

- daşky gurşawyň pes temperaturalarynda maşynlaryň we mehanizmleriň işe girizilmegini aňsatlaşdyrmak üçin, sürtülýän şaýlaryň iýilmegini azaltmak üçin we maşynyň ýa-da mehanizmiň sürtülmäge kuwwatlygynyň ýitgisini azaltmak üçin amatly süýgeşiklik-temperatura häsiýetlerine;
- obýektiň dürli iş režimlerinde ygtybarly çalgyny üpjün etmek üçin gowy çalgý häsiýetlerine;
- ýagyň iş prosesinde himiki düzüminiň ep-esli üýtgemeginiň önüni alýan ýeterlikli okislenmä garşy durnuklylyga;
- çalgý ulgamynda gyzgyn metal tekizliklerinde toplandylary emele getirmäge ýykgyt etmegini peseltmek maksady bilen gowy ýuwujy häsiýetlere;
- ýagyň işçi temperaturalarynda konstruksiýa materiallaryna, ylaýtada reňkli metallara gatnaşyklykda ýokary poslatma garşy häsiýetlere;

- metallaryň, ilki bilen hem maşynyň ýa-da mehanizmiň işlemän duran wagty, atmosfera poslamasynyň önüni almak üçin kanagatlandyryjy gorag häsiýetlerine.

Bulardan başga-da çalgy ýaglar şu häsiýetlerde eýe bolmaly: pes bugarjylyk, pes köpürjik we emullsiýa emele getiriji ukyply, jebislendiriji materiallara ters täsir etmeli däl, ýokary zäherlilik bilen tapawutlanmaly däl we biozaýalanmalara degişli bolmaly däl, şeýle hem daşky gursawyň hapalanmagyna getirmeli däl, saklananda öz häsiýetlerini üýtgetmeli däl, aňsat daşalmaly we akdýrylmaly.

Sanalynan häsiýetlerden çalgy, poslatma garşy, okislenmä garşy häsiýetler ähli toparlaryň ýaglary üçin umumy bolup durýar. Şol bir wagtda beýleki häsiýetler, mysal üçin, ýuwujy häsiýet, kesgitli niýetli çalgy ýaglar üçin häsiýetli. Birnäçe häsiýetler diňe ulanylşygyň degişli şertlerinde esasy häsiýet bolup durýar. Şeýlelikde biodurnuklylyk ýaglary tropiki klimatyň çygly atmosferasynda ulanmakda iň wajyp häsiýetnama bolup durýar.

### **9.3 Çalgy ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri**

Çalgy ýaglaryň esasy ulanylyş häsiýetleriniň derejesi köp derejede ýagyň ulanylyş çäklerini hem kesgitleýär. Çalgy ýaglaryň ulanylma çäklerini kesgitleýän ulanylyş häsiýetlerine seredeliň. Çalgy ýaglaryň wajyp ulanylyş häsiýetlerine çalgylaýjy, süýgeşiklik, poslatma garşy, okislenmä garşy, ýuwujy we goraýjy häsiýetleri degişli.

#### **9.3.1 Çalgylaýjy häsiýetleri**

Gaty jisimler galtaşanda sürtülme prosesi hökmany suratda ýüze çykýar. Işiň şertine we häsiýetine baglylykda galtalşan tekizlikleriň aralygynda hereket sürtülmesi ýa-da hereketsizligiň sürtülmesi peýda bolýar. Bir jisimiň beýleki bir jisimiň üstinde süýşmeginde herekede garşylyk görkezýän

sürtülme güýji ýüze çykýar. Herekediň sürtülmesi we statiki sürtülmäni tapawutlandyýarlar. Jisimi ýerinden süýşürmek üçin ýeňip geçmeli garşylanma **statiki sürtülme** diýip, jisim süýşende sürtülýän üst gatlaklarda döreyän sürtülme bolsa - **herekediň sürtülmesi** diýip atlandyrylýar.

Statiki sürtülme herekediň sürtülmesinden uly, ýagny jisimi herekede girizmek üçin zerur bolan güýç bu jisimi hereketde saklamak üçin zerur bolýan güýçden uly. Herekediň sürtülmesi bolsa öz gezeginde **typma sürtülmesine** we **çaýkanma sürtülmesine** bölünýär. Bir jisimiň beýleki jisimde süýşmeginde we olaryň üst gatlaklarynyň galtaşma meýdanlary kesgitli bolanda sürtülýän üst gatlaklarda döreyän garşylanmany **typma sürtülme** diýip atlandyryýarlar. Silindriki ýa-da togalak görnüşli jisim beýleki bir jisimiň üstünde togalananda döreyän garşylanmany **çaýkanma sürtülmesi** diýip atlandyryýarlar. Çaýkanma sürtülmesi typma sürtülmesinden takmynan 10-100 esse kiçi.

Typma sürtülmesi dört görnüşe bölünýär: gury, suwuk, ýarym suwuk we aralyk.

Hiç zat çalynmadyk sürtülýän tekizliklerin arasynda döreyän sürtülmä - **gury sürtülme** diýilýär. Ol sürtülýän üst gatlaklara düşýän agrama, olaryň tekizsizliginiň derejesine, sürtülýän jisimleriniň materialyna, galtaşma meýdanyna we typma tizligine bagly.

Jisimleriniň sürtülýän üst gatlaklarynda ýerleşýän suwuklyklaryň gatlaklarynyň arasynda döreyän sürtülmä **suwuk sürtülme** diýýärler. Sürtülýän tekizlikleriniň aralygyndaky boşlugy doldurýan çalgý ýag şol boşlukda saklanmaly. Onuň üçin ýag gaty jisimleri ezmeli, ýagny gaty jisimiň üst gatlagynyň bölejikleriniň we ýagyň arasyndaky ilişme güýji ýagyň bölejikleriniň aralygyndaky ilişme güýçden uly bolmaly. Sürtülýän tekizlikler typanda ýag gatlagynda daşky agramy deňagramlykda saklaýan içki basyş döremeli we saklanmaly. Ýagyň süýgeşikligi oňa laýyk gelmeli. Çalgý ýag sürtülýän tekizlikleri doly bölmeli. Typýan tekizlikleriniň

aralygyndaky ýag gatlagy minimal çäginde kiçi bolmadyk galyňlykda bolmaly. Ol typýan jisimleriň tekizlikleriniň işlenme derejesine we ýagyň hiline bagly.

Iş režimine we şertlerine baglylykda hatardan çykmagyň birnäçe görnüşini tapawutlandyryýarlar: mehaniki, poslama-mehaniki, abraziw we ýadawlylyk. Mehaniki täsiriň netijesinde hatardan çykma **mehaniki hatardan çykma** diýip atlandyrylýar. **Poslama-mehaniki hatardan çykma** mehaniki täsirleşmede bolup geçýän, sürtülýän materiallar jübüdi bilen çalgı gurşawyň arasynda ýüze çykýan himiki ýa-da elektrohimiýa täsirleşmede peýda bolýar. **Abraziw hatardan çykma** gaty bölejikleriň sürtülýän jübüdiniň materialyna kesmek ýa-da sypjyrtmak täsir edilenliginde ýüze çykýar. **Ýadawlylyk hatardan çykma** urgy agramlar we sürtülýän jisimleriň deformasiýasy peýda bolanda emele gelýär.

Çalgı häsiýetini ýaglaryň sürtülme prosesine we maşynlardaky we mehanizmlerdäki täsirleşýän tekizlikleriniň hatardan çykmagyna we sürtülme prosesine täsir edýän birnäçe häsiýetlerini jemleýän has umumy düşünjelere degişli edýärler. Ýagyň çalgı häsiýetini jemleýän bu häsiýetleriň esasyalaryna hatardan çykma garşy, iýilmä garşy, antifraksion häsiýetler bolup durýar.

Prisadkasyz, ýagny esasylyk ýaglar, köplenç sürtülmäniň peselmegini we sürtülmäniň döwrebap düwünleriniň hatardan çykmagyň peseldilmegini üpjün edýär. Olaryň çalgıç ukyby ýeterlikli däl. Şu wagtky çalgı ýaglaryň çalgı häsiýetlerini ýokarlandyrmak olaryň düzümine hatardan çykma garşy, iýilmä garşy, antifraksion prisadkalary girizmek bilen üpjün edilýär.

Antifraksion, hatardan çykma garşy, iýilmä garşy prisadkalar sürtülýän tekizlikleriň sürtülmesini, iýilmesini we gyrylmasy azaltmak üçin niýetlenen. Olaryň täsiri iki faktor bilen şertlendirilýär: prisadkalaryň metalda adsorbsiýasy bilen we prisadkanyň molekularynyň sürtülme jübütleriniň

materialyna gatnaşyklykdaky himiki işjeňligi bilen. Prisadkanyň täsiriniň effektiwliligi onuň himiki düzümi we gurluşy bilen, şeýle hem sürtülme şertleri bilen kesgitlenýär.

Antifraksion prisadkalaryň täsiri esasan olaryň metalda adsorbsiýasy bilen, iýilmä garşy prisadkalaryňky bolsa – sürtülme tekizliginde himiki modifisirlenen gatlaklaryň emele gelmek mümkinçiligi bilen baglanşykly. Bu ukyp esasan ýokary udel agramlarda sürtülme zolagynda ýylylygyň ep-esli generirleme pursadynda ýüze çykýar.

Hil taýdan modifisirlenen gatlaklaryň häsiýeti ulanylýan prisadlaryň himiki düzümine bagly. Mysal üçin, hlorsaklaýan prisadkalar ulanylanda metalyň ýüzünde hlوريدleriň, kükürtsaklaýan prisadkalarda – sulfidleriň, fosforsaklaýanlarda bolsa – fosfidleriň emele gelmegi peýda bolýar. Şonuň bilen birlikde perdeleriň himiki düzümi ep-esli derejede atmosfera we sürtülmäniň şertlerine, hususan-da agrama we temperatura bagly. Şeýlelikde, pes agramlarda prisadkanyň tebigadyna bagly bolman metalyň ýüzünde esasan oksid perdeleri emele gelýär. Agramyň artmagy bilen perdeleriň düzüminde prisadkanyň düzümindäki işjeň elemendiň (kükürdiň, fosforyň ýa-da hloryň) paýy artýar.

Hlorsaklaýan birleşmeleriň täsiriniň mehanizmi we sürtülmede olaryň çalgy häsiýetiniň ýokarlanmagy metallarda hlوريدleriň ýa-da demriň çylşyrymly hlорorganiki duzlarynyň emele gelmeginden ybarat bolýar. Kükürt saklaýan birleşmeleriň hatardan çykarma garşy modeliniň täsiri we, hususan-da, disulfidleriň täsiri prisadkanyň metalyň ýüzündäki adsorbsiýasyny we soňra molekulalaryň S –S baglanşygy boýunça ýeterlikli berk birleşmeleri emele getirmegini göz önünde tutýar. Sinkiň ditiofosfatlarynyň täsiriniň mehanizmi bolsa olaryň termiki dargamagy bilen we sürtülme tekizliginde polimer gabygyň emele gelmegi bilen baglanşykly; ditiofosfadyň dargamagy radikal mehanizmi boýunça mümkin boluşy ýaly ion mehanizmi boýunça hem mümkin.

Sulfid we hlorid perdeleri plastiki gurluşa we arassa metallar bilen deňeşdirilende pes güýjenmäniň hasabyna deňişli modifisirlenen gatlaklaryň süýşmegine eýe. Sulfidleriň perdeleri, hususan-da, geksoagonal, kub ýa-da romboedriki gurluşly bolup bilýär. Sulfid perdäniň emele gelmeginde sürtülme koeffisienti deňeşdirilende ýokary we 0,5 deň. Hlorid perdesi, tersine, süýşürmäniň galtaşýan çyzyk güýjenmesi pesligi sebäpli sürtülme koeffisienti takmynan 0,2 deň.

Soňky ýyllarda çalgy ýaglara diňe bir hatardan çykmagy peseltmän birleşdirilen jübütleriň sürtülmesini hem peselýän prisadkalara bolan gyzyklanma artýar. Häsiýetleriň birleşdirilmegi işleýän obýektiň energetiki görkezijilerine gowy täsir edýänligi sebäpli ähmiýeti uly, mysal üçin, hereketlendirijide kuwwatlygynyň sürtülmä ýitgileriniň peselmeginiň hasabyna ýangyjyň harçlanmasyny peseltmäge mümkinçilik berýär. Bular ýaly prisadkalar "ýokary temperaturaly antifrakcion prisadkalar", „sürtülmäniň modifikatorlary“, sürtülmäni peseldýän prisadkalar" diýip atlandyrylýar.

Sürtülmäniň modifikatorlary hökmünde ýagda eremeýän birleşmeleriň (molibdeniň sulfidiniň, grafidiň) kolloid dispersiýalary ulanylýar. Ýöne has durnukly erginleri emele getirýänligi sebäpli ýagda ereýän birleşmeleriň ulanylmagynyň gelejegi uly. Bu birleşmeleriň arasynda iň ýokary effektiwliligi molibdeniň ýagda ereýän birleşmeleri ýüze çykarýar. Ýaglaryň çalgy häsiýetlerini bahalandyrmagyň iň giňden ýaýran usuly sürtülmäniň dört şarly maşynynda barlanmak bolup durýar.

### **9.3.2 Süýgeşiklik häsiýeti**

Süýgeşiklik häsiýeti diýip giň manyda çalgy ýaglaryň berlen iş şertindäki süýgeşikligini we süýgeşikligiň temperatura, basyşa süýşürmek güýjenmesine baglylygyny häsiýetlendirýän häsiýetlerine aýdylýar.

Ýagyň süýgeşikliginiň peselmeginde, beýleki ähli şertler deň bolanlygynda, bir tarapdan, maşynyň ýa-da mehanizmiň pes temperaturalarda işi ýeňilleşýär, kuwwatlygyň sürtülmä ýitgisi peselýär we ýangyjyň härçlanmasy azalýar: beýleki tarapdan, süýgeşikligiň peselmegi sürtülyän jübütleriň iýilmesine ýardam edýär, we ýagyň jebislendiriji materiallardan syzyp çykmagynyň mümkinçiligini artdyrýar, bu bolsa sürtülme düwüniniň ýagynyň azalyp hatardan çykmagyna getirýär.

**Süýgeşiklik** diýip suwuklygyň daşky güýjiň täsiri astynda onuň gatlaklarynyň biri birine gatnaşyklykda süýsmegine edýän garşylanma häsiýetine aýdylýar.

Mukdar taýdan düşündirilende **süýgeşiklik** diýip, daşdan goýulýan güýç bilen ululygy boýunça deň ugry boýunça bolsa ters, içki sürtülme güýji  $F$  diýip düşündirýärler. Bu güýç suwuklygyň deňşli edilen gatlagynyň meýdanyna we gatlaklaryň aralygyndaky tizligiň gradientine  $dU/dx$  proporsional:

$$E = \eta S (dU/dx)$$

Bu ýerde  $\eta$  – süýgeşikligiň koeffisienti ýa-da süýgeşiklik diýip atlandyrylýan proporsionallyk koeffisienti.

Ýaglaryň süýgeşikligini, düzgün boluşy ýaly, absolýut we şertli birliklerde bahalandyrýarlar. Süýgeşikligiň absolýut birliklerde aňladylmagy has giňden ulanylýar; bu dinamiki we kinematiki süýgeşiklik. Kinematiki süýgeşiklik  $v_t$  dinamiki süýgeşiklik  $\eta_t$  bilen suwuklygyň tejribäniň temperaturasyndaky dykzlygynyň  $\rho_t$  üsti bilen aşakdaky aňlatmada bolşy ýaly baglanşykly:

$$v_t = \eta_t / \rho_t$$

Fiziki ululyklaryň SI halkara ulgamynda berlen temperaturada dinamiki süýgeşikligiň  $\eta_t$  ölçeg birligi diýip meýdany  $1\text{m}^2$  deň bolan, biri-birinden iki gatlagynyň bilelikde süýsmegine güýji  $1\text{ H}$  deň bolan garşylyk görkezýän, biri-

birinden 1 m aralygynda ýerleşýän, 1 m/ otnositel tizligi bilen süýşýän suwuklygyň süýgeşikligi kabul edilen. Bu ululygyň ölçeg birligi [Paskal · sekund] (SGS ölçeg ulgamynda dinamiki süýgeşikligiň ölçeg birligi [puaz- P])

Kinematiki süýgeşikligiň ölçeg birligi SI halkara ulgamynda [mm<sup>2</sup>/s] bolup durýar (SGS ölçeg ulgamynda kinematiki süýgeşikligiň ölçeg birligi [stoks- St]).

Süýgeşikligiň üýtgemeginiň häsiýeti boýunça nýuton we nýuton däl suwuklyklara bölünýän ýaglaryň birnäçe görnüşlerini tapawutlandyrýarlar. Nýuton suwuklyklaryna süýgeşikligi goýulan güýjenmä bagly bolmadyk ýaglar degişli. Nýuton däl suwuklyklar diýip, süýgeşikligi goýulan güýjenmä bagly bolan ýaglar hasaplanýar. Adaty goýulan güýjenmäniň artmagy bilen ýaglaryň süýgeşikligi peselýär, güýjenme aýrylandan soň bolsa başdaky alamatyna çenli dikelýär (süýgeşikligi wagtlaýyn ýitirmek effekti).

Ýaglaryň süýgeşikligi temperaturanyň üýtgemegi bilen göz-görtele üýtgeýär. Süýgeşikligiň temperatura bilen üýtgemegi onuň süýgeşiklik-temperatura häsiýeti bilen häsiýetlendirilýär. Temperaturanyň peselmegi bilen ýagyň süýgeşikligi artýar. Ýagyň süýgeşikligi ýokary bolanlygynda maşynyň ýa-da mehanizmiň işe girizilmegi ýa-da herekediniň başlanmagy kynlaşýar.

Belli bir temperaturada ýag akyjylygy düýbinden ýitirip bilýär. Bu temperatura ýagyň doňma temperaturasy diýip atlandyrylýar. Çalgy ýagyň ýokary süýgeşikligi we olaryň akyjylygynyň ýitmegi maşynlaryň we mehanizmleriň ygtybarly işlemegine, ylaýtada işe girizilen wagty, we çalgy gatlagy bilen bölünýän biri-birinde oturdylan düwünleriň we şaýlaryň öwrülmesine bolan garşylyga täsir edýär.

Ýag saýlananda, düzgün boluşy ýaly, temperaturanyň berlen diapazonynda onuň süýgeşikliginiň üýtgame üjypsyz bolan – süýgeşiklik-temperatura egrisi ýapgyt bolan ýaglary saýlamaga ymtylýarlar. Bu tehnikanyň pes temperaturalarda ulanylmagyny aňsatlaşdyrýar we şol bir wagtda ýokary işçi



temperaturalarda sürtülme düwüniniň ygtybarly çalgysyny üpjün edýär.

Ýaglaryň süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri, ýa-da süýgeşiklik-temperatura egrisiniň ýapgytlygy süýgeşikligiň indeksi diýip atlandyrylýan ölçegsiz ululyk bilen hem häsiýetlendirilip biliner. Şeýlelikde adaty tehnologiýa çyzygysy boýunça alnan mineral ýaglaryň süýgeşiklik indeksi 70-80-ne ýetýär. Tehnologiki proseslerinde gidrokrekingiň ulanylmagy süýgeşiklik indeksi 100 den köp bolan ýaglary almaga mümkinçilik berýär. Süýgeşikligi pes bolan mineral esaslaryň polimer prisadkalaryň hasabyna goýaldylymagy mineral ýaglaryň süýgeşiklik indeksiniň 110 çenli we ondan ýokary ýetirilmegine mümkinçilik berýär. Mineral ýagyň süýgeşiklik indeksiniň ýokarlandyrylmagy onuň sintetiki maddalara, hususan-da efirler, bilen garyşdyrylmagynyň (kompaundirlenmeginiň) hasabyna mümkin. Ýaglary ulanmagyň tejribesinde olaryň süýgeşikliginiň basyşa baglylygy hem uly ähmiýetli.

### **9.3.3 Poslatma garşy we goraýjy häsiýetleri**

Çalgy ýaglaryň poslatma garşy we goraýjy häsiýetleri wajyp ulanylyş häsiýetlerine degişli bolup soňky döwür bu häsiýetlere uly üns berilýär. Poslatma garşy häsiýetleri diýip himmotologiýada ýagyň iş prosesinde maşynlaryň we mehanizmleriň esasan reňkli metallardan we splawlardan taýýarlanan dürli düwünlerine we şaýlaryna poslatma täsirini ýetirip biljek ukýbuna aýdylýar.

Ýaglaryň ýokary poslatma agresiwililigi onuň okislenme prosesinde turşy häsiýetli önümleriň köp mukdarda toplanmagynyň netijesinde, şeýle hem ýagyň özüniň funksional, esasanam hatardan çykmagyna garşy prisadkalaryň bolmagy bilen sertlendirilýän, ýokary himiki işjeňliliginiň netijesinde ýüze çykýar (himiki poslama). Çalgy gurşawynyň poslatma agresiwililiginiň peselmegi hatardan çykmagyna

garşy prisadkalaryň mukdarynyň azaldylmagynyň hasabyna we ýaga birleşmeleriň – poslatma garşy prisadkalaryň goşulmagynyň hasabyna ýagyň okislenmä garşy häsiýetleriniň ýokarlanmagy bilen ýetilýär.

Metal bilen täsirleşmeginiň häsiýeti boýunça prisadkalary takmynan deaktiwatorlara we passiwatorlara bölýärler. Kompleksleriň emele gelmeginiň hasabyna deaktiwatorlar himiki eremegiň netijesinde ýagyň göwrümünde toplanýan metalyň ýagda ereýän birleşmeleriniň katalitiki täsiriniň önüni alýar ýa-da peseldýär. Passiwatorlar metalyň ýüzünde ýagda eremeýän perdäni emele getirýär. Bu perde metalyň ýüzüni atmosfera gurşawynyň poslatma täsirinden goraýar.

Metalyň ýüzünde gorag perdeler metal bilen himiki reaksiýalaryň netijesinde ýa-da prisadkanyň metalyň ýüzi bilen adsorbsiýa-hemosorbsiýa täsirleşmesiniň netijesinde emele gelyär. Bu häsiýet täsirleşme häsiýeti boýunça poslatma garşy we hatardan çykarma garşy prisadkalary ýakynlaşdyrýar. Mysal üçin, kükürtsaklaýan poslatma garşy prisadkalar himiki düzümi boýunça olara ýakyn bolan hatardan çykarma garşy prisadkalar ýaly, metal bilen sulfidleriň we merkaptanlaryň emele getirýän reaksiýa önümlerini emele getirýär. Täsiriniň meňzeşligini käbir hatardan çykarma garşy prisadkalaryň poslatma garşy prisadkalaryň hem funksiýalaryny ýerine ýetirýänligi bilen düşündirip bolýar.

Çalgy ýaglaryň metallary poslatma täsirini metal plastinkasyny ýokary temperaturada barlanylýan önümde – ýagda saklamak bilen kesgitleýärler, onda-da plastinkanyň daşky görnüşiniň üýtgeýşini belläp durýarlar. Barlagdan soň plastinkanyň ýüzüne seredip ýagyň poslatma täsirini kesgitleýärler.

Çalgy ýagyň metaly elektrohimiiki, şol sanda elektrolit bar bolan ýagdaýynda atmosfera poslatmasyndan hem "goramagy", ýagyň goraýyş häsiýetlerini häsiýetlendirýär. Köplenç elektrohimiiki poslatma prosesleri tehnika saklanylan

wagtynda (uzak wagtlap işledilmedik ýagdaýynda) geçýär. Bu ýagdaýda poslama çyglyk, kislorod we atmosfera howasyndaky beýleki işjeň gazlar sebäp bolýar.

Ýaglaryň goraýyş häsiýetlerini gowulandyrmak üçin olara poslamanyň ingibitorlaryny ýa-da goraýyş prisadkalary goşýarlar. Poslamanyň ingibitory hökmünde erkin karboksil we gidrofil toparly dürli himiki birleşmeleri, aminleriň duzlaryny, karbon kislotalary ulanýarlar we başga birleşmeleri.

Şu wagt hödürlenlen umumy klassifikasiýa boýunça üst işjeň maddalaryň wekilleri bolup durýan ingibitoplar suwda ereýänlere, hem suwda hem ýagda ereýänlere we ýagda ereýänlere bölünýär. Ýaglarda polýarlygy pes bolan uglewodorod gurşawlarynda iň ýokary polýarlylyga we üstişjeňlilige eýe bolan ingibitorlaryň soňky topary has giňden ulanylýar.

Poslamanyň ýagda ereýän ingibitorlary özara anod täsiriniň birleşmelerine – elektronlaryň donorlaryna katod täsiriniň birleşmeleri – elektronlaryň akseptorlary – yzyna serpme häsiýetli birleşmeler.

Poslamanyň anod täsirli ingibitorlary adsorbirlenip üst ýüzünde esasan položitel zarýadly (elektronakseptor – anod) meýdançalarynda hemosorbsiýa perdeleri emele getirýär. Poslamanyň katod täsirli ingibitorlary metalyň üst ýüzüniň otrisatel zarýadlanan (katod) meýdançalarynda adsorbsiýa häsiýetlerine eýe. Azyna serpme häsiýet ingibitoryň molekullarynyň metalyň üst ýüzünde fiziki adsorbsiýasy bilen kesgitlenýär.

Poslamanyň katod täsirli ingibitorlary hem anod täsirli ingibitorlary goralýan metalyň üst ýüzünde 150-180°C çenli ýaly ýokary temperaturalara çydaýan berk perdeleri emele getirýär. Bu perdeler “soňra täsiri effekti” bilen hem häsiýetlendirilýär, ýagny ingibitor ulgamdan çykarylandan soň birnäçe wagtyň dowamynda belli bir häsiýetleriň saklanylmagy bilen häsiýetlendirilýär.

Yzyna serpmе häsiýetli ingibitorlarlar hemosorbsiýa ingibitorlaryndan (anod we katod täsirli) tapawutlylykda ýokary temperaturalara (80°C-dan ýokary) çydamsyz we “soňra täsiri effekti” häsiýetli дәl. Şonuň bilen birlikde olar gowy suwy gysyp çykaryjy we suwy saklaýjy häsiýetleri bilen häsiýetlendirilýär.

Goraýjy täsiriniň maksimal effektini almak üçin ýaglara donor, akseptor we yzyna serpmе häsiýetli kombinirlenen ingibitorlary girizýärler. Atmosfera poslamasyndan gorag häsiýetiniň effektini, düzgün boluşy ýaly, ýüka ýag gatlagy ýerleşdirilen metal plastinkasyny dürli atmosferany we çyglylygy modelirleýän ýörite klimatiki kameralarynda saklamagyň netijeleri boýunça bahalandyrýarlar.

### **9.3.4 Okislenmä garşy häsiýetleri**

Maşynlar we mehanizmler ulanylanda çalgы ýaglar ýokary temperaturalaryň we metalyň katalitiki täsirinde dürli görnüşli okislenme öwrüşiklere degişli bolýar. Ýagyň okislenmegi – islenilmeýän proses, sebäbi onuň başlangyç häsiýetleriniň ep-esli üýtgemegine getirýär. Okislenmede, hususan-da, ýagyň süýgeşiklik-temperatura häsiýetnamasy, esasan ýagyň pes temperaturalarda akyjylygynyň peselmeginiň hasabyna, göz-görtele erbetleşýär. Bu ýagdaýda ýag, položitel temperaturalarda hem, akyjylygyny doly ýitirip bilýär – ýagyň doňmagy. Ahyrky ýagdaý ýagyň çalgylanýan şaýlaryna barmagy kynlaşdyrýar we onuň hatardan çykmagyny düýp göter artdyrýar.

Okislenme prosesinde ýagda metallara gatnaşyklykda poslatma agressiw önümler toplanýar, şeýle hem çalgы ýagyň aýlaw etmegini kynlaşdyrýan gaty bölejikleriň sany artýar.

Çalgы ýagyň okislenmegi onuň himiki düzümi bilen kesgitlenýär, ol şeýle hem ulgamdaky kislorodyň mukdaryna temperatura, katalizatora we ş.m. bagly. Nebit ýaglarynyň düzümine girýän uglewodorodlaryň arasynda esasan

okislenmäge az degişli bolýan aromatiki uglewodorodlar. Okislenmä köp derejede naften uglewodorodlary ýykgyň bolýar we ýokary temperaturalarda iň ýokary okislenme ukybyna alkanlar eýedir. Garyndyda uglewodorodlar biri-biriniň okislenmegine özara täsir edýär. Mysal üçin, aromatiki uglewodorodlaryň bolmagy naftenleriň okislenmä garşy durnuklylygyny ýokarlandyrýar.

Okislenme prosesinde kislorod ilki bilen gapdal zynjyrlaryna, soňra bolsa ýadro ornaşýar. Netijede oksikislotalar, karbenler, karboidler, asfaltenler we ş.m. ýaly okislenme önümleri emele gelýär.

Ýag gurşawynyň çalt okislenmegine böwet bolýan mineral birleşmelerden smola maddalary we dürli görnüşli kükürtli birleşmeleri bellemeli. Bu maddalaryň täsiriniň effektiwliligi olaryň mukdaryna bagly. Şeýlelikde tebigy okislenmä garşylardan boşadylan "aşa arassalanan" ýaglarda, mysal üçin gidrokrekingiň ýaglarynda okislenmek ýokarlanýar.

Ýagyň okislenmegine onuň iş şertleri hem köp täsir edýär. Howada, mysal üçin, ýokary temperaturada ýüka gatlakda metalyň üst ýüzünde gaty gurum önümleriň emele gelmegi bilen okislenme ýeňil geçýär. Oňa kislorodyň ýokary konsentrasiýasy we metalyň üst ýüzüniň katalitiki täsiri ýardam edýär.

Ýaglaryň okislenmäge ýykgyňlygyny peseltmek üçin olara okislenmä garşy prisadkalary girizýärler. Ýaglarda ulanylýan okislenmä garşylary (K.I. Iwanowyň klassifikasiýasy boýunça) üç topara bölüp bolýar:

- gidroperoksidleriň dargamagyna täsir etmeýän, ýöne  $R\cdot$  we  $ROO\cdot$  erken radikallar bilen täsirleşýän  $A_1H$  okislenmä garşylar;
- gidroperoksidleriň dargamagyna işjeň ýardam edýän,  $ROO\cdot$  peroksid radikallar bilen täsirleşýän  $A_2H$  okislenmegine garşylar;

- gidroperoksidleriň dargamagyna kadaly täsir edýän we  $R\cdot$  we  $ROO\cdot$  erkin radikallar bilen täsirleşýän  $A_3H$  okislenmä garşylar.

Birinji toparyň okislenmä garşylary olaryň ýaga diňe okislenme başlamazdan öň goşulan ýagdaýynda okislenmäniň önüni almaga ukyply. Ikinji we üçünji toparyň okislenmä garşylary okislenme prosesi başlamazdan öň we prosesiň dowamynda hem girizilende-de täsir edýär. Şeýlelikde, alkilfenollar, merkaptanlar, birlenji we ikilenji aminler peroksid radikallar bilen, sulfidler we disulfidler bolsa – gidroperoksidler bilen täsirleşmeginiň hasabyna okislenme prosesini haýallaşdyrýarlar.

Okislenmä garşy häsiýetleri bahalandyrmagyň iň giňden ýaýran usuly – katalizatoryň (mis, demir we ş.m.) gatnaşmagynda ýagy kislorod ýa-da howa bilen üfleme arkaly okislenmä garşy durnuklylygy kesgitlemek usullarynyň dürli wariantlary. Ýagyň niýetlenilişine baglylykda temperaturany, okislenmegiň dowamlylygyny we katalizatory üýtgedýärler.

### 9.3.5 Ýuwujy häsiýetleri

Iş prosesinde, ylaýtada içinden ýanýan hereketlendirijilerde, düwünleriň we şaýlaryň dürli görnüşli toplandylar bilen hapalanmagy syn edilýär. Toplandy emele getirmäge ýygynlygy, beýleki şerler birmeňzeş bolanlygynda ýagyň okislenme intensiwligi bilen, şeýle hem çün okislenmegiň önümleriniň gyzgyn metal tekizliklerde toplandynyň emele getirmäge garşy durmak ukyby bilen kesgitleňýär. Çün okislenmegiň önümleriniň gyzgyn metal tekizliklerde toplandy emele gelmegi **ýagyň ýuwujy häsiýeti** diýip atlandyrylýar.

Bir tarapdan ýuwujy häsiýeti gowulandyrmak üçin ýagyň okislenmä garşy ukybyny ýokarlandyryrlar. Beýleki tarapdan uglerod toplandylarynyň emele gelmeginiň önüni almak we azaltmak üçin motor ýaglaryna ýuwujy dispergirleýji

prisadkalar diýip atlandyrylýan ýörite üst işjeň maddalary girizýärler. Olara metallaryň sulfonatlary, fenolýatlary, salisilatlary (esasan bariý, kalsiý we magniýňki) şeýle hem külsüz birleşmeler (suksinimidler, dürli görnüşli sopolimer önümler we başgalar) degişli.

Ýuwujy dispergirleýji prisadkalar metalyň ýüzünde adsorbirlenip iki elektrik gat emele getirýär. Bu gatlak yzyna serpmе häsiýete eýe bolup toplandylaryň emele getirmäge päsgel berýär. Ýuwujy dispergirleýji prisadkalaryň molekulalarynyň metalyň ýüzünde bolup geçýän proseslere gatnaşmagynda ýagyň toplandylary emele getirmäge ýykgyňlygy peselýär we bu häsiýeti şertli ýuwujy häsiýet diýip atlandyrylar.

Ondan başga-da ýuwujy dispergirleýji prisadkalar ýagyň göwrümünde uglerodly bölejikleriň fazalaryň bölünme araçäginde toplanmagynyň garşy durup olary durnuklaşdyrylar. Prisadkalaryň durnuklaşdyryjy häsiýetleriniň effektiwliligi olaryň misellýar erginlerini emele getiriji ukybyna bagly.

Ýuwujy dispergirleýji prisadkalar dürli ugurlar boýunça dürli effektiwlilik bilen täsir edýärler. Şeýleleikde okislenmekde olar turşy häsiýetli önümleriň neýtrallaşdyryjysynyň roluny ýerine ýetirýärler. Bu, esasan, aşgarlylygyň kesgitli ätiýaçlygyny eýe bolan külli prisadkalara degişli. Bular ýaly prisadkalaryň ýaga girizilmegi soňra oksikislotalaryň we asfaltenleriň (şepbeşik önümleriň) karbenlere we karboidlere öwürlmegine ýardam edýär, olar bolsa metal tekizliginden ýeňil aýrylyp, ýag bilen ýuwulup suspenziýa emele getirýär.

Ýuwujy dispergirleýji prisadkalar ýuwujy häsiýetiniň effektini hem ýüze çykarýar. Iň köp derejede bular ýaly häsiýetlere detergentler we olaryň arasyndan kalsiýniň salisilatlary eýedir. Ol ölçegleri boýunça minimal iň köp elektrik zaryady göterýän misisellalary emele getirýär. Metallaryň sulfonatlary pes polýarlyga eýe we öz ýuwujy

häsiýetiniň has pes effektiwliligini ýüze çykarýar. Kül emele getirmeyän prisadkalar bolup durýan suksenimitler ýokary polýar işjeňliligi bilen tapawutlanyp ýuwujy häsiýetlerine eýe däl, sebäbi olar metalyň ýüzünde ikili elektrik gatlagy emele getirmäge ukyply däl.

Durnuklaşdyryjy täsiriniň effektiwliligi boýunça ýuwujy dispergirleýji prisadkalary şu yzygiderlikde ýerleşdirip bolýar:

Suksenimitler > Sulfonatlar > Salisilatlar

Ýuwujy dispergirleýji prisadkalaryň gatnaşmagynda ýagdaky dispers fazanyň durnuklylygy, köplenç temperaturanyň artmagy bilen peselýär. Bu gaty fazanyň ýüzünden prisadkalaryň desorbsiýa prosesiniň agdyklyk etmegi bilen düşündirilýär. Olaryň durnuklaşdyryjy häsiýeti boýunça effektiwliliginiň kesgitli temperatura çäkleri bar. Suksenemitler üçin bu temperatura çägi 130-160°C, sulfonatlar üçin – 160-190° C, salisilatlar üçin bolsa – 200-240°C deň.

Motor ýaglarynyň dürli güýçli hereketlendirijide ulanylmagynyň tejribesi bir prisadkanyň ýuwujy häsiýetleriň talap edilýän derejesini üpjün edip bilmeýänligini subut edýär. Şol sebäpli döwrebap motor ýaglarynda täsiriniň häsiýeti boýunça tapawutlanýan ýuwujy prisadkalaryny ulanýarlar. Düzgün boluşy ýaly, hili boýunça ýokary derejeli bolan içinden ýanýanporşenli hereketlendirijiler üçin motor ýaglaryň kompozisiýasy öz düzüminde iki kül emele getirýän we bir külsüz prisadkany saklaýar.

Çalgy ýaglaryň ýuwujy häsiýetlerini bahalandyrmak üçin we ýaglaryň ýuwujy häsiýetleriniň derejesi barada has doly maglumaty almak üçin dürli usullary ulanýarlar. Olardan tejribede has giňden ýaýrany ПЗВ desgasynda ýuwujy potensialy we ýuwujy häsiýetleri kesgitlemek usuly bolup durýar.



### **9.3.6 Köpürjiklemä garşy häsiýetleri**

Ýag ulgamynda howanyň bolmagy ýagyň köpürjiklemegine getirýär. Howa ýagyň ýag geçirijilerinden aýlaw etmeginde syçyranda we üznüksiz çaykanmagynda we beýleki sebäplere görä ýaga düşüp bilýär. Howa ýagda erän görnüşinde (7-10% göwrüm) ýa-da howa-ýag emulsiýa görnüşinde (50-60% göwrüm) ýa-da köpürjik görnüşinde saklanyp bilýär. Köpürjik emele gelmeginde ýagyň sürtülme tekizliklerine berilşiniň ygtybarlylygy bozulýar, ýagyň okislenmegi çaltlaýar, ýagyň ýag ulgamyndan çykmagy ýüze çykýar we ş.m.

Beýleki ähli şertlerin birmeňzeşliginde köpürjik emele gelmegi temperatura, çalgy materialyň süýgeşikligine we onuň üst dartgynlygyna bagly. Üst dartgynlygy näçe ýokary bolsa köpürjigiň emele gelmegi şonça-da pes bolýar. Ýagyň temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen köpürjigiň emele gelmegi peselýär, ýagyň süýgeşikliginiň artmagy bilen bolsa, tersne, ýokarlanýar. Ýaglaryň arassalanylyşynyň çuňlygy hem köpürjigiň emele gelmeginiň peselmegine ýardam berýär.

Ulgamda köpürjik emele gelmegini peseltmegiň iň effektiw ýollarynyň biri ýaga ýörite köpürjiklemäge garşy prisadkalaryň girizilmegi bolup durýar. Çalgy ýaglaryna köpürjiklemäge garşy prisadkalar hökmünde polisiloksanlar giňden ulanylýar.

### **9.3.7 Çalgy ýaglaryň saklanylyşy, laýyk gelişi we ekologiki häsiýetleri**

Ýaglaryň saklanylyşyny we laýyk gelişini kesgitleýän häsiýetnamalaryň iň esasy lary diýip fiziki durnuklylygy we bugarjylygyny bellemek gerek.

Ýaglaryň fiziki durnuklylygy diýip temperaturanyň we daşky basyşyň üýtgemeginiň netijesinde onuň himiki düzümini we fiziki häsiýetlerini üýtgetmäge durnuklylygyna düşünilmeli.

Ýaglaryň fiziki düzüminiň üýtgemegi, köplenç, olaryň uzak wagtlap saklanmagynda ýeňil fraksiýalaryň bugarmagynyň netijesinde, şeýle hem ýagdan prisadkalaryň bir böleginiň çökündä çökmeginiň netijesinde mümkin. Çökündiniň emele gelmeginiň çaltlaşmagy ýagyň saklanyşynyň temperaturasynda prisadkalaryň ýokary bolmadyk ereýjiligi sebäpli ýa-da ýaga suwuň düşmeginde mümkin. Sanalynan faktorlar ýagyň hilini peseldýänligi sebäpli dürli usullar bilen onuň fiziki durnuklylygyny ýokarlandyrmada çalyşýarlar. Süýgeşikligi pes esasyňa ýokary polimer prisadkalary goşulýan (goýaldylan ýaglar) ýaglar üçin fiziki durnuklylyk aýratyn ähmiýetli bolup durýar. Bular ýaly ýaglar ulanylan wagty ýokary polimer prisadkalaryň dargamagy we netijede ýagyň başlangyç süýgeşikliginiň peselmegi mümkin. Ýaglaryň termiki, mermookislenme we mehaniki dargamagyny tapawutlandyrýarlar. Ilkinji sanalanlar ýokary temperaturada ýüze çykýar; termookislenme destruksiýasy şeýle hem goýulaşdyryjy prisadkalarynyň okislenmegi bilen geçýär. Mehaniki dargama ýokary galtaşma ýüklenmede işleýän täsirleşýän jisimleriň galtaşma zolagynda syn edilýär. Çalgý materialyň örän çygly atmosferada saklanylmagy we ulanylmagy onuň himiki düzümi üýtgeýär we ýagyň mikroorganizmler bilen zaýalanmagynyň hasabyna häsiýetleri erbetleşýär. Bu şertlerde toplanýan çyglylygyň artykmaç mukdary bakteriýalaryň köpelmegi üçin iýmitlendiriji gurşawy işjeňleşdirýär. Bular ýaly atmosferada işlemek üçin çalgý ýaglaryň ýokarlandyrylan biodurnuklylygy talap edilýär, ol esasan ýagyň düzümine biosid prisadkalaryň goşulmagynyň hasabyna üpjün edilýär. Çalgý ýaglar zäherli bolmaly däl we adamyň derisine düşende erbet, islenilmeýän täsir bermeli däl. Ondan başga-da olaryň buglary az wagt täsirleşmegiň netijesinde zäherlenmäni ýüze çykarmaly däl, şeýle hem partlamany ýüze çykarmaly däl. Çalgý nebit ýaglarynyň esasyňy, düzgün boluşy ýaly nebitiň gaýnama çäkleri 200-500°C deň bolan ýokary temperaturada gaýnaýan fraksiýalary

bolup durýar. Ýaglaryň ýokary bugarjylygy, ýagny ýagyň ýeňil fraksiýalarynyň ýitmegi esasan onuň iş wagty ýüze çykýar. Ýagyň ýokary bugarjylygy partlama howplylygyny ýokarlandyrmakdan başga-da onuň harçlanmasyny hem artdyrýar. Bugarjylyk ýagyň fraksion düzümi we ýalpyldama temperaturasy bilen kesgitlenýär. Ýalpyldama temperaturasy ýagyň düzümindäki ýeňil fraksiýanyň mukdary bilen häsiýetlendirilýär: ol näçe pes bolsa, şonça-da ilkinji fraksiýalar pes temperaturada gaýnaýar. Süýgeşikligi deň bolan iki ýag deňeşdirilende has gowy ulanylyş häsiýetlerine (uly süýgeşiklik indeksi we ýokary okislenmä garşy durnuklylygy) gaýnama çäkleri dar bolan ýag eýe bolýar. Bir funksional niýetlenilişli çalgy ýaglar biri biri bilen we olaryň niýetlenen maşynlarynyň we mehanizmleriniň konstruksiön materiallaryna hem laýyk gelmeli. Iki ýagyň garyndysy fiziki durnukly we olaryň garyndysynyň hili garyşdyrylan ýaglaryň “erbediniň,, hilinden pes bolmasa bu ýaglar laýyk gelýär diýip hasaplanýar. Ýaglaryň esasan metaldäl konstruksiön materiallar bilen (rezin, kauçuk we ş.m.) laýyk gelmegi bular ýaly materiallardan taýýarlanan şaýlar bilen ýagyn täsirleşmeginde soňkyly öz ölçeglerini, formasyny we funksional niýetlenilişini ýitirmän saklaýanlygyny aňladýar, mysal üçin jebislendiriji materiallar çişmeýär ýa-da öz elastikligini ýitirmeýär.

#### **9.4 Çalgy ýaglaryň düzümi**

Bütün dünýäde nebitiň esasynda alnan ýaglar – nebitden emele gelen çalgy ýaglar has giň ulanylyşyga eýe boldy. Bu ýaglar ähli ösümliklerden we haýwanlardan alynýan ýaglary çalyşdy. Bahasynyň arzanlygyna garamazdan nebit ýaglary ösümliklerden we haýwanlardan alynýan ýaglary bir bada çalyşmady. Ilki başda ony kastor ýaglary, doňuz ýagy, wosk bilen garyşdyryp ulanypdyrlar. Nebit ýaglarynyň giňden ýaýramagyna nebit ýaglarynyň öňden ulanylýan ýaglary doly çalyşyp biljek mümkinçiligini nazary taýdan esaslandyryp,

amaly taýdan tassyklan N. P. Petrowyň klassiki işleri ýardam etdi.

Nebit ýaglary bilen bir hatarda soňky ýyllar sintetiki ýaglar giňden ulanylýar. Sintetiki ýaglary, ilkinji nobatda, ýagy ulanmagyň aýratyn, ekstimal şertlerinde, ýagyň hem pes-hem ýokary temperatura häsiýetlerine bir wagtda ýokary talaplar bildirilende ulanylýar. Sintetiki ýaglar minerallardan tapawutlylykda pes otrisatel temperaturalarda ( $-35 - -40^{\circ}\text{C}$ -da we ondan pes) akyjylygy saklaýar we ýokary işçi temperaturalarda hem hiç-hili dargamaýar we bugarmaýar. Sintetiki esaslyk ýaglary hökmünde poli- $\alpha$ -olefinler, diefirler, poliollar we dialkilbenzollar ulanylýar. Sintetiki ýaglar bilen bir hatarda ýarymsintetiki we bölekleýin sintetiki, ýagny mineral, nebit we sintetiki ýaglaryň garyndysy ulanylýar.

Ýagyň hilini talap edilýän derejä ýetirmek üçin olara dürli funksional niýetlenilişli prisadkalary girizýärler. Prisadkalar hökmünde dürli funksional toparlary kopsouly organiki birleşmeleri ulanylýar. Prisadkalary öz düzüminde metal saklamaýan külsüzlere we düzüminde metal saklaýan küli emele getirýänlere bölýärler. Düzgün boluşy ýaly degişli niýetlenilişi çalgy ýag öz düzüminde dürli görnüşli iki we ondan köp prisadkalary saklaýarlar. Prisadkalaryň köpüsi köp funksiýaly bolup durýar, ýagny bir wagtda birnäçe häsiýete eýe bolýar. Haryt prisadkalary esasy niýetlenilşi agdyklyk edýän häsiýeti boýunça toparlara jemläp bolýar: anitifriksion, hatardan çykarylmaslyga garşy we iýilmesine garşy, süýgeşiklik beriji poslatmazlygyna garşy we goraýjy, okislenmegine garşy, ýuwujy-dispergirleýji, depressor we köpürjiklemegine garşy.

Çalgy ýaglarynda antifrakسیون, hatardan çykmagyna we iýilmegine garşy prisadkalar hökmünde esasan öz düzüminde kükürt, hlor we fosfor ýaly işjeň elementleri saklaýan birleşmeler ulanylýar. Çalgy ýaglar önümçiliginiň tejribesinde kükürt saklaýan prisadka hökmünde propilenyň

kükürtsizlendirilen tetramerleri we bisdisultid (alkulbenzil) ulanylýar.

Fosforsaklaýan prisadkalaryň arasynda giňden ýaýrany trikrezilfosfat bolup durýar. Şu wagt ýaglarda ulanylýan hlorsaklaýan prisadkalara sowol-penta we tetrahlordifenilyň garyndysy degişli. Bular bilen birlikde döwrebap çalgý ýaglaryny almak üçin düzümine birnäçe işjeň element girýär. Hatardan çykarmaga we iýilmegine garşy prisadkalar giňden ulanylýar. Goýaldýan (süýgeşikligini ýokarlandyrýan) prisadka hökmünde esasan polibutilen, polimetakrilat we dürli molekulýar agramly winipol ulanýarlar. Iň giňden ýaýran poslatma garşy prisadka benzotriazol bolup durýar. Anod täsirli poslamanyň ingibitorlaryna KCK, sulin we ş.m. degişli, katod täsirli BМП-А, СИМ ş.m. yzyna serpe poslamada - КАП-25, efirler we ş.m.

Çalgý ýaglara degişli külsüz poslama garşy prisadkalara degişli edip fenol we amin görnüşli birleşmeleri bellemek gerek. Fenol görnüşli birleşmelerden ionol (4-metil -2,6-di-tiret-butilfenol) we HT-2246 [agidol, ýa-da 2,2-metilen –bis (metil-6-tret-butilfenol)] degişli. Amin görnüşiniň prisadkalaryna fenil- naftalamin we difenilamin degişli. Çalgý ýaglarynda ulanylýan külli okislenmäge garşy prisadkalar hökmünde dürli metallaryň ditiofosfatlaryny giňden ulanýarlar.

Ýuwujy dispergirleýiji goşundylary ýuwujylara (külli we detergentler) we dispergirleýji (külsüz ýa-da dispersantlar) bölýärler. Ýuwujy prisadkalara dürli metallaryň sulfonatlarýnyň fenolýatlaryny we salisilatlarýny degişli edýärler. Aýratynlykda sulfonat prisadkalaryň arasynda kalsiýnyň sulfonatlarýny iň giňden ýaýran görnüşi bolup durýar. Alkilfenol görnüşli prisadkalar - bu bariýnyň distulfidalkilfenolýatlaryny, alkilfenolyň formaldegid bilen kondensasiýa önümlerini, bariýnyň alkilfenolýadynyň we sikliň dialkilditiofosfadyň 2,5:1,0 gatnaşygyndaky garyndysy. Alkilsalisilat prisadkalaryndan iň giňden ýaýrany kalsiýnyň alkilsalisilaty, bariýnyň alkilsalisilaty we kalsiýnyň

alkilsalisiladynyň köp külli görnüşi bolup durýar. Dispergirleýji prisadkalara suksenimidler degişliň Senagatda ýantar kislotrasynyň imido önümleri bolup durýan C5A prisadkasy öndürilýär. Depressor prisadkalaryň iň ýaýran görnüşi ýaglaryň doňma temperaturasyny peseldýän polimetakrilat D,(PMA «Д») bolup durýar.

Prisadkalary funksional häsiýetleri boýunça bir tarapa degişli etmek, ýokarda belenilişi ýaly, olaryň polifunksionallygy sebäpli belli bir derejede takmynan bölmek bolup durýar. Mysal üçin, ДФ-11 prisadkasy we beýleki difosfatlar diňe bir okislendirmäge garşy häsiýetlere eýe dälde iýilmäge garşy we poslatma garşy häsiýetleri hem göz görtele ýüze çykýar. МНН ИП-22 к we ЦИАТИМ-339 prisadkalary bolsa sanalan häsiýetlerden başga-da ýuwujy häsiýetleri bilen hem häsiýetlendirilýär.

Soňky döwür prisadkalaryň toplumyny işläp düzmäge uly üns berilýär. Bu kompozisiýalarda funksional prisadkalaryň kesgitli laýyk getirilmegini saýlap alýarlar we kompozisiýanyň tutuşlaýyn maksimal effektiwliligini almak üçin prisadkalaryň arasyndaky amatly gatnaşygy saýlap alýarlar.

Şeýle usul bilen, hususan-da ИМГА-2, НГ-107М we ş.m. ýaly katod we anod täsirli poslamanyň ingibitorlary bolup durýan poslamanyň kombinirlenen ingibitorlary düzülen.

Prisadkalaryň täsirini effektiwligi şeýle hem esasylyk ýagyň himiki düzümine bagly, ýagny onuň prisadkalara bolan laýyk gelijiligi - “oňşuklylygyna” bagly. Şeýlelikde şol bir prisadkalar esasylyk ýaglaryň birinde beýlekileri bilen deňeşdirilende täsiriniň has ýokary effektiwligini ýüze çykarýar. Prisadkanyň täsiriniň effektiwliligi maksimal bolan esasylyk ýaglaryny iň “oňuşykly” ýa-da has gowy laýyk gelýän diýip hasaplaýarlar.

## 10-NJY BAP. Porşenli hereketlendirijiler üçin çalgý ýaglar

### 10.1 Porşenli hereketlendirijileriň çalgý ulgamy

Porşenli hereketlendirijileriň işlemek ukybyny üpjün etmek üçin onuň şaýlary ýag bilen çalgylanmaly. Hereketlendirijiniň çalgylanmaga degişli bolan wajyp düwünlerine we şaýlaryna kriwoşip-şatun mehanizmi, silindr-porşen topary, gaz paýlama mehamizmi degişli.

Ýagy saklamak üçin niýetlenen gaplar, onuň sürtülýän tekizliklere berilmegini üpjün edýän gurnamalar hapalardan arassalama serişdeleri we beýleki gurnamalar **hereketlendirijileriň çalgý ulgamyny** emele getirýär. Içinden ýanýanporşenli hereketlendirijileriň köpüsiniň çalgý ulgamynyň esasy elementlerine ýagy saklamak üçin niýetlenen gaplar, ýag magistraly, ýag nasoslary we ýag filtrleri degişli.

Çalgý ulgamyny ýag bilen doldurylan (çygly karter) ýa-da ýagsyz (gurak karter) kartery edip taýýarlaýarlar. Ahyrky ýagdaýda ýag aýlaw edýän sisternalarda ýa-da baklarda ýerleşýär, ol ýerden ýag wagtal-wagtal ýag magistralyna berilýär. Bu ýagdaýda karteryň düýbi ýagsyz gury bolup galýar. Ýagyň sürtülýän tekizliklere berilşiniň usulyna baglylykda çalgý ulgamyny pürkmek bilen çalmak ulgamyna, mejbury (basyş astynda) çalmak ulgamyna we garyşykly (kombinirlenen) ulgamlara bölýärler.

Döwrebap içinden ýanýanporşenli hereketlendirijileriň çalgý ulgamynyň iň giňden ýaýran görnüşi garyşdyrylan çalgylamak ulgamy bolup durýar, onda basyş astynda podşipnikler, gazy paýlama mehanizminiň podşipnikleri çalýnýar, ýagy pürkmek ulgamynda bolsa – silindrleriň yzyna serpijileri, porşenler we ş.m. çalgylanýar. Bu ýagdaýda ýag çalgý ulgamynda ýag nasosyndan, filtrleriň ýa-da sentrifugalaryň ulgamyndan geçip aýlaw edýär we çalgylmagyň degişli nokatlaryna barýar.

Gämileriň az we orta aýlawly dizellerinde çalgynyň adaty aýlawly ulgamyndan başgada işçi silindrleriň akymlaýyn çalgý ulgamy – çalgynyň lubrikator ulgamy hem bolýar. Bu ulgamda täze ýag ýörite deşikden – lubrikatorlardan – bölek-bölekleyin silindrleriň gılzalarynyň yzyna serpijilerine berilýär (pürkülýär). Onda ýag silindriň işçi ýüzünde doly diýen ýaly ýanýar, indiki siklde bolsa ýagyň täze porsiyasy berilýär.

Iki taktly karbýurator hereketlendirijilerinde, olara kiçi gämileriň, motosiklleriň hereketlendirijileri degişli, çalgý ulgamynyň öz aýratynlyklary bar. Tutuş gurnamanyň göwrüminiň çäklendirilýänligi sebäpli çalgý üçin niýetlenen ýag ýangyja goşulýar, köplenç ýag bilen ýangyjyň gatnaşygy degişlilikde 1:20 – 1:50 bolmaly.

## **10.2 Ýaglaryň hiline edilýän talaplar**

**Motor ýaglaryň hiline edilýän talaplar** iş prosesiniň aýratynlyklary we porşenli hereketlendirijiniň konstruksiýasy bilen kesgitlenýär. Porşenli hereketlendirijilerde ýagyň iş şertleri hereketlendirijileriň beýleki görnüşleri bilen deňände in kyny diýip hasaplanýar. Bu ýagdaý ilki bilen içinden ýanýanhereketlendirijilerde ýagyň işiniň temperatura režimi bilen düşündirilýär. Mysal üçin, porşenli hereketlendirijiniň ýakma kamerasynda gazlaryň temperaturasy 2500°C ýetýär. Gysylma taktynda kartere böwsülip gidýän gazlaryň temperaturasy karbýurator hereketlendirijilerinde 150-450°C, dizellerde 500-700°C deň.

Ýagyň iş şertlerini kesgitleýän wajyp faktorlaryň biri hem hereketlendirijiniň silindr-porşen toparynyň şaýlarynyň ýylylyk ýüklenmesi bolup durýar. Ýylylyk ýüklenmäni we onuň bilen baglanyşykly bolan hereketlendirijiniň forsirlenme kriteriýasyny dürli usullar bilen bahalandyryp bolýar, hususan-da wagt birliginde silindriň ýa-da porşeniň işçi üst ýüzüniň birligine düşýän ýylylygyň mukdary boýunça; bir silindriň kuwwatlygynyň porşeniň diametrine bolan gatnaşygy boýunça;



ýangyjyň bir sagadyň dowamyndaky harçlanmasynyň silindr-porşen toparynyň umumy işçi üst ýüzüne bolan gatnaşygy boýunça; ilkinji porşen akawasynyň temperaturasy boýunça. Döwrebap hereketlendirijiler üçin bu temperatura 270-280 °C ýetip bilýär, çişirme bolan ýagdaýynda bolsa 300-330°C we 350°C çenli hem ýetip bilýär. Karterdaky ýagyň temperaturasy (işçi temperaturasy) 50-100°C aralygynda üýtgeýär.

Motor ýaglaryň hiline edilýän goşmaça talaplar olar bilen çalgylanýan tehnikanyň daşky gurşawyň ulanylýan ýeriniň we ýylyň paslyna baglylykda giň aralykda üýtgeýän temperaturasynda ulanylýanlygy bilen düşündirilýär. Şol sebäpli motor ýaglarynyň temperatura boýunça işçi diapazony örän giň, ol daşky gurşawyň temperaturasy we ýagyň işçi temperaturasy bilen çäklendirilýär.

Motor ýaglaryň hiline umumy talaplardan başga-da goşmaça talaplar hem edilýär. Hereketlendirijiniň işiniň aýratynlyklaryny hasaba almak bilen motor ýagy:

- ýanaşdyrylan, ilki bilen hem silindr-porşen zolagyndaky, şaýlaryň aralygyndaky boşlugy doldurmaly;
- neýtrallaşdyryjy häsiýetlere eýe bolmaly.

Motor ýaglaryna edilýän köp funksiýalar we talaplar özara baglanşykly. Olara, mysal üçin, şaýlardan ýylylygy aýyrmak we olaryň ýanaşdyrylan ýerlerindäki boşluklary jebislendirmek degişli. Silindr gowy jebislendirilmedik ýagdaýynda ýag perdesiniň birsydyrgynlygyny bozýan karter gazlarynyň böwsüp akmagy artýar, bu bolsa silindr-porşen toparynyň şaýlarynyň artykmaç gyzmagyna getirýär.

## 10.3 Porşenli hereketlendirijiler üçin çalgý ýaglaryň esasy ulanylyş häsiýetleri

### 10.3.1 Çalgý we poslama garşy häsiýetleri

Içinden ýanýanhereketlendirijileriň iş prosesinde sürtülýän şaýlaryň geometriki ölçegleri we formalary üýtgeýär. Olaryň sanyna silindr-porşen topary, wal-podşipnik, ýumruk-itergi beriji ýaly jübütleri degişli. Silindr porşen topary üçin, mysal üçin, iýilmäniň adgezion we abraziw görnüşleri häsiýetli. Onda-da iýilmäniň abraziw görnüşi ýakma kamerasynda emele gelýän we soňra porşeniň giňelýän ýeriniň we silindriň gilzasynyň arasyndaky zolaga düşýän köýügiň gaty bölejikleriniň hasabyna döreýär.

Wal-podşipnik jübüdi üçin esasan iýilmäniň poslama we adgeziýa görnüşleri häsiýetli. Ýumryk-iteleýji jübüdi üçin iýilmäniň aýratyn görnüşi bolan uly urgy agramlaryň netijesinde ýüze çykýan pitting häsiýetli.

Sürtülmäniň gidrodinamiki rezininden araçäk režimine geçilende iýilmäniň artmagy örän mümkin. Bular ýaly galtaşýan şaýlaryň sürtülme zolagynda temperaturanyň, udel agramlaryň typma tizligiň ýokarlanmagynyň netijesinde mümkin. Kompression halkalaryň zolagynda udel basyş 0,15-0,30 MPa, ýagy çykaryp alýan halkalaryňky bolsa – 0,5-1,3 MPa deň. Tirsek walynyň podşipniklerinde 15 m/s typma tizlikde basyş 20-30 MPa ýetýär. Ýumryk-iteleýji jübüdi iň uly agramlara (urgy) degişli bolýar, bu ýerde basyş 500-700 MPa, käbir halatlarda 2100 MPa ýetýär.

Typma tizligiň peselmegi araçäk sürtülme režiminiň amala aşmagyna ýardam berýär. Mysal üçin, çalgynyň gidrodinamiki režimi sürtülmäniň halka-porşeniň ýolunyň orta bölegindäki silindriň gilzasy jübüdinde mümkin. Öli nokatlaryň golaýynda porşeniň herekedi haýallan wagty sürtülmäniň araçäk režimi peýda bolýar. Köplenç silindriň

gilzasynyň iň köp iýilmesi 1-nji kompression halkanyň durýan ýerinde syn edilýär.

Tirsek walynyň podşipnikleri esasan gidrodinamika çalgysy esasynda işleýär. Araçak režimi hereketlendirijini işe girizmek pursadynda ýa-da artykmaç ýüklenme pursadynda ulanylýar.

Şaýlaryň hatardan çykmagyna olaryň konstruktiv aýratynlyklaryndan başga-da ulanylyşynyň aýratynlyklary hem täsir edýär, hususan-da, ulanylýan motor ýagynyň we ýangyjyň görnüşi. Mysal üçin, ýangyçda kükürdiň köp bolmagy hereketlendirijiniň silindr-porşen toparynyň iýilmegine ýardam berýär. Alternatiw ýangyçlar (spirtliler) ulanylan ýagdaýynda, ylaýtada, metanol arassa görnüşinde we benzin bilen garyşdyrylyp ulanylanda, hereketlendirijiniň dürli düwünleriniň we şaýlarynyň iýilmegi birden ýokarlanýar.

Beýleki şertleriň ählisi birmeňzeş bolanda hereketlendirijini işe girizmekdäki iýilmä temperatura täsir edýär: ol näçe ýokary bolsa iýilmede şonça az bolýar. Bu ýagdaýda ýagyň sürtülýän tekizliklere akyp barmagyny gowulandyrmak üçin we şeýdip iýilmäni peseltmek üçin gowy şertler döredilýär. Çalgysy ýagyň himiki düzüminiň ýokarlanmagynyň hasabyna hem iýilme artýar, ony wal-podşipnik jübüdinde syn etmek bolýar. Bu jübüdiň özüni alyp baryşyny oturtmalaryň agramynyň ýitmegi bilen häsiýetlendirilýär, sebäbi reňkli metallardan we splawlardan taýýarlanýan oturtmalar, düzgün boluşy ýaly, himiki zaýalanma pes durnukly. Oturtmalara degişlilikde iýilmäniň himiki ýa-da poslama-mehaniki görnüşleri ýörite ylmy-tehniki edebiyatlarda "poslama" adalgasy bilen kesgitlenýär.

Tejribede iýilmäniň peseldilmegi we hereketlendirijiniň işiniň ygtybarlylygynyň artdyrylmagy gurluşyny üýtgetmek häsiýetli dürli ýollar bilen amala aşyrylýar. Mysal üçin, porşen halkalary hromlaýarlar ýa-da molibden, porşendäki halkalaryň sanyny we formasyny üýtgedýärler, porşeniň konstruksiýasyny üýtgedýärler we ş.m.

Bular bilen birlikde iýilmä garşy göreşmekde motor ýagyna hem uly orun berilýär. Ýagyň düzümini üýtgetmek bilen hereketlendirijiniň ýanaşýan düwünleriniň we saýlarynyň iýilmesini azaltmagy gazanyp bolýar. Bu maksat bilen ýaga iýilmä garşy prisadkalary goşýarlar. Iýilmä garşy prisadkanyň görnüşini we onuň ýagdaky konsentrasiýasyny islemeýän goşmaça hadysalary (okislenmä garşy, ýuwujy häsiýetleriň peselmegi) ýüze çykarmaýan maksimal effekti almak hasaby bilen saýlaýarlar.

Mysal üçin, ýangyjyň doly ýanmazlygynda emele gelýän önümleriň ýüze çykarýan iýilmesini peseltmek ýagyň aşgarlylygyny artdyrmagyň hasabyna we onuň netijesinde ýagyň neýtrallaşdyryjy ukybyny ýokarlandyrmagyň hasabyna mümkin.

Diýmek, islenilmeýän netijeleriň önüninden gaçmak üçin aşgarlylygyň ýokarlanmagynyň amatly bolmagyny bellemek gerek-artykmaç aşgarlylyk ulgamyň himiki işjeňliliginiň ýokarlanmagynyň sebäbi bolup bilýar. Ondan başga-da ýagyň ýokary aşgarlylygy onuň küllüligini artdyrýar, ahyrky bolsa öz gezeginde abraziw iýilmäni çaltlaşdyrýar (şol sebäpli ýagyň küllüligi çäklendirilýär).

Soňky döwür motor ýaglaryň antifraksion häsiýetlerine uly üns berilýär. Bu ýaglaryň antirfiksion häsiýetleriniň gowulandyrylmagynyň hereketlendirijiniň kuwwatlygynyň ýitgisini peseltmäge mümkinçilik berýänligi we şonuň bilen ýangyjyň harçlanmasyny azaltmaga mümkinçilik döredýänligi bilen ýüze çykarylýar.

Hereketlendirijide sürtülmäniň peseldilmegi konstruktiv üýtgeşmeleriň hasabyna gazanylyşy ýaly, şeýle hem ýaglaryň antifraksion häsiýetlerini gowulandyrmagyň hasabyna ýetilýär. Öz gezeginde çalgynyň režimine baglylykda ýaglaryň antifraksion häsiýetleriniň gowulandyrylmagy işçi temperaturada ýagyň süýgeşikligini sazlamagyň hasabyna ýetilýär (içki sürtülmäni azaltmak) ýa-da ýaglarda antifraksion

prisadkalaryň – sürtülmäniň modifikatorlaryny ulanmagyň hasabyna (daşky sürtülmäni azaltmak).

Şeýle hem jemlenen usuly ulanyp bolýar – motor ýaglarynyň süýgeşikligini üýtgetmegiň (peseltmegiň) we şol bir wagtda onuň düzümine sürtülmäniň modifikatorlaryny girizmek arkaly hereketlendirijide sürtülmäni peseldip bolýar.

Tejribeden belli boluşy ýaly motor ýaglaryny süýgeşiklik häsiýetlerini sazlamagyň hasabyna ulanmak, hususan-da nebit ýaglaryny goýulandyrylan we sintetiki ýaglaryny çalyşmakda, ýangyjyň harçlanmasyny ortaça 8-10% çenli peseldip, sürtülmäniň modifikatorlaryny ulanmakda bolsa 3-5% çenli peseldip bolýar.

### **10.3.2 Süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri**

Çalgý ýaglaryň süýgeşiklik-temperatura häsiýetlerine edilýän talaplar özara gapma-garşylykly. Bir tarapdan hereketlendirijini pes temperaturalarda ygtybarly işe girizmegi üpjün etmek üçin ýagyň süýgeşikligi ýokary bolmaly däl, ýagny akyjylygy ýokary bolmaly. Bu hereketlendirijini işe girizmekligiň gowy häsiýetlerini gazanmaga, hereketlendirijiniň işe girizilýän pursadynda sürtülýän şaýlaryň ygtybarly çalgysyny we hereketlendirijiniň soňra-da ygtybarly işini (ýag sürtülýän tekizliklere akyp barmaga ukyply) üpjün etmäge mümkinçilik döredýär. Beýleki tarapdan, hereketlendirijiniň işiniň ýola goýulan režimi üçin häsiýetli bolan ýagyň ýokary iş temperaturalarynda çalgynyň elastogidrodinamiki ýa-da gidrodinamiki režiminden araçäk režimine geçmegiň önüni almak üçin ýagyň ýeterlikli ýokary süýgeşikligi zerur.

Hereketlendirijini ygtybarly işe girizmek üçin ýaglaryň süýgeşiklik-temperatura häsiýetlerine edilýän talaplar degişli standart bilen bellenen. Oňa laýyklykda karbýurator hereketlendirijileri üçin ýagyň süýgeşikligi  $100^{\circ}\text{C}$  - da  $6,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ -dan (kinematiki),  $40^{\circ}\text{C}$ -da bolsa  $170 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  - dan ýokary

(dinamiki) bolmaly däl. Edil şular ýaly şertlerde dizeller üçin ýaglaryň süýgeşikligi deňişlilikde  $8,0 \text{ mm}^2/\text{s}$ -dan pes däl we  $220 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  - dan ýokary bolmaly däl. Berlen temperaturada (otrisatel) ýagyň süýgeşikligi näçe kiçi bolsa şonça-da, diýmek, has pes temperaturalarda tirsek walynyň talap edilýän aýlaw sanyna ýetmek we has pes temperaturada hereketlendirijini işe girizmek mümkin.

Ýaglaryň gyşyky görnüşleriniň süýgeşikligi tomusky ýaglaryňka garanda pes; demirgazyk sebitlerinde ulanylmaga teklipl edilýän ýaglaryň süýgeşikligi bolsa has pes, mysal üçin, M-4<sub>3</sub>/6 B ( -nji tablisade). Pes temperaturalarda sintetiki esasdaky ýaglar uly akyjylyk bilen tapawutlanýar.

Ýaglaryň pasyllarda çalyşylmagyny aradan aýyrmak maksady bilen ähli pasyllarda ulanylýan diýip atlandyrylýan ýaglar giňden ulanylyp başlady. Olary ulanylmagyň gyşyky şertlerinde ulanylyp bolýanlygy ýaly tomusky şertlerde hem ulanylyp bolýar. Bu ýaglary pes temperaturalarda gyşyky ýaglaryň akyjylygyna ýakyn bolan ýokary akyjylyk we položitel temperaturalarynda adaty tomusky ýaglar üçin häsiýetli bolan deňeşdirme ýokary süýgeşikligi bilen tapawutlanýar. Tejribede bular ýaly ýaglara M-6<sub>3</sub>/10 Г<sub>1</sub> we M-6<sub>3</sub>/10 B kysymly ýaglar bolup durýar. Ähli pasyllarda ulanmak üçin niýetlenen ýaglar düzgün boluşy ýaly süýgeşikligi pes bolan mineral esasy süýgeşikligine artdyrylan polimer prisadkany goşmak arkaly goýaldyp alýarlar.

Sintetiki önümleri ulanmak bilen alynýan ýaglar süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri boýunça goýaldylan ýaglardan öňde durýar: položitel temperaturalarda şol bir süýgeşiklikde olar otrisatel temperaturalarda ýaglaryň hereketlendirijini işe girizmek boýunça gowy häsiýetlerine eýe bolup pes süýgeşiklige eýe bolýar.

Işçi temperaturalarda süýgeşikligi ýeterlikli ýokary bolan ýaglary ulanmak ýokarda bellenişi ýaly hereketlendirijiniň dürli düwünleriniň we şaýlarynyň iýilmegini peseltmek zerurlygy sebäpli ýüze çykýar. Şonuň

bilen birlikde ýagyň süýgeşikliginiň artmagy bilen hereketlendirijiniň kuwwatlygynyň sürtülmä ýitgisi artýar we şonuň bilen bilelikde ýangyjyň harçlanmasy ýokarlanýar. Şularyň ählisini hasaba alyp berlen derejeli häsiýetli ýagy saýlamak, ýagyň ulanylyş şertlerini hemme taraplaýyn analiz etmek bilen we hereketlendirijiniň gurluşynyň aýratynlyklaryny hasaba almak bilen, amala aşyrylmaly.

### **10.3.3 Goraýjy häsiýetleri**

Motor ýaglarynyň hili we hereketlendirijileriň işiniň ygtybarlylygy ýagda suw bolan ýagdaýynda birden peselýär. Suw ýaga saklanylanda, şeýle hem ulanylýan wagty hem düşüp bilýär. Iň ýokary derejede suw düşmek gämi dizelleri üçin ýaglar degişli bolýar. Ýagda 1-2% suwuň bolmagy hereketlendirijiniň silindr-porşen toparynyň hatardan çykmagyny 5 esse artdyrýar. Ondan başga-da ýaga suwuň düşmegi köpürjik emele gelmegini artdyrýar, ýaglaryň aşgar sanlaryny peseldýär, ýagdan funksional prisadkalaryň çökmegine getirýär.

Uzak wagtlap işlemän duran hereketlendirijä suw buglarynyň düşmegi we çyglylygyň kondensasiýasy aýratyn howp bolup durýar. Bu döwür elektrohimiýa poslamanyň prosesleri çalt ösýär; bu hereketlendirijini ulanmagy dowam etdirmekde onuň dürli düwünleriniň we şaýlarynyň hatardan çykmagy ýokarlanýar. Uzak wagtlap çygly atmosferada saklanan awtomobiliň 1000 km ýol geçmeginde hatardan çykmagy uznuksiz işläp duran hereketlendiriji bilen deňeşdirilende silindrler boýunça 1,5-2 esse, porşenler boýunça 1,5 esse, tirsek walynyň daşy boýunça 10-15% ýokary bolýar.

Içinden ýanýanhereketlendirijileri saklamakda popslamadan goramak üçin motor ýaglaryna poslamagyň inhibitorlaryny goşýarlar. Ulanylýan inhibitoryň görnüşine we onuň konsentrasiýasyna baglylykda konserwasion, konserwasion-işçi ýa-da işçi-konserwasion ýaglary alýarlar.

Motor ýaglaryna poslamanyň ingibitorlaryny girizmek diňe bir poslamany peseltmän, käbir ýagdaýlarda hereketlendirijiniň iş prosesinde hatardan çykmagyny peseltmäge mümkinçilik berýär.

#### **10.3.4 Okislenmä garşy we ýuwujy häsiýetleri**

Içinden ýanýanhereketlendirijileriň kadaly işlemegi aňsatlaşdyrmak üçin motor ýaglarynyň okislenmäge garşy we ýuwujy häsiýetleriniň ýokary bolmagy zerur. Sebäbi hereketlendirijini ulanmak prosesinde hereketlendirijiniň tehniki häsiýetnamalaryna ters täsir edýän uglerodly toplandylaryň köp mukdary emele gelýär.

Içinden ýanýanhereketlendirijilerde emele gelýän uglerodly toplandylar köýüklere ( ýokarytemperatura toplandylary), syrçalara (ortatemperatura toplandylary) we çökündilere (pestemperatura toplandylary) bölünýär.

Köýükler ýagyň termiki dargamagynyň, onuň dargama önümleriniň okislenmeginiň we polimerizasiýasynyň netijesinde, şeýle hem ýanmadyk ýangyjyň hasabyna emele gelýär. Köýükler, esasan, ýakma kamerasyň diwarlarynda, porşeniň düýbünde, porşeniň gapdal üst ýüzüniň ýokarky böleginde çökýär.

Syrça toplandylary, köplenç, porşen halkalarynyň akabalarynda, silindrleriň gilzalarynda we porşeniň gapdal ýanlarynda emele gelýär.

Çökündiler karterde, klapan karobkasynda, ýag ulgamynda we filtrlerde toplanýar. Olaryň emele gelmegi gazlaryň ýakma kamerasyndan kartere böwsüp geçmegi bilen, ýaga suwuň düşmegi bilen we beýleki sebäpler bilen düşündirilýär. Çökündiler uly howp bolup durýar, sebäbi olar ýag geçirijileri we filtrleri dykyp bilýär, bu bolsa öz gezeginde ýagyň sürtülme düwünlerine kadaly berilmegini bozýar we olaryň hatardan çykmagyna getirýär. Birnäçe umumy häsiýetleriniň barlygyna garamazdan toplandylaryň emele



gelmeginiň häsiýeti hereketlendirijiniň emele gelmeginiň häsiýeti hereketlendirijiniň iş şertine we onuň gurluşynyň aýratynlyklaryna baglylykda dürli bolýar. Mysal üçin, dizel hereketlendirijilerinde toplandylaryň köp bölegini ýokarytemperatura toplandylary tutýar diýip, karbýurator hereketlendirijilerinde bolsa - pestemperatura toplandylary tutýar diýip hasaplanýar.

Motor ýaglarynyň toplandylary emele getirmegä ýygyn etmegini peseltmek üçin okislendirme we ýuwujy häsiýetleriniň gowulandyrylmagynyň hasabyna olaryň hiliniň derejesini ýokarlandyryrlar.

Okislenmäge garşy häsiýetleri ýokarlandyrmagy okislenmäge pes derejede ukyply bolan ýag esasyny saýlamak bilen, ýa-da ýaga okislenmäge garşy goşundylary girizmek bilen ýetilýär. Şonuň bilen bir wagtda ýaga ýuwujy goşundylary goşýarlar. Olar bir tarapdan, belli bir derejede okislenme prosesine täsir edip bilýär, beýleki tarapdan bolsa hereketlendirijiniň dürli düwünlerinde we şaýlarynda uglerodly emele gelmeleriň çökmegine päsgel berýär. Ulanylyş aýratynlyklaryny hasaba almak bilen karbýurator hereketlendirijilerini çalgy bilen üpjün etmek üçin niýetlenen ýaglara külli ýuwujy goşundylardan başga-da pestemperaturaly toplandylaryň emele gelmegi bilen üstünlikli göreşmek üçin külsüz dispergirleýji prisadkalary hem girizýärler.

#### **10.4 Döwrebap motor ýaglary**

Nebit çalgy ýaglarynyň klassifikasiýalary köp we dünýäniň ähli ýurtlarynda ulanylmaga kabul edilen ýeketäk klassifikasiýa ýok.

1974-nji ýyla çenli tejribede ýaglaryň ulanylyş çäklerini häsiýetlendirýän motor ýaglarynyň A, D, M we MT harplar bilen bellenilýän köne klassifikasiýasy ulanylýardy. A klasynyň ýaglary karbýurator hereketlendirijilerine çalmak üçin, D-awtotraktor we gämi dizeller üçin, MT - transport

dizeller üçin, M-porşenli awiasion hereketlendirijilere çalmak üçin niýetlenen. Bu ýaglary almagyň tehnologiýasynyň aýratynlyklary hem harplar bilen bellenilipdir, mysal üçin, K-kislota bilen arassalamak, S-saýlap alyjy erediji bilen arassalamak, П-prisadkaly, 3-goýaldylan ýag. Ýaglaryň bellenilişindäki sanlar ýagyň 100°C temperaturadaky mm<sup>2</sup>/s süýgeşikligini häsiýetlendirýär.

Soňra 1974-nji ýylda motor ýaglarynyň täze klassifikasiýasy girizildi. Bu klassifikasiýa laýyklykda hem motor ýaglarynyň ulanylyş çäklerine laýyklykda toparlary kesgitlenen we harp belgisi bilen bellenilýär. Mysal üçin M-8 B<sub>1</sub>-“M” harpy motor ýaglygyny, “8” sany 100°C temperaturadaky mm<sup>2</sup>/s süýgeşikligini aňladýar, “1” indeksi “B” harpy bolsa ýagyň ulanylyş häsiýetleri boýunça B topara degişlilikini we az forsirlenen karbýurator hereketlendirijilerini çalgylamak üçin niýetlenen.

Karbýurator we dizel hereketlendirijiler üçin niýetlenen uniwersal ýaglar ulanylyş häsiýetlerini görkezýän harplar bilen bellenilýär, mysal üçin M-8 B, M-10 Γ, M-6<sub>3</sub>/10 B.

## UNIWERSAL MOTOR ÝAGLARY TDS 591-2002 25-nji tablisa

T/b	Görkezijiniň ady	Ululygy			
		SAE 15 W- 30 API SF/C C	SAE 15 W- 40 API SF/C C	SAE 20 W- 20 API SF/C C	SAE 20 W- 50 API SF/CC
1	Kinematiki süýgeşiklik 100°C-da, mm <sup>2</sup> /s, çäklerde	11,0- 12,5	13,5- 15,0	7,8- 8,5	18,5 – 20,5
2	Dinamiki süýgeşiklik, minus 20°C -da, mPa·s, köp däl	7000	7000	9500	9500
3	<b>Süýgeşiklik indeksi, az däl</b>	120	120	95	120

4	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, % köp däl	0,015	0,015	0,015	0,015
5	Aşgar sany, 1g ýagdaky KOH, mg-da, az däl	6,0	6,0	4,0	4,0
6	Sulfat külüniň massa paýy, %, köp däl	1,3	1,3	1,1	1,1
7	Suwuň massa paýy, %, köp däl	0,03 ujyps yz	0,03 ujyps yz	0,03 ujyps yz	0,03 ujypsyz
8	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C, pes däl	210	210	215	220
9	Doňma temperaturasy, °C, ýokary däl	-25	-20	-20	-15
10	Bugaryjylyk, %, 250 °C -da 1-sagadyň dowamynda, köp däl	15	15	-	15
11	Poslatma işjeňligi, M1 mis plastinkalarynda, 100 °C temperaturada, 3 sagat ballar, köp däl	1W 1b	1W 1b	1W 1b	1W 1b
12	Reňki 15:85 gatnaşykda gowşatmak bilen ASTM color, köp däl SNT birlikleri, köp däl	4,0 4,0	4,0 4,0	4,0 4,0	4,0 4,0
13	Dykyzlygy 20°C -da, g/sm <sup>3</sup> , köp däl	0,900	0,905	0,900	0,900

Daşary ýurtlaryň köpüsinde motor ýaglaryny dürli sortlara süýgeşikligi boýunça bölýän SAE klassifikasiýasy we ulanylyş şertleri boýunça bölýän API klassifikasiýasy ulanylýar. Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda süýgeşikligi bilen tapawutlanýan uniwersal motor ýaglaryň dört görnüşi öndürülýär: SAE 15 W- 30 API SF/CC, SAE 15 W- 40 API SF/CC, SAE 20 W-50 API SF/CC nadduwsyz benzinde we dizelde işleýän hereketlendirijiler üçin köp ugurly ýokary hilli motor ýaglary. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň, Fransiýanyň «Chevron Oronite» prisadkalaryny ulanmak bilen, TNGIZ-niň esaslyk ýaglarynyň esasynda

öndürilip çykarylýar. Okislenmä, poslama we könelmä garşy oňat düzüme eýedir. Uzak wagtlap ulanylyşda ygtybarly çalgyny we könelmeden goragy üpjün edýärler. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS 17479.1-85 boýunça G toparyna we API SF/CC, ACEA-A1-98/E1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär. Çalyşma çenli ýagyň teklipl edilýän ulanyş möhleti 15000/12000 km (benzinde/dizelde işleýän dwigateller üçin) ýol aralygy.

SAE 20 W-20 API SF/CC ýeňil we ýük awtomobilleriň ortaça forsirlenen benzinde işleýän hereketlendirijileri, şeýle hem ortaça forsirlenen awtotraktor dizelleri üçin köp ugurly motor ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň we günbatar öndürijileriniň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esaslyk ýaglaryndan öndürilip çykarylýar. Ýokary temperaturalara durnukly we aşaky temperaturalarda dwigateliň aňsat işe girizilmegini üpjün edýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS 17479.1-85 boýunça B toparyna we API SD/CB, ACEA A1-98/E1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär. Çalyşma çenli ýagyň teklipl edilýän ulanyş möhleti 12000/10000 km (benzinde/dizelde işleýän dwigateller üçin) ýol aralygy.

1996-njy ýyldan bäri çykan modelleriň turbonadduwly we onsuz benzin we dizel hereketlendirijili awtomobiller üçin köp ugurly ýokary netijeli mineral motor ýaglary. Ýaglar üçin prisadkalary öndürijileriň öndebaryjylarynyň biri bolan Fransiýanyň «Chevron Oronite» kompaniýasynyň okislenmä, poslama we könelmä garşy prisadkalary ulanmak bilen Ýewraziýa sebitinde iň gowusy bolan TNGIZ-niň esaslyk ýaglarynyň esasynda öndürilýär. Ýanyklygy emele getirmeýär, uzak wagtlap ulanylanda hem şepbeşikligini saklaýar, dürli ulanyş şertlerde dwigateliň ygtybarly işlemegini we ýangyjyň tygşytlanylmagyny üpjün edýär. «Chevron Oronite» we «Mercedes Benz» kompaniýalarynyň barlaghana merkezlerinde

geçirilen synaglaryň netijesi boýunça API SJ/CF-4/CG-4, ACEA A3-98/B3-98 we MB 229.1/228.1 hil derejelerine laýyk gelýär. Çalyşma çenli ýagyň teklipl edilýän ulanyş möhleti 20000/18000 km (benzinde/dizelde işleýän dwigateller üçin) ýol aralygy.

SAE-30 API CB ýagy turbonadduwly we onsuz dizeller üçin ýokary netijeli motor ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň poslamanyň, sürtülýän üstleriň könelmeginiň we ýokary temperaturaly çökündileriň önüni alýan esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleriniň esasynda TDS 17479.1-1-85 boýunça D toparyna we API CD we ACEA E1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

SAE-30 API CC, SAE-30 API CD, SAE-40 API CB ýaglary dizeller üçin ýokary hilli motor ýaglary. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň poslamanyň, sürtülýän üstleriň könelmeginiň we ýokary temperaturaly çökündileriň önüni alýan esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS 17479.1-85 boýunça B2 we G2 toparlaryna we API CB we CC, ACEA E1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

UNIWERSAL MOTOR ÝAGLARY "TÜRKMEN ÝAG. HAS ÝOKARY. ÄHLI PASYL" TŞ 05766698-79-2005 (SAE 20W-50) TDS 648-2005(SAE 15W-40) 26-njy tablisa

T/ b	Görkezijiniň ady	SAE 15W-40 kadarlar boýunça ululygy	SAE 20W-50 kadarlar boýunça, ululygy
1	Kinematiki süýgeşiklik, 100°C -da, mm <sup>2</sup> /s, çäklerde	14,0-15,0	18,5-20,5
2	Dinamiki süýgeşiklik, minus 20°C-da, mPa·s, köp däl	7000	9500
3	Süýgeşiklik indeksi, az däl	130	120

4	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, %, köp däl	0,015	0,015
5	Aşgar sany, 1g ýag üçin KOH, mg-da, az däl	7,0	7,0
6	Sulfat külüniň massa paýy, % köp däl	1,3	1,3
7	Suwuň massa paýy, %, kp däl	ujypsyz	Ujypsyz
8	Bugarjylyk, %, 250 °C-da 1 sagadyň dowamynda, köp däl	15	15
9	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C pes däl	210	220
10	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C pes däl	-20	-15
11	Poslatma işjeňliligi, M1 mis plastinka-larynda 100°C, sagat ballar, köp däl Poslatma işjeňliligi, C-1 gurşun plastinkalarynda, sagat, g/m <sup>2</sup> , köp däl	1W 1b	1W 1b
12	Reňki, 15:85 gatnaşykda gowşatmak bilen ASTM color, köp däl	4,0 4,0	4,0
13	Dykyzlygy, 20 °C-da, g/sm <sup>3</sup> , köp däl	0,905	0,905

## MOTOR ÝAGY AWTOTRAKTOR DIZELLERI ÜÇIN *TDS 592-2002* *27-nji tablisa*

T/ b	Görkezijileriň ady	SAE-30 API CB	SAE-30 API CC	SAE-30 API CD	SAE-40 API CB
1	Kinematiki süýgeşiklik 100°C -da, mm <sup>2</sup> /s, çäklerde	11,5-12,5	11,0-12,5	11,5-12,5	13,5-14,5
2	Süýgeşiklik indeksi, az däl	95	90	95	90

3	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, %, köp däl	0,015	0,015	0,02	0,02
4	Aşgar sany, 1g ýagdaýdaky KOH, mg-da, az däl	3,5	6,0	8,0	4,0
5	Sulfat külüniň massa paýy, % köp däl	1,0	1,2	1,5	1,1
6	Suwuň massa paýy, % köp däl	0,03	0,03	0,03	0,03
7	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C, pes däl	230	220	230	230
8	Doňma temperaturasy, °C, ýokary däl	-15*	-15*	-15*	-15*
9	Poslatma işjeňliligi, M1 mis plastinkalarynda, 100 °S temperaturada, 3 sagatlap ballar, köp däl ýa-da	1W 1b	1W 1b	1W 1b	1W 1b
10	Poslatma işjeňliligi, gurşun plastinkajyklarynda, g/m <sup>2</sup> , köp däl	Ýok	Ýok	Ýok	Ýok
11	Reňki 15:85 gatnaşykda gowşatmak bilen ASTM color, köp däl SNT birlikleri, köp däl	2,5 2,5	2,5 2,5	2,5 2,5	2,5 2,5
12	Dykyzlygy 20 °C -da, g/m <sup>3</sup> , kp däl	0,902	0,902	0,902	0,902

SAE 30 API CF-4 we SAE 40 API CF-4 ýaglary turbonadduwly we onsuz dizeller üçin ýokary tizlikli kuwwatly dört taktly dizeller üçin ýokary netijeli motor ýaglary. Fransiýanyň «Chevron Oronite» kompaniýasynyň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Okislenmä, poslama we könelmä garşy, ýuwujy-dispergirleýji we köpüge garşy oňat düzümlere eýedir.

«Chevron Oronite» merkezinde synaglardan geçdi, API CF-4 hil derejesine laýyk gelýär.

SAE 40 API CB teplowoz we gämi hereketlendirijileri üçin ýokary hilli motor ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň poslamanyň, sürtülýän üstleriň könelmeginiň we ýokary temperaturaly çökündileriň önüni alýan esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleriniň esasynda TDS 17479.1-85 boýunça B2 toparyna we API CB, ACEA E1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

## DIZELLER ÜÇIN ÝAGLAR

28-nji tablisa

T /b	Görkezijiniň ady	Ululygy					
		SAE 30 API CF-4	SAE 40 API CF-4	SAE 40 API CB	SAE 40 API CB	SAE 50 SD API CA	SAE 50 MD API -CA
1	Kinematiki süýgeşiklik 100°C - da, mm <sup>2</sup> /s, çäklerde	11,5-12,5	13,5-14,5	13,5-14,5	15,5-16,5	20,0	20,0
2	Süýgeşiklik indeksi	≥ 95	≥ 95	≥ 90	≥ 90	≥ 80	≥ 80
3	Aşgarlaýjy sany, mg KOH/g ýag	≥ 8,0	≥ 8,0	≥ 4,0	≥ 5,0	≥ 0,9	≥ 1,0
4	Temperaturasy, °C Tutaşma Doňma	≥ 230 ≤ -25	≥ 240 ≤ -15	≥ 230 ≤ -12	≥ 240 ≤ -18	≥ 240 ≤ -15	≥ 245 ≤ -10
5	Dykyzlygy, g/sm <sup>3</sup>	0,88 0	0,88 5	0,90 0	0,90 0	0,90 0	0,90 0
6	Çalyşma çenli ýagyň teklipl edilýän ulanylyş möhleti, ýol aralygy km	1800 0	1800 0	8000	500/ 250 **	250 ** 3000 ***	-
7	TDS ýa-da ГОСТ boýunça kybapdaşy	Ýok	ýok	M-14B2	MT-16Π	MC-20, MC-20Π	MC-20Π



SAE 40 API CB ulag we stasionar hereketlendirijileri üçin ýokary hilli motor ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň poslamanyň, sürtülýän üstleriň könelmeginiň we ýokary temperaturaly çökündileriň önüni alýan esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleriniň esasynda TDS 17479.1-85 boýunça B2 toparyna we API CB, ACEA E1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

SAE 50 SD API CA stasionar dizelleri we gazmotorkompressorlar üçin ýokary hilli motor ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň poslamanyň, sürtülýän üstleriň könelmeginiň we ýokary temperaturaly çökündileriň önüni alýan esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleriniň esasynda boýunça TDS 17479.1-85 boýunça B2 toparyna we API CA, ACEA A1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

SAE 50 MD API CA gämi hereketlendirijileri üçin ýokary hilli motor ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň poslamanyň, sürtülýän üstleriň könelmeginiň we ýokary temperaturaly çökündileriň önüni alýan esaslyk ýaglaryndan öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleriniň esasynda TDS 17479.1-85 boýunça B2 toparyna we API CA, ACEA A1-98 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

\*\* stasionar dizellerde çalyşma çenli ýaglaryň ulanylyş möhleti

\*\*\* gazmotorkompressorlarda ulanylyş möhleti

# SAE 40 LCD MOTOR ÝAGY

TŞ-05766698-77-2005

29-njy tablisa

T/ b	Görkezijiniň ady	Ululygy
1	Kinematiki süýgeşiklik 100 <sup>0</sup> C-da, mm <sup>2</sup> /s , çäklerde	13,5-14,5
2	Süýgeşiklik indeksi, az däl	90
3	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, %, köp däl	0,02
4	Aşgar sany, 1g ýag üçin KOH, mg-da, az däl	6,5
5	Sulfat külüniň massa paýy, %, köp däl	1,95
6	Suwuň massa paýy, %, köp däl	ujypsyz
7	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, <sup>0</sup> C, pes däl	230
8	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, <sup>0</sup> C, pes däl	-12
9	Poslatma işjeňligi gurşun plastinkada g/m <sup>2</sup> köp däl Poslatma işjeňligi, M1 mis plastinkalarynda 100 <sup>0</sup> C, sagat, ballar, köp däl Poslatma işjeňligi, C-1 gurşun plastinkalarynda, sagat, g/m <sup>2</sup> , köp däl	ýok 1W  1b
10	Reňki 15:85 gatnaşykda gowşatmak bilen SNT birliginde, köp däl ASTM color, köp däl	4,0 4,0
11	Dykyzlygy, 20 <sup>0</sup> C-da, kg/m <sup>3</sup> , köp däl	910
12	Induksion tapgyry boýunça durnuklylygy Çöküdi emele getiriji (IPO), 55 sagadyň dowamynda	çydamla
13	Tribologiki häsiýeti 20+/-5 <sup>0</sup> C-da -sürgülme indeksi (SI)H kgs az däl kritiki agram (PK), kgs az däl 196 H hemişelik agramda sandan çydamly görkezijisi, mm köp däl	421(43) 823(4) 0,4

**SAÝLAP ALYJY EREDIJILER BILEN  
ARASSALANAN MOTOR ÝAGYNY**

**TDS-618-2003**

**30-njy tablisa**

T/b	Görkezijiniň ady	Ululygy	
		SAE 50 SD API CA	SAE 50 SD API CA
1	Kinematiki süýgeşiklik 100 <sup>0</sup> C-da, mm <sup>2</sup> /s , az däl	20,0	20,0
2	Süýgeşiklik indeksi, az däl	80,0	85,0
3	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, %, köp däl	0,015	0,015
4	Kükürdiň massa paýy, %, köp däl	0,1	0,1
5	Külüniň massa paýy, %, köp däl	0,24	0,24
6	Suwuň massa paýy, %, köp däl	yzlary	yzlary
7	Açyk tigelde kesgittenilýän ýalpyldama temperaturasy, <sup>0</sup> C	265	265
8	Doňma temperaturasy, <sup>0</sup> C, ýokary däl	-15	-15
9	Aşgaryň we kislotanyň suwda ereýjilik düzümi, %, köp däl	ýok	ýok
10	Saýlap alyjy eredijileriň düzümi	ýok	ýok
11	Poslatma işjeňliligi, M-1bürünç plastinkada, 100 <sup>0</sup> C-da; 3 sagat; ballar; köp däl. Poslatma işjeňliligi, C-1 görnüşiniň gurşun plastinasynda g/m <sup>3</sup> ; köp däl.	1b	1b
		ýok	ýok
12	Reňki 15:85 gatnaşykda gowşatma bilen ASTM color, köp däl, SNT birligi, köp däl	2,5	2,5
		2,5	2,5
13	Dykyzlygy, 20 <sup>0</sup> C-da, g/m <sup>3</sup> , köp däl suwda ereýjilik düzümi, % köp däl	0,900	0,900

**TÜRKMENISTANDA ÖNDÜRILÝÄN MOTOR  
ÝAGLARYNYŇ WE DÜRLI ÖNDÜRIJILERIŇ  
ÝAGLARYNYŇ LAÝYKLYGY 31-nji tablica**

Türkmenistan	Orsýet	Shell	BP	Mobil	AGIP
SAE 15W-30 API SF/CC	M-63/12Γ	X-100	-	Mobil Deivac 1400 Super	Agip Super Motoroil
SAE 15W-40 API SF/CC	M-63/14Γ	X-100	-	Mobil Spesial 15W-40	Agip Motoroil HD
SAE 20W-50 API SF/CC	M-83/16Γ	X-100	Vanellus M	Mobil Spesial	Agip Super Motoroil
SAE 15W-40 API SJ/CF-4/CG-4	-	Helix Super, Helix Rimula X	Visco Diesel, Vanellus C3	Mobil Super M, Mobil Deivac MX	Agip Universal Motoroil, Sigma Turbo
SAE 20W-50 API SJ/CF-4/CG-4	-	Helix Super, Helix Rimula X	Visco Diesel, Vanellus C3	Mobil Super M, Mobil Deivac MX	Agip Universal Motoroil, Sigma Turbo
SAE 20W-20 API SD/CB	M8B	Rimula C20W20	Vanellus M	Mobil Deivac 1320	-
SAE 30 API CB	M-12B2	Rotella X 30/Rimula C 30	Vanellus M 40	Mobil Deivac 1330	Agip Diesel Gamma
SAE 40 API CB	M-14B2	Rotella X 40/Rimula C 40	Vanellus M 40	Mobil Deivac MX	Agip Diesel Gamma
SAE 40 T API CB	MT-16Π	Rotella X 40/Rim	Vanellus M 40	Mobil Deivac	-

		ula C 40			
SAE 50 SD API CA	MC-20Π	Rotella X 50/Rim ula C 50	-	Mobil Deivac 1350	-
SAE 50 MD API CA	MC-20Π	Rotella X 50/Rim ula C 50	-	Mobil Deivac 1350	-
SAE 30 API CC	M10Γ2(κ ) M-10Γ2	Rotella X 30/Rim ula C 30	Vanellu s M	Mobil Deivac 1330	Agip Diesel Gamma
SAE 40 API CB	M-14B2	Rotella X 40/Rim ula C 40	Vanellu s M 40	Mobil Deivac 1340	Agip Diesel Gamma
SAE 30 API CD	M-10ΔM	Rimula D 30	Vanellu s C3	Mobil Deivac 1330	Agip sint Turbo Diesel
SAE 30 API CF-4	-	Rimula X	Vanellu s C3	-	-
SAE 40 API CF-4	-	Rimula X	Vanellu s C3	-	-

## **11-NJI BAP. Reaktiw hereketlendirijiler üçin çalgý ýaglar**

### **11.1 Reaktiw hereketlendirijileriň we gaz turbinalarynyň çalgý ulgamy**

Howa-reaktiw Gaz turbina hereketlendirijileriniň ygtybarly işlemegini üpjün etmek üçin çalgý ýaglary ulanýarlar. Mysal üçin, turboreaktiw awiasion hereketlendirijilerde ýagy turbokompressor agregatynyň (Gaz turbinalaryň, kompressorlaryň) uly ölçegli ýokary tizlikli çäýkanma podşipniklerini, agregatlaryň herekede getirijisiniň gutularynyň şesternýalaryny we sürtülmäniň beýleki düwünlerini sowatmak we çalgylamak üçin ulanylýar, ýag şeýle hem sazlamagyň we awtomatikanyň dürli ulgamlarynda gidrawliki suwuklyk hökmünde hem ulanylýar. Turbawintlil hereketlendirijilerde ýag gyzýan güýç reduktoryny sowatmak üçin we çalmak üçin ulanylýar.

Gaz turbina hereketlendirijileriniň dürli düwünleri we şaýlary dürli çalgylanýar. Şeýlelikde, has köp ýüklenen podşipnikler, dişli we şlisli birikdirmeler merkezden daşlaşma we akymlaýyn forsunkalaryň kömegi bilen basyş astyndaky mejbury çalgylanmaly bolýar. Beýleki sürtülýän şaýlar pürkmek bilen çalgylanmaly.

Gaz turbina hereketlendirijileriň ýag ulgamy “gury karter” düzgüni boýunça gurnalan. Döwrebap hereketlendirijilerde çalgynyň aýlawly, ýapyk (bir konturly we iki konturly) ýapyk däl we kombinirlenen ulgamlary ulanylýar. Gaz turbina hereketlendirijileriniň çalgý ulgamy gurluşynyň aýratynlyklaryna bagly bolman indiki elementleri öz içine alýar: ýag bagy, ýag radiatory, nasoslar, filtrlr, howa bölüjiler, ýag forsunkalar we ýag geçirijiler. Gaz turbina hereketlendirijileriniň esasan uçar apparatlarynda olaryň işiniň ygtybarlylygyna ýerde ulanylýan tehnikadaky hereketlendirijä edilýän talaplara garanda has berk ýokary talaplar edilýär. Bularyň netijesinde ýokary talaplar gaz turbina

hereketlendirijileriň çalgý ulgamyna hem edilýär. Umuman bu hereketlendirijilerde ýerde ulanylýan tehnikanyň porşenli hereketlendirijileri çalgý ulgamyndaky ýagyň mukdaryna barlag ulgamy güýçlendirilen.

## 11.2 Ýaglaryň hiline edilýän talaplar

Gaz turbina hereketlendirijileriniň gurluş aýratynlyklary bilen baglanşyklykda olarda çalgý ýaglaryň iş şertleri içinden ýanýanporşenli hereketlendirijilerdäki ýagyň iş şertlerinden düýbünden tapawutly. Mysal üçin, porşenli hereketlendirijilerden tapawutlylykda Gaz turbina hereketlendirijilerde çalgý ýag ýakma kamerasyndan (ýangyjyň ýanýan zolagyndan) doly izolirlenen; ondan başga-da sürtülmäniň iň jogapkärli düwünlerinde typma sürtülmesi däl-de çaykanma sürtülmesi amala aşyrylýar. Gaz turbina hereketlendirijilerinde turbokompressoryň waly porşenli hereketlendirijilerden tapawutlylykda deňagramlylyga gowy getirilen we aýlawlaryň köplüginde, ok we radial ýüklenmeleriň ýokarylygyna garamazdan, ýürkenmäniň birden üýtgemegini hiç-hili ýüze çykarman işleýär.

Döwrebap Gaz turbina hereketlendirijileri işiň ýokary ýüklüligi bilen tapawutlanýar: 300°C çenli ýokary temperaturalar, sürtülme düwünlerinde uly işçi ýüklenmeler –  $3 \cdot 10^3$  MPa, gaz turbinalaryň uly aýlaw tizlikleri – 12000-20000 min<sup>-1</sup>. Bu şertlerde ýagyň işiniň ýüklüligi sürtülýän şaýlardan aýrylmagy zerur bolan ýylylygyň mukdaryna bagly, we beýleki şertleriň bir meňzeş bolmagynda ýagyň hereketlendirijiden akdyrylyşynyň tizligi bilen häsiýetlendirilýär. Turboreaktiv awiasion hereketlendirijilerde ýag turbokompressoryň rotorynyň podşipniklerinden, agregatlaryň herekede getirijisinden akdyrylyp geçirilýär, turbowintlilerde bolsa reduktordan geçirilýär.

Ýagyň temperaturasy Gaz turbina hereketlendirijisine girýän ýerde 20-50°C aralygynda üýtgeýär, çykyan ýerindäki

temperaturasy bolsa ulanylyş şertlerine bagly bolup durýar. Hususan-da sesiň tizligine çenli tizlikde uçarlaryň hereketlendirijisinden çykýan ýerinde ýagyň temperaturasy  $125^{\circ}\text{C}$  –dan ýokary däl. Uçuşyň sesiň tizliginden ýokary tizlige geçilende ýagyň temperaturasy  $140\text{--}150^{\circ}\text{C}$  çenli ýokarlanýar, uçyşyň tizligi 2M (M- Mahyň sany, sesiň tizligine deň tizligi aňladýar) töwerek bolanda ýagyň temperaturasy  $200^{\circ}\text{C}$  ýetýär.

Turbowintli hereketlendirijileriň gurluşynyň aýratynlyklary olarda uly güýçleri geçirmek üçin niýetlenen we ýokary kontaktly ýüklenmelerde işleýän şesterýonka şekilli reduktorlaryň barlygy bilen baglanşykly. Ýaglary ulanmagyň tejribesinden belli boluşy ýaly bular ýaly ýüklenmelere süýgeşikligi ýokarlandyrylan ýaglar çydap bilýär. Şol sebäpli, köplenç, turbowintli hereketlendirijiler üçin niýetlenen ýaglar turboreaktiw hereketlendirijileri üçin niýetlenen ýaglar bilen deňände süýgeşikligi has ýokary bolýar.

Çalgý, okislenmä garşy, süýgeşiklik-temperatura, poslatma garşy we beýleki häsiýetleriň ýokary bolmalylygynyň zerurlygy bilen baglanşykly umumy talaplardan başga-da döwrebap Gaz turbina hereketlendirijileri üçin niýetlenen ýaglar mümkin boldugyndan has dar kadalanan fraksion düzümlü bolmaly. Bular ýaly çäklendirme bugarma sebäpli ýitginiň minimal bolmagyny we ulanylyş prosesinde süýgeşiklik häsiýetnamalaryň hemişelik bolmagyny üpjün etmäge mümkinçilik döredýär. Ulanylyş prosesinde süýgeşiklik häsiýetnamalarynyň hemişelik bolmagy bolsa sazlama ulgamynyň ygtybarly işini saklamak üçin örän wajyp.

Gämilerdäki Gaz turbina desgalarynda ýagyň işiniň aýratynlygy-ýagyň suwlanmak mümkinçiligi. Şol sebäpli gämi Gaz turbina hereketlendirijileri üçin niýetlenen çalgý ýaglara suwa çydamly bolmagyň ýokary bolmagy ýaly goşmaça talap bildirilýär. Şeýle hem ýagda suwuň bolmagynyň çylşyrymly efirleri ulanmak bilen alnan ýaglaryň gidrolizine getirýänligini hem göz önünde tutmaly. Bu ýagdaýy ýagy ulanmakda hem saklamakda, ylaýtada çygly atmosferada, hasaba almak zerur.



Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýaglar, hususan-da, uçýan apparatlarda oturdylýan hereketlendirijiler üçin ýaglar has doly jikme-jik barlagdan geçýärler. Ýagyň hilini bahalandyrmakda ulanmagyň mümkin bolan şertlerini we onuň hereketlendirijide işlemeginiň güýjenmesini hasaba alýarlar. Ahyrky ýagyň hereketlendirijiden çykýan ýerindäki temperaturasy bilen häsiýetlendirilýär. Bu görkeziji boýunça uçýan apparatlaryň hereketlendirijilerini 4 topara bölüp bolýar: ýagyň çykalgadaky temperaturasy deňşlilikde 150, 200, 250 we 300°C-dan ýokary däl. Birinji topar bilen kesgitlenýän iş şertleri, köplenç, sesiň tizligine çenli tizlikdäki awiasiyada we 1,5 M-den ýokary bolmadyk tizlikde uçýan sesiň tizliginden ýokary tizlikde uçýan uçarlarda ýerine ýetirilýär. Ikinji topara uçuş tizligi 2,0-2,2 M çenli, üçünjä bolsa - 2,5-2,8 M çenli we dördünji topara 3,0-3,2 M çenli bolan uçarlar deňişli.

Bulardan gelip çykyşy ýaly ýaglaryň hiliniň bahalandyrylmagy dürli, gyzyklandyryan häsiýetleri barada doly maglumat almaga mümkinçilik berýän, usullar bilen hemmetaraplaýyn ýerine ýetirilýär. Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýaglary barlamakda ulanylýan maglumaty has köp berýän usullar, usullaryň iki toplumyna jemlenen - dikuçarlaryň reduktorlary we awiasion Gaz turbina hereketlendirijileri üçin ýaglaryň kwalifikasion bahalandyрма usullarynyň toplumu we gämi bugturbina we Gaz turbina desgalary üçin ýaglary bahalandyrmagyň kwalifikasion usullarynyň toplumu. Mysal üçin, birinji toplum öz içine göwrümde we ýuka gatlakda termookislenme durnuklylygynyň, kinematiki süýgeşikliginiň, fraksion düzüminiň, arassalyk derejesiniň, çalgý we şol sanda pittinge garşy häsiýetleriniň, ýaglaryň süýgeşikliginiň durnuklylygynyň kesgitlenişini öz içine alýar. Sanalynanlar bilen bir hatarda bu topluma şeýle hem ýaglarda funksional prisadkalaryň mukdaryny kesgitlemek usullary hem girýär.

## 11.3 Çalgý ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri

### 11.3.1 Çalgý, poslama garşy we goraýjy häsiýetleri

Gaz turbina hereketlendirijileri üçin awiasion ýaglary gowy çalgýç häsiýetli bolmaly. Sürtülme tekizliklerini bölýän ýag ýanaşykly şaýlaryň hatardan çykmagyny we sürtülmesini peseldýär. Beýleki şertleriň ählisiniň birmeňzeşliginde hatardan çykmagyna garşy (çalgý) häsiýetleri ýagyň süýgeşikliginiň ýokarlanmagy bilen ýokarlanýar. Mysal üçin, iýilmegiň kritiki agramynyň  $P_K$  ululygy boýunça (sürtülmäniň dört şarikli maşynynda kesgitlenýär) turbowintl hereketlendirijileriň çalynmagy üçin teklipl edilýän ýag garyndylary özara düýbünden deňdir. Bu görkezijisi boýunça olar MC-20 ýaglara pes gelýär, ýöne süýgeşikligi pes bolan MK-8 ýagyndan öňde durýar. Bulara meňzeş netijeler  $P_K$ -dan pes agramlardaky hatardan çykma tegmilleriniň diametri üçin hem orun tutýar. Ýöne ýokary süýgeşiklik pes temperatura häsiýetlerine täsir edýär. Şonuň üçin amatly çalgý häsiýetnamaly ýag saýlananda olaryň süýgeşiklik häsiýetlerini hasaba almak zerur. Ýaglaryň çalgý häsiýetlerini gowulandyrmagyň in gowy ukyby berlen süýgeşiklik-temperatura häsiýetlerine eýe bolan esasa hatardan çykmagyna garşy prisadkalaryň girizilmegi.

Gaz turbina hereketlendirijilerinde çalgylanýan sürtülýän tekizlikler pittinge degişli bolup bilýär. Şol sebäpli awiasion ýaglar taýýarlananda bu häsiýete aýratyn üns bermek gerek.

Gaz turbina hereketlendirijilerinde çalgý ýag dürli metallar we splawlar bilen galtaşyp olaryň poslamagyny ýüze çykaryp bilýär. Mis, gurşun we olaryň esasyndaky splawlar poslama sebäpli zaýаланma has köp ýykgyň edýär. Poslatma işjeňligini, belli boluşy ýaly, okislenme önümleri ýüze çykaryp bilýär, şeýle hem hatardan çykmagyna garşy agentleriň rolyny ýerine ýetirýän käbir prisadkalar hem ýüze

çykarýar. Bular berlen ulanylyş häsiýetiň düýpli öwrenilmeginiň zerurlygyny görkezýär.

Awiasion ýaglaryň poslama agresiwligine gözegçilik etmek üçin ПЗЗ desgasyň ulanylyş bolýar. Bu desga ýaglaryň poslatma häsiýetlerini, okislenmegini we bugarmagyny kesgitlemek üçin niýetlenen. Ol kiçi göwrümlü tejribehana desgasy bolup ýagyň hereketlendirijiniň çalgı ulgamyndaky iş şertlerini döredýär (aýlaw, aerasiýa, gyzmagy we dürli metallar bilen galtaşmagy). Desga öwrenilýän ýag guýulýan gapdan, nasosdan, gurşun we mis plastinkalary ýerleşdirilen kasetalardan ybarat. Barlanylýan ýagyň göwrümi - 250 ml bolmaly. Ýaglaryň poslatma häsiýetlerini gurşun plastinkalaryň agramynyň üýtgemegi boýunça, okislenmegini-çökündiniň mukdary kislotasanyň we süýgeşikliginiň üýtgemegi boýunça, bugarmagyny bolsa-barlag wagtynda ýagyň agramynyň azalmagy boýunça.

Awiasion ýaglary almak üçin ulanylýan sintetiki esaslar mineral esaslar bilen deňände has köp derejede reňkli metallaryň poslamagyny ýüze çykarma ýygyn edýär. Şonuň üçin ýaglar sintetiki esasta alnan ýagdaýynda olaryň poslatma agresiwligine berk gözegçilik edilýär we ýörite prisadkalaryň girizilmegi bilen peseldilýär.

Gaz turbina hereketlendirijileri üçin ýaglaryň poslatma agresiwligi olarda hatardan çykarmaga garşy prisadkalaryň bolmagyna hem bagly. Şeýlelikde, turboreaktiv hereketlendirijiler üçin niýetlenen ýaga hatardan çykarmaga garşy prisadka hökmünde 0,05-0,1% mukdarynda stearin kislotasynyň goşulmagynda ýagyň reňkli metallara gatnaşyklykdaky poslatma işjeňligini birden artdyrýar.

Gaz turbina hereketlendirijileri üçin ýaglaryň ПЗЗ desgasynda kesgitlenen poslatma agresiwligi (tejribeleriň temperaturasy 150°C) 32 – nji tablisada getirilen.

П33 desgasynda kesgitlenen poslatma agresiwililigi  
(tejribeleriň temperaturasy 150 °C) 32-nji tablisa

Ýag + prisadka	Poslama, g/m <sup>2</sup>	
	gurşun	mis
Stearin kislotasyz		
A ýag	15,1	0,5
B ýag	24,9	1,9
Stearin kislotaly		
W ýag	319	1,6
G ýag	282	1,5

Şonuň üçin prisadkanyň görnüşini we mukdaryny ýagy ulanmak şertlerini hasaba almak bilen bellemek zerur.

Gaz turbina hereketlendirijileri üçin tejribede ulanylýan mineral ýaglaryň ýetmezçiligi olaryň ýokary bolmadyk gorajyý häsiýetleri, bu bolsa hereketlendirijileriň şaýlarynyň we düwünleriniň poslama sebäpli zaýalanmagyna getirýär, ylaýtada olaryň işledilmän saklanylan ýa-da işi ýatyrylan wagtynda. Bu ýetmezçiligi düzetmek üçin poslama ingibitorlaryny ýörite saýlama ýoly bilen işçi-konserwasion ýaglar döredilen. MC-8 PK we MH-7,5PK belgili ýaglar ýokary ulanylyş häsiýetini saklaýarlar we gowy gorajyý netijeliligi bilen amatly tapawutlanýar.

Işçi-konserwasion ýaglary döretmek we ulanmaklyk tehnikanyň hyzmat ediş wagtyny uzaltmaga, awiasion hereketlendirijilere harçlanýan konserwasiýa we raskonserwasiýa material çykdaýjylary azaltmaga mümkinçilik berer.

### 11.3.2 Süýgeşiklik-temperatura häsiýeti

Gaz turbina hereketlendirijileriniň işleme mümkinçiligini we pes temperaturada çalgy ulgamy boýunça ýagyň akdyrylyşyny kesgitleýär. Hereketlendirijiniň kadaly işini üpjün etmek üçin, ulanylyş usullarynyň görkezişi ýaly,

ýagyň süýgeşikligi 2000-4500 mm<sup>2</sup>/s çäginde bolmaly. Turbareaktiw hereketlendirijiniň işinde sürtülme düwünlerine ýaglary kadaly bermeklik 5000 mm<sup>2</sup>/sden bolan süýgeşiklikde bozulýar, we  $v = 20000 \text{ mm}^2/\text{s}$  doly togtaýar.

Turboreaktiw hereketlendirijiler üçin ýaglaryň akdyrylyşynyň kritiki temperaturasy 33- nji tablisa

Ýag	50°C-da kinema-tiki süýgeşikligi, mm <sup>2</sup> /s	Ýagyň berilşiniň temperaturasy, °C	
		Bozulýar	Togtaýar
Mineral	7	-43	-51
Sintetiki	7	-51	-59

Ýaglaryň akdyrylyşy ýagyň sürtülme düwünlerine berilmeginiň bozulmagyna ýa-da doly des etmegine gabat gelýän kritiki temperatura bilen häsiýetlendirilýär. 33– nji tablisada ýaglaryň akdyrylyşynyň takmynan kritiki temperaturalary getirilen, ýöne bu alamatlar çalgy ulgamynyň konstruksiýasyna baglylykda üýtgäp bilýär.

Turboreaktiw hereketlendirijileri üçin süýgeşikligi dürli bolan (položitel temperaturalarda) mineral ýaglar bilen deňände sintetiki ýaglar iň gowy işi girizmek häsiýetlere eýedir (34-njy tablisa).

Turboreaktiw hereketlendirijiler üçin pes temperaturalarda ýaglaryň süýgeşikligi 34-nji tablisa

Ýag	Kinematiki süýgeşiklik, mm <sup>2</sup> /sek				
	0°C	-10°C	-20°C	-30°C	-40°C
Mineral	95	210	530	1700	7000
Sintetiki	80	170	340	850	2600

Bu ýaglar mineral ýaglary bilen deňände has gowy süýgeşiklik-temperatura häsiýetlerine eýe. Klimatiki şertlerine

we daşky gurşawyň howasynyň temperaturasyna baglylykda bular ýaly hereketlendirijileriň çalgylanmagy üçin ýaglaryň aýratyn görnüşlerinden başga-da pes we ýokary süýgeşikli ýaglary ulanmak teklipe edilýär. Birinjiler  $-25^{\circ}\text{C}$  töweregi temperaturada, ikinjiler bolsa  $-5^{\circ}\text{C}$  temperaturada hereketlendirijiniň işe girizilmegini amala aşyrmaga mümkinçilik berýär.

Turbawintli hereketlendirijiler üçin ýag garyndysynyň süýgeşiklik-temperatura häsiýetnamasy 35 –nji tablisa

<b>GARYNDY, DÜZÜMI</b>	Kinematiki süýgeşiklik, $\text{mm}^2/\text{s}$				
	$100^{\circ}\text{C}$	$50^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C}$	$-30^{\circ}\text{C}$	$-40^{\circ}\text{C}$
Süýgeşikligi pes 75% MK-8 + 25% MC-20	4,4	18	280	6000	21500
Süýgeşikligi ýokary 25% MK-8 + 75% MC-20	11,3	68	2300	15000 0	-

Mineral ýaglarynyň hereketlendirijini işe girizmek häsiýetlerini üpjün etmek üçin ýaglaryň süýgeşiklik-temperatura häsiýetini gowulandyrmagy olary reaktiw ýangyçlarynda eretmek ýoly bilen gazanylýar.

### 11.3.3 Okislenmä garşy häsiýeti

Ýagyň hereketlendirijide işlemek prosesinde okislenmegi toplandylaryň emele getirmäge we ýagyň süýgeşikliginiň ýokarlanmagyna, onuň turşulyk sanynyň artmagyna, şeýle hem birnäçe fiziki-himiki görkezijileriň üýtgemegine getirýär. Ýaglaryň süýgeşikliginiň ýokarlanmagy hereketlendirijileri işe girizmek häsiýetlerine ters täsir edýär.

Okislenme prosesinde çökündileriň emele gelmegi hem mümkin. Olar ýag filtrliriniň süzüji elementlerini dykyp ýag ulgamynda basyşyň peselmegine getirýär. Bu bolsa öz

gezeginde hereketlendirijileriniň dürli düwünlerinde ýagyn ýetmezçiligine getirýär. Çökündileriň toplanmagy hereketlendirijiniň işinde näsazlyga ýa-da onuň doly hatardan çykmagyna getirýär.

Ýaglaryň okislenmegi onuň himiki düzümine, okislenme temperaturasyna we wagtyna bagly, katalizatoryň rolyny ýerine ýetirýän metallar hem uly täsir ýetirýär. Emele gelýän çökündiniň massasy metalyň katalitiki işjeňligine proporsional. Ýaglaryň okislenmegini peseltmek üçin we olaryň termookislenme durnuklylygyny peseltmek üçin olara temperaturalaryň giň diapazonynda täsir edip bilýän ýokary effektiw okislenmäge garşy prisadkalary goşmaly.

#### **11.4 Reaktiw hereketlendirijiler üçin döwrebap ýaglar**

Reaktiw hereketlendirijilerine çalmak üçin hiç-hili prisadka goşulmadyk süýgeşikligi pes mineral ýaglary üstünlikli ulanylypdyr. Awiassion tehnikanyň ösmegi bilen, has kämil hereketlendirijileriň döredilmegi bilen Gaz turbinalarynda ýaglaryň iş şertleri hem has berk boldy. Bu ýagdaý mineral ýaglar bilen bir hatarda sintetiki ýaglaryň hem giňden ulanylmagyna getirdi. Ondan başga-da ýaglara dürli funksional prisadkalary, esasan kül emele getirmeýän okislenmä we hatardan çykamaga garşy prisadkalar goşup başladylar.

Hereketlendirijiniň we reduktoryň çalgý ulagamlary aýry bolan ýerüsti we gämi Gaz turbina desgalaryny tapawutlandyrýarlar. Gaz turbina desgalaryny ýaglamak üçin awiassion Gaz turbina desgalarynda ulanylýan ýaglary (MK-8, ýaglaryň garyndysy) ulanyp bolýar. Gaz turbina desgalarynda turbina ýaglaryny ulanyp bolýar. Reduktory çalgylamak üçin MC-20, gämi motor ýaglary ulanylýar.

Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumunda turbina ýaglarynyň iki görnüşi öndürülýär.

Ýokary aýlanyşykly bugly turbinalar we merkezde aýlanýan turbokompressorlar üçin ýokary hilli ýag. Russiýanyň öndürijileriniň prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esasylyk ýaglaryndan öndürilýär.

Türkmenistanda öndürülýän turbina ýaglarynyň we dürli öndürijileriň ýaglarynyň laýyklygy 36-njy tablisa

Türkmenistan	Orsýet	Shell	BP	Mobil	AGIP
TT-32, TSA	TII-22c	Turbo T32	Energol THB	Mobil DTE Oil Light	Agip DTE 32
TT-46, 6 TSG	TII-30	Turbo T46	Energol TH-HT Turbinoil	Mobil DTE Oil Medium	Agip DTE 46

TŞ 05766698-30-2003 talaplaryna we ISO VG-32 TSA, ISO VG-46 TSG tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär. Ýaglary saklamagyň teklipl edilýän möhleti 5-7 ýyl. Saklamagyň hakyky möhleti dürli iş maksatly ýaglary uzak wagtlap saklamagyň netijeleri boýunça kesgitlenilýär.

Turbina ýagy "TÜRKMEN TURBO 32"( TŞ 05766698-30 2003) "TÜRKMEN TURBO 46"(TŞ 05766698-29-2006)

36-njy tablisa

T/b	Görkezijiniň ady	"TÜRKMEN TURBO 46" kadrlar boýunça ululygy	"TÜRKMEN TURBO 32" kadrlar boýunça ululygy
1	Kinematiki süýgeşikligi, mm <sup>2</sup> /s 100°C-da 50°C-da 40°C-da	- 41,0-51,0 -	4,9-5,3 20,0-25,0 28,0-34,0
2	Süýgeşiklik indeksi, az däl	95	95
3	Aşgar sany, 1g ýag üçin KOH, mg-da, az däl	0,5	0,05



4	Okislenmä garşy durnuklylygy: okislenen ýagda 1g ýagda KOH mg-da turşulyk sany, ýokary däl okislenen ýagda çökündiniň massa paýy, %, ýokary däl	0,5 0,03	0,005 0,1
5	Demulsaisýanyň sany, sek, az däl	210 (TDS) 300 (ASTM)	90
6	Poslatma işjeňliligi mis plastinkalarynda	ýok	ýok
7	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C, pes däl	195	190
8	Doňma temperaturasy °C, köp däl	-10	-12
9	Kükürdiň massa paýy, %, köp däl	0,8	0,1
10	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, %, köp däl	ýok	ýok
11	Baza ýaglarynyň reňki SNT kolorimetrde, SNT birligi, köp däl ASTM color, köp däl	2,0 2,0	1,0 1,0
12	Suwuň massa paýy, %, köp däl	ýok	ýok
13	Akyjylygyny ýitirýän temperaturasy, °C, köp däl	-6	-
14	Dykyzlygy, 20°C-da, sm <sup>3</sup> , köp däl	0,895	0,900

## **12-NJI BAP. Transmissiýalar üçin çalgý ýaglar**

### **12. 1 Transmissiýalaryň çalgý ulgamy**

Hereketlendirijiden (herekede getirijiden) güýçleri göni ýerine ýetiriji mehanizme geçirmek tehnikada ýörite gurnamalaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Onuň üçin herekede getiriji bilen ýerine ýetiriji mehanizmiň aralygynda dürli görnüşli we ölçegli şesternýaly we gurçuk şekilli geçirimleri ulanýarlar. Tehnikada ulanylýan güýç geçirijileriň ähli görnüşleri transport maşynlarynyň transmissiýa agregatlaryna we senagat reduktorlaryna bölünýär.

Transport maşynlarynyň transmissiýa agregatlary kuwwaty hereketlendirijiden hereket edijä (tekere, zynjyra, kürege we ş.m.) geçirmek üçin niýetlenen. Gurluş aýratynlyklary boýunça transmissiýalar mehaniki we gidrawliki görnüşlerine bölünýär. Mehaniki transmissiýalar adaty birleşmeden, geçirme gutysyndan, kardan geçirijiden we alyp baryjy mostdan ybarat bolýar. Geçijiligi ýokary bolan awtoulaglarda bolsa iki we ondan köp alyp baryjy mostly – transmissiýa goşmaça paýlaýjy korobkalar we kuwwatlygy saýlap alyjy gutylar girýär.

Transmissiýalaryň ýag bilen çalynýan esasy agregatlaryna geçiriji gutysy, alyp baryjy most, kuwwatlygy saýlamak gutysy we alyp baryjy most degişli.

Gidrawliki transmissiýa mehanikiden tapawutlylykda gidromuftadan, gidrotransformatorndan, şesteryonkaly (mehaniki) geçiriji gutysyndan we awtomatiki sazlamak ulgamyndan ybarat. Gidrawliki transmissiýa işiniň käbir aýratynlyklary bilen häsiýetlendirilýär; şeýlelikde alyp baryjy waldan alynyp gidilýän wala energiýa suwuk işçi jisimiň kömegi bilen geçirilýär.

Işleýiş düzgüni boýunça gidrodinamiki we gidrostatiki (ýa-da gidrogöwrümlü) geçirmeleri tapawutlandyryýarlar. Gidrodinamiki geçirme gidromuftadan we

geçirmelerin gidromekaniki korobkasyndan durýar, gidrogöwrümli bolsa – nasos bilen gidromotordan durýar.

Senagat reduktorlary diýip dişli ýa-da gursuk şekilli geçirmelerden ybarat bolan, aýratyn agregatlar görnüşinde ýasalan mehamizmlere aýdylýar. Senagat reduktorlary ölçegleri boýunça tapawutlanýar we birnäçe häsiýetleri boýunça toparlara bolünýär: wallaryň biri-birine gatnaşyklykdaky ýerleşişi boýunça – paralel we atanaklaýyn we ş.m., emele gelýän şesternýalara gatnaşyklykda dişleriň ýerleşişi boýunça – göni dişli, kese dişli we ş.m., töwerek tizliginiň ululygy boýunça – haýal ýöreýän (3 m/sek), ortatizlikli (3-15 m/sek), çalt ýöreýän (15m/sek-dan ýokary) we ş.m.

## **12.2 Ýaglaryň hiline talaplar**

Dişli çarh geçirijilerde çalgı ýaglaryň iş şertleri üç faktor bilen kesgitlenýär – temperatura, dişli çarhlaryň öwrülme tizligi we galtaşma zolagyndaky udel basyş bilen kesgitlenýär.

Transport maşynlarynyň we senagat reduktorlarynyň transmissiýa agregatlarynda ýagyň işçi temperaturasy örän giň çäklerde üýtgeýär. Ol daş töwerekdäki howanyň temperaturasyndan iş prosesinde ýola goýulan temperatura (120-150°C ýetip bilýär) çenli aralykda üýtgäp bilýär. Getirilen alamatlar ýagyň göwrümdäki temperaturasy üçin häsiýetli. Dişli çarhlaryň dişleriniň galtaşma zolagynda ýagyň hakyky temperaturasy 200-250°C ýetýär we ondan ýokary hem bolup bilýar. Ýagyň temperaturasy ep-esli derejede udel agramlara we galtaşma zolagyndaky typma tizligi bilen kesgitlenýän dişli çarhlaryň öwrülme tizligine bagly. Agramyň artmagy bilen sürtülýän tekizlikleri bölýän çalgı perdäniň galyňlygy kiçelýär we şonuň bilen birlikde iýilmeginiň we hatardan çykmagynyň tizlenmegi mümkinçiligi ýokarlanýar.

Silindriki we konus şekilli geçirmelerde typmanyň hakyky tizligi birleşmä girýän ýerde 1,5 - 3,0 m/sek-dan 9-12m/sek çenli bolýar. Gipoid geçirjiler üçin 15 m/sek çenli we ondan ýokary alamatlar, gurçuk şekilli reduktorlara bolsa 20-25 m/sek çenli alamatlar häsiýetli. Silindriki, konus şekilli we gurçuk şekilli geçirmelerde birleşme polýusyndaky udel agramlar 500-2000 MPa deň, gipoig geçirmelerde bolsa – olar iki esse ýokary.

Gidromehaniki transmissiýalarynda agramlar mehanikilerdäki bilen deňände 1,5-3 esse pes. Galtaşýan tekizlikleriň typma tizligi mehaniki transmissiýalardaky typma tizliklerden tapawutlananok we 1,5-5,0 m/sek deň. Şonuň bilen birlikde gidromehaniki transmissiýalarynda temperaturanyň ep-esli ösmegi belleniýär. Temperaturanyň ýokarlanmagynyň sebäpleriniň biri işçi tigirleriň çalt öwürlmeginiň netijesinde ýag akymlarynyň ýokary tizligi (ýagyň tizligi 80-100 m/sek ýetip bilýär).

Yag akymynyň ýokary tizligi we onuň howa bilen üznüksiz galtaşmagy güýçli köpürjik emele gelmegi üçin şert döredýär. Akymlynyň ýokary tizliginde işki sürtülmäge ýitgileri azaltmak üçin pes süýgeşiklik ýaglary ulanmak talap edilýär.

Ýokary çalgy, süýgeşiklik-temperatura, okislenmä garşy, poslatma garşy we beýleki häsiýetleri üpjün etmek zerurlygy bilen baglanşykly umumy talaplardan başga-da transmissiýa ýaglaryna geçirmeleriň gurluş aýratynlyklaryny hasaba almak bilen aýratyn talaplar hem bildirilip bilýär. Mysal üçin, gidromehaniki geçirme korobkalary üçin we typmany çäklendirme differensially alyp baryjy mostlar üçin niýetlenen ýaglar ýokary friksion häsiýetlere eýe bolmaly. Ýokarda getirilenler transmissiýa ýaglaryny ulanmagyň aýratynlyklaryny ulgamlaşdyrmaga mümkinçilik berýär ( 38-nji tablisa).

## 12.3 Çalgý ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri

### 12.3.1 Çalgý häsiýetleri

Döwrebap maşynlaryň transmissiýalary üçin häsiýetli bolan agramlaryň ululygy sebäpli olar elastogidrodinamiki ýa-da araçäk çalgýç režiminde işleýär. Çalgynyň araçäk režimi ähli dişli geçirmelerde ýola goýulan hereketde çalgynyň režimine bagly bolman hereketlendirijini işe girizende we işini bes eden-de hem orun tutýar. Bu ýagdaý sürtülýän tekizlikleriň hatardan çykmagynyň ýokarlanmagy bilen geçýär. Transmissiýa agregatlarynyň şesternýalarynyň dargarmagynyň esasy görnüşleri hatardan çykma (kadaly sandan çykma ýa-da gyrylma), iýilmegi we pitting.

Dürli geçirmelere çalmak üçin ulanylýan transmissiýa ýaglarynyň görnüşleri 38- nji tablisa

Geçirji	Ýag
<b>Transport maşynlarynyň transmissiýa agregatlary</b>	
Geçirji korobkalary, kuwwatlygy saýlamak korobkalary, paýlama korobkalary we ş.m.	Hatardan çykarma garşy, okislenmä garşy we beýleki funksional prisadkaly transmissiýa ýaglary
Gipoid baş geçirmeli alyp baryjy mostlar	Gipoid ýagy
Gurçuk şekilli baş geçirmeli alyp baryjy mostlar	Bürünji poslamaýan effektiw hatardan çykarmaga garşy prisadkaly transmission ýagy
Typmany çäklendiriji differensially alyp baryjy mostlar	Friksion häsiýetleri ýokarlandyrylan transmissiýa ýa-da gipoid ýaglary
Gidrodinamiki geçirmeler	Geçirmeleriň gidromehaniki korobkasy üçin ýag

Gidrogöwrüm geçirmeler	Gidrogöwrüm geçirimler üçin ýaglar
<b>Senagat reduktorlary</b>	
Dürli görnüşli şesternýalar	Reduktor ýaglarynyň giň assortimenti – prisadkasyz süýgeşikligi pes ýaglardan gipoid ýaga çenli we adgeziýa häsiýetleri ýokarlandyrylan süýgeşikligi ýokary ýaga çenli

Hatardan çykmagy we iyilmegi peseltmek degişli süýgeşikli ýagy saýlamagyň hasabyna mümkin. Onda süýgeşikligiň näçe ýokary bolsa şonça-da sürtülýän tekizlikleriň zaýalanma mümkinçiligi pes, ýag gatlagynyň alyp gidiji ukybynyň bolsa ýokary bolýanlygy belli.

Ýöne ýaglaryň süýgeşikliginiň ýokarlanmagy süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri erbetleşdirýär we sürtülmäge ýitgileri artdyrýar. Şol sebäpli ýagyň süýgeşikligini ýokarlandyrmagyň hasabyna çalgý häsiýetlerini gowulandyrmak mümkinçiligi örän çäklendirilen. Bular ýaly ýagdaýda ýaga ýokary effektiv hatardan çykmagyna we iýilmegine garşy prisadkalar goşýarlar. Ýaglaryň pittinge garşy häsiýetlerini hem düzümine hatardan çykmagyna garşy prisadkalary goşmagyň hasabyna ýagyň süýgeşikligini üýtgetmek bilen gowulandyryp bolýar.

### 12. 3.2 Süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri

Süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri transmissiýa ýaglarynyň esasy ulanylyş häsiýeti bolup durýar. Süýgeşiklige, mysal üçin, şular bagly – kuwwatlylygyň sürtülmä ýitgisi, ýagyň sürtülme düwüninde saklanmak ukyby we ş.m. Ýagyň süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri beýleki şertleriň deňliginde çalgylaýjy täsiriniň derejesini kesgitleýär

Ýagyň transmissiýada işlemeginiň temperatura režimi indiki temperaturalar bilen kesgitlenýär:

- minimal, uzak wagtlaýyn arakesmeden soň geçirimiň işiniň başlaýan pursadynda peýda bolýan we töwerekdäki howanyň iň pes temperaturasyna deň bolan temperatura;
- maksimal, şol geçirim üçin ekstremal iş şertlerinde ýola goýulýan temperatura;
- orta-ulanylyş, tutuş ulanylyş döwründe ýagyň işlän wagtyndaky temperaturanyň iň ähtimal alamatyny häsiýetlendirýän temperatura.

Polýar zolagynda ulanylýan tehnikanýň transmissiýa agregatlarynda ýagyň minimal temperaturasy - 60°C, kadaly zolakda - -40°C, yssy zolakda bolsa - -10°C ýetip bilýär. Getirilene temperaturalaryň hersine ýagyň süýgeşikliginiň öz ulylygy degişli bolýar. Şeýlelikde, ýagyň rugsat edilýän minimal süýgeşikligi transmissiýa agregatlarynyň işini ýokary bolmadyk ýitgilerde üpjün etmeli. Döwrebap jebislendiriji gurnamalar ýagyň süýgeşikligi 25-30 mm<sup>2</sup>/sek deň bolanda, käbir halatlarda 10-15 mm<sup>2</sup>/sek deň bolanda hem, transmissiýa agregatlarynda we düwünlerinde saklanylmagyny üpjün edýär. Orta-ulanylyş temperaturada ýagyň süýgeşikligi içki sürtülmäge energiýanyň ýitgisiniň transmissiýanyň peýdaly zähmet koeffisiendini peseldýän ululygyndan ýokary bolmaly däl.

Ýagyň süýgeşikligi ýokary bolanda ýagyň içki sürtülmesine energiýanyň ýitgisi energiýanyň sürtülmä ýitgisiniň, onda-da olaryň esasy bölegi mehaniki transmissiýanyň baş geçirmesindeki ýitgilere düşýär, umumy jeminden artyk gelýär. Minimal temperaturada ýagyň süýgeşikligi ýagy transmissiýa agregatlarynda we düwünlerinde önürti gyzdymasyz herekedi başlamak mümkin bolmaýan ululygyndan ýokary bolmaly däl.

Umumy ýagdaýda süýgeşiklik-temperatura egrisi ýapgyt bolan ýaglar daş töwerekdäki howanyň has pes temperaturalarynda tehnikany ygtybarly ulanmagy üpjün edýär.

### **12.3.3 Okislenmäge garşy, poslatma garşy we goraýjy häsiýetleri**

Transmissiýa ýaglary iş prosesinde okislenýär. Okislenmegiň tizligi we çuňlygy prosesiň dowamlylygyna, ýagyň temperaturasyna, metalyň katalitiki işjeňliligine, kislorodyň konsentrasiýasyna we okislenmegiň promotorlaryna bagly. Soňkylaryň hataryna ýagdaky funksional prisadkalaryň käbiri, hususan-da iýilmäge garşy prisadkalar, degişli bolup bilýär. Mysal üçin, transmissiýa ýaglarynyň okislenmeginde iýilmäge garşy prisadkalaryň işlemek derejesi köp derejede ýagyň temperaturasyna bagly we az derejede kislorodyň, katalizatoryň mukdaryna, esasyň himiki düzümine bagly.

Ýagyň okislenmegi diňe bir prisadkalaryň işläp bilmek ukybyna ters täsir etmeýär. Okislenme prosesinde ýagyň süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri ýaramazlaşýar, ýokary poslamaga ýardam edýän turşy önümler toplanýar. Poslama temperaturanyň ýokarlanmagy bilen birden ýokarlanýar, ýöne, tejribäniň görkezişi ýaly, çäksiz däl: 170°C temperatura töwereginde ýagyň poslatma işjeňligi gowşaýar, bu bolsa turşy birleşmeleriň kondensasiýasy we polimerizasiýasy prosesleriniň çaltlaşmagy bilen we ýaglarda çuň okislenme önümleriniň – smolalaryň mukdarynyň artmagy bilen baglanşykly bolmagy mümkin. Smola birleşmeleri syrça şekilli perdeleri emele getirmek bilen metal tekizliklerinde toplanýar, olar bolsa metalyň poslatma-agressiw gurşaw bilen täsirleşmegine böwet bolýar.

Poslatma aggressiwligiň peseldilmegi ýagda dürli funksional niýetlenilişli prisadkalaryň mukdarynyň üýtgemeginiň hasabyna ýa-da kompozisiýa metalyň



deaktiwatorynyň (işjeňligini peseldijiniň) ýa-da passiwatorynyň goşulmagynyň hasabyna üpjün edilýär.

Ýaglaryň poslatma işjeňliginiň ýokarlanmagy we ylaýtada transmissiýalaryň dürli agregatlarynyň we düwünleriniň poslamagy çalgy materialynyň suwunyň mukdarynyň köpelmeginde mümkin. Ulanlyş şertlerine baglylykda transmissiýa ýaglarynda suwuň mukdary onlarça böleklerden birnäçe prosentden çenli, käwagtlar 5-8% ýetip, üýtgeýär. Suwda organiki däl duzlaryň birnäçe mukdaryny we mehanizmleriň içki gurluşlaryna daşyndan düşýän ýa-da ýagyň könelmek prosesinde emele gelýän poslatma agresiw komponentleriň hem birnäçe mukdaryny özünde saklaýar. Bular tehnikanyň işledilmän saklanmagynda has hem çaltlaýan elektrohimiiki poslamanyň döremegi we geçmegi üçin gowy şertleri döredýär. Maşynlaryň we mehanizmleriň saklanylma möwsümlerinde poslamanyň hasabyna zaýalanmagynyň önüni almak üçin ýaga gorajyýy prisadkalary girizýärler. Ýagda funksional we gorajyýy prisadkalaryň gabat getirilmesi bilen işçi-konserwasion diýip atlandyrylýan transmission ýaglary alyp bolýar. Bular ulanylyş (işçi) häsiýetleriň talap edilýän kadalaryna eýe bolýar we şol bir wagtda ylaýtada saklanylan wagty ýüze çykýan gorajyýy häsiýetlere eýe bolýar.

## **12.4 Döwrebap transmissiýa ýaglary**

Çalgy ýaglaryň klassifikasiýalarynyň birinde transmissiýa ýaglarynyň ulanylyş şerleriniň aýratynlyklaryny hasaba alýan klassifikasiýa hödürlendi. Bu klassifikasiýa laýyklykda ulanylyş çäklerine baglylykda ýaglaryň indiki toparlary belenenildi (TM – «transmissiýa ýag» aňladýar):

TM 1 – 1000 MPa çenli täsirleşme güýjenmede we ýagyň göwrümdäki temperaturasy 90°C çenli bolanda işleýän göni dişli, konus-spiral görnüşli we gurçuk şekilli geçirijiler üçin;

TM 2 – 2000 MPa çenli täsirleşme güýjenmede we ýagyň göwrümdäki temperaturasy 120°C çenli bolanda işleýän göni dişli geçirimler üçin;

TM 3 - 2000 MPa çenli täsirleşme güýjenmede we ýagyň göwrümdäki temperaturasy 120°C çenli bolanda işleýän göni dişli, konus-spiral görnüşli we gurçuk şekilli geçirimler üçin;

Transmissiýa ýaglarynyň süýgeşiklilige, ulanylyş häsiýetlerine we ulanylmagyň temperaturasyna aglylykdaky klassifikasiýasy  
39-njy tablisa

Sü ýge şikl ik top ary	Ulanlyş häsiýetleri boýunça topary					Ulanlymagyň temperatura şertleri, °C
	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	
6	-	-	TM 3-6	TM 4-6	TM 5-6	-65 den 15 çenli
9		TM 2-9	TM 3-9	TM 4-9	TM 5-9	-60 den 25 çenli
12		TM 2-12	TM 3-12	TM 4-12	TM 5-12	-50 den 30 çenli
18	TM1 -18	TM 2-18	TM 3-18	TM 4-18	TM 5-18	-35 den 35 çenli
34	TM 1-34	TM 2-34	TM 3-34	TM 4-34	TM 5-34	-20 den 45 çenli
43	TM 1-43	TM 2-43	TM 3-43	TM 4-43	TM 5-43	-5 den 55 çenli

TM 4 – uly typma tizliginde we pes aýlaw pursadynda (moment) işleýän, pes typma tizliginde we ýokary aýlaw pursadynda ýagyň göwrümdäki temperaturasy 120°C çenli bolanda işleýän gipoid geçirimler üçin;

TM 5 – ýokary typma tizliginde we urgyly agramlarda, ýokary tizlikde we pes aýlaw pursadynda, pes tizlikde, ýokary aýlaw pursadynda we ýagyň göwrümdäki temperaturasy 135°C-dan ýokary bolanda işleýän gipoid geçirimler üçin.

Transmission ýaglaryň ählisi mineral ýaglar. TM 1 toparynyň ýaglary goşundysyz, TM 2 toparynyň ýaglary hatardan çykмага garşy goşundyly, TM 3 - gowşak iýilmäge garşy goşundyly, TM 4 – mineral guýçli iýilmäge garşy goşundyly, TM 5 - guýçli iýilmäge garşy goşundyly we ýokary termookislenme durnukly.

Süýgeşiklige, ulanylyş häsiýetlerine we ulanylmagyň klimatiki şertlerine baglylykda transmissiýa ýaglarynyň kysymlary belenen ( 39- nji tablisa).

Haryt transmissiýa ýaglaryny taýýarlamak üçin esasa funksional prisadkalary – hatardan çykmagyna garşy, iýilmegine garşy, okislenmä garşy we beýlekiler goşulýar. Olaryň arasyndan iýilmäni we hatardan çykmagyny peseldýän prisadkalara aýratyn ähmiýet berilýär.

Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda öndürilýän transmissiýa ýaglarynyň görnüşli 41-nji tablisada getirilen.

Transmissiýa ýaglarynyň assortimenti

40-nji tablisa

Süýgeşik topary	Ulanylyş häsiýetleri boýunça topary				
	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5
9	-	ТСп-10 А kysymy	-	ТС <sub>3</sub> - 9гип	-
12	-	-	-	-	TM5- 12PK
18	Nigrol «3»	ТЭп-15	ТСп-14	ТСп- 14гип ТАП- 15В ТСп-15к	ТАД- 17и
34	Nigrol „Л“	-	-	-	-

39-njy tablisada getirilen transmissiýa ýaglarynyň „6“ topara degişli ýaglary süýgeşikligi boýunça arktiki şertlerinde ulanmak, „12“ – demirgazyk şertlerinde, „43“ – tropiki şertlerde ulanmak teklipe edilýär. Hödürülenýän klassifikasiýa boýunça TM 3-9 diýip kysymlanan ýag agyr ýüklenen trasmissiýalara çalmak üçin 2000 MPa-den ýokary täsirleşme güýjenmede we ýagyň göwrümdäki temperaturasy 120°C ýokary bolanda işleýän trasmissiýalary çalgylamak üçin niýetlenen, süýgeşikligi boýunça „9“ topara degişli.

Soňky ýyllarda şol bir wagtda ýeňil we ýük awtomobilleriniň alyp baryjy mostlarynyň ýüklenen gipoid geçirimlerde hem silindriki herekedi geçiriji dişli çarh geçirijiler gutusynda ulanmak teklipe edilýän uniwersal ýaglary ulanmak ileri tutulýar. Bu klassifikasiýa laýyklykda transmissiýa ýaglarynyň esasy assortimenti 40 -njy tablisade getirilen.

SAE 85W 90 API CL-5 ýük we ýeňil awtomobilleriň hereket geçirijileriniň ähli görnüşlerini, şol sanda gipoid transmissiýalary ýaglamak üçin ýokary netijeli köp ugurly mineral ýagy. Russiýanyň “Kwalitet” YÖK-niň çalgysy we köpüge garşy düzümini gowulandyryan köp ugurly prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esasyk ýaglarynyň esasynda öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS 17479.1-85 boýunça TM-5-18 toparyna we API GL-5. tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

SAE 90 API CL-4 KAMAZ we beýleki awtomobilleriň hereket geçirijisini we baş geçirijisini ýaglamak üçin ýokary hilli mineral transmissiýa ýagy. Russiýanyň “Kwalitet” YÖK-niň iňlismaniň, könelmaniň önüni alýan we köpüge garşy düzümini gowulandyryan prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esasyk ýaglarynyň esasynda öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS

17479.1-85 boýunça TM-5-18 toparyna we API GL-5. tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

SAE 90 API CL-3 ýük awtomobilleriniň transmissiýalarynyň gönidiş, spiral-konus we gurçuk şekilli hereket geçirijilerini ýaglamak üçin ýokary hilli mineral ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň işlämniň önüni alýan we köpüje garşy düzümini gowulandyryan prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esaslyk ýaglarynyň esasynda öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň yrkar eden

# TRANSMISSIÝA ÝAGLARY

41-nji tablisa

T/b	Görkezijiniň ady	Ululygy			
		SAE 85W90 API CL-5	SAE 90 API CL-4	SAE 90 API CL-3	SAE 90 API CL-2
1	Kinematiki süýgeşiklik 100°C - da, mm <sup>2</sup> /s, çäklerde	≥ 17,0	≥ 15,5	15,5	15,5
2	Süýgeşiklik indeksi	≥ 95	≥ 90	≥ 90	≥ 90
3	Dinamiki süýgeşiklik, minus 20 <sup>0</sup> C-da, mPa·s, köp däl	47,5	-	-	-
4	Mehaniki goşundyjyklaryň massalaýyn paýy, %, köp däl	0,01	0,01	0,01	0,01
5	Aşgar sany, 1g ýag üçin KOH, mg-da, az däl	2,0	-	-	-

6	Suwuň massalaýyn paýy, %, köp däl	Ujyp syz	Ujyp syz	Ujyp syz	ujyps yz
7	Temperaturasy, °C Tutaşma Doňma Ýalpyldama	$\geq 220$ $\leq -20$ 220	$\geq 220$ $\leq -12$ 220	$\geq 220$ $\leq -12$ $\leq -12$ 220	$\geq 220$ $\leq -12$ 220
8	Dykyzlygy, g/sm <sup>3</sup>	0,900	0,900	0,900	0,900
9	Poslatma işjeňliligi, M1 mis plastinkalarynda 100°C, sagat, ballar, köp däl	-	2c	-	-
10	Poslaýjylyk, M1 mis plastinkalarynda 120°C, sagat, ballar, köp däl	2c	-	2c	2c
11	Çalyşma çenli ýagyň teklipl edilýän ulanylyş möhleti, ýol aralygy km	60 000	50000	40000	30000
12	TDS ýa-da ГОСТ boýunça kybapdaşy	ТАД 17и	ТСП-15к	ТАП -15В	ТЭП-15

merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS 17479.1-85 boýunça TM-3-18 toparyna we API GL-3 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

SAE 90 API CL-2 traktorlaryň we beýleki oba hojalyk tehnikasynyň transmissiýa bölümlerini ýaglamak üçin ýokary hilli mineral ýagy. Russiýanyň "Kwalitet" YÖK-niň işläniň önüni alýan we köpüge garşy düzümini gowulandyryan prisadkalaryny ulanmak bilen TNGIZ-niň esaslyk ýaglarynyň

esasynda öndürilýär. Russiýanyň döwlet standartynyň ykrar eden merkezlerinde geçirilen ýokary hünärli synaglaryň netijeleri boýunça TDS 17479.1-85 boýunça TM-3-18 toparyna we API GL-2.

Türkmenistanda öndürilýän transmissiýa ýaglarynyň dürli öndürijileriň ýaglarynyň laýyklygy 42-nji tablisa

Türkmenistan	Orsýet	Shell	BP	Mobil	AGIP
SAE 90 API GL-2	ТЭП-15	Omala 150 Dentax	Vanellus M	Alpha SP 150	Agip Rotra
SAE 90 API GL-3	ТАП-15В	Dentax G	Vanellus M 40	Energear EP	
SAE 90 API GL-4	ТСП-15к	Dentax G	Vanellus M 40	Energear EP	Agip Rotra
SAE 85W-90 API GL-5	ТАД-17И	Spirax AX	Vanellus M 40	Energear Hypo	Agip Rotra LS X

## **13-NJI BAP. Industrial çalgý ýaglary**

### **13.1 Ýaglaryň hiline edilýän talaplar**

Senagatda çalgyny talap edýän dürli görnüşli agregatlar we transmissiýalar bar. Çalgylanýan şaýlaryň sanyna prokat stanlaryň radial rolikli podşipnikleri, metallary kesýän we agajy işleýän stanlaryň, presesleriň gurşuk şekilli we wint geçirimleri degişli. Senagat enjamlarynyň çalgylanýan düwünleri we şaýlary täsirleşme zolagyndaky typma tizlikleri, agramlary we başga-da birnäçe häsiýetleri boýunça ep-esli tapawutlanýar. Senagat enjamlarynyň iş şertleriniň beýle tapawutlylygy industrial ýaglarynyň uly assortimendini kesgitläýär.

Niýetlenişine we iş şertleriniň aýratynlyklaryna bagly bolman industrial ýaglaryna edilýän umumy talaplary sanap bolýar. Senagat enjamlarynyň kadaly bökençsiz işlemegini üpjün etmek üçin industrial ýaglar gowy çalgý, poslatma garşy, okislenmä garşy, goraýjy we köpürjiklemäge garşy häsiýetlere eýe bolmaly. Sanalynan häsiýetler umumy bolup durýar. Şonuň bilen birlikde aýratyn özboluşly iş şertlerini hasaba almak bilen ýaglaryň aýratyn toparlaryna goşmaça talaplar hem edilýär. Mysal üçin, ýokary deemulgirleýji häsiýete ýaga suwuň köp mukdarynyň düşmegi mümkin bolan senagadyň polat eredýän, kömür we kagyz pudaklarynda ulanylýn enjamlar üçin niýetlenen ýaglar eýe bolmaly. Käbir abzallarda ýaglar ondan ýeňil fraksiýalaryň bugarmagynda sürtülmeäniň durnukly koeffisiendini üpjün etmeli we ş.m.

### **13.2 Industrial ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri**

Maşynlaryň we mehanizmleriň sürtülme düwünleriniň kadaly funksionirlemegini üpjün etmek üçin industrial ýaglarynyň çalgý häsiýetlerä ýeterlikli bolmaly. Çalgý material, mysal üçin ugrukdyryjylary çalgylamak üçin



ulanylýan, diňe bir hatardan çykmagyny peseltmän, typmanyň deňeşdirmede pes tizliklerinde herekediň bir sydyrgyn bolmagy üçin sürtülmäni hem peseltmeli. Birsydyrgyn däl sürtülme hadysasy herekediň duýdansyz itergili bolmagyna getirýär. Hususan-da bu önümleri aýratyn takyk işlemeli zerurlygy bolanda metal kesýän stanoklaryň işine ters täsir edýär.

Birsydyrgyn däl sürtülmäniň önüni almak üçin sürtülmäniň iki koeffisientiniň (dynç ýagdaýdaky we hereketdäki) ululyklarynyň arasyndaky sähelçe tapawuda ýetmäge ymtylmak bilen koeffisientleriň arasyndaky gatnaşygy üýtgetmeli.

Ugrukdyryjylar üçin çalgy materiallaryň çalgy agramyň täsirinde ugrukdyryjylaryň kontaktirleme zolagyndan gysylp çykmazlygy üçin adgeziýa häsiýetleri gowy bolmaly. Ony ýagyň süýgeşikligini sazlamak bilen ýa-da düzümine prisadka girizmek bilen üpjün edip bolýar. Prokat stanoklarynyň oklawlarynyň hatardan çykmagynyň ýokary bolmazlygyna ýol bermezlik hem wajyp, beýle bolmadyk ýagdaýynda prokat tagtanyň galyňlygy üýtgeýär.

Ýag okislenmezlige durnukly bolmadyk ýagdaýynda we suw bilen kontaktda bolýan ýaglarda poslama prosesleriniň çalt ösmegi mümkin. Poslama önümleri abraziw täsiri ýüze çykarýar we soňra okislenme prosesleriniň katalizatory bolup bilýär. Okislenme we poslama prosesleriniň önüni almak üçin ýaglara ýörite prisadkalary girizmek teklipe edilýär. Ýaglaryň adgeziýa häsiýetleriniň ýokary bolmagy we kontaktirleýän metal tekizliklerinden suw bilen ýuwulyp gitmezligi hem zerur.

### **13.3 Döwrebap industrial ýaglary**

Ulanylýan çäklerine baglylykda industrial ýaglary umumy we ýörite ýaglara bölýärler. Industrial ýaglaryň assortimenti örän uly we 90-dan gowurak atlary öz içine alýar. Niýetlenilşi boýunça 47%-ti gidrawliki ulgamlar üçin ýaglar we 41%-ti senagat enjamlarynyň dişli we gurçuk şekilli

geçirimleri üçin we ýylylyk ýüklenmeli elementleri üçin niýetlenen. Käbir halatlarda prokat stanoklary üçin ýaglary we abzal ýaglary hem industial ýaglarynyň hataryna goşýarlar.

Umumy we ýörite niýetlenilişli industial ýaglara I-5A, I-8A, I-12A, I-20A, I-25A, I-30A, I-40A, I-70A, I-100A, umumy ýaglary we IGP seriýasynyň IGP-4, IGP-6, IGP-8, IGP-18 ýaglary degişli. Bu ýaglaryň esasyny süýgeşikliginiň derejesine baglylykda distillýat ýaglary, galyndy ýaglary we olaryň garyndylary düzýär. „I“ seriýanyň ýaglary öz düzüminde prisadkalary saklamaýar, „IGP“ seriýanyň ýaglary bolsa okislenmä garşy, hatardan çykarma garşy, poslatma we köpürjik emele getirmäge garşy prisadkalary öz düzüminde saklaýar.

I-12A ýagy – distillýat önüm bolup dokma senagatynyň enjamlarynyň wtulkalaryna, podşipniklerine we beýleki düwünlerine, metal kesýän stanoklaryň şpindellerine çalmak üçin ulanylýar. I-20A, I-30A, I-40A, I-50A ýaglary stanok enjamlarynyň gidrawliki ulgamlarynda, awtomatiki çyzyklarda, az we orta ýürklenen dişli geçiriji gidrawliki ulgamlary üçin işçi suwuklyk hökmünde ulanylýar. I-25A, I-70A, I-100A ýaglary distillýat önümler bolup prisadkalary almak üçin ulanylýar.

IGP-4, IGP-6, IGP-8 ýaglary distillýat önümler bolup ýokary tizlikli mehanizmlere çalmak üçin ulanylýar. IGP-18, IGP-30, IGP-38 we IGP-49 ýaglary - distillýat önümler bolup, stanoklaryň gidrawliki ulgamlary üçin işçi suwuklyk hökmünde ulanylýar, ýokary tizlikli geçiriji gutylaryna, az we orta ýürklenen reduktorlara we dişli geçirijilere, podşipniklere çalmak üçin ulanylýar. IGP-72, IGP-91, IGP-114 - ýaglary distillýat we galyndy önümler; bulary agyr press enjamlarynyň dişli çarh geçirijilerine, orta ýüklenen dişli we gurçuk şekilli reduktorlara çalmak üçin ulanylýar. IGP-152, IGP-182 ýaglar galyndy ýaglar bolup ýüklenen dişli we gurçuk şekilli geçirijilere, geçiriji gutylaryna çalmak üçin ulanylýar.

Türkmenbaşydaky nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda süýgeşikligi boýunça tapawutlanýan „I“ seriýanyň industrial ýaglaryň baş görnüşi öndürülýär.

## INDUSTRIAL ÝAGLARY TDS 20799-88

### 43-nji tablisa

T/ b	Görkezijileriň ady	Kadrlar boýunça ululygy				
		ISO VG- 15HH	ISO VG - 32 HH	ISO VG- 46HH	ISO VG - 68H H	ISO VG- 100H H
1	Kinematiki süýgeşiklik 100°C-da, mm <sup>2</sup> /s, çäklerde	13-17	29- 35	41-51	51- 75	75-95
2	Aşgar sany, 1g ýag üçin KOH, mg-da, az däl	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05
3	Sulfat külüniň massalaýyn paýy, %, köp däl	0,005	0,00 5	0,005	0,00 5	0,005
4	Ýagda kükürdiň massa paýy, %, köp däl	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
5	Mehaniki goşundyjyklaryň massa paýy, %, köp däl	ýok	ýok	ýok	ýok	ýok
6	Suwuň massa paýy, %, köp däl	ujyps yz	ujy psy z	ujyps yz	ujy psy z	ujyps yz
7	Dykyzlygy, 20°C-da, kg/m <sup>3</sup> , köp däl	880	890	890	900	910
8	Doňma temperaturasy, °C	-15	-15	-15	-15	-15
9	Reňki SNT birlikde, köp däl	1,5	2,0	2,5	3,0	4,5
10	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C	170	200	210	220	225

11	Okislenmä garşy durnuklylygy: okislenen ýagda 1g ýagda KOH mg-da aşgar sanyna öwürilmegi, %, pes däl	0,20 1,5	0,30 2,0	0,40 3,0	0,40 3,0	0,40 3,0
12	Ýagda saýlap alyjy eredijiler bilen arassalama eredijiniň galyndylary	ýok	ýok	ýok	ýok	Ýok
13	TDS ýa-da FOCT boýunça kybapdaşy	И-12a	И-20a	И-30a	И-40a	И-50a

Ýokary hilli mineral ýaglar. TNGIZ-niň esaslyk ýaglaryndan öndürilýär, okislendirmä garşy wedeaerasiýa düzüme we pes bugarma häsiýete eýedir. TDS 20799 talaplaryna we ISO VG H1 tipli ýaglaryň hil derejesine laýyk gelýär.

**Türkmenistanda öndürülýän industrial ýaglaryň we dürli  
öndürijileriň ýaglarynyň laýyklygy 44-nji tablisa**

Türkmenistan	Orsýet	Shell	BP	Mobil	AGIP
ISO VG-15HH	И-12a	Vitrea 22	Energol CS	Mobil Velocite Oil No.10	Agip Acep
ISO VG-32 HH	И-20a	Vitrea 32	Energol CS	Mobil DTE oil 13 M	Agip Acep
ISO VG-46HH	И-30a	Vitrea 46	Energol CS	Mobil DTE oil 25 M	Agip Acep
ISO VG-68HH	И-40a	Vitrea 68	Energol CS	Mobil DTE oil 26 M	Agip Acep
ISO VG-100HH	И-50a	Vitrea 100	Energol CS	Mobil DTE oil Heavy	Agip Acep

## **14-NJI BAP. Dürli niýetler üçin ýaglar**

### **14.1 Abzal ýaglary**

Abzal ýaglary apparatlara we we abzallaryna çalmak üçin ulanylýar. Olary şertleýin üç topara bölýärler: umumy niýetli ýaglar, ýörite niýetli we senagat ýaglar. Abzal ýaglary nebitiň, şeýle hem sintez esasynda alynýar.

Umumy niýetli ýaglaryň hataryna bölekleyin, abzal МВП, телеграф, ПАПФ-1 we beýlekiler degişlidir. Abzal MWP ýaglary kükürt kislotaly arassalamanyň nebit ýaglary hasaplanýar we barlag-ölçeýji abzallara çalmak üçin niýetlenen. Телеграф ýaglary hem nebit esasynda alynýar we телеграф apparatlaryna çalmak üçin ulanylýar, çuň arassаланан nebit ПАПФ-1 ýaglary bolsa – hasaplama – analitiki maşynlara çalmak üçin ulanylýar.

Sintez esasy ýörite niýetli ýaglaryň hataryna МП -605, МП-609, МП-713, МП – 714 we beýlekiler degişlidir. МП – 605 we МП – 609 ýaglary mikroelektrik hereketlendirijilere çalmak üçin niýetlenen; МП – 713 we МП – 714 bolsa takyk abzallara çalmak üçin ulanylýar.

МП – 714 sagat mehanizmlerine çalmak üçin niýetlenen. Giň göwrümlü bina sagatlarynyň detallaryna çalmak üçin ВННН НП-4мл – 400 we ВННН НП- 4М3 – 25 ýaglary ulanylýar. Olar özünde antifraksion we goýaldyýy prisadkally bolan az küküktli nebit esaslaryny saklaýar.

### **14.2 Prokat stanlar üçin ýaglar**

Prokat stanlaryna çalmak üçin 100°C-da 11- den 40 mm<sup>2</sup>/s çenli süýgeşikligi bolan prisadkasyz ýaglar ulanylýar. Olaryň ulanylyşy ýagda bar bolan suwuň hasabyna çalgynyň aýlaw ulgamyňyň şertlerinde netijeli bolmalydyr. Şu toparyň ýaglaryna П-28, ПС-28, П-40 we başgalar degişli, bularyň barysy nebitden alynýar.

П-28 ýagy kompressorlaryň, prokat stanlaryň agyr ýükli podşipnikleriniň waliklere suwuk sürtülmesine çalmak üçin ulanylýar.

ПС-28 ýagy П-28 ýagdan tapawutlykda kükürtli nebitlerden alynýar we esasan şol bir maksatlar üçin ulanylýar. П-40 ýagy ol has süýgeşik galyndy ýag; ony agyr prokat stanoklaryň reduktorlaryna çalmak üçin ulanylýar.

### **14.3 Turbina ýaglary**

Turbina ýaglaryň esasy niýetlenilşi – tehnikada ulanylýan dürli turboagregatlarynyň (bugturbinalary gidroturbinalar, Gaz turbinalar, turbonasoslar we beýleki) düwünlerine çalmak we sowatmak. Turboagregatlaryň çalgı we sowatmany talap edýän wajyp konstruksiýa elementleriniň hataryna podşipnikler degişli. Tejribede has giň ýaýran turboagregatlaryň mahsus we umumy görnüşiniň biri bug turbinalary hasaplanýar. Onda bug akymynyň energiýasy turbinanyň waly aýlananda transformirlenýär. Bugturbinalary gämilerde oturdylýan dürli bug turbina desgalarynyň esasyňy düzýär.

Turbina ýaglary turboagregatlaryň sürtülýän şaýlaryna çalmak we sowatmak üçin niýetlenendigine görä, olaryň süýgeşikliginiň optimal derejesini saýlap almak uly ähmiýete eýedir. Ýag gidrodinamiki çalgyny üpjün etmek üçin ýeterlik süýgeşik bolmaly, we şonuň bilen birlikde çalgynyň galyňlygy netijeli sowatmanyň şertlerini üpjün etmek üçin gatlagy ýeterlikli ýuka bolmaly.

Turbina ýaglaryna bildirilýän talaplary kanagatlandyrmak ýa-da ýokary derejede arassalanan ýaglary ulanmakda, ýa-da ýaglara funksional prisadkalary – okislenmä garşy, poslama garşy we beýlekiler goşulanda mümkin. Şoňa görä-de turbina ýaglarynyň dürlüligi iki topardan durýar – prisadkaly ýaglar we prisadkasyz.

Prisadkaly turbina ýaglarynyň esasy häsiýetnamasy  
45 –nji tablisa

Görkezijiler	ÝAGYŇ KYSYMY		
	T <sub>П</sub> - 22	T <sub>П</sub> - 30	T <sub>П</sub> -46
50°C- da süýgeşiklik, mm <sup>2</sup> /s	20-23	28-32	44-48
Süýgeşiklik indeksi, az däl	90	87	85
Kislota sany, mg KOH/g, köp däl	0,05	0,5	0,5
Esaslyk ýagynyň küllüligi, % köp däl	0,005	0,005	0,005
Temperatura, °C açyk tigelde uçgunlama, pes däl doňma, ýokary däl	186 -15	190 -15	195 -10
Polat steržene poslama	ýok	Ýok	Ýok
Düzümi, %			
suw	ýok	ýok	ýok
esaslyk ýagynda fenol	ýok	ýok	ýok
mehaniki garyndylar, köp däl	ýok	0,01	ýok
baza ýagda kükürt, köp däl	0,3	0,3	0,3
suwda ereýän kislota we aşgar	ýok	ýok	ýok
0°C-da durulygy	dury	dury	dury

Prisadkaly turbina ýaglaryny (T<sub>П</sub>-22, T<sub>П</sub>-30, T<sub>П</sub>-46) saýlap alyjy eredijiler bilen arassalamak usulyňy ulanmak bilen alynýar. Bu ýaglar süýgeşikligi, düzümi we ulanylýan ýerleri boýunça tapawutlanýar we okislenmä garşy, poslama we könelmä garşy prisadkalar, şeýle hem deemulgatorlary saklaýarlar.

T<sub>П</sub> – 22 ýag bug turbinalaryna we senagat mehanizmlerine çalmak üçin ulanylýar, T<sub>П</sub>-30 ýagy – gidroturbinalaryna we senagat mehanizmlerine çalmak üçin, T<sub>П</sub>-46 ýagy bug turbina desgalaryna çalmak üçin ulanylýar.

Prisadkasyz turbina ýaglary (T<sub>22</sub>, T<sub>30</sub>, T<sub>46</sub>, T<sub>57</sub>) az kükürtli parafinsiz nebitlerden öndürilýär. Olar hem süýgeşikligi we ulanylýan ýerleri boýunça tapawutlanýar.

## 14.4 Kompessor ýaglary

Kompessor ýaglary kompessor maşynlaryň dürli şaýlaryna we düwünlerine çalmak üçin niýetlenen, şeýle hem jebislendiriji ulgamy döretmek üçin ulanylýar. Hereket mehanizminiň şaýlaryna çalgý hökmünde turbina we az süýgeşikli industrial ýaglaryny ulanmak mümkin. Ýöne bir ulgamly çalgý kompessorlarda diňe kompessor ýaglary ulanylýar.

Kompessorlarda ýaglaryň iş güýçleri onuň konstruksiýasynyň aýratynlygy, gysylyp geçirilýän agentiniň häsiýeti, gysylma derejesi bilen kesgitlenýär. Meselem, gysylyp berilmegiň temperaturasynyň ulalmagy we gysylma derejesiniň artmagy bilen kompessorda ýaglaryň işi güýçlenýär we ýokarlanýar. Kompessorlara çalmak üçin niýetlenen ýaglaryň hiline talaplar, motor ýaglaryna bildirilýän talaplara meňzeş.

Kompessorlara çalmak üçin nebit ýaglary ulanylýar (Кп-8, К-12, К-19, КС -19, К-28), ulanylýan meýdany we süýgeşikligi boýunça tapawutlanýar. Кп – 8 ýagy okislenmä garşy we poslama garşy prisadkalary saklaýar, К – 12 ýag – depressor; galan ýaglar prisadka saklanok. Кп – 8 ýagy dürli turbakompessorlara we porşenli kompessor maşynlaryna çalmak üçin ulanylýar, К-12 ýagy – pes we orta basyşly bir basgançakly we köp basgançakly kompessorlara çalmak üçin niýetlenen.

К-19 we КС – 19 orta we ýokary basyşly bir basgançakly we köp basgançakly kompessorlara çalmak üçin niýetlenen, К-28 ýagy bolsa – ýokary basyşly köp basgançakly kompessorlara çalmak üçin niýetlenen.

Konstruktiv aýratynlygy bilen tapawutlanýan öndürilýän kompessorlaryň nomenklaturasynyň üznüksiz giňelmegi bilen baglylykda we olar üçin ýaglaryny saýlamagy ýeňilleşdirmek üçin kompessor ýaglarynyň klassifikasiýasy



hödürlenen. Ol ýaglary ulanylyş derejesi boýunça we 100°C-da süýgeşikligi boýunça 4 topara bolmäge esaslanan.

### **14.5 Sowadyjy maşynlar üçin ýaglar**

Sowadyjy maşynlarda esasan porşenli, wintli we rotosion plastinkaly sowadyjy kompressorlar oturdylan. Kompressorlaryň işlän wagty çalgý ýagyň sowadyjy agent bilen täsirleşmegi mümkin. Sowadyjy agent hökmünde ammiak, uglerodyň ikili oksidi we başgalar ulanylýar.

Ammiak we uglerodyň ikili oksidi nebit ýaglaryna inert. Sowadyjy agent hökmünde kükürt dioksidi, freonlar ýaly birleşmeler ulanylanda sowadyjy agentniň we ýaglaryň arasyndaky özara himiki reaksiýanyň ýüze çykmak mümkinçiligi artýar. Komponentleriň reaksiýa ukyplylygy we özara ereýjiligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen artýar.

Çalgý materialynyň sowadyjy agent bilen täsirleşmeginiň mümkinligini hasaba almak bilen, sowadyjy maşynlara çalgylamak üçin ýaglara umumy talaplardan başgada goşmaça talaplar bildirilýär. Bu talaplar - garyndyda sowadyjy agent bilen durnuklylyk, sowadyjy agent bilen galtaşmakda ýaglaryň bulanma temperaturasy we sowadyjyda ýaglaryň ereýjiligi.

Ýaglaryň durnuklylygy katalizatoryň gatnaşmagynda sowadyjy agent bilen ýagdan doldurylan aýna turbajykda kesgitlenýär. Kesgitli wagtyň dowamynda berlen temperaturada ýaglaryň smolalanmagy geçmese we polat plastinasy misiň çöken gatlagy bilen örtülmeşe ulgam durnukly diýip hasaplanýar. Sowadyjylar suwuk komponentleri saýlap ereden-de we onda gaty parafinleriň çökündi bolup çökmeginde ýaglaryň bulanmagy ýüze çykýar. Parafinleriň kristallaşyp başlama temperaturasyna bulanma temperaturasy diýip atlandyrylýar. Ol sowadyjy bilen ýag garyndysy üçin, arassa ýagyňka seredeniňde ýokary.

Eremeyän önümleriň emele gelmegi – islenilmeýän ýagdaý, bu önümleriň sowadyjy maşynlaryň dürli ulgamlarynda ýygnanmagy we olaryň işini bozmagy mümkin. Çökündileriň emele gelme mümkinçiliginiň öňüni almak üçin mineral ýaglary parafinsizleşdirmäge degişli edilýär.

Kompressor sowadyjy maşynlar üçin ýag saýlamakda esasy garşylyklaryň biri çalgynyň we kompressorlary jebislendirmegiň iň gowy şertleriniň ereýjiligi pes bolan ýaglary ulanmakda ýetilýänligi, şol bir wagtda ýagyň ulgamda kadaly aýlaw etmegi özara ereýjiligiň gowy bolmagynda ýetilýänligi bolup durýar. Şulardan ugur alyp sowadyjy maşynyň iş şertlerini hasaba almak bilen ýagyň eredijide optimal eremegine ýetmek zerur.

Ammiakda we uglerodyň ikili oksidinde işleýän kompressor sowadyjy maşynlary çalgylamak üçin XA (frigus) XA –23, XA-30 nebit ýaglary ulanylýar. Beýleki sowadyjylarda işleýän kompressor sowadyjy maşynlaryna çalmak üçin nebit (ХФ-22, с-16, ВННН НП –ХС-40) ýaglary ulanylýar. Bu ýaglara dürli niýetli prisadkalar goşulýar.

Kompressor sowadyjy maşynlar üçin ýaglar ulanylyş şertlerine baglylykda iki klasa bölünýär: A-ammiakly sowadyjy maşyn üçin ýag we B – galogen öndüriji uglewodorodlarda işleýän maşynlar üçin ýag. Öz gezeginde B topara degişli ýaglar ulanylýan freonyň görnüşine we işçi temperatura şertine baglylykda 4 topara bölünýär.

## 14.6 Silindr ýaglary

Dürli bug maşynlarynyň gyzdyrylan böleklerine ýag çalyňan bolmaly. Bug molotlarynyň, gämi we durnukly agregatlaryň we beýleki elementleriň gyzgyn şaýlaryna çalmak üçin **silindr ýaglary** ulanylýar.

Silindr ýaglaryny ulanmaklygyň özboluşlygy indikilerden durýar: ýag hökman gowy tozamaly, sürtülme meýdany boýunça deň paýlamaly we bug bilen galtaşmada

netijeli we üpjün etmeli. Silindr ýaglarynyň iki esasy topary tapawutlanýar: doýgun bugy ulanmak bilen işleýän maşyn üçin we aşa gyzan bug bilen işleýän maşynlar üçin.

Ähli silindr ýaglary – bu nebitden emele gelýän ýaglar.

Doýgun bug bilen gatnaşykda işleýän ýaglaryň wajyp ulanylyş häsiýeti, olaryň kondensat ýa-da çig bug bilen ýuwulma garşylygynyň durnuklylygy hasaplanýar. Ýaglaryň ýokary emulgirilenmesi ýetmezçilik hasaplanýar, ýagny emulgirlenen ýaglar bug kotýollaryna düşmek bilen olaryň diwarlarynyň bozulmasyna getirýär. Görkezilen maksat üçin 11 silindr we has 24 silindr ýagy ulanylýar.

Aşa gyzdyrylan bugy ulanmak bilen işleýän maşynlar üçin ýag has jebis şertlerde ulanylýar. Şeýlelikde bu ýaglar has ýokary süýgeşiklige we uçgunlama temperatura eýe bolmaly, ol ýaglaryň bugaryjylygyny häsiýetlendirýär. Bu maksat üçin 38 silindr we 52 silindr ýaglary öndürilýär.

Bellenenler bilen bir hatarda tehnikada giň ýaýran wakuum ýaglary alyndy. Olary wakuum nasoslarynda işçi suwuklyk hökmünde ulanylýar. Bu ýaglar ýokary arassalanma derejesi bilen häsiýetlendirilýär we inçe fraksion düzümi we pes bugardyjylygy bilen tapawutlanýar. Dürli iş şertleri üçin senagat dürli süýgeşikli wakuum ýaglaryny öndürýär.

## **15-NJI BAP. Çalgý ýaglary tehnikada rejeli ulanmagyň ýollary**

### **15.1 Çalgý ýag – çalgylanýan obýektiň gurluşynyň elementi**

Çalgý materiallaryň hili we çalgylanýan obýektiň iş şertleriniň arasynda berk baglansyk bolýar. Bir tarapdan çalgý ýag dogry saýlanylşa degişli düwüniň ýa-da agregatyň ygtybarly we bökdençsiz işini üpjün edýär, beýleki tarapdan obýektiň işinde kada laýyk gelmeýän gyşarmalar, mysal üçin, aşa agyr ýük götermek, döwürlemek, ýagda bolup geçýän we onuň hiliniň birden ýaramazlaşmagyna getirip biljek gaýdymсыз üýtgeşmelere getirmegi mümkin. Soňky döwür çalgý materiala çalgylanýan obýektiň konstruksiýa elementi hökmünde seredilýär. Onda-da bu ýagdaý konstruksiýany taýýarlamak başgançaklarynda hasaba alamak zerur. Bu ýerde bir tarapdan maşynyň ýa-da mehanizmiň kadaly we bökdençsiz işlemegini üpjün etmek üçin çalgý materiallyň hiline edilýän talaplary ýokarlandyrmak maksadalaýyk, beýleki tarapdan obýektiň konstruksiýasyna kesgitli üýtgeşmeleri girizmek has rejeli bolup durýar. Bu ýerde ykdysady taýdan has amatly saýlamaly.

Çalgý ýaglaryň orny diňe bir maşynlaryň we mehanizmleriň ulanylşynda uly däl-de olary öndürmekde hem uly. Şu wagt tehnikada çalgý materiallaryň tehnikada tygşytly ulanylmagyna, şol sanda harçlanmagyny azaltmaga uly üns berilýär. Umumy ýagdaýda ýagyň harçlanmasyny azaltmak üç faktor bilen kesgitlenýär: ýagyň köýmegini azaltmak, ýag ulgamynyň göwrümünü kiçeltmek we ýagy çalyşma möhletini uzaltmak.

Ýagyň gyzyp ýitmegi jebislendiriji materiallaryň hiline, olaryň ýaglar bilen laýyk gelişine we ulanylyş şertlerine bagly. Ýagyň köýmegi bolsa ilkinji nobatda hereketlendirijiniň konstruksiýasyna we iş rezimine bagly. Şonuň bilen birlikde ýagyň hili (fraksion düzümi) hem onuň köýmegine köp täsir

edýär. Ýagy obýektiň iş reziminiň temperatura aýratynlyklaryny hasaba almak bilen saýlap, ýagyň köýüp ýitmegini belli bir çäklerde azaldyp bolýar.

Ýagyň harçlanmasyny azaltmak maksady bilen çalgý ulgamynyň göwrümünü kiçeltmek hemişe dogry däl, käbir ýagdaýlarda bolsa konstruktiv aýratynlyklar sebäpli mümkinem däl. Ondan başga-da ýag ulgamynda ýagyň mukdarynyň azalmagynda aýlaw etmek sanynyň artmagynyň netijesinde ýagyň hili birden ýaramazlaşýar. Ýagyň harçlanmagyny azaltmak diňe onuň ulanylyş möhletini artdyrmagyň hasabyna mümkin.

## **15.2 Ýaglaryň esasy ulanylyş häsiýetleriniň üýtgemegi**

Maşynda ýa-da mehanizmlerde ýaglar ulanylanda wagtyň geçmegi bilen ol “könelýär”, onuň hili ýuwaş-ýuwaşdan ýaramazlaşýar. Bu prisadkalaryň funksional düzüminiň azalmagynyň, süýgeşikligiň üýtgemeginiň, ýagda könelme we okislenme önümleriniň, mehaniki garyndylaryň we suwuň toplanmagynyň esasynda bolup geçýär.

Ýaglaryň işlenilmegi diýip has giň manyda, prisadkalaryň termiki dargamasynyň, dürli detallaryň, ýag süzgüçleriň metal üstüne adsorbsiýanyň netijesinde mümkin bolan, olaryň funksional häsiýetiniň ýitmegine aýdylýar. Meselem okislenmä garşy prisadkalaryň işlenilmesi, olaryň okislenme önümleri bilen özara täsirinde, esasan okislenme prosesiniň irki stadiýalarynda emele gelýän radikallar bilen täsirinde aýdylýar.

Külli ýuwujy prisadkalaryň işlenilmesi hem olaryň kislota häsiýetli önümler bilen özara täsiriniň hasabyna bolup geçýär. Könelmä garşy prisadkalar metal üstde himiki modifisirleýji gatlagyň emele gelme derejesi boýunça işlenilýär. Ýagyň ýokary işçi temperaturasy dürli ugurlar boýunça prisadkalaryň işlenilme prosesini intensifirleýär we olaryň ýagda düzümi azalýar.

Prisadkalaryň konsentrasiýasynyň azalmagy diňe işlände bildirmän, eýsem ýaglar saklananda olaryň ýag göwrüminden çökündi bolup gaçmagynda hem bolýar (fiziki ýa-da kolloid durnuksyzlyk), çökündiň gaçmagy ýagda suwuň we prisadkanyň gidroliziniň hasabyna bolýar. Könelmä garşy prisadkalar giňden bellidir-ditiofosfat sink gidroliz prosesinde, çökündi bolup gaçýan sink gidrooksidine we organiki kislotalara dargaýar. Prisadkanyň mukdarynyň azalmagy bilen çalgý ýagy berlen häsiýeti ýüze çykarmaga ukypsyz. Bu dürli sebäpler bilen düşündirilýär we süýgeşikligiň ululygyna dürli täsir edýär. Meselem, ýaglaryň okislenmegi, ýokary molekulaly önümleriň emele gelmeginiň hasabyna olaryň süýgeşikliginiň ýokarlanmagyna getirýär. Ýaglaryň süýgeşikliginiň ýokarlanmagy ondan ýeňil fraksiýalaryň bugarmagyna ýardam edýär. Beýleki tarapdan ýaglarda saklanýan goýaldygy prisadkalaryň destruksiýasy we ýagyň ýangyç bilen garylması, tersine süýgeşikligiň peselmegine getirýär.

Ýaglaryň süýgeşikliginiň üýtgemeginiň intensiwligi onuň himiki düzümine, obýektiň iş kadasyna we ulanylyş aýratynlygyna baglydyr.

Kada bolşy ýaly, ýagyň süýgeşikliginiň üýtgemegi bilen prosesde işi ýaramazlaşýar we onuň süýgeşiklik-temperatura häsiýeti hem ýaramazlaşýar. Şunuň bilen birlikde iş prosesinde ýagda mehaniki garyndylaryň, könelme önümleriniň ýygnanmagy, kislotalylygyň ýokarlanmagy bolup geçýär.

Ýaglaryň “könelmesi” ony çalyşmagyň zerurlygyna getirýär. Häzirki wagtda düýbünden nädogry pikir ýöredildi, ýagny ýaglary tiz-tizden çalyşmak çalgý materialyny gowy funksionirlemäge ýardam berýär. Ýaglary tiz-tizden çalyşmak otrisatel netijelere getirýär, meselem sürtülýän detallaryň könelmesini ýokarlandyrýar. Ondan başgada, ýaglary çalyşmagyň wagtyňy uzaltmak-nebit resurslaryny tygşytlamagyň hakyky ýoludyr. Reaktiw hereketlendirijilerde

sintetiki ýagyň çalyşmasyz işini 100-den 500 çenli dowamlylygyny artdyrmak bu ýaga awiasion tehnikanyň talabyny 30-35% azaltmaga we ýüzlerçe müň manada çenli ykdysady netijäni almaga mümkinçilik berdi. Çalyşma dowamlylygy ýokarlandyrylan M-63/10B uzak işleýän motor ýagyny halk hojalygyna giňden ornaşdyrmak önünden hasaplamalar boýunça ýylda birnäçe million puly tygşytlar.

Çalgy ýaglaryny ulanmaklygyň dünýä tejribesiniň barlaglary, soňky ýyllarda ýaglary çalyşmagyň wagtynyň artandygyna şaýatlyk edýär. Muňa bir tarapdan, goýberlen çalgy ýaglaryň hilini ýokarlandyrmak, beýleki tarapdan bolsa-çalynýan uzelleriň we detallaryň konstruksiýasyny we çalgy ulgamyny kämilleşdirmek ýardam berýär. Meselem, soňky 5-10 ýylda karbýurator hereketlendirijilerde ýaglary çalyşmagyň wagty 1,5-2 esse artdy, dizelde bolsa 2-4 esse. 120 sagada derek ýag dizellerde 240 sagatdan soň, aýratyn modellerde bolsa 480 sagat işländen soň çalyşylýar. Bugturbina desgalarynda gysga wagtyň içinde ýagy çalyşmagyň möhleti 16000 sagada ýetirildi.

Şol bir wagtda ýaglary ulanmagyň möhletini uzaltmak mümkinçiligi entägem bar. Ýaglaryň hereketlendirijilerde, maşynlarda we mehanizmlerde iş resurslaryny artdyrmagy dowam etdirmäge hem guramaçylyk hem tehniki mümkinçilikler bar. Guramaçylyk taýdan bu köp halatlarda awtotraktor, awiasiýa, gämi hereketlendirijilerinde, transmissiýa agregatlarynda we beýleki enjamlarda ýagy çalyşmagyň kesgitlenen möhletleriniň doly esaslandyrylmadyklygy bilen kesgitlenýär. Netijede maşynlardan we mehanizmlerden kadalaşdyryjy resminamalardaky resurslary doly işläp geçen, ýöne hiliniň uly ätiýaçlygyny saklaýan ýag dökülýär. Köp halatlarda ýagy çalyşmagyň möhleti mehanizmleriň iş resurslary bilen baglanşdyrylmadyk.

Ýagyň hyzmat ediş wagtyny uzaltmagyň tehniki ýoly, ýagyň iş dowamlylygyny ony çalyşmasyz ýola goýmak bilen

baglydyr. Ýagda kesgitlenýän görkezijileriň sany köp bolup bilýänligi sebäpli ýagyň iş prosesinde hilini barlamagy kynlaşdyrýar we şol sebäpli mümkin boldugyndan integral görkezijileri saýlaýarlar. Bu görkezijiler bir alamatly bolmaýar we ýagyň niýetlenilişine we iş şertlerine baglylykda üýtgeýär. Şeýlelikde, dizelleri ulanmagyň köp ýyllyk tejribesiniň netijesinde gämi ýaglary üçin braklaýjy parametr hökmünde indikileri ulanmak teklip edilýär:

suwuň mukdary	0,5 % çenli
ýangyjyň mukdary	3 % çenli
benzinde eremeýän garyndylaryň mukdary	4-5 % çenli
aşgar sany	> 1 mg KOH/g

Ýöne getirilen kadalary dizelleriň görnüşi, ýaglaryň kysymy we ulanylyş şertleri boýunça differensirlemek gerek. Turboreaktiw hereketlendirijileriniň çalgý ulgamynda ýagyň könelmegi onuň süýgeşikliginiň artmagy we termoduknuklylygyny. Erbetleşmegi bilen häsiýetlendirilip biliner. Bu görkezijiler boýunça awiassion ýaglaryň işeňlilik çäginii ýylylygy ýokary reaktiw hereketlendirijisinde analiz etmek bilen ýagyň iş resurslaryny 200 sagatdan 400 sagada çenli iki esse ýokarlandyryp boljaklygy anyklandy.

Turbina ýaglaryny, bug turbina desgalarynda, onuň kislota sany 1,2 mg KOH/g, süýgeşikligi bolsa-50 °C-da 60 mm<sup>2</sup>/sek-dan ýokary bolmadyk ýagdaýynda ulanmak bolýar. Bu çäklendiriji görkezijilere ýagyň 100000 sagat işinde hem ýetilenok, bu bolsa turbina ýaglarynyň ulanylma möhletini hereket edýän tehniki resminamalaryň reglamentirleýän 16 000 sagadyndan iň bolmanda 100000 sagada çenli ýokarlandyrmaga esas bolup durýar.

Transmission ýaglar üçin esasy integral görkezijileriň biri bolup, başlangyç ýagyň süýgeşikligi bilen deňeşdirilende süýgeşikliginiň 50% çenli ýokarlanmagy bolup biler. Transmission ýaglaryny käbir ýagdaýlarda obýektiň tutuş iş resursynda çalyşmasyz ulanmak bolýar. Ýagyň niýetlenilişine we ulanylyş aýratynlyklaryna baglylykda integral ýa-da



braklaýjy görkezijileriň sany üýtgäp bilýär. Hususan-da bular ýaly görkeziji bolup ýagyň ýangyç bilen gowşadylma derejesi, ýagda mehaniki garyndylaryň hem ýonulma önümleriň saklanmagy we ş.m.

Braklaýjy görkezijiler ulgamyny hem kämilleşdirmek gerek. Bu nukdaý nazar tehnikada çalgy ýaglary ulanmagyň netijeliligini artdyrmak üçin iň rejeli ýollaryň biri bolup durýar.

Ýaglaryň çalyşma möhletiniň artdyrylmagynda maşynlar ýa-da mehanizmler üçin edilýän tehniki hyzmatlaryň azalmagynyň hasabyna goşmaça ykdysady effektiň bolýanlygyny bellemek gerek. Ýaglary çalyşmak möhletini has artdyrmak, ylaýtada motor we transmissiýa ýaglarynyňkyny, ähli passyllarda ulanylýan ýaglaryň hasabyna mümkin. Ulanylyşa has ýokary hilli ýaglary girizmegiň hasabyna hem bu möhleti artdyrmagyň uly mümkinçilikleri bar. Mysal üçin, mineral esasynda alnan awtotraktor motor ýaglarynyň iň gowy görnüşleriniň ortaça çalyşylma möhleti 9000-18000 km ýolyň ýörelmegine deň bolsa, sintetiki ýaglary ulanmak bilen çalyşma möhleti 20000-25000 km, käbir halatlarda 40000-80000 km hem ýetirip bolýar.

Ýagyň ulanylyş möhletiniň artdyrylmagynyň maşynlaryň we mehanizmleriň tehniki hyzmatlaryna edilýän çykdaýjylaryň hasabyna goşmaça ykdysady netijäni gazanyp bolýanlygyny hem bellemeli.

Mümkin bolan ýerlerde çalyşma möhletini uzaltmak çalgy ulgamynyň konstruksiýasyny kämilleşdirmek bilen bilelikde amala aşyrmak maksadalaýyk bolup durýar. Hususan-da prisadkalaryň işläp başlaýan wagtyny gysgaltmak üçin olaryň ýaga dozalaýyn girizilmek ulgamyny ulanýarlar, mysal üçin mikrokapsulirleme, ýagny prisadka ýörite ýaryňgeçirijili gabykly kapsulada ýagyň göwrümine ýuwaş-ýuwaş girişýär.

### 15.3 Çalgý ýaglary rejeli ulanmagyň ýollary

**Çalgý ýaglaryň harçlanmasyny azaltmak.** Ýokarda bellensi ýaly, ýaglaryň harçlanmasyny azaltmak diňe bir tehnikada däl-de eýsem ykdysady nukdaý nazardan hem uly ähmiýete eýedir. Ýagyň harçlanmasyny ulanylyş çäginin üýtgemesiniň hasabyna we çalgý ulgamynyň gurluşyny üýtgetmegiň hasabyna sazlamak islendik niýetli ýaglar üçin mümkin. Şol bir wagtda ýaglaryň harçlanmasyny köýmegini ýa-da bugarmagyny azaltmak diňe ekstremal temperatura şertlerinde işleýän we erkin bugarma üste eýe bolan ýaglar üçin mümkin. Bulara ilki bilen içinden ýanýanhereketlendirijiler üçin ýaglar degişli.

Häzirki wagtda ýaglaryň harçlanmasyny we şol bir sanda köýmegini azaltmaga aýratyn üns berilýär. Köne görnüşli karbýurator hereketlendirijilerinde ýagyň köýüge harçlanmasy 2,5 – 2,8% (ýagyň harçlanmasyna), dizellerde bolsa – 3,0-3,5% boldy. Häzirki zaman konstruksiýa hereketlendirijilerinde 0,4-1,2% we 1,6-1,8% deňdir. Çalt gidýän gämi dizellerinde ýagyň köýüge harçlanmasy 5-16 dan 2,04-4,08 g/kWt çenli azalan. Ýaglaryň harçlanmasynyň azalmasyna beýleki şertlerde ýaglaryň fraksion düzümi täsir edýär.

Soňky ýyllarda şeýle-de transmission we motor ýaglarynyň antifraksion häsiýetlerini gowulandyrmagyň hasabyna tehnikada ýangyçlaryň harçlanmasynyň azaldylmagy meselesine aýratyn üns berilýär. Hereketlendirijiniň konstruksiýasyny we tehniki ulanylyş şertlerini hasaba almak bilen ýaglary dogry saýlap almak ýangyçlaryň köp tygşytlanmagyna ýetmekligine mümkinçilik berýär diýip hasaplanýar. Soňky ýyllarda tehniki we ykdysady çaklamalardan çykyp tehnikada çalgý ýaglaryny ulanmagyň çäklendirilmesi amala aşyrylýar.

**Ýaglaryň ulanylyş häsiýetlerini giňeltmek.** Häzirki wagtda halk hojalygynda dürli niýetli ýaglaryň hili boýunça

tapawutlanýan köp görnüşleri ulanylýar. Şol bir wagtda tehniki ösüşiň häzirki zaman talaplaryny kanagatlandyрмаýan ýaglaryň könelişen görnüşleri hem ulanylýar. Bu ýaglaryň saklanylmagynyň, daşalmagynyň kynlaşmagyna we sarp edijileri çalgy materiallary bilen üpjün etmegiň kynlaşmagyna getirýär. Şonuň bilen birlikde tehnikaýyň ulanylmagyny çylşyrymlaşdyrýar, material we iş çykdaýjylaryny artdyrýar, şeýle hem tehnikaýyň tehniki hyzmatlarda we bejeriş-abatlaýyş wagtyny artdyrýar. Şeýle ýaglar ýurt möçberinde köp çykdaýjylara getirýär.

Bu meseläni çözmegiň netijeli ugurlarynyň biri hem ýaglaryň ulanylyşyny çäklendirmek diýip hasaplanýar. Ol çalgy ýaglaryň görnüşlerini, ondan ilki bilen az netijeli kysymalaryny, şeýle hem çig mal bazasy bilen üpjün edilmedik görnüşlerini aýyrmaklygyň hasabyna aňladylýar. Şonuň bilen bilelikde çäklendirilen görnüşleriň ulanylyş çäkleri giňeldilýär.

Meselem, Gaz turbina hereketlendirijileri üçin ýag garyndylary we ýaglaryň köpdürliligi häzirki wagtda 20-den hem köpräk görnüşden ybarat. Iň gowy we giň gerimli görnüşleriň ulanylyş çäklerini giňeltmegiň zerurlygy aýdyň mümkindir.

Ulanlyş usullaryny jemlemek JPM-10 sintetiki ýaglaryň we MC-8n mineral ýaglaryň bazasynda awiassion turboreaktiv hereketlendirijiler üçin ýaglaryň ulanylyş çäklerini giňeltmegiň mümkinçiligini görkezýär. Turbowintl hereketlendirijiler üçin ulanylyş çäklerini giňeldilen görnüş bolup MH-7,5y ýagy hyzmat edip biler.

Awtotraktor tehnikaда ýaglaryň ulanylyş çäklerini giňeltmek ähli möwsümli umumy motor ýaglaryny ulanmagyň bazasynda mümkin. Bu ýagdaýda ýaglary möwsümleýin çalyşmaklyk bolmaýar, şeýle hem karbýurator hereketlendirijilere we dizellere çalmak üçin aýratyn görnüşleriň bolmagy mümkin. Içinden ýanyan hereketlendirijiler üçin şeýle umumlaşdyrylan ýag M-63/10B umumy ähli möwsümleýin ýag hasaplanýar. Ol

möwsümleýin ulanylýan ýaglaryň ondan-da köpräk görnüşleriniň ýerini tutýar olara M-8B, M-8B<sub>1</sub>, M-8B<sub>2</sub>, M-10B<sub>2</sub> we başgalar.

Gämi dizelleri üçin ýaglaryň unifisirlenen görnüşleri M-10Γ<sub>2</sub>IIIC, M-14Γ<sub>2</sub>IIIC ýaglar hasaplanýar. Transmission ýaglaryň umumy häsiýetlerini giňeltmek umumy ähli möwsümleýin işçi - konserwasion TM –5-12PK ýagynyň esasynda mümkin. Işçi-konserwasion ýaglaryny ulanmaklyk konserwasiýa, rekonstruksiýa, raskonserwasiýa ýaly işleri aýyrmaklygyň hasabyna goşmaça ykdysady netije berýär. Işçi-konserwasion ýaglarda bir wagytda ulanylşy we tehnikanyň uzak wagtlaýyn ulanylmagyny üpjün etmegi amala aşyryp bolýar.

Çalgý ýaglaryň ulanylyş çäklerini giňeltmek iş ygtybarlylygyny peseltmezden tehnikada çalgý ýaglaryny rejeli ulanmaga we ykdysady taýdan hem amatly bolan şertleri döredýär.

**Ulanylan ýaglaryň häsiýetlerini dikeltmek.** Maşynlaryň we mehanizmleriň iş prosesinde çalgý ýaglary çalyşylanda ulanylan ýaglar ulanylyşykdan çykarylýar. Köp halatlarda ulanylan çalgý ýaglary dökülýär we daşky gurşawyň hapalanma çeşmesi diýip hasaplanýar. Daşky gurşawyň hapalanmagy diňe bir ulanylan çalgý ýaglaryň ýere we suw howdanlaryny dökülmeginde däl-de, nebitiň gazylyp alynmagynda, nebitiň we nebit önümleriniň daşalmagynda, gaýtadan işlenilmeginde hem ýitgileriň hasabyna hem bolýar. Olaryň howplylygy biodargaýjylygynyň pesligi, käbir ýagdaýlarda zäherliligi we kanserogenligi bilen düşündirilýär. “ Ulanylan çalgý ýagy” düşünjesi çalgý materiallaryň könelmegi we ulanylyş möhletiniň geçmegi bilen kesgitlenýär. Çalgý ýagyň könelmegini kesgitleýän hil görkezijiler ýok we ýagyň hakyky ýagdaýy boýunça onuň işe ukyplylygyny kesgitlemek işi obýektiv hil görkezijisi bolup durýar.

Ulanylan ýaglar – bu ulanyşda bolan mineral ýaglardyr. Olary işde bolanlygy zerarly fiziki – himiki häsiýetleri üýtgäp

esasy bellenen ýerinde ulanylyp bolmaýan ýa-da belli bir wagty ulanylandan soň çalşyrylmaly ýaglar.

Iş prosesde ýagyň hili çuň üýtgemelere sezewar bolýar. Ýaglaryň häsiýetleriň üýtgemegi termiki dargama, oksidenme, köýme, ýangyç bilen suwuklandyrylmasy, organiki däl bölejikler bilen hapalanmagy bilen bagly. Bu prosesleriň netijesinde ýaglarda asfalt-smola birleşmeler, koks we gurum bölejikler, dürli duzlar, kislotalar, üst işjeň maddalar, metallaryň we oksidleriň bölejikleri, suw we beýleki gaýry düzüjiler ýygnanýar. Şonuň üçin ýaglaryň häsiýeti täze önüm üçin standartlar olary ulanmakdan soň üýtgeýär ýa-da doly ýitýär.

Käbir döwletlerde " ulanylan ýag" adalgasy gaty hapalanan nebitlerde we kömür mineral ýaglarda hem ulanylýar.

Ulanylan ýaglarda 140 köpräk görnüşli kanserogen polisiklikli uglewodorodlar (PAU) anyklyan. Bu birleşmeleriň sany ýaglaryň ulanma möhletiniň artmagy bilen ýokarlanýar. Mysal üçin: karter çalgylý ýeňil karbyurator alaglarda 4-7 halkaly PAU mukdary 1000 km geçende 26,8 mg/kg bolýar.

10-15 müň km geçenden soň işlenen ýagda 270-den 400 mg/kg çenli PAU saklanýar. PAU ýaglaryň ýanmagy we olary guýmadan ýaglara düşmegi netijesinde emele gelýär. Ýagyş suwlary bilen PAU we beýleki oksidenmä durnukly uglewodorodlar akyndylara, suw howdanlara düşüp derýalaryň eteklerinde ýygnanýarlar. Suw howdanlarda PAU esasy gelip çykyşy benzin hereketlendirijilerinden düşýänligi ýörite barlaglarda subut edilen. Bu bolsa daş töweregiň nebit önümleri bilen hapalanmanyň esasy çeşmesi ulanylan ýaglar bolup durýanlygyny görkezýär.

Ulanylan nebit önümlerine esasy talaplar TDS 21046-86 görkezilen. Bellenen maksada laýyklykda görkezilen standartda ulanylan nebit önümler üç topara bölünýär (42- nji tablisa).

IMÝ – ulanylan motor ýaglar, olara awtotraktor, dizel we awiasion ýaglar, şol sanda transmissiýa we gidrawliki ulgamlarda ulanylýan motor ýaglar degişli.

IIÝ - ulanylan industrial ýaglar, olara industrial ýaglar, şol sanda işlenen nebit emulsiýadan bölünen hem-de turbina, kompressor, gidrawliki, wakuum, enjam, transformator, kondensator, kabel we tehnologiki ýaglar degişli.

ING – ulanylan nebit önümleriň garyndysy, şol sanda ýuwulmakda ulanylan nebit önümler, transmissiýa, gipoid, ok hem-de IMÝ we IIÝ toparlaryna süýgeşikligi we ýalpyldama temperatura talaplaryna jogap bermeýän ýaglar, gaz kondensatory, nebit saklaýan suwlardan alnan hem-de arassalaýjy desgalaryň işi prosesinde, awtomobil we demir ýol sygymlaryň, rezerwuarlaryň arassalanmagynda ýygňalan nebitiň we nebit önümleriň garyndylary.

Ulanylan çalgý ýaglary mikroorganizmleriň galyndylary, ýangyjyň görnüşine baglylykda metanol, azodyň oksidleri, radioaktiw elementleri bilen hapalanyp bilýar.

Nebit ýaglarynyň zäherlilikigi molekulýar massanyň, kisloata sanynyň, düzüminde arenleriň, smolalaryň we kükürtli birleşmeleriň artmagy bilen ýokarlanýar. Ýagyň düzümine girýän prisadkalarynyň käbiri hem zäherli bolup bilýär. Ulanylan çalgý ýagyň zäherlilikigi esasan olaryň ulanylmagynda dargamagy bilen kesgitlenýär.

Ýaga we ýangyja goşulýan prisadkalar, sintetiki ýaglaryň esasy hökmünde polihlordifenilleriň ulanylmagy ýagyň hlor bilen hapalanmagyna getirip, ulanylan çalgý ýaglarda ýerasty suwlar üçin zyýanly bolup durýan hlor organiki birleşmeleriň ep-esli mukdarynyň bolýanlygy kesgitlenildi.

Diýmek ulanylan çalgý ýagyň zäherlilikigi köp derejede onuň düzümine girýän prisadkalaryň dargamagyna we üýtgemegine, hereketlendirijiniň ýagny motoryň tehniki ýagdaýyna, ulanylýan ýangyjyň düzümine, ýagyň ulanylyş şertlerine bagly.

Ulanylan nebit önümleriň esasy görkezijileri  
46-njy tablisa

Görkezijiler	Toparlar üçin kadalar			Barlag usuly
	IMÝ	IIÝ	ING	
Şertli süýgeşiklik, 20°C temperaturada, mm <sup>2</sup> /sek	>40	13-40	-	TDS 26378.3-84 boýunça
Kinematiki süýgeşiklik, 20°C temperaturada, mm <sup>2</sup> /sek	>>35	5-35	-	TDS 33-82 boýunça
Ýapyk tigelde ýalpyldama temperaturasy, °C, pes däl	100	120	-	TDS 26378.4-84 boýunça
Mehaniki garyndylaryň agram paýy, % köp däl	1	1	1	TDS 26378.2-84 boýunça
Suwuň agram paýy, % köp däl	2	2	2	TDS 26378.1-84 boýunça
Hapalaryň mukdary	Ýok	Ýok	Ýok	TDS 26378.2-84 boýunça
350°C temperatura çenli gaýnaýan fraksiýalaryň mukdary, % köp däl	10	10	-	TDS 2177-82 boýunça
340°C temperaturadan ýokary gaýnaýan fraksiýalaryň doňma temperaturasy, °C, ýokary däl	-10	-10	-	TDS 20287-74 boýunça

Her ýylda biosfera köp mukdarda nebit önümleri düşýär, olaryň ýaryndan köpürägi ulanylan çalgý materiallar bolup durýar. Ulanylan çalgý ýaglary rejeli ulanmak meselesine diňe bir ykdysady ýa-da tehniki taýdan seretmän eýsem ekologiki nukdaý nazardan hem öwrenilmeli.

Ulanylan çalgý ýaglar köpdüzüjili çylşyrymly garyndylar bolup durýar, uçujylygy, biodargamasy pes, topraga siňmek bilen ony hapalaýar, şeýle hem ýerasty we ýerüsti suwlara düşýär, atmosfera hloryň we agyr metallaryň organiki birleşmelerini saklaýan ýanma önümleri bilen hapalanyp bilýär.

Soňky ýyllarda ulanylan çalgý ýaglaryň rejeli ulanylmagyna aýratyn üns berilýär. Ulanylan çalgý ýaglar ýene-de gaýtadan işlemek üçin gowy ikilenji çig mal bolup durýar. Şeýle çig maldan ýaglaryň çykymy 80% we ondan gowurak bolup durýar şol bir wagtda çalgý ýagyň nebitden çykymy 10-15% bolýar.

Ulanylan ýaglary ulanmak şu esasy ugurlar boýunça amala aşyrylýar:

Ulanylan ýaglary rejeli ulanylmagyň birnäçe ýollary bardyr, ýagny

- demirbeton önümçiliginde galyplara çalmak üçin;
- gödek sürtülme düwümlerini çalgylamak üçin;
- gara ýollara düşelýän önümiň komponendi hökmünde ulanmak;
- magdanlary flotasiýa arkaly arassalamakda ulanmak;
- oba hojalygynda haşal otlar bilen göreşmek üçin hem işlenen çalgý ýaglary giňden ulanylýar.

Bu usullaryň hiç birinde içlenilen çalgý ýaglary doly derejede netijeli ulanylmagyny we işlenilen ýaglaryň peýdaly ulanylmagyny doly üpjün edip bilmeýär we işlenilen ýaglaryň has netijeli ulanylmak ýollaryň gözlemek zerurlygyny ýüze çykarýar.

Ulanylan çalgý materiallary peýdaly ýok etmek meselesi бүтін дүнйәде экологи́я (даş töweregi goramak) hem-de ykdysady (öndüriljilige goşmaça energiýa çeşmelerini ulanmak) taýdan birinji derejeli döwlet meselesi bolup durýar. Ulanylan çalgý ýaglary ýygnamagy we olary başlangyç häsiýetlerini dikeltmek maksady bilen ikilenji gaýtadan



işlenmegi üpjün etmek ösen döwlet tapawutly görkezijileri bolup durýar. Ulanylan çalgý materiallary başarnykly peýdaly ulanmaklyk (ýygnamak, gaýtadan işlemek) önümçiligiň howply galyndylaryndan ýok etmek üçin harç çykarman effektiw dynmagy, tebigy gorlary, pul goýumlary tygşyty ulanmaga, ikilenji işlenenleri ulanmagyň hasabyna döwletiň öz gorlarynyň üpjünçiligi derejesini artdyrmaga mümkinçilik berýär. Ulanylan çalgý materiallary başarnykly peýdaly ulanmagyň ýollary:

- ulanylan ýaglar ýakylýp energiýa çeşmesi bolup hyzmat edip bilýär;
- ulanylan ýaglar dürli tilsimat zerurlyklar üçin ulanylyp biliner;
- ulanylan ýaglar termiki dargama sezewar edilip benzin we dizel ýangyjyň düzüjileri bolýan, hem-de ýol örtükleri öndürmekde ulanylýan bitum galyndylarynda ulanylýan ýeňil fraksiýalar alynyp biliner;
- ulanylan ýaglar arassalanyp, täze baza ýaglary almak bilen regenerirlenip biliner.

Soňky iki ýagdaýda ulanylan ýaglar haryt nebit önümleri almak üçin çig mal bolup durýar. Daş töweregi goramak üçin peýdaly ýok etmek usulynyň hemme ýetmezçiligini we artykmaçlygyny göz önüne tutup saýlap alynmaly.

**Ulanylan ýaglary ýakmak.** Ýakylmakda ulanylan ýaglar kotelnýa üçin ýangyç hökmünde hyzmat edip biler. Olaryň bu hilde artykmaçlygy ýokary ýylylyk geçirme ukybynda, pes doňma temperaturada we kükürdiň otnositel pes saklanmagynda: 0,4-den 0,8% çenli. Beýleki tarapdan işlenen ýaglar köp mukdarda benzini we suwy, metallary (esasan gürşun), hlory we beýleki zyýanly garyndylary saklap bilýär. Ondan başga-da, olar ýakylanda kyn aýrylýan külüň köp mukdary we tüsse gazlar emele gelýär.

Tehnologiki zerurlyklar üçin ulanylan ýaglary ulanmak. Ulanylan ýaglary käwagt metal işlemekde sowadyjy suwuklygyň komponentleri hökmünde, gurluşykda we beýleki işlerde siňdriji hökmünde, dürli mehanizmlerde sürtülme düwümlerine çalgý materiallar hökmünde, konserwasion we poslatmazlyk serişdeleriň komponentleri hökmünde, ýol gurulşykda tozan baglaýjy serişde hökmünde bitумыň deregine we ş.m. ulanylýar. Bu ýagdaýda ulanylan çalgý ýaglar ulanmak üçin arzan önüm bolup durýar we täze nebit çig maldan meňzeş önümleri tygşytlamaga mümkinçilik berýär. Ýöne, köp ýagdaýda ulanylan ýaglar bular ýaly ulanmaga niýetlenen bolsa mehaniki goşundylardan, suwdan, benzinden, hlorsaklaýjy komponentlerden ilkilenji arassalamany talap edýär. Ondan başga-da ýag esasan maksatlaýyn önümi ulanmaklyga mümkinçilik berýän prisadkalary saklaýar. Suw ýag emulsiýalar ýerasty gatlaklaryň nebit bermesini artdyrmak tehnologiýasynda giňden ulanylýar, mysal üçin ýoraky suwuklandyrylan kollektorlary toplaýjy we gazyp alyjy guýyny işlemekde, hem-de gaz almak proseslerde ýerasty gatlak zolagynda geçmekligiň wagtlaýyn izolýasiýasy üçin ulanylýar. Soňky ýyllarda gurluş emulsiýalar az geçýän gaz we nebit saklaýjy ýerasty gatlaklarda gidrawliki bölünme tehnologiýalarynda ulanylýar. Gurluş we mehaniki emulsiýanyň durnuklylygy olaryň düzüminde gymmatly üst işjeň maddalaryň barlygy bilen üpjün edilýär. Ýöne ýörite üst işjeň maddaly emulsiýalary almaklykda ulanylan nebit ýaglary bilen çalşyp bolýar, hususan-da motor ýaglary ulanmak. Belli bolşy ýaly dürli çalgý suwuklyklar (ýaglar) üst işjeň prisadkalary saklaýar (alkilkarbon duzlar we alkilsulfonol kislotalar). Ondan başga-da ýaglaryň ulanylma prosesinde köp mukdarda smola maddalar emele gelýär we ýygnaýar. Bu bolsa üst işjeň maddalar bolup durýar.

Ulanylan ýaglary katalitikii kreking we ýangyjyň komponentlerini almak üçin çig mal hökmünde ulanmak. Bu usul haryt önüm üçin komponentleri almaga mümkinçilik

berýär, ýöne proses kanserogen gazlaryň bölünmegine we reaktorda kyn aýrylýan koksýň, ýagny ekologiki zyýanly önümleriň emele getirmäge getirýär. Termiki kreking desgalary şäherleriň ýaşaýyş zolaklaryndan uzakda ýerleşdirilmeli. Olary nebiti gaýtadan işleýän zawodlaryň territoriýasynda ýerleşdirmek maksadalaýyk, we şol sebäpli degişli arassalaýjy usullary we enjamlary ulanmak bilen zyýanly önümleriň howpyny peseldip bolýar.

Ulanylan industrial, kompressor, transformator we turbina ýaglary mehaniki garyndylary we suwy aýyrmakdan soň dürli gatnaşyklarda dürli kotelnýa ýangyç komponent ýaly ulanmak bolar. Ýokary külliligi sebäpli ulanylan motor ýaglary kotel ýangyçlarynda garyndy hökmünde ulanmakda ol 10-25% mukdardan köp bolmaly däl.

Ulanylan ýaglary ulanmaklygyň ýene bir ýoly – olary **nebite goşup bilelikde doly çyzgy boýunça işlemek**. Ýöne ulanylan ýaglarda hapalaryň we prisadkalaryň bolmagy elektroduzsyszlandyryjy desgalaryň işine ters täsir edýär, nebitiň bölünmegini peseldýär, akyndy suwlarda nebit önümleriň saklanmagyny ýokarlandyryar.

**Ulanylan ýaglaryň regenerasiýasy** ykdysady taýdan has netijeli uşullary ulanmak bilen geçirilýär. Regenerirleme prosesiniň çyzgysy adatça indiki basgançaklardan durýar: suwy we şlamlary aýyrmak, ýaglary aragdyjy toýunlar bilen garyşdyrmak (ýa-da kükürt kislota bilen arassalamak), ýagdan ýangyç fraksiýalaryny kowmak (zerur bolan ýagdaýynda), suwy, toýuny we beýleki hapalaýjy garyndylary bölüp aýyrmak (süzmek, sentrifugirleme arkaly), adsorbision arassalama. Ulanylan ýaglaryň regenerasiýasy usullaryny ulanmakda fiziki, fiziki-himiki we himiki bölmek mümkin. Şular bilen bir hatarda regenerasiýany çalgy ulgamynda ýa-da ýörite desgalarda amala aşyrýarlar. Ýöne has giň ýaýran we netijeli regenerasiýa ýörite desgalarda amala aşyrylýan durnukly we hereketli regenerasiýa diýip hasaplanýar.

Kada bolşy ýaly hereketli desgalaryň tehnologiýa çyzygysy şulardan ybarat: suwdan iri hapa bölejikleri çökdürmek, ýagy koagulyantlar bilen arassalamak, adargdyjy toýun bilen täsirleşdirmek, suw bugyny ýagdan bölmek. Hereketli desgalarda regenerasiýa durnukly desgalaryňkydan tapawutlylykda wakuumda kowma, gidroarassalama ýaly şeýle kämil tehnologiýa proseslerini ulanmak mümkin. Bu prosesleri ulanmak regenerirlenen ýagyň hilini ýokarlandyrýar. Regenerasiýanyň effektiwligi häsiýetleri dikeldilen önümleri almak bilen kesgitlenýär, dikeldilen ulanylyş häsiýetleriň derejesi boýunça tapawutlanýar ýa-da adaty tehnologiýa boýunça alnan ýaglar boýunça tapawutlanýar. Motor we aýratyn goýaldylan ýaglar durnukly şertlerde regenerirlemäge has kyn sezewar edilýär.

Ýaglary has ýokary hilli dikeltmek mümkinçiligini üpjün etmek üçin regenerirleme prosesini ulgamlaýyn kämilleşdirmek zerur. Regenerirlemek prosesini kämilleşdirmek üznüksiz amala aşyrylýar. Olary önümçilige girizmek regenerirlemäniň netijeliligini ýokarlandyrmaga mümkinçilik döreder we uly ykdysady netije berer.

### **III-nji bölüm. Plastiki çalgýçlaryň we tehniki suwuklyklaryň himmotologiýasy**

#### **16-NJY BAP. Plastiki çalgýçlaryň himmotologiýasy**

##### **16.1 Plastiki çalgýçlary ulanmagyň esaslary**

**Plastiki çalgýçlar** – gaty goýaldyjylaryň suwuk gurşawdaky ýokary konsentrlenen tiksotrop dispersiýalary bolup durýan çalgy materiallaryň giňden ýaýran görnüşi bolup durýar. Köplenç çalgýçlar suwuk esas bolup durýan dispers gurşawy (70-90%), goýaldyjydan durýan dispers fazany (10-15%), gurluşynyň modifikatorlary we prisadkalary bolup durýan – prisadkalary, dolduryjylary (1-15%) öz içine alýan üç komponentli kolloid ulgam bolup durýar. Çalgýçlaryň dispersion gurşawy hökmünde nebitden alnan we sintetiki ýaglary, käwagt bolsa olaryň garyndylaryny ulanýarlar. Sintetiki ýaglara kremniýorganiki suwuklyklar-polisiloksanlar, çylşyrymly efirler, poliglikollar, ftor we hlororganiki suwuklyklar degişli. Olary esasan temperaturalaryň giň diapazonynda we täsirleşme ýüklenmede işleýän ýokary tizlikli podşpnikler üçin niýetlenen çalgýçlary taýýarlamak üçin ulanýarlar. Çalgýçlary has effektiv ulanmak üçin we olaryň ulanylyş häsiýetlerini, mysal üçin, pes temperatura, çalgýç ukyplary, goraýjy häsiýetlerini sazlamak üçin sintetiki we nebit ýaglaryny ulanýarlar.

Goýaldyjylar hökmünde ýokary molekulýar ýag kislotalary – sabynlar, gaty uglewodorodlar – serezinler, petrolatumlary we organiki (pigmentler, kristaliki polimerler, karbamidyň önümleri) ýa-da organiki däl (bentonit, silikagel) önümler hyzmat edýär. Iň giňden ýaýran goýaldyjylar – sabynlar we gaty uglewodorodlar. Sabyn we organiki goýaldyjylaryň konsentrasiýasy adaty 15% ýokary bolmaýar, gaty uglewodorodlaryň konsentrasiýasy 25% çenli ýetýär.

Gurluşyny sazlamak we funksional häsiýetlerini gowulandyrmak üçin çalgyçlara prisadkalary girizýärler.

Ilkinji senagat çalgyjy bolan teker melhemini nebit galyndylaryndan şepbik kislotalaryň kalsiý sabynlary bilen goýaltmak bilen taýýarlapdyrlar. Tehnikanyň ösmegi bilen çylşyrymly şertlerde işleýän mehanizmler peýda boldy. Bu ýagdaýda suwuk ýaglaryň hili eýýäm bildirilýän talaplara kanagatlandyrmady. Şol sebäpli plastiki çalgyçlaryň hemme taraplaýyn barlanylmagy olaryň artykmaçlyklaryny ýüze çykardy we çalgyçlary ulanmagyň we öndürmek üçin ylmy esas bolup durdy. Nebit çalgyçlaryň öndürilişiniň göwrümi köp bolmasa-da ulanylyş obýektleriň dürliligi boýunça çalgyçlar suwuk çalgý materiallaryna garanda öňde durýar.

Çalgý ýaglar bilen deňeşdirende çalgýçlar indiki artykmaçlyklara eýe bolýar:

- 1) udel harçlanmasynyň azlygy (käwagt ýüzlerçe esse az);
- 2) maşynlaryň we mehanizmleriň has ýönekeý gurluşy (bu bolsa agramy peseldýär, işiň ygtybarlylygyny we resursyny artdyrýar);
- 3) “çalgýçlama” möwsümleriniň aralygynyň has dowamlylygy;
- 4) tehnika hyzmat etmekde ulanylyş çykdaýylaryň ep-esli azlygy.

Ýokary hilli çalgýçlary ulanmakda önümiň özüne düşýän gymmatyny artdyrýan çykdaýylaryň sarp etmek sferasyndaky döreýän ykdysady effekt bilen doly üsti ýapylýanlygyny bellemeli.

## **16.2 Çalgýçlaryň düzümi we kolloid gurluşy**

Ýokarda bellenilişi ýaly çalgýçlar dispers fazanyň ýokary konsentrasiýasy bilen häsiýetlendirilýän kolloid ulgam bolup durýar. Çalgýçlaryň kolloid gurluşy (dispers bölejikleriň ölçegleri we formalary) 50-100 mün esse ulaltmaga

mümkinçilik berýän we rugsat edýän ukyplylygy 0,4 nm deň bolan elektron mikroskopyň kömegi bilen öwrenilýär. Geçirilen barlaglaryň netijesinde köp sabyn çalgyçlaryň dispers fazasynyň anizometriki formaly bölejikler bilen, ölçegleri 1mkm-den kiçi bolan lenta görnüşli we iňne şekilli süýümler bilen emele getirilenligi anyklandy.

Goýaldyjynyň, komponentleriň garyndysynyň sowadylmagynda emele gelýän, bölejikleriniň ölçegleriniň we formalarynyň köpdürliligine garamazdan gurluş karkasynyň emele gelmeginiň usuly bular üçin umumy bolup durýar. Kolloid (sabyňly çalgyçlar) ýa-da hakyky (uglewodorod çalgyçlar) ergini sowatmak prosesinde ýagda dispergirlenen goýaldygy şol bir wagtda kristallaryň ýa-da olary biri-biri bilen birikdirýän süýümleriň ösmegi bilen kristalliki gurluşy emele getirip başlaýar. Gaty fazany köp mukdarda saklamaýan adaty kolloid ulgamlarda bölejikler galtaşan wagty birleşýär, ýagny koagulirlenýär we çökündi emele getirýär. Çalgyçlarda dispers fazanyň konsentrasiýasynyň ýokary bolmagy bölejikleriň koagulyýasiýasyna päsgel berýär we olar dispersion gurşawyň göwrümünde giňişlikleýin gurluş karkasyny emele getirýär. Goýaldyjynyň bölejikleriniň anizometrikligi näçe ýokary bolsa, ýagny meýdanyň we göwrümiň gatnaşygy näçe ýokary bolsa, sonça-da çalgyjyň gurluşynyň berkligi ýokary bolýar.

Dispers fazanyň gurluş emele getirişi derejesiniň ýokarylygy çalgyçlara plastiklik, çeyelik we olary suwuk çalgy materiallardan düýpli tapawutlanmaga mümkinçilik berýän birnäçe beýleki häsiýetleri berýär. Agram bolmadyk we minimal bolan ýagdaýynda çalgyçlar özüni gaty maddalar ýaly alyp barýar: olar öz agramynyň täsirinde akmaýar, wertikal tekizliklerde saklanýar we hereket edýän şaýlardan inersiýa güýçleriň täsirinde zyňylyp gitmeýär. Ýöne gurluş karkasynyň berklik çäklerinden artyk gelýän, deňeşdirilende gaty uly bolmadyk, agramlarda çalgyçlar bozulyp deformasiýa başlaýar – bötewiligini bozman plastiki jisim ýaly akyp başlaýar. Çalgyçlaryň aýratynlygy dargan gurluş karkasyny dikeltmek

bolup durýar; sebäbi agram aýrylandan soň çalgýyň akmagy bes edilýär we çalgýç gaýtadan gaty jisimiň häsiýetlerine eýe bolýar. Çalgýçlaryň plastik ýagdaýdan süýgeşik-akýan ýagdaýa we tersine ýenillik bilen geçmegi hem, tiksotrop öwrülşikler diýip atlandyrylýar, suwuk çalgý materiallara garanda çalgýçlaryň ulanylmagynyň artykmaçlygyny üpjün edýär.

Ýagdaýynyň aýratynlygy plastiki çalgýçlaryň çalgý, konserwasion we jebislendiriji funksiýalary ýerine ýetirýän, gaty goýaldyjylaryň suwuk gurşawdaky ýokary gurluşly tiksotrop dispersiýalaryň adyny we niýetlenişini kesgitledi.

Goýaldyjylar çalgýçlaryň gurluşyna we häsiýetlerine kesgitleýji täsir edýär, goýaldyjynyň bölejikleri çalgýyň gurluş karkasyny emele getirýär. Çalgýçlaryň önümçiliginde organiki goýaldyjylaryň arasynda sabynlar has giňden ýaýran – çalgýçlaryň önümçiliginiň 80% sabyn çalgýçlarynyň paýyna düşýär. Çalgýy almak üçin ulanylýan sabynyň görnüşi, hususan-da, kationidiň walentligi we häsiýetleri, anionyň düzümi we gurluşy wajyp rol oýnaýar. Beýleki şertleriň birmeňzeşliginde has uzyn süýümler natriýli çalgýçlar üçin häsiýetli (80 mkm çenli), gysgalary –litiýly (2-5 mkm) we kalsiýli (1-3 mkm) çalgýçlar üçin häsiýetli. Alýumuniýli çalgýçlaryň dispers fazasy ownuk amorf sferiki bölejikler bilen emele getirilen (0,1 mkm-den uly bolmadyk). Çalgýçlaryň önümçiliginde adatça göni zynjyr görnüşli uglewodorod radikally sabynlar ulanylýar, sebäbi hut solar ýaly sabynlar çalgýyň giňişlikleriň gurluş karkasyny emele getirýän süýri süýümleri emele getirmäge ukyply.

Çalgýçlaryň gurluşy we häsiýetleri köp derejede dispers gurşaw bilen kesgitleňýär, onuň täsiri astynda bölejikleriň ölçegleriniň we olaryň biri-birine gatnaşyklykda özüni alyp baryşynyň üýtgemegi (solwatasiýa, solýubilizasiýa, adsorbsiýa) bolup geçýär. Sabynyň himiki düzüminiň we tebigatynyň güýçli täsiri, has takyk aýdanymyzda polýarlygynyň we molekulalaryň assosiirleme derejesiniň çalgýyň häsiýetlerine edýän täsiri, hem şu ýerden gelip çykýar. Dispersion gurşawyň



60% çenli çalgyjyň gurluş karkasy bilen berk baglansykly bolup bilýär, beýleki bölegi bolsa karkasyň öýjüklerinde mehaniki saklanýar. Sabyn çalgyçlaryň süýümleriniň ölçegleriniň göz-görtele artmagy nebit dispersion gurşawlarda aromatiki uglewodorodlaryň mukdarynyň artmagy bilen syn edilýär.

Taýýarlanylşynyň tehnologiýasyna we resepturasyna, we ilki bilen gyzdymagyň temperaturasyna we sowatmagyň tizligine baglylykda, çalgyçlar gurluşynyň durnuklylygy bilen we häsiýetleri bilen köp tapawutlanýar. Çalgyçlaryň saklanylmagynda we ulanylmagynda dürli daşky täsirler (mehaniki, termiki, kislorodyň, çyglylygyň we ş.m.) bilen ýüze çykarylýan islenilmeýän dykyzlanmagy ýa-da gowşamagy olaryň kolloid gurluşynyň durnuklylygynyň ýeterlikli dälligini subut edýär.

Çalgyçlaryň gurluşynyň emele getirmäge organiki polýar birleşmeler – prisadkalar we gurluş modifikatorlar, ep-esli täsir edýär. Çalgyçlarda gurluş modifikatorlaryň bolmagy dürli:

- 1) dispersion gurşaw bilen girizilýär, mysal üçin, smolalar, nebit kislotalary;
- 2) çalgyçlar taýýarlananda emele gelýär, tehnologiiki üst işjeň maddalar diýip atlandyrylýar ( bu dispersion gurşawyň okislenmegiň önümleri, ýag çig malynyň artykmaçlygy we onuň öwrülme önümleri);
- 3) çalgyçlaryň saklanmagynda we ulanylmagynda toplanýar – kislorod- saklaýan birleşmeler.

Şol sebäpli çalgyçlar üç komponentli ulgam bolup durýar we konsentrasıyasynyň azlygyna garamazdan gurluşy emele getirmekde üst-işjeň maddalaryň roly örän uly. Gurluşy – missellalary we missellanyň üstündäki emele gelmeleri emele getirmekde pesiräk derejede dolduryjylar täsir edýär. Dolduryjylar köplenç, organiki däl önümleriň gaty ýokary

dispers bölejikleri; olar çalgyçlarda eremeýär we ýokary goýaldygy täsire eýe däl.

### **16.3 Çalgýçlaryň niýetlenilşi we toparlara bölünişi**

Niýetlenilşine baglylykda çalgýçlar indiki esasy funksiýalary ýerine ýetirýär:

- biri birine gatnaşyklykda süýşýän tekizlikleriň arasynda sürtülme güýçlerini peseldýär;
- sürtülýän tekizlikleriň gyrylmagynyň (iýilmeginiň) önüni alýar we hatardan çykmagyny peseldýär;
- metallary daşky gurşawyň poslatma täsirinden goraýar;
- biri-biri bilen baglanşykly şaýlaryň arasyndaky boşlugy doldurýar.

Bu esasy funksiýalardan başga-da çalgýçlar elektrik togy izolirleýji materialyň rolyny ýerine ýetirýär, sürtülme düwünleriniň şaýlaryny urgy agramlardan goraýar, sarsgynlary we gohy peseldýär. Sanalan funksiýalaryň ählisini bir wagtda gowy ýerine ýetirýän çalgýjy almak tejribede mümkin däl. Köplenç bular ýaly zerurlyk ýüzede çykmaýar, sebäbi çalgýçlary ulanmak şertlerindäki tapawutlar ilki bilen çalgýç materialynyň ygtybarly işini üpjün edýän bir ýa-da iki wajyp funksiýany öňe çykarýar, beýleki funksiýalara bolan talaplar bolsa gaty berk bolmaýar.

Çalgýçlaryň ulanylyş şertlerine we niýetlenilşine garamazdan çalgýçlar aşakdaky esasy talaplary kanagatlandyrmaly:

- a) öz fuksiýalaryny sürtülýän şaýlaryň temperaturalaryň, udel agramlaryň, tizlikleriniň giň diapazonynda ygtybarly ýerine ýetirmeli;
- b) ulanylyş şertlerinde öz häsiýetlerini minimal derejede üýtgetmeli;
- c) olar bilen kontaktirleýän materiallara az täsir etmeli.

- d) howpsuzlyk tehnikasynyň düzgünlerini doly kanagatlandyrmaly we daşky gurşawa zyýanly täsir ýetirmeli däl (ýagny ekologiki häsiýetleri gowy bolmaly);
- e) hemişelik çig mal bazasy bilen üpjün we ulanylanda tygşytly bolmaly, bahasy gymmat bolmaly däl.

Çalgyç materialynyň sürtülme düwüninde işi diňe bir çalgyjyň özüniň ulanylyş şertlerine (temperaturalar, agramlar, herekediň tizligi, daşky gurşawyň düzümi we ş.m.) bagly däl-de, maşynyň ýa-da mehanizmiň işiniň häsiýetine hem bagly, mysal üçin, hemişelik we üýtgeýän daşky täsirlere, işiň ýatmagyna we ş.m. Çalgy materialyň netijeli işi ilki bilen sürtülme düwüniniň gurluş aýratynlyklary ( görnüşi, ölçegleri, sürtülýän tekizlikleriň herekediniň häsiýeti we ş.m.) bilen we ikinjiden çalgy ulgamyna we çalgyjyň iş prosesinde täsirleşýän materiallynyň görnüşine, şeýle hem sürtülme düwüniniň ulanylyş şertlerine hem çalgy materialyny çalyşma möhletine bagly. Şol sebäpli çalgyçlara olaryň niýetleniliş aýratynlyklary we ulanylyş şertleriniň aýratynlyklary bilen esaslandyrylýan käbir aýratyn talaplar hem edilýär. Bulara gowy dielektrik we optiki häsiýetler, suwa ýokary durnuklylyk degişli.

Plastiki çalgyçlaryň häsiýetleriniň köpdürliligi olary dürli maksatlar üçin we maşynlaryň, mehanizimleriň dürli ulanylyş şertlerinde ulanmagyna mümkinçilik berýär.

Niýetlenilşi boýunça çalgyçlar dörde bölünýär:

- antifraksion – maşynlaryň we mehanizmleriň şaýlarynyň sürtülmesini we hatardan çykmagyny peseltmek üçin, öz gezeginde bular umumy niýetlenilişli antifraksion we tehnologiiki antifraksion ( metallary basyş bilen işlemegiň tehnologiiki proseslerini aňsatlaşdyrmak üçin) çalgyçlara bölünýär;
- konserwasion – metal önümleri poslamakdan goramak üçin;

- jebislendiriji – sürtülýän tekizlikleri, salnikleri, jaýryklary, araboşlyklary we beýleki şaýlaryň germetikligini üpjün etmek üçin;
- ýörite niýetlenilişi, mysal üçin friksion – tekizlikleriň typmagynyň önüni almak maksady bilen sürtülmäni artdyrmak üçin.

Çalgýçlaryň köp bölegi hem görnüşleriniň köplügi boýunça, hem önümçiliginiň göwrümi boýunça birinji iki topara degişli. Çalgýşlaryň getirilen klassifikasiýasynyň şertliligini bellemeli, sebäbi antifraksion çalgýçlaryň ählisi belli bir derejede metallary poslamadan hem goramaly, konserwasion çalgýçlar bolsa - şol bir wagtda antifraksion materiallar hem bolup hyzmat edip bilýär. Jebislendiriji çalgýçlar ýokary germetikligi üpjün etmek ukybyndan başga-da gowy çalgy we gorajy häsiýetlere eýe bolmaly.

Çalgýçlaryň getirilen niýetlenilişi boýunça toparlara bölmek klassifikasiýasyndan başga-da çalgy materiallary düzümi boýunça toparlara bölmek klassifikasiýasy hem belli. Goýaldyjynyň görnüşi boýunça çalgýçlar organiki we organiki dällere bölünýär. Organiki goýaldyjylara sabynlar, gaty uglewodorodlar, pigmentler we käbir kristaliki polimerler degişli. Organiki däl goýaldyjylar bolsa – silikagel, bentonit, tehniki uglerod (gurum) we käbir beýleki önümler.

Sabyn çalgýçlary öz gezeginde kationyň görnüşi boýunça kalsiýli, litiýli, bariýli, alýuminiýli çalgýçlara bölünýär. Sabyn goýaldyjylary taýýarlamak üçin ulanylýan ýaglaryň düzümine baglylykda sintetiki ýag kislotalarynda (parafinleri okislendirmekde alynýan dürli fraksiýalar) taýýarlanýan çalgýçlary we tebigy ýaglarda taýýarlanýanlary hem-de tehniki ýag kislotalarynda ( stearin, 12- oksistearin we ş.m.) taýýarlanýanlary tapawutlandyrýarlar.

Bellenilişi ýaly, plastiki çalgýçlaryň aýratynlygy kiçi agramlarda olar özüni gaty jisimlere meňzeş alyp barýar: öz agramynyň täsiri astynda akmaýar, wertikal tekizliklerde saklanýar we hereket edýän şaýlardan inersiýa güýçleriň

täsirinde zyňylyp gitmeýär. Çalgýçlar öz berklik çäginde artyk agramlaryň täsiri astynda süýgeşik suwuklyklar ýaly akyp başlaýar. Şeýlelikde, çalgýçlaryň suwuk çalgý materiallaryndan düýpli tapawudyny belläp bolýar:

- berklik çäginin bolmagy, onuň netijesinde çalgýçlar asudalyk ýagdaýynda akmaýar we akyjylyk ukybyna kesgitli şertlerde eýe bolýar;
- anomal içki sürtülme, oňa baglylykda çalgýçlaryň süýgeşikligi diňe bir temperatura bagly däl-de akym bolup geçýän beýleki parametrlere hem bagly;
- çalgý bozulandan soň hem öz gurluşyny we häsiýetlerini dikeltmek ukyby.

Suwuk çalgý materiallary bilen deňeşdirilende çalgýçlar, kemçiliklere garamazdan, birnäçe aýratynlyklara eýe. Çalgýçlaryň aýratynlyklaryna şular degişli:

- a) ýapgyt we wertikal tekizliklerde gowy saklanmagy, uly agramlarda sütlülme düwünlerindeň akyp çykmaýanlygy;
- b) ýokary çalgýç häsiýetleri, ýagny hatardan çykma garşy we gyrylma garşy häsiýetleriniň (ylaýtada, uly agramlarda) has gowy görkezijileri;
- c) metal tekizliklerini daşky gurşawyň poslatma täsirinden has gowy goralmagy;
- d) sürtülme düwünleriniň ýokary germetikligini üpjün etmek, olara islenilmeýän önümleriň düşmeginden goramak;
- e) işe ukyplylygynyň has giň temperatura diapazony we has gowy süýgeşiklik-temperatura häsiýetnamalary;
- f) ulanmagyň berk şertlerinde (ýokary temperaturalaryň, agramlaryň, urgy agramlaryň, üýtgeýän tizliklerin bir wagtda täsir etmegi) has ygtybarly we netijeli işlemegi;
- g) çalgýjyň az harçlanmagynyň hasabyna we işe ukyplylygynyň has dowamlylygynyň hasabyna ulanmagyň tygşylylygy.

Plastiki çalgýçlary ýokary temperaturalarda we kontakt agramlarda, wagtal-wagtal işleýän ýa-da ýygy-ýygýdan işi togtadylýan sürtülme düwünlerinde ulanmak has netijeli.

Çalgýçlaryň kemçiliklerine şulary degişli etmek bolýar: çalynýan şaýlaryň ýylylygyny aýyрмаýanlygyny, plastiki çalgý materialyň sürtülme düwünlerine berilmeginiň ulgamynyň has çylşyrymlylygy we sabyn çalgýçlarynyň himiki durnuklylygynyň pesligi, bu çalgýçlaryň okislenmegini ýokarlandyrýar we esasy ulanylyş häsiýetleriniň erbetleşmegine getirýär.

Sürtülme düwünlerinde ýokary hilli çalgýçlary ulanmak enjamlaryň ulanylyş möhletini uzaltmaga mümkinçilik berýär.

Plastiki çalgýçlar çäklerinde himmotologiki meseleler tehnikanyň ösmegi we ony ulanmak üçin talaplaryň artmagy sebäpli üznüksiz giňeýär we çylşyrymlaşýar. Umuman olary şu üç meselede jemläp bolýar:

- a) Çalgýçlaryň hil görkezijileriniň (fiziki-himiki we ulanylyş) saýlanylşynyň we işlenilşiniň, olary amatlaşdyrmak ýollarynyň ylmy taýdan esaslandyrylmagy. Görkezijileri amatlaşdyrmak ýollarynyň ylmy taýdan esaslandyrylmagy çalgýçlaryň ulanylyş häsiýetleriniň zerur bolan derejesiniň kesgitlenmegini we tehniki-ykdysady esaslandyrylmagyny, olary gowulandyrmagyň netijeli usullaryny işlemegi, dürli niýetlenilişli çalgýçlaryň funksional esaslarynyň ýüze çykarylmalygyny we öwrenilmegini öz içine alýar.
- b) Çalgýçlaryň hiline baha bermegiň täze usullaryny we ulgamlaryny döretmek we kämilleşdirmek. Bu mesele tejribe barlaglaryň we çalgýçlaryň hakyky ulanylyş şertlerinde özüni alyp baryşynyň arasyndaky laýyk gelmegi kesgitlemegi, ekspress usullary döretmegi, çalgýçlara baha bermegiň toplumlaýyn kwallifisirlenen usullaryny işläp düzmegi, standartlary kämilleşdirmegi we beýleki meseleleri ýüze çykarýar.

- Ç) Çalgyçlary ulanmagyň netijeliligini ýokarlandyrmak. Bu ýere çalgyçlaryň görmüşlerini azaltmak we unifikasiýa etmek, harçlanma kadalaryny esaslandyrmak, saklamak şertlerinde häsiýetleriň durnuklylygyny üpjün etmek, hili dikeltmek we ulanylan çalgyçlary peýdaly ulanmak usullaryny işläp düzmek degişli.

#### **16.4 Çalgyçlaryň hiline edilýän talaplar**

Dürli niýetlenilişli çalgyçlaryň hilini berlen şertlerde çalgyjy ulanmagyň effektiwliligini görkezýän fiziki-himiki we ulanylyş häsiýetlerini öwrenmegiň netijesinde ýüze çykarmak we bahalandyrmak bolýar. Çalgyjyň özüni, onuň himiki tebigatyny we önümçiliginiň aýratynlyklaryny suratlandyrýan fiziki-himiki häsiýetleriň köp sanly görkezijileri bar. Ýöne olar çalgyç materiallarynyň niýetlenilşi we ulanylmagynyň aýratyn şertleri bilen baglansykly däl. Bular ýaly görkezijilere süýgeşiklik, dykzlyk, bugarmak, dielektrik, optiki we käbir başga häsiýetleri degişli.

**Çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetleri** diýip häsiýetleriň diňe ulanylyş şertlerinde ýüze çykýan we maşynlaryň, mehanizmleriň uzak ulanylmagyny hem ygtybarlylygyny kesgitleýän görkezijiler diýip düşüňärler. Çalgyçlaryň köpüsi üçin ulanylyş häsiýetleriniň esasy görkezijilerine süýgeşiklik – temperatura, berklik – temperatura, çalgyç we jebislendiriji, okislenmä garşy durnuklylygy, goraýjy we poslatma häsiýetleri degişli. Ulanylyş häsiýetleri gaty berk berkidilen häsiýetnama däl we çalgyjyň niýetlenilişine, ulanylyş şertlerine baglylykda üýtgäp bilýär. Şol bir wagtda çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetleri olaryň fiziki-himiki häsiýetleriniň aýratyn görkezijileri bilen baglansykly. Käwagt bu baglansyk göni, mysal üçin, çalgyjyň gidrodinamiki şertlerdäki süýgeşikligi, ýagny süýgeşiklik şol bir wagtda çalgyjyň hem ulanylyş hem fiziki-himiki häsiýetini

suratlandyrýar. Ýöne köplenç bu baglanşyk kese baglanşyk bolup ony takyk ýüze çykarmak çylşyrymly bolýar.

Çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetlerini birnäçe aýratyn parametrleri boýunça bahalandyrýarlar, olarda çalgyjyň diňe bir fiziki-himiki esasyňy däl-de ýönekeýligini, ölçegleriniň elýeterliligini, çalgyçlary ulanmagyň şertlerine laýyk gelişini we ş.m. hem hasaba alýarlar.

Çalgyçlaryň hil görkezijileriniň önümçilik tejribesinde ulanylýan we taýýarlamagyň resepturasyny we režimini barlamak üçin niýetlenen görkezijileriniň birnäçesi belli. Olara suwuň, mehaniki garyndylaryň, erkin kislotalaryň we aşgarlaryň mukdary ýaly analitiki himiýanyň usullary bilen kesgitlenýän görkezijiler degişli. Şol bir wagtda käbir ulanylyş häsiýetleri barada hem aýtsaň bolýar, mysal üçin, çalgyjyň kislota sany ilki bilen kese baglanşyk boýunça çalgyjyň reňkli metallara edýän täsirini häsiýetlendirýär; mehaniki garyndylaryň mukdary bolsa çalgyç häsiýetlerine täsir edýär we ş.m. Ýöne täze çalgyjy ulanmagyň mümkinçilikleri barada hakyky şertlerde uzak wagtlaýyn ulanylyş barlaglar boýunça we barlaglaryň kwallifikasion usullary boýunça aýdýarlar. Ahyrky usullar dürli niýetlenilişli çalgyçlaryň ulanylma mümkinçiligini çalt we örän takyk bahalandyrmaga mümkinçilik berýär.

Çalgyçlaryň ulanylyş şertlerindäki mehaniki we temperatura täsirlerindäki özüni alyp barşy çalgyçlaryň gurluş-mehaniki we göwrüm häsiýetlerini bahalandyrmaga mümkinçilik berýän reologiki usullary bilen bahalandyrylýar.

Çalgyçlaryň akdyrylyşy gurluş karkasynyň üznüksiz dargamasy we dikelmesi prosesi bolup durýar. Çalgyçlaryň reologiki häsiýetini öwrenmek çalgyçlaryň çeyelik häsiýetlerini, akyjylygyny we akyşyny öwrenmegi göz önünde tutýar. Çalgyçlar ulanmak şertlerinde olaryň çeyelik çäklerinden ep-esli artyk bolýan süýşme güýjenmä degişli bolýanlygy sebäpli esasy reologiki häsiýetnamalar hökmünde süýşirmäge berkliginiň çägi ýa-da süýşirmegiň çäkli



güýjenmesi  $\tau_6$ , effektiv süýgeşiklik  $\eta$  we mehaniki durnuklylyk kabul edilen.

## 16.5 Çalgyçlaryň esasy häsiýetleri

### 16.5.1 Çalgyçlaryň berklik häsiýetleri

Goýaldyjylaryň bölejikleri ýagda gurluş karkasyny emele getirýär, bu karkasnyň hasabyna çalgyçlar rahat ýagdaýynda hem süýşürmäge berkligiň çäğine eýe bolýar. **Berklik çägi** – bu çalgyjyň yzyna gaýduwsyz deformasiýasyna (süýsmegine) getirýän minimal güýç. Berklik çäginden artyk gelýän güýç goýulanda çalgyçlar deformasiýa degişli bolýar, berklik çäginden pes bolan güýçde bolsa – çalgyçlar gaty jisimler ýaly çeyelige eýe bolýar. Käbir kesgitli şertlerde çalgyçlar portlyga hem eýe bolýar. Şeýlelikde çalgyçlaryň deformasiýasynyň häsiýeti berklik çäginden ýokary we pes bolanda dürli bolýar.

Berklik çäginin absolýut ululygy we onuň temperatura baglylygy köp derejede sürtülme düwünleriniň başlangyç häsiýetnamalaryny, çalgyjyň iş düwünlerine baryp bilmek we sürtülme tekizliklerinde saklanmak ukybyny kesgitleýär. Berklik çäginin bolanlygy sebäpli çalgyçlar ýapgyt we wertikal tekizliklerden, germetiki däl sürtülme düwünlerinden syrygyp akmaýar.

Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen köp halatlarda çalgyçlaryň berklik çägi azalýar. Berklik çäginin nola ýakynlaşýan ýagdaýyndaky temperatura çalgyjyň plastiki ýagdaýyndan suwuklyga öwrülmeginiň hakyky temperaturasy bolup durýar. Bu temperatura çalgyjyň işe ukyplylygynyň ýokarky temperatura çäginin häsiýetlendirýär.

Çalgyçlaryň gurluşynyň taýýarlanmagyna täsir edýän ähli faktorlar olaryň berkligine hem täsir edýär. Olara goýaldyjynyň konsentrasiýasy we görnüşi, dispersion gurşawyň himiki düzümi we häsiýetleri, üst işjeň maddalaryň

düzümi we konsentrasiýasy, çalgyçlaryň taýýarlanylşynyň režimi (gyzdymagyň temperaturasy we dowamlylygy, sowatmagyň tizligi we ş.m.)

Çalgyçlaryň berklik çäginı kesgitlemek üçin çalgyçdan çüıı ýa-da plastinkany çykaryp almaga, koaksial silindrleri okundan süşürmäge, çalgyjy gapyrga şekilli kapilýarda süşürmäge esaslanýan dürli usullar hödürlenen. Çalgyçlaryň berkligine K-2 plastomerde baha bermek in giinden ýaýran usul bolup durýar. Çalgyjy süşürmek ýörite gapyrga şekilli kapilýarda termiki giñeýän suwuklygyň basyşy astynda amala aşyrylýar. Çalgyçlaryň köpüsi üçin berklik çägi 20°C temperaturada 100-1000 Pa çäklerinde ýerleşýär.

### 16.5.2 Çalgyçlaryň süýgeşiklik häsiýetleri

**Süýgeşiklik** çalgyçlaryň pes temperaturalarda akyjylygyny kesgitleýär. Ýaglardan tapawutlylykda çalgyçlaryň süýgeşikligi diñe bir temperatura bagly däl-de süşirmegiň tizliginiň gradientine hem bagly. Deformasiýa tizliginiň artmagynda süýgeşiklik duýdansyz peselýär, şonuň üçin hemişelik temperaturada tizligiň berlen gradientinde D çalgyjyň effektiv süýgeşikligi barada aýdýarlar. Süýgeşikligiň deformasiýanyň tizligine baglylykda üýtgemegi süýgeşiklik – tizlik häsiýetnamasy bilen aňladylýar we çalgyjyň hemişelik temperaturadaky süýgeşikliginiň we tizligiň iki gradientindäki tizligi bilen kesgitlenýär.

Çalgyçlaryň süýgeşikligine temperatura düýpli täsir edýär, onuň ýokarlanmagy bilen süýgeşiklik peselýär. Minimal işçi temperaturada çalgyçlaryň süýgeşikligi 2000 Pa · S-dan ( $D = 10_s^{-1}$ ) ýokary bolmaly däl. Temperaturanyň süýgeşiklige edýän täsiri barada süýgeşiklik – temperatura häsiýetnamasy boýunça, ýagny tizligiň hemişelik gradientinde D süýgeşikligiň temperatura baglylygy boýunça aýtmak bolýar. Süýgeşiklik – temperatura häsiýetnamasy kesgitleme geçirilendäki D-nyň alamatyna bagly we köplenç deformasiýanyň tizliginiň artmagy

bilen erbetleşýär. Süýgeşiklik – temperatura häsiýetleri boýunça çalgyçlar ýaglardan üstün gelyär, sebäbi çalgyjyň akmaklyga garşylygynyň köp bölegi gurluş karkasynyň dargamagyna düşýär, onuň berkligi bolsa temperaturanyň üýtgemegi bilen az üýtgeýär.

Goýaldyjynyň konsentrasiýasynyň we dispersliliginiň derejesiniň artmagy çalgyjyň süýgeşikliginiň ýokarlanmagyna getirýär. Çalgyjyň süýgeşikligine dispersion gurşawyň süýgeşikligi we onuň taýýarlanylşynyň tehnologiýasy hem täsir edýär.

Çalgyçlaryň süýgeşikligini kesgitlemek üçin kapilýar we rotasion wiskozimetrler ulanylýar.

### 16.5.3 Çalgyçlaryň mehaniki durnuklylygy

Mehaniki dargatmalarda we soňraky dynç alyş prosesinde çalgyçlaryň reologiki häsiýetleriniň üýtgemegi – wajyp häsiýetnamalaryň biri. Çalgyçlary sürtülme düwünlerinde ulanmakda olaryň berklik çägi we süýgeşikligi, bu görkezijileriň mehaniki täsir bes edilenden soň ýokarlanmagy bilen ýokarlanýar. Öz-özünden dikelýän bular ýaly dispers ulgamlar **tiksotrop** diýip atlandyrylýar.

Tiksotrop häsiýetlere dargandan soň dikelmäge ukyply bolan çalgyçlar eýedir. Mehaniki täsirde berkligi gaty gowşaýan çalgyçlar sürtülme düwünlerinde saklanmaga ukyply däl we gaty uly bolmadyk agramlarda akyp çykýar. Çalgyç dargandan soň çakdanaşa dykyzlanmagy hem islenilmeýär: sürtülme düwüniniň işe girizilmegini we çalgy materiallaryň kontaktirleýän tekizliklere barmagyny kynlaşdyrýar.

Çalgyçlaryň **mehaniki durnuklylygy** goýaldyjynyň görnüşine, ölçeglerine we formasyna, dispers bölejikleriň arasyndaky baglansygyň berkligine bagly. Goýaldyjynyň bölejikleriniň ölçegleriniň kiçeldilmegi ( belli bir çäklere çenli) çalgyçlaryň mehaniki durnuklylygyny gowulandyrmaga ýardam berýär. Uzynlygynyň diametrine bolan gatnaşygy uly

bolan sabyn süýümlü çalgyçlar has durnukly. Goýaldyjynyň konsentrasiýasyny artdyrmak hem çalgyçlaryň mehaniki durnuklylygyny ýokarlandyrýar. Çalgyçlaryň tiksotrop öwrülşiklerine dispers gurşawyň düzümi we häsiýetleri, üst işjeň maddalaryň, dolduryjylaryň we prisadka kompozisiýalaryň bolmagy täsir edýär.

Çalgyçlaryň mehaniki durnuklylygyna baha bermek olaryň rotasion abzalda – tiksometrde (standart şertlerde) dargamagyna we dargama prosesinde ýa-da bu proses gutaran dessine olaryň mehaniki häsiýetleriniň üýtgemegini kesgitlemäge esaslanýar. Mehaniki durnuklylyk çalgyjyň üzülmäge berklik çäginin üýtgemegi boýunça hasaplanyp tapylýan ýörite koeffisiýetler boýunça bahalandyrylýar:  $K_d$  – dargama indeksi,  $K_{td}$  – tiksotrop dikelme indeksi.

### 16.5.4 Penetrasiýa sany

Bu görkeziji şu wagtda hem berkligi bahalandyrmak üçin we çalgyçlary biri-biri bilen deňeşdirmek üçin giňden ulanylýar. Konusýň (standart agramyň 5 sekundyň dowamynda) çalgyja çümmeginiň millimetriň onlarça böleginde aňladylýan çuňlугy **penetrasiýa sany** diýip atlandyrylýar. Çalgyç näçe ýumşak bolsa şonça-da oňa konusýň çümmeginiň çuňlугy uly we penetrasiýa sany ýokary bolýar. Çalgyçlaryň penetrasiýasy – fiziki manysy bolmadyk we olaryň ulanylyşdaky özüni alyp baryşyny kesgitlemeýän şertli görkeziji. Dürli reologiki häsiýetlere eýe bolan çalgyçlar birmeňzeş penetrasiýa sanly bolup bilýär we bu ýagdaý çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetleri barada nädogry düşüňjani döredýär. Şol bir wagtda önümçilik şertlerinde çalgyçlaryň resepturalarynyň we taýýarlanşynyň tehnologiýasynyň doly berjaý edilmeginiň birmeňzeşligini bahalandyrmak üçin çalt kesgitlemýän görkeziji hökmünde wagty penetrasiýa bilen kesgitlemegi ulanýarlar. Çalgyçlaryň penetrasiýa sany 170-den 420 çenli üýtgeýär.

### 16.5.5 Çalgyçlaryň kolloid durnuklylygy

Ýagy saklamak ukyby, saklamakda we ulanmakda onuň bölünmegine garşylyk görkezmek çalgyçlaryň **kolloid durnuklylygyny** häsiýetlendirýär. Ýagyň bölünmegi çalgyçdaky gurluş üýtgeşmeleriniň netijesinde öz-özünden bolup biler, mysal üçin, öz agramynyň täsiri netijesinde we temperaturanyň, basyşyň ýa-da beýleki faktorlaryň netijesinde çaltlaşyp ýa-da haýallap bilýär. Çalgyjyň iş prosesinde ýagyň has köp (30%-den köp) bölünip çykmagy onuň çalgyçlanýan tekizliklere kadaly barmagyny bozýar.

Çalgyçlaryň kolloid durnuklylygy gurluş karkasynyň kämillik derejesine bagly, ol öz gezeginde gurluş elementleriniň ölçegleri, formasy we baglanyşyklarynyň berkligi bilen kesgitlenýär. Çalgyçlaryň KD dispersion gurşawyň süýgeşikligi ep-esli täsir edýär: ýagyň süýgeşikligi näçe ýokary bolsa, şonça-da onuň çalgyçdan akyp çykmagy kyn bolýar.

Süýgeşikligi pes ýag esasynda taýýarlanan we goýaldyjyny az mukdarda saklaýan senagat çalgyçlaryň köpüsi kolloid durnukly däl. Olardan ýag bölünip çykmaz ýaly olary uly bolmadyk gaplara gaplaýarlar bu bolsa ýagyň öz agramynyň hasabyna bölünmeginiň önüni alýar ýa-da peseldýär.

Çalgyçlaryň kolloid durnuklylygyna baha bermek ýagyň mehaniki täsiriň, merkezden gaçma güýçleriň, wakuumda filtrlemek we beýleki faktorlaryň täsiri astynda bölünmeginiň çaltlandyrylmagyna esaslanýar. Filtr kagyzyň gatlarynyň arasynda ýerleşdirilen çalgyjyň belli bir göwrüminden ýagyň mehaniki preslenip alynmagy iň ýönekeý we amatly usul bolup durýar. Kolloid durnuklylyk ottag temperaturasynda 30 minudyň dowamynda çalgyçdan preslenip alnan ýagyň göwrümi boýunça bahalandyrylýar we prosentde aňladylýar; çalgyçlar üçin bu görkeziji 30% -den ýokary bolmaly däl.

### 16.5.6 Çalgyçlaryň himiki durnuklylygy

Bu çalgyçlaryň wajyp ulanylyş häsiýetnamasy. **Himiki durnuklylyk** diýip adaty çalgyçlaryň howanyň kislorody bilen okislenmegine garşy durmagyna aýdýarlar, ýöne giň manyda bu çalgyja himiki reagentleriň (kislotalaryň, aşgarlaryň, kislorodyň we ş.m.) täsirinde onuň häsiýetleriniň üýtgemeyänligini aňladýar. Okislenmek çalgyçlarda kislorod saklaýan üst işjeň maddalaryň toplanmagyna, çalgyjyň reologiki häsiýetleriniň üýtgemegine, kolloid durnuklylygynyň ýaramazlaşmagyna, damja damma temperaturasynyň peselmegine, çalgy ykybynyň we beýleki görkezijileriniň erbetleşmegine getirýär.

Okislenmä garşy durnuklylyk sürtülme düzümlerine 10-15 ýylyň dowamynda 1-2 gezek ýerleşdirilýän, ýokary temperaturada ýuka gatlakda we reňkli metallar bilen galtaşmakda işleýän çalgyçlar üçin aýratyn wajyp görkeziji bolup durýar. Mis, bürünç, galaýy, gurşun we beýleki birnäçe metallar hem splawlar çalgyçlaryň okislenmegini çaltlaşdyrýar.

Çalgyçlaryň himiki durnuklylygyny bahalandyrmak çalgyçlaryň ýokary temperaturalaryň we katalizatorlaryň täsirinde çalt okislenmegine we turşylyk sanyny, kislorody siňdirmegiň mukdaryny we tizligini, çalgyçlaryň gurluşyny we häsiýetlerini kesgitlemäge esaslanýar. Çalgyçlarda okislenme önümleriniň emele gelmegini we toplanmagyny IR-spektroskopiýanyň maglumatlary boýunça aýdyp bolýar.

1710-1720  $\text{cm}^{-1}$  çäklerinde siňdirmäniň peýda bolmagy ýa-da birden artmagy karbonil birleşmeleriň – kislotalaryň, aldegidleriň, efirleriň we beýlekileriň konsentrasiýasynyň artanlygyna, 3300  $\text{cm}^{-1}$  çäklerinde gidroksil saklaýan birleşmeleriň (spirtleriň) emele gelýänligine şaýatlyk edýär.

Çalgyçlaryň himiki durnuklylygyny kesgitlemegiň köp usullary olaryň durnukly şertlerde okislenmegine esaslanýar. Elbetde, bu çalgyçlaryň sürtülme düwünlerinde ulanylşyny suratlandyryp bilmeýär. Beýle baha bermek okislenmegi

esasan durnukly şertlerde bolup geýýän konserwasion we jebislendiriji çalgyçlar üçin adalatly. Şol bir wagtda antifraksion çalgyçlar üçin bu usullaryň kemçilikleri we çäklendirmeleri bar. Şeýle hem dinamiki şertlerde çalgyçlaryň **okislenmä garşy durnuklylygyna** induksion periodynyň ululygynyň we kislorody siňdirmek tizliginiň kömegi boýunça baha bermek usuly we abzaly işlenip taýýarlanan.

Çalgyçlaryň okislenmä garşy durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň birnäçe usuly bar. Bu ýag esasyň, goýaldyjjynyň görnüşiniň we konsentrasiýasynyň dogry saýlanylmagy, önümçiligiň tehnologiýa režiminiň giň araçäklikde üýtgedilmegi. Çalgyçlaryň himiki durnuklylygyny gowulandyrmagyň geňeýmeýşi bar bolan usulyna olara okislenmä garşy prisadkalary girizmek bolup durýar. Bular ýaly prisadkalar hökmünde amin-, fenol saklaýan birleşmeleri, ditiokarbomatlary, fosfor we kükürt saklaýan organiki önümleri ulanýarlar.

### 16.5.7 Çalgyçlaryň termiki durnuklylygy

Çalgyçlaryň öz häsiýetlerini üýtgetmän saklamak ykyby we ilki bilen ýokary temperaturalaryň gysga wagtyk täsirinde bekemezligi **termiki durnuklylygy** bilen häsiýetlendirilýär. Sintetiki ýag kislotalaryň sabynlarynda taýýarlanan çalgyçlar, şeýle hem käbir toplumlaýyn çalgyçlar ýokarlandyrylan temperaturalarda plastikliki ýitirmeklige çenli bekemäge deňişli bolýar. Natriýli, natriý-kalsiýli we pesiräk derejede kalsiýli çalgyçlar pes termiki durnuklylyga eýedir. Termiki bekemek çalgyjyň sürtülme düwünine barmagyny kynlaşdyrýar, onuň adgeziýa häsiýetlerini erbetleşdirýär. Termiki bekemegiň aýratynlygy –onuň köp saparlaýyn we doly öwrülşikliligi : gatan çalgyjyň aşýa sürtülme, gomogenleşme çalga ilki başdaky häsiýetlerini dikeltmäge getirýär.

Çalgyçlaryň termiki bekemegini ony ýokalandyrylan temperaturada saklamazdan öňürti we soňra berklik çäginin üýtgemegi (ululyklaryň gatnaşygyny prosentde aňladýarlar) boýunça bahalandyrýarlar. Çalgyçlaryň berklik çägi kesgitlenýän abzaly proçnomomer diýip atlandyrylarlar.

### 16.5.8 Çalgyçlaryň bugarmasy

**Bugarmak** – plastiki çalgyçlary saklamakda we ulanmakda çalgyçlaryň düzüminiň durnuklylygyny kesgitleýän görkezijileriň biri bolup durýar. Çalgyçlaryň ýokary temperaturalar we çuň wakuum şertlerinde işleýänligi we çalgy materialyň ýygy-ýygýdan çalyşylmagy bolsa göz önünde tutulmaýanlygy sebäpli dispersion gurşawyň bugarmagy çalgyçlaryň özüniň ulanylyş häsiýetlerine ýaramaz täsir etmegi mümkin. Ýagyň bugarmagynyň netijesinde ýitmegi goýaldyjjynyň konsentراسیاسynyň ýokarlanmagyna getirýär, bu bolsa öz gezeginde berklik çäginin ýokarlanmagyna we çalgyjyň pes temperatura häsiýetleriniň ýaramazlaşmagyna getirýär: üst ýüzde gabyk we jaýryklar emele gelýär, gorajýy ukyby peselýär.

Ýagyň bugarmagynyň tizligi saklanylyş we ulanylyş şertlerine, düzümine, ilki bilen hem ýagyň fraksion düzümine bagly. Çalgyç gatlary näçe galyň we onuň üst ýüzi näçe giň bolsa, şonça-da ýagyň bugarmasy ýokary bolýar. Goýaldyjjynyň görnüşi we konsentراسیاسы çalgyjyň bugarmasyna az derejede täsir edýär. Çalgyjyň himiki durnuklylygynyň ýokary bolmagy onuň suwuk esasynyň az bugarmagyna ýardam edýär.

Çalgyjyň bugarmagyny mukdar taýdan bahalandyrmak üçin kesgitli wagtyň dowamynda hemişelik temperaturada standart şertlerde saklanýan nusganyň agramynyň ýitmeginiň üýtgemegine esaslanýan usullary ulanýarlar.



### 16.5.9 Çalgyçlaryň mikrobiologiki durnuklylygy

Mikroorganizmleriň täsiri astynda çalgyçlaryň häsiýetleri we düzümi üýtgeýär. Mikroorganizmler – kömelekler, bakteriýalar – çalgyja düşüp ölýär ýa-da çalt köpelip başlaýar. Bu çalgyjyň biologiki häsiýetlerine, düzümine (onda iýmitlendiriji maddalaryň bolmagyna) we töwerekdäki şertlere (temperatura, çyglylyk we ş.m.) bagly. Ösende mikroorganizmler çalgyçlaryň belli bir komponentlerini ulanmak bilen çalgyçlaryň düzümini we häsiýetlerini üýtgedýär. Çalyşma önümleri, düzgün boluşy ýaly, çalgyçda toplanyp onuň turşulygyny artdyrýar. Bu ýagdaýda çalgyç birden gatap onuň ulanylyş häsiýetleri üýtgeýär.

Mikrobiologiki zaýalanmaga durnukly çalgy materiallary döretmek üçin olara antiseptikleri girizýärler. Antiseptikler hökmünde organiki maddalary, mysal üçin, benzoý ýa-da salisil kislotalary, fenollar we olaryň önümleri we metalorganiki birleşmeler – simabyň, bürünjiň önümleri ulanylýar. Käbir okislenmä garşy, hatardan çykarma garşy prisadkalar we poslamanyň ingibitorlary hem bakterisid täsire eýedir.

Çalgyçlaryň mikrobiologiki durnuklylygyny barlamagyň dürli usullary bar: Petriniň jamjagazlarynda barlaglaryň durnukly ýagdaýda geçirilýän usuly, metal plastinkasyna ýerleşdirilen çalgyjyň mikrobiologiki dargamasy. Mikroorganizmleriň ösüşine baha bermegi, düzgün boluşy ýaly, baş bally ulgam boýunça amala aşyrýarlar: 0 - çalgyjyň ýüzünde kömelekleriň ösmezligi, 5 – çalgyjyň ýüzi kömelekler bilen doly örtülen. Çalgyjy metal plastinkalarynyň ýüzüne çaymak bilen geçirilýän barlaglar olaryň mikrobiologiki durnuklylygyna has takyk baha bermäge mümkinçilik berýär.

### 16.5.10 Çalgyçlaryň radiasiýa durnuklylygy

Ýokary energiýalaryň şöhlelenmeleriniň ( $\gamma$ - şöhleleri,  $\alpha$  we  $\beta$ -bölejikler, erkin elektronlar) çalgý materiallara edýän täsiri olaryň gurluşynyň we düzüminiň düýpli üýtgemegine getirýär. Häsiýetleriň üýtgemeginiň çuňlygy şöhlelehmäniň siňdirilen dozasyna we çalgý materialyň himiki düzümine bagly. Çalgýçlaryň **radiasiýa durnuklylygyna** onuň kesgitli derejede şöhlendirilenden soň häsiýetleriniň üýtgemegi boýunça baha berýärler. Umumy dozasy  $5 (10^6 - 10^8)$  rad çenli bolanlygynda adaty goýaldyjynyň süýümleriniň dargamagy we çalgýçlaryň häsiýetleriniň üýtgemegi ýüze çykýar.

Çalgýçlaryň şöhlelenmä durnuklylygy köp derejede çalgýç taýýarlamak üçin esas hökmünde ulanylan ýagyň düzümine bagly. Radiasiýa durnuklylygy boýunça çalgýçlaryň dispersion gurşawy indiki hatarda ýerleşýär: kremniýorganiki suwuklylar < çylşyrymly efirler < nebit ýaglar < ýönekeý efirler. Çalgýçlar şöhlelenmede goýaldyjynyň görnüşine baglylykda "getirilen" radioaktiwligige hem eýe bolup bilýär. Natriýli çalgýçlar has çalt radioaktiwligige eýe bolýar.

### 16.5.11 Damjasynyň damma temperaturasy

Ubbelodeniň abzalynda gyzdyrylan çalgýjyň ilkinji damjasynyň dammasy amala aşýan minimal temperaturasy çalgýjyň **damjasynyň damma temperaturasy** diýip atlandyrylýar. Bu temperatura empiriki görkeziji bolup durýar. Onuň alamaty baha berilşiniň şertine bagly we hemişe çalgýjyň şol bir görkezijileri bilen kesgitlenmeýär. Adaty damjasynyň damma temperaturasy çalgýjyň goýaldyjysynyň ereme temperaturasyny häsiýetlendirýär. Çalgýçlary ulanmagyň maksimal temperaturasy damjasynyň damma temperaturasyndan  $15-20^{\circ}\text{C}$  pes bolmaly diýip hasaplanýar. Ýöne damjasynyň damma temperaturasy ähli çalgýçlaryň ýokary temperatura häsiýetleri barada dogry aýtmaga

mümkinçilik bermeýär. Şeýlelikde, litiýli çalgyçlaryň damjasynyň damma temperaturasy adaty 170-200° C çäklerinde ýerleşýär, olaryň işe ukyplylygy bolsa 130° C-dan ýokary däl.

## **16.6 Çalgyçlaryň hilini sazlamak we gowulandyrmak**

**Çalgyçlaryň hilini gowulandyrmak** zerurlygy, bir tarapdan, olaryň ulanylyş şertleriniň bekeşenligine, ýagny sürtülme düwünlerinde temperaturalaryň, agramlaryň, herekediň tizliginiň ýokarlanmagyna, beýleki tarapdan, maşynlaryň we mehanizmleriň işiniň ygtybarlylygyna we uzak möhletlilikine talaplaryň umumy ýokarlanmagyna esaslanýar. Çalgyçlaryň hilini sazlamak we gowulandyrmak goýaldyjylaryň, dispers gurşawyň saýlanmagynyň, prisadkalaryň we olaryň kompozisiýalarynyň girizilmeginiň hasabyna, şeýle hem önümçilik tehnologiýasynyň optimizasiýalandyrylmagynyň hasabyna mümkin. Şu wagt goýaldyjylary ulanmak iň gowy işlenilen ugur bolup durýar.

**Goýaldyjylar.** Çalgyçlaryň önümçiliginde **goýaldyjylar** hökmünde 10 töwerek dürli – kalsiýli, natriýli, litiýli, alýuminiýli we başga-da sabynlary ulanýarlar. Olary aýratynlykda we biri-biri bilen bilelikde, şeýle hem başga hili tebigatly goýaldyjy hökmünde ulanýarlar. Garyşdyrylan goýaldyjy ulanylan ýagdaýynda komponentleriň hersi öz funksiýasyny ýerine ýetirýär, mysal üçin, gaty uglewodorodlar suwa durnuklylygyny artdyrýar, sabynlar çalgy häsiýetini gowulandyrýar, organiki däl goýaldyjylar – çalgyçlary ulanmagyň temperatura diapazonyny giňeldýär.

Sabynyň molekulasynyň anion böleginiň gurluşyny we düzümini üýtgedip, ýagny dürli ýag çig malyny ulanyp, çalgyçlaryň gurluşyny we düzümini sazlamak mümkin. Mysal üçin, indiividual kislotalaryň garyndysyndaky kalsiýli we litiýli çalgyçlar başdaky kislotalaryň islendik birinden alnan

sabynlardan aýratynlykda taýýarlanan çalgyçlar bilen deňeşdirilende berklik çägi 2-3 esse uly.

Soňky ýyllarda çalgyçlaryň önümçiliginde 12-gidroksistearin kislotasyny giňden ulanýarlar. Bu goýaldyjyny ulanmak bilen taýýarlanan sabynlaryň goýaldyjy ukyby ýag çig malynda doýgun däl kislotalaryň mukdaryna bagly. Iod sanynyň artmagy ýa-da peselmegi ( onuň mukdary boýunça doýgun däl kislotalaryň mukdary barada aýdyp bolýar) sabynyň goýaldyjy täsirini peseldýär; 100 g çalgyja 5-10 g iod sany amatly bolup durýar.

Çalgyçlaryň önümçiliginde ýokary we pes molekulýar karbon kislotalarynyň toplumlaýyn çalgyçlary almaga mümkinçilik berýän sabynlar tejribede has giňden ulanylyp başlady. Çalgyçlaryň amatly gurluşy we häsiýetleri pes we ýokary molekulýar kislotalaryň berk mukdar gatnaşygynda ýetilýär.

Goýaldyjylar hökmünde ereme temperaturalary ýokary bolan käbir organiki birleşmeler hem ulanylýar (karbamidiň önümleri, flatosianin we indantren hatarynyň pigmentleri, tereftaleý kislotasynyň duzlary, kristalliki polimerler), soňky döwür bolsa organiki däl önümler – silikagel, bentonit toýunlary, tehniki uglerod has giňden ulanylýar. Organiki däl goýaldyjylaryň arasynda silikagel has giňden ýaýran. Silikagelli çalgyçlar ulanylmagynyň giň temperatura aralygy ( $-60 - 250^{\circ}\text{C}$ ), agresiww gurşawlar bilen kontaktda işe ukyplylygynyň ýokarylygy bilen we radiasiýa durnuklylygy bilen tapawutlanýar. Ýöne bu çalgyçlaryň çalgy we gorajýy ukuby pes, saklamak we ulanmak şertlerinde bekemäge ukyply. Pigmentleriň esasyndaky çalgyçlar (ftalosianin, izowiolantron we beýlekiler) XX-nji asyryň 50-nji ýyllarynyň başynda patent alan, ýöne bular kristalliki polimerleriň esasyndaky çalgyçlar ýaly köp öndürülmedi we giňden ulanylmady.

Şeýlelikde sabynlar giňden ýaýran goýaldyjylar bolýan bolsa-da, bularyň pes polýarlylygy we gurşaw bilen

baglanşygynyň energiýasynyň örän ýokarylygy metal bilen araçäkde çalgyjyň üst işjeňliliginiň pesligine getirýär, bu bolsa, köplenç, haryt önümleriniň zerur häsiýetlerini üpjün etmeýär. Ondan başga-da sabynlaryň köpüsi ýaglaryň okislenmegine katalizator bolup durýar we bularyň metallara bolan poslatma täsirini ýokarlandyrýar. Şonuň üçin sabynlaryň esasy niýetlenilşi çalgyçlary goýaltmaga, ulgama berklik, plastiklik we beýleki reologiki häsiýetleri bermäge jemlenýär. Köp derejede bu goýaldyjylaryň beýleki görnüşlerine hem degişli.

**Dispersion gurşaw.** Çalgyçlaryň önümçiliginde **dispersion gurşaw** hökmünde esasan haryt nebit ýaglaryny we köp bolmadyk mukdarda sintetiki ýaglary ýa-da bularyň garyndysyny ulanýarlar. Çalgyçlaryň dispersion gurşawyny saýlamak üçin esasy görkeziji – süýgeşiklik. Onuň ýokary temperaturalarda çalgyjyň gurluşynyň emele getirmäge (missella we gurluş emele getirmegiň başlamagy) edýän täsiri ujypsyz. Goýaldyjynyň goýaldyjy häsiýetleri maksimal ýüzde çykýan gurşawlar ileri tutulýar.

Dispersion gurşawyň süýgeşikliginiň pes we ýokary temperatura häsiýetlerine düýpli täsir edýänligi şübhe döretmeýär. Şonuň üçin ýagyň süýgeşikligini we onuň temperatura baglylykda üýtgemegini çalgyny taýýarlamakda esas saýlamakda hasaba almak wajypdyr. Ýöne belli bir ýagy saýlamakda süýgeşikligiň kriteriýasy ýeterlikli däl, sebäbi çalgyjyň gurluşyny emele getirmäge dispersion gurşawyň himiki düzümi – smolalary, polisiklikli aromatiki uglewodorodlary we kislorod saklaýan birleşmeleri saklaýşy has güýçli täsir edýär.

Dispersion gurşawyň polýarlylygynyň çalgyçlaryň häsiýetlerine täsiri goýaldyjynyň täsirine hem bagly. Şeýlelikde, has polýar goýaldyjylarda, mysal üçin litiýliýi sabynlarda taýýarlanan çalgyçlaryň berklik çäkligi we süýgeşikligi, polýarlylygy pesiräk bolan kalsiýli we bariýli sabynlarda taýýarlanan çalgyçlaryňky bilen deňände, pes derejede gurşawyň düzümine bagly.

**Çalgyçlary taýýarlamagyň tehnologiýasyny kämilleşdirmek.** Çalgyçlary öndürmegiň aýratynlygy iki sany özara baglanşykly meseläni çözmekden durýar:

1) ýagy sabyn bilen goýaltmak üçin amatly şertleri döretmek;

2) funksional häsiýetleriň (çalgy we goraýjy ukubyny, okislenmäge garşy durmak ukybyny we ş.m.) zerur derejesini üpjün etmek.

Başgaça aýdanymyzda çalgýja hem gurluşynyň ýokary derejesini hem-de gowy ulanylyş häsiýetlerini üpjün etmek zerur. Şu wagt birden artýan talaplary hasaba alyp, bir wagtda bu iki meseläni diňe goýaldyjynyň we ýagyň kömegi bilen çözmek çylşyrymly. Çalgyçlaryň häsiýetini gowulandyrmak üçin olaryň önümçiliginiň tehnologiki režimini amatlaşdyrmak has giňden ulanylýar. Iň ýokary derejede bu sowatma režimlerini, gomogenleşdirmegiň usullaryny we ýokary derejeliligini sazlamaga degişli. Komponentleri girizmegiň yzygiderligi, gyzdymagyň dowamlylygy we maksimal temperaturasy hem täsir ediji bolup durýar.

Sabyn rasplawyny sowatmagyň režimi – çalgýjyň gurluşyny kesgitleýän wajyp tehnologiki faktor bolup durýar. Rasplawy erkin ýagdaýda ýa-da garyşdyrmak bilen haýaljikdan sowatmak sabyn goýaldyjynyň iri bölejiklerini almaga, çalt sowatmak bolsa – ownuk bölejikleri almaga ýardam berýär. Rasplawy çalt sowatmak režimi boýunça taýýarlanan çalgyçlar pes tizlikde sowadylan çalgyçlardan ýokary berkligi bilen tapawutlanýar. Çalgýjyň has ýokary tertiplenen we berk gurluşy hemişelik ýokary temperaturada we izotermiki kristallaşdyrma režimi boýunça emele gelýär.

Sabyn çalgyçlarynyň gurluşyna we häsiýetlerine gomogenleşdirmegiň usuly we intensiwligi hem täsir edýär. Dürli görnüşleriň çalgyçlary üçin mehaniki täsir etmegiň režimini, belli bir sebäplere görä önümçiligiň ön geçirilen basgançaklarynda üpjün edip bolmadyk, häsiýetleriň (çalgy

ukybynyň, kolloid durnuklylygynyň we beýlekileriň) gowulanmagy bolup geçmegi amala aşar ýaly edip saýlaýarlar.

**Prisadkalar.** Çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyrmagyň netijeli we ileri tutulýan ugry olara prisadkalary – dolduryjylary, prisadkalary we olaryň garyndylaryny girizmek bolup durýar. Dolduryjylar – köplenç, organiki däl emele gelişli gaty ýokary dispers maddalar. Olar dispersion durşawda hiç-hili eremeýär we çalgyçlarda özbaşdak fazany emele getirýär; olaryň bölekleriniň ölçegleri, köplenç, misellalaryň ölçeglerinden minimum bir dereje ýokary. Dolduryjylar, goýaldyjylardan tapawutlylykda gowşak goýaldygy täsire eýedir. Prisadkalar, köplenç, organiki emele gelen maddalar bolup durýar. Olar dispersion gurşawda ereýär we gurluşy emele getirmäge hem çalgyjyň reologiki häsiýetlerine düýpli täsir edýär. Prisadkalar üçin olaryň konsentrasiýasyna, şeýle hem çalgyjy öndürmegiň we ulanmagyň şertlerine, düzümine we häsiýetlerine baglylykda täsiriniň netijeliliginiň ep-esli üýtgemegi häsiýetli. Çalgyçlarda köp prisadkalaryň täsiri dolduryjylaryň täsirinden tapawutlylykda olaryň gurluşa we reologiki häsiýetlere güýçli goşmaça täsiri bilen çylşyrymlaşdyrylýar.

Çalgyçlarda prisadkalary, ylaýtada, prisadkalary ulanmak, çalgy we goraýjy ukyplaryny ýa-da okislenmä durnuklylygyny, beýleki häsiýetlerini gowulandyrmak ýaly gowy täsiri bilen bir hatarda çalgyjyň gurluşyna we häsiýetlerine ters täsir hem edip bilýär. Çalgyçlaryň üst-işjeň maddalaryň kiçi konsentrasiýalarynda gowşamagy has howply. Köp kolloid ulgamlaryň boluşy ýaly çalgyçlar hem polýar maddalaryň kiçi konsentrasiýalaryna hem örän duýgur. Çalgyjyň gurluşyna we ulanylyş häsiýetlerine goşmaça täsiriniň minimal bolmagy üçin prisadkalary saýlamagy amatlaşdyrmak meselesi ýüze çykýar.

Ilki başda çalgyçlaryň çalgy ukybyny ýokarlandyrmak üçin dolduryjylary girizipdirler. Kristalliki gurluşly gatlatlaýyn dolduryjylar has giňden ulanyldy. Bular ýaly dolduryjylara

grafit, molibdenyň ikisulfidi, slýuda, talk, wermikulid, boruň nitridi, metallaryň käbir sulfidleri we iodidleri, şeýle hem metallaryň ýokary dispers külkeleri we olaryň oksidleri degişli. Soňra çalgyçlaryň beýleki häsiýetlerini gowulandyrmak üçin olara prisadkalary girizip başladylar. Okislenmäge garşy, hatardan çykarma garşy, poslamanyň ingibitorlary prisadkalar esasyly bolup durýar. Çalgyçlarda prisadkalaryň we dolduryjylaryň kompozisiýalaryny ulanmak netijeli bolup durýar. Bularyň bilelikde ulanylmagy üç meseläniň çözülmegine ýardam berýär: 1) çalgyçlaryň gurluşyny has köp taraplaýyn sazlamak; 2) prisadkalaryň täsiriniň netijeliligini ýokarlandyrmak we çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetlerini gowulandyrmak; 3) çalgyçlara aýratynlykda girizilýän prisadkalaryň we dolduryjylaryň ters täsirini gowşatmak we ýatyrmak.

Prisadkalaryň çalgyçlarda dolduryjylar bilen bilelekidäki täsiri köp derejede olaryň çalgyçlaryň komponentleri we daşardan düşýän önümler (hususan-da suw, mehaniki garyndylar we ş.m.) bilen täsirleşmegine bagly. Prisadkalaryň gatnaşmagynda çalgyçlaryň gowşamagy olaryň goýaldyjynyň bölejikleriniň ölçeglerine täsiri we kontaklaşma täsirleşme bilen baglanşykly. Dolduryjylar çalgyçlaryň araçäk gatlaklarynyň bekemegine ýardam edýär, bu çalgy, goraýjy we jebislendiriji ukyplarynyň üýtgemegini ýüze çykýar. Dürli görnüşli çalgyçlar üçin we takyk düzümler üçin goşundylaryň amatly kompozisiýalaryny gözlemek zerur.



## 17-NJI BAP. Antifraksion çalgyçlar

Durmuşda sürtülme ýaly giňden ýaýran hadysany aýtmak kyn. Ol hemişe energiýanyň köp ýitgisine we tekizlikleriň güýçli hatardan çykmagyna getirýär. Sürtülmäni we hatardan çykmagy peseltmek we ýok etmek – wajyp tehniki meseledir.

Sürtülme diýip iki galtaşýan jisimleriň galtaşma tekizliginde otnositel herekedinde döreýän garşylanma aýdylýar. Süýşürme güýji ters ugrukdyrylan garşylanma güýji – sürtülme güýji bolup durýar. San aňladylmasynda ony ululygy temperatura, agram, süýşýän tekizlikleriň tizligine kontaktirleýän materiallaryň düzümine we häsiýetlerine, şeýle hem beýleki faktorlara bagly bolan sürtülme koeffisienti bilen kesgitleýärler. Içki we daşky sürtülmäni tapawutlandyrýarlar. Daşky sürtülme diýip dürli jisimleriň tekizlikleriniň arasyndaky sürtülmä aýdýarlar, içki bolsa – jisimiň öz bölejikleriniň özara süýsmeginiň garşylanmasyna aýdylýar. Sürtülmäniň iki görnüşi hem energiýanyň ýitgisi bilen baglansykly. Otnositel süýşýän sürtülýän jisimleriň geometriýasyna we häsiýetine baglylykda daşky sürtülme **typma sürtülmesine** we **çaýkanma sürtülmesine** bölünýär.

Dürli düwünleriň sürtülmesini we hatardan çykmasyny peseltmek üçin **antifraksion plastiki çalgyçlar** giňden ulanylýar. Önümçiliginiň göwrümi we köp dürlüligi boýunça çalgyçlaryň bu görnüşi, beýleki görnüşlere garanda, birinji ýerde durýar. Antifraksion çalgyçlarynyň giňden ulanylýan düwünlerine typma we çaýkanma podşipnikleri, şarnirler we dürli sürtülýän tekizlikler, dişli, wintli we zynjyrlý geçirijiler, elektrik kontaktlar we käbir beýleki mehaniki ulgamlar we konstruksiýalar degişli. Kāwagt bu düwünleriň çalgysyz işlemegi mümkin däl.

Sürtülmäniň has köp bolýan düwünlerine, ýylda öndürülýän sany milliarddan artyk gelyän çaýkanma podşipnikleri bolup durýar. Şol bir görnüşiň sürtülme

düwünleri örän köpdürli bolýar. Mysal üçin, çaykanma podşipnikleriň hem ýüzlerçe görnüşleri bar – açyk we germetiki, şarikli we rolikli, radial we daýanýan. Podşipnigiň işine roligiň we separatoryň gurluşy (silindriki, konus şekilli we beýlekiler) we materialy düýpli täsir edýär. Çalgynyň sürtülme düwüninde işiniň netijeliligi, onuň saýlanylmagy, ulanylmagy we çalyşylma möhleti köp derejede maşynlaryň we mehanizmleriň ulanylma režimleri (temperatura, agram, öwrülme tizligi, daşky gurşawyň düzümi we ş.m.) bilen kesgitlenýär.

Gaty jisimleriň biriniň beýlekisine otnositel süýşmegi bilen geçýän çylşyrymly we köp görnüşli prosesleri öwrenmek we olar ýüze çykarýan metal önümleriniň sürtülmesini we hatardan çykmagyny sazlamak uly ylmy we amaly ähmiýete eýedir. Sürtülme, hatardan çykma we çalgý proseslerini öwrenýän ylmy ugur özbaşdak ylym hökmünde bölünip çykyp **tribulogiýa** ("tribo"- sürtülme, "logos" - ylym") diýip atlandyrylýar.

### **17.1. Çalgýçlaryň niýetlenilşi, toparlara bölünişi we barlag usullary**

Antifraksion çalgýçlary saýlamak we olaryň işiniň netijeliligi aşakdaky has wajyp faktorlar bilen kesgitlenýär:

- ulanylyş şertleri bilen, ýagny temperatura, agram, daşky gurşaw, süýşme tizligi we beýlekiler bilen;
- çalgýjyň kontaktirleýän materiallarynyň düzümi we häsiýetleri bilen;
- sürtülme düwünleriniň gurluş aýratynlyklary bilen (ölçegleri, çalgyny bermegiň şertleri, germetiklendirilmegi we beýlekiler) we çalgýjy çalyşmagyň möhleti bilen.

Aýratyn ýagdaýlarda, mysal üçin, antifraksion tehnologiiki çalgýçlar üçin işlenilýän materialyň üst ýüzüne çalgýjyň ýerleşdirmegiň usuly we ýeňilligi, ýa-da suwasty

gämilerinde ulanylýan çalgýçlar üçin dykyzlyk aýgtyly faktor bolup durmagy mümkin.

Döwrebap köpçülikleýin öndürülýän çaykanma podşipnikleri temperaturanyň giň aralygynda minus 40°C –dan plýus 180°C çenli aralykda, minutda 3-5 mün öwrüme çenli öwrülme tizliginde we 5000-7000 MPa ýetýän kontakt güýjenmelerde işleýär. Dogry saýlanan ýokary hilli çalgýç podşipnigiň uzak we ygtybarly işlemegini üpjün edýär. Plastiki çalgýçlar urgy agramlary ýaglara garanda gowy amortizirleýärler we şonuň bilen birlikde jisimleriň we sürtülme ýodalarynyň dargamagyny peseldýärler. Ýaglara garanda çalgýçlaryň wajyp aýratynlygy sürtülme düwüninde saklanmak ukyplylygynyň ýokarylygy, bu bolsa çalgý materialynyň ätiýaçlygyny döredýär. Çalgýjyň harçlanmagyny deňiräk paýlamak onuň podşipnikde işlemek möhletini artdyrýar, bu ýerde tehnika hyzmat etmek üçin ulanylýan harajatlar azalýar.

Suwuk çalgý materiallardan tapawutlylykda plastiki çalgýçlar üçin çalgý ukybynyň sürtülme düwüniniň doldurylma derejesine baglylygy häsiýetli. Şeýlelikde, sürtülme düwüniniň çalgýç bilen dykyz doldurylmagy dört şarikli maşynda barlanylmagynda, köplenç, çalgýjyň ýüka gatlakda çalynmagy bilen deňeşdirende şarlaryň has köp hatardan çykmagyna getirýär. Şol bir wagtda dispersion gurşawyň, çalgýjyň taýýarlanmagy üçin esas hökmünde ulanylan, hatardan çykмага garşy häsiýetleri çalgýç gatlagynyň galyňlygyna bagly däl. Absolýut ululyklary boýunça çalgýç ulanylan ýagdaýynda hatardan çykmaq ýokary bolsa-da çalgýda prisadkalaryň (we beýleki üst-işjeň maddalaryň) bolmagy çalgýçlary ýaglara ýakynlaşdyrýar.

Niýetlenişine laýyklykda antifraksion çalgýçlar umumy we ýörite çalgýçlara bölünýär. Öz gezeginde birinji topara adaty temperaturadaky (70°C çenli) çalgýçlary we ýokary temperaturalar üçin (120°C çenli) çalgýçlary degişli edýärler. Ýörite antifraksion çalgýçlary termodurnuklylara (150°C çenli

we ýokary), aýaza çydamlalara (- 40°C çenli we ondan pes), iýilmä garşy we hatardan çykarma garşy, himiki- we radiasiýa durnuklylara bölýärler. Ulanylyş çäklerine baglylykda industrial, awtomobil we demir ýol antifrakسیون çalgyçlaryny tapawutlandyryrlar.

Tehnikany ulanmak prosesinde sürtülme düwünleri doldurylanda we sürtülme düwünini çalgyjyň täze görnüşine geçirende köne we täze çalgyjyň garyşmagy bolup geçýär, ol gaçyp gutulmasyzdyr. Öň ulanylan çalgyjyň doly aýrylmagy hiç haçan üpjün edilmeyär. Täze we köne çalgyçlaryň özara gatnaşygy sürtülme düwüniniň gurluşyna bagly we örän giň çäklerde üýtgeýär. Çalgyçlaryň köp jübütleri üçin olaryň garyşmagynda häsiýetler garyndydaky komponentleriň gatnaşygyna proporsional üýtgeýär, ýöne käbir çalgyçlar garyşanda (mysal üçin, litiýli we kalsiýliler) başdaky çalgyjyň häsiýetleri bilen deňşdirende häsiýetleriň birden üýtgemegi syn edilýär. Bu ýagdaýda çalgyçlar gowşaýar, olaryň süýgeşikligi, okislenmä durnuklylygy, çalgyç ukyby, suwa çydamllylygy we beýleki häsiýetleri peselýär. Çalgyçlaryň laýyk gelmeýänliginiň sebäpleri köpdürli we taýýarlanlyşynyň resepturasyna bagly bolşy ýaly, garyşdyрма şertlerine hem bagly, ýöne bular doly ýüze çykarylanok. Garyndylaryň häsiýetleriniň üýtgemegi uzak wagtyň dowamynda (1,5-2 ýyl) hem mümkin we çalgyçlarda üst işjeň maddalaryň (prisadkalaryň köpüsiniň) bolmagynda has ýiti ýüze çykýar. Dürli görnüşleriň çalgyçlary bilen litiýli (12-gidrosistearin kislotasyndaky), toplumlaýyn kalsiýli, natriýli we silikagel çalgyçlar has laýyk gelýär.

Islendik niýetlenilişli çalgyçlary saýlamagyň wajyp şerti – olaryň rezin bilen laýyk gelmegi. Rezin saýlaryň çalgyçlar bilen kontaktynda reziniň çişmeginiň hasabyna massasynyň peselmegi hem artmagy mümkin, bu ýagdaý çalgyjyň komponentleriniň germetigiň göwrümünde eremegi bilen ýa-da reziniň aýry düzüjileriniň çalgyçda eremeginiň hasabyna bolup geçýär. Çalgyçlaryň rezine täsiri dispersion

gurşawyň tebigaty we süýgeşikligi bilen, kauçugyň we çalgyjyň suwuk esasynyň gatnaşygyna bagly. Mysal üçin, polýar däl kauçuklar nebit ýaglarynda güýçli çişýär, polýarlar bolsa olar bilen gowşagrak täsirleşýär. Ýagyň süýgeşikliginiň peselmegi bilen kauçugyň agramynyň üýtgemegi artýar. Çalgyçlarda agramynyň üýtgemegi 10%-den ýokary bolmadyk rezinler çalgyçlar bilen laýyk gelýär diýip hasaplanýar.

Çalgy materiallaryň sürtülmäni we hatardan çykmagy peseltmek, sürtülýän tekizlikleriniň iýilmeginiň önüni almak ukyby model desgelerde bahalandyrylýar – sürtülme maşynlarynda we hakyky mehanizmlerde. Sürtülmäniň dört şarikli maşynlary has giňden ýaýran. Sürtülmäniň dört şarikli maşynlarynda plastiki çalgyçlaryň çalgy ukybyny bahalandyrmakda barlaglaryň usulyýeti we tejribe netijeleriniň hasaplanylşy düýbinden tapawutly. Çalgy ukybyny sürtülmäniň dört şarikli maşynlarynda bahalandyrmakda görkezijiler hökmünde indikiler saýlanylýar: kesgitli agramda we onuň täsiriniň dowam etmeginde hatardan çykmaq tegmiliniň diametri  $d_s$ ; iýilmäniň kritiki agramy  $P_k$ , ondan ýokary bolanda  $d_s$  birden üýtgemegi ýüze çykýar; iýilmäniň indeksi  $I_i$ . Kritiki agram  $P_k$  çalgy materialyň araçäk gatlaklarynyň sürtülme tekizlikleriniň iýilmesiz we iňişmesiz çydaýan maksimal güýjini häsiýetlendirýär.

## **17.2 Çalgy täsiriniň fiziki-himiki esaslary**

Antifraksion plastiki çalgyçlaryň esasy funksiýasy – sürtülýän tekizlikleriň arasynda sürtülmäni peseltmek, hatardan çykmagy azaltmak we iýilmäni, metal tekizlikleriň kebşirlenmegini we iňişmegini bes etmek. Şuňa laýyklykda çalgyçlaryň antifraksion, hatardan çykarma garşy we iýilmegine garşy täsirini ýüze çykarýarlar. Tejribede, köplenç, çalgyçlaryň (ýa-da ýaglaryň) gaty jisimleriň kontaktirleýän tekizlikleriniň süýşürmäniň tangensal güýçlerine bolan garşylanmany peseltmek we olaryň kadaly agramyň täsiri

astynda ýakynlaşmak garşylanmasyny ýokarlandyrmak ukybyny häsiýetlendirýän **çalgy ukyby** düşüňjesini ulanýarlar. Birinji düzüji näçe kiçi we ikinji düzüji näçe ýokary bolsa şonça-da çalgýjyň çalgý ukyby ýokary bolýar. Başgaça aýdanymyzda, çalgý ukyby – bu çalgý materialyň sürtülýän tekizlikleriň adgeziýa we mehaniki täsirini peseltmegini şertlendirýän fiziki we mehaniki häsiýetleriniň jemi.

Sürtülmäniň şertinde, çalgý materiallaryň täsiriniň netijeliligi ýüze çykýan, iki esasy režimini ýüze çykarýarlar – **suwuklyk** ýa-da gidrodinamiki we **araçäk**. Suwuklyk režiminde sürtülýän tekizlikleri çalgý materialyň üznüksiz gatlagy (göwrümi) bilen, araçäk režimde bolsa – ýüka deň sydyrgyn bolmadyk perde (0,1-den 0,5 mkm çenli) bilen bölünýär. Real ýagdaýda adaty sürtülmäniň garyşyk režimi ýüze çykýar, onda birwagta iki režim utgaşýar.

Çalgýçlaryň antifraksion täsiri, ýagny sürtülme güýjini we koeffisientini peseltmek iki sany tebigaty boýunça dürli effekte esaslanýar – göwrüm we araçäk. Typma tizlikleri ýokary we kontakt agramlary kiçi bolan ýagdaýynda sürtülýän tekizlikler çalgý materialyň üznüksiz göwrüm gatlagy bilen bölünen we onuň antifraksion täsiriniň netijeliligi süýgeşiklik bilen kesgitlenýär. Onda gaty kontaktirleýji tekizlikleriň arasynda ýokary daşky sürtülme çalgýjyň süýgeşik akymynyň pes içki sürtülmesi bilen çalyşylýar. Amatly süýgeşikligi saýlamak sürtülme düwüniniň iş režimine, onuň temperaturasyna, udel basyşa we typmanyň tizligine bagly. Ýokary süýgeşiklik, bir tarapdan, alyp gidiji ukybyny artdyrýar we çalgý materialyň araboşluklardan gysylyp çykmagynyň önüni alýar, beýleki tarapdan, sürtülmäni ýeňip geçmek üçin kuwwatlylygyň köp ýitgisine getirýär, bu sürtülmäniň ýokary tizlikli düwünlerinde has güýçli ýüze çykýar. Şonuň üçin haýal ýöreyän maşynlaryň sürtülmäniň ýokary agramly düwünlerinde plastiki çalgýçlary ulanýarlar, sürtülmäniň pes agramly we ýokary tizlikli düwünlerinde ýaglaryň ulanylmagy ileri tutulýar. Sürtülmäniň suwuklyk režimi şertlerinde tekizlikleriň

friksion hatardan çykmagy doly bes edilýär. Ýöne arassa görnüşde bu režim seýrek duş gelýär.

Uly agramlarda we typmanyň pes tizliklerinde, şeýle hem çaykanma sürtülmede çalgýç täsirleşme zolagynda gysylyp çykarylýar we gidrodinamiki çalgý režimi bildirmeyär. Bu ýagdaýda antifraksion täsiriň netijeliligi gaty jisimiň ýüzünde emele gelýän ýüka araçäk perdäniň düzümine we häsiýetlerine bagly. Bular ýaly perdäniň emele gelmegi öz-özünden bolup geçýän proses; ol çalgýjyň polýar komponentleriniň we metalyň üst ýüzüniň işjeň meýdançalarynyň arasyndaky täsirleşme güýjiniň bu maddalaryň çalgý materialyň göwrümünde molekulaara (fazaara) täsirleşme güýçlerinden ep-esli artyklygy bilen düşündirilýär. Netijede, metalyň üst ýüzünde berk, sürtülmäge energiýanyň ýitgisini we şaýlaryň mehaniki hatardan çykmasyny ep-esli peseldýän, araçäk perdesi emele gelýär.

Şeýlelikde, çalgýjyň araçäk perdesiniň emele gelmeginiň esasynda adsorbsiýa we belli bir derejede hemosorbsiýa hadysalary ýatyr. Hemosorbsiýa metalyň üst ýüzünde araçäk gatlagyň gaty tekizlik bilen has berk baglanşygyň emele gelmegini üpjün edýän dürli himiki birleşmeleriň emele gelmeginde ýüze çykyar. Eger-de suwuklyk sürtülmesinde antifraksion täsirde esaslyk ýagyň (çalgýjyň) düzümi esasy roly oýnaýan bolsa, onda araçäk sürtülmede we bu effekt ilki bilen ýörite girizilýän prisadkalaryň we polýar komponentleriň düzümine bagly.

Araçäk gatlagyň termiki durnuklylygy pes: 70-100°C temperatura aralygynda araçäk gatlagyny düzýän üst işjeň maddalarynyň desorbsiýasynyň netijesinde onuň dargamagy bolup geçýär. Şol sebäpli, çalgýçlaryň we ýaglaryň köpüsi üçin temperaturanyň artmagy bilen sürtülme koeffisientiniň ýokarlanmagy syn edilýär. Ýöne himiki işjeň maddalar ýokarlandyrylan temperaturalarda metal tekizlikleri bilen  $f$  sürtülme koeffisientini peseldýän berk himiki perdeleriň emele gelmegi bilen täsirleşip bilýär. Ýokary temperaturalarda  $f$

ululygyny hemişeligini saklanmak üçin F. Bouden ýaglara (çalgyçlara) bir wagtda ýokary fiziki-himiki (adsorbsiýa) we himiki işjeňlilige eýe bolan prisadkalary girizmegi hödürledi. Bu ýerde himiki işjeň komponentleriň metallar bilen täsirleşme kinetikasy wajyp bolup durýar. Mysal üçin, himiki täsirleşmäniň tizligi kiçi bolsa (ýokary bolmadyk temperatura), prisadkalaryň täsiri ýüze çykmaýar; eger-de ol has ýokary bolsa çalgý täsiri poslama bilen ýa-da poslama – mehaniki hatardan çykma bilen çalyşyp biler.

Araçak çalgý şertlerinde, metal tekizlikleriň arasynda berk kontakt bolanda, olaryň mikro nätekizliklerinde amala aşyrylýan, aýry meýdançalaryň friksion baglansyklary zolagynda ("köpürjikler") mikrobölejikleriň deformasiýasy ýa-da üzülmegi bolup geçýär. Daşky sürtülmäniň netijesinde galtaşýan şaýlaryň ölçegleriniň olaryň tekizlikleri boýunça kem-kemden üýtgemegi hatardan çykma getirýär. Metal tekizlikleriň hatardan çykmagynyň sebäbi, friksion baglansyklaryň köp sapar dargamagy bilen bir hatarda, keseki gaty bölejikleriň abraziw täsiri (abraziw hatardan çykma) we çalgý materialdaky käbir birleşmeleriň himiki täsiri (poslama hatardan çykma) bolup durýar.

Hatardan çykma – bu üst ýüzde bolup geçýän hadysa. Ol çalgý materialyň ýükajyk araçak gatlaklarynyň düzümine we häsiýetlerine, şeýle hem sürtülme düwüniniň ýüklenme usulyna we ýüklenme ululygyna, temperatura we süýşmäniň tizligine, gurşawyň düzümine we metala we ş.m. bagly.

Çalgylanmanyň araçak režiminde çalgý ukyby çalgý materialyň süýgeşikligi bilen baglansykyly däl we gaty jisim çalgý materialy fazalaryň bölünme tekizliginde bolup geçýän çylşyrymly fiziki we himiki proseslere bagly. Ol aýratyn araçak gatlagynyň emele gelmegi bilen we çalgýyň işjeň komponentleriniň metalyň üst ýüzüne täsiri bilen kesgitlenýär. Bu ýagdaýda, bir tarapdan, metalda özboluşlu gurluşly adsorbsiýa gatlagy döreýär, başga tarapdan, metalyň üst gatlagyny adsorbsiýa plastifisirlemek hem orun tutýar. Bu



effekt XX-nji asyryň ortalaryna P. A. Redinber tarapyndan açylyp **Redinberin effekti** diýip at alyp çalgı ukybyna düýpli goşant goşdy.

Redinberin effektiniň ululygy gaty jisimiň tebigatyna, deformasiýanyň häsiýetine, güýjenme ýagdaýyna, ýadawlyk hadysalara we birnäçe beýleki faktorlara bagly. Metallary adsorbsiýa plastifisirlemek, ýagny onuň gatylygynyň peselmegi, uly bolmadyk çuňluga ýaýraýar we gaty jisimiň tebigaty bilen bir hatarda çalgı materialyň düzümine bagly. Ol metalyň üst ýüzi gatlagynda süýşme garşylanmasyny tangensial ugurda hem kadaly ugurda peseldýär. Onuň netijesinde kontaktyň hakyky meýdany artýar, ýerli kontakt güýjenme peselýär we üst gatlagyň nätekizlikleriniň güberçekleriniň süýşmä garşylanmasy peselýär. Şeýle hem sürtülme prosesinde gaty jisimiň deformasiýa bolýan gatlagynyň galyňlygy hem kiçelýär, bu bolsa beýleki şertleriň birmeňzeş bolmagynda sürtülmäniň işini azaldýar. Sanalynan efektleriň ählisi sürtülmäniň we hatardan çykmagyň mukdar tarapdan materialyň düzümine we sürtülmäniň şertlerine bagly bolan, azalmagyna getirýär.

Çalgı materialyň araçäk gatlagy diňe ýokary bolmadyk temperaturalarda we agramlarda, olaryň uzak dowam etmeýän täsirlerinde metaly dargamadan goraýar. Temperaturanyň ýokarlanmagynda araçäk gatlagyň galyňlygy başda ujypsyz üýtgeýär, ýöne soňra, temperaturanyň dar interwalynda ol birden peselip pes derejede durnuklaşýar. Polimolekulýar araçäk gatlagyň dargamagyň ("eremegin") temperaturasy metalda monomolekulýar adsorbsiýa gatlagynyň ýerini üýtgetmeginiň temperaturasyndan we çalgı ukybynyň temperatura çäginde hemişe pes bolýar.

Ýokary we uzak dowam edýän metalda dyrnaçaklanmalaryň ýüze çykmagyna, onuň üst ýüzüniň aýratyn bölekleriniň ilişmegine we tutulyp saklanmagyna getirýär. Sürtülmäniň bular ýaly režiminde ilişmegiň önüni almak esasan metalyň üst gatlagynda bolup geçýän we onuň

ýuka gatlagynyň (2 mkm çenli) himiki modifisirlenmegine getirýän himiki proseslere bagly. Üst ýüzüň aýry mikro meýdançalarynyň ýerli aşagyzmagy, temperatura 1000°C ýetip ondan hem ýokary bolup bilýär, çalgýjynyň himiki işjeň komponentleriniň we metalyň arasyndaky reaksiýalar çaltlaşýar. Çalgýçlarda bular ýaly maddalara kükürdi, hlory we fosfory saklaýan organiki prisadkalar degişli. Olar metalyň üst ýüzünde sulfidleri, hloridleri we fosfidleri emele getirýär we tekizlikleriň ilişmegine we tutulyp galmagyna garşylyk görkezýär. Soňky ýyllarda metaly hatardan çykmadan we iýilmeden goraýan durnukly perdeleri almagyň beýleki ugurlary hem ösdürilýär. Olara saýlap alyp geçirmek we metalyň ýüzünde misiň ýuka perdesini emele getirmek, tribopolimerizasiýa degişli. Çalgý täsiriniň mehanizmi çalgýjyň ýa-da ýagyň başlangyç çalgý ukyby bilen göni baglanşykly bolman hem biler. Çalgý material himiki reaksiýanyň reagentleriniň göterijisi hökmünde, sürtülme düwüni bolsa – prosesleri çalgý materialyň düzümi, sürtülýän tekizlikleriň tebigaty we sürtülmäniň şertleri bilen sazlanýan reaktoryň rolynda çykyş edýär.

Antifraksion çalgýçlaryň çäýkanma sürtülme düwünlerinde işe ukyplylygy çalgýjyň çäýkanma jisimleri bilen kontakt zolagynda bolup geçýän prosesleriň jemine we çalgýjyň podşipnikdäki ätiýaçlygyna bagly. Ol sürtülmäniň iş zolagynda çalgýjyň ýuka gatlagynyň harçlanmasynyň tizligi bilen kesgitlenýär. Sürtülmäniň iş zolagynda kislorodyň täsiri astynda dispersion gurşawdan smola meňzeş önümleriň we kislorod gatnaşmasyz koksa meňzeş önümleriň emele gelmegi, şeýle hem smola meňzeş önümleriň bir böleginiň koksa meňzeş önümlere öwürülmegi bolup geçýär. Bu himiki prosesler bilen bir hatarda çalgýjyň harçlanmasyna onuň bugarmagynyň we dispersion gurşawyň metalyň üst ýüzi boýunça akyp gitmeginiň hasabyna ýitgileri hem täsir edýär. Podşipnigiň iş zolagynda çalgýjyň harçlanmagynyň çägi 45-50% deň (bu öwürülen dispersion gurşawyň mukdary), ondan soň onuň işe

ukyplylygy ýitýär. Ätiýaçlyk zolagy çalgyjyň sürtülme zolagynyň, köpräk derejede çalgyjyň süýşip bilijiligine bagly bolan, ýagny onuň göwrüm-mehaniki häsiýetlerine bagly bolan, ýमितlendirmegini üpjün edýär.

Şeýlelikde, çalgy täsiriniň netijeliligi köp fiziki, fiziki-himiki we himiki hadysalara bagly we gaty jisimiň üst ýüzündäki adsorbsiýa we hemosorbsiýa prosesleri bilen we olaryň modifisirlenmegi bilen esaslandyrylýar. Metalyň üst gatlaklarynyň berkligi we deformirlenmegi sürtülmä we hatardan çykma düýpli täsir ýetirýär we şonuň bilen baglanşykda sürtülme koeffisiendiniň maksimal peselmegi hemişe üst ýüzüň minimal hatardan çykmagyna getirip bilmeýär.

### **17.3 Çalgy ukybyny sazlamak we gowulandyrmak**

Döwrebap transportda we senagat enjamlarynyň dürli görnüşlerinde sürtülmäniň agyr ýüklenen düwünleri – dişli geçirijiler, zynjyrlar we ş.m. has giňden ulanylýar. Sürtülme düwünleriniň konstruksiýalarynyň üýtgemegi we ulanylyş şertleriniň has bekemegi (ýokarlandyrylan temperaturalar, agramlar, iş resursy we beýlekiler) çalgy materiallaryň hiliniň we ilki bilen olaryň çalgylaýjy ukybynyň gowulandyrylmagyny talap etdi.

Sabyn çalgyçlarynyň berk ulanylyş režimlerinde, olarda üst işjeň maddalaryň köp mukdarda bolmagyna garamazdan, metalda çalgyjyň berk we durnukly araçäk gatlagyny emele getirmek üçin sabyn goýaldyjylaryň üst işjeňligi ýeterlikli bolmaýar. Bular ýaly ýagdaýlarda çalgylaýly ukyby dispersion gurşawyň, goýaldyjynyň düzümini üýtgetmegiň we ilki bilen çalgyja dolduryjylary, şeýle hem goýaldyjylardan – hatardan çykma garşy we iýilmä garşy prisadkalardan adsorsion we himiki has işjeň maddalary girizmegiň hasabyna gowulandyrmak mümkin. Hatardan çykma garşy prisadkalar ýokary agramlarda we temperaturalarda metallaryň hatardan

çykmagynyň agdyklyk etmegine ýol bermeýär, iýilmä garşylar bolsa – sürtülme prosesini ýumşadyp ýokarlandyrylan temperaturalarda üst ýüzüň dargamagynyň önüni alýar.

Nebit ýaglarynyň esasynda taýýarlanan çalgyçlaryň hatardan çykma we iýilmä garşy häsiýetleri ýaglarda parafin-naften we polisikliki aromatiki uglewodorodlaryň mukdaryna bagly. Nebit ýagynda aromatiki uglewodorodlaryň saklanmagynyň ýagyň özünde boluşy ýaly litiýli çalgyçlarda hem iň gowy hatardan çykma garşy häsiýetlere ýetilmegi üpjün edilýän amatly alamaty belenen. Sintetiki suwuklyklaryň – diefirleriň, poliglikollaryň we olaryň nebit ýaglary bilen garyndylarynyň ulanylmagy çalgyçlaryň çalgylaýjy ukybyny gowulandyrmaga mümkinçilik berýär. Dispersion gurşawyň düzümi çalgyçlarda ulanylýan hatardan çykma garşy we iýilmä garşy prisadkalaryň täsiriniň netijeliligine göz-görtele täsir edýär.

Çalgyjyň çalgylaýjy ukybyna goýaldyjynyň düzüminiň we görnüşiniň täsiri baradaky maglumatlar köp däl. Goýaldyjynyň hakyky täsirini bir goýaldyjy beýleki bir goýaldyjy bilen çalyşylanda çalgyjyň reologiki häsiýetleriniň güýçli üýtgeýänligi sebäpli ýüze çykarmak kyn. Sabyn goýaldyjylar üçin, düzgün boluşy ýaly, sabynyň molekulalarynyň polýarlygynyň artmagy nebit gurşawynda taýýarlanan çalgyçlaryň çalgylaýjy ukybynyň ýokarlanmagyna ýardam berýär. Dispersion gurşawda agyr aromatiki uglewodorodlaryň we smolalaryň konsentrasiýasynyň artmagy sabyn çalgyçlarynyň çalgylaýjy ukybynyň tapawudyny deňleýär. Dispersion gurşawyň täsiri çalgyçda goýaldyjynyň konsentrasiýasynyň artmagy bilen gowşayar, bu öz gezeginde çalgylaýjy ukybynyň üýtgemegine köp täsir etmeýär. Sabyn goýaldyjylaryň täsiri çalgylaýjy ukybynyň pes bolan dispersion gurşawlarda has güýçli bildirýär we şu hatarda artýar: diefirler < nebit ýaglary < kremniýorganiki suwuklyklar.

Beýleki şertleriň birmeňzeş bolmagynda hatardan çykma garşy häsiýetler sabyn çalgyçlarynyň ýokary derejede

gomogenizasiýasynda gowulandyrylyp bilner. Üst işjeň maddalaryň (mysal üçin, stearin kislotanyň) girizilmegi we konsentrasiýasynyň artdyrylmagy çalgyçlaryň hatardan çykma garşy häsiýetleriniň gomogenizasiýanyň ýokary derejeligine baglylygyny peseldýär.

**Prisadkalar.** Çalgyçlarda, düzgün boluşy ýaly, ýaglarda ulanylýan prisadkalar ulanylýar. Adaty öndürilýän antifraksion çalgyçlarda ulanylýan prisadkalar we olaryň mukdar gatnaşygy 47-nji tablisade getirilen.

Ýokarlandyrylan temperaturalarda we ýokary kontakt agramlarda prisadkalaryň himiki işjeň komponentleri metalyň üst ýüzi bilen täsirleşýär we uly agramlara çydaýan we metal tekizlikleriň iýilmeginiň önüni alýan berk perdäni emele getirýär.

Hatardan çykma garşy prisadkalaryň täsiriniň mehanizmi iýilmä garşy prisadkalaryň mehanizminden tapawutly. Ol sürtülýän tekizliklerdäki himiki täsirleşmäniň netijesinde metalyň, agramyň deň paýlanylmagyny üpjün edýän, modifisirlenen gatlagynyň emele gelmegi bilen düşündirilýär; bu ýagdaýda lokal temperaturalar we basyşlar peselýär. Çalgyçda amatly konsentrasiýasyndan artyk bolanda hatardan çykma ýokarlanýan hem bolsa kükürt saklaýan prisadkalar hlor saklaýanlara garanda bular ýaly gatlagy çalt emele getirýär. Şol bir wagtda çalgyçlaryň iýilmä garşy häsiýetleri, köplenç, prisadkalaryň konsentrasiýalarynyň artmagy bilen gowulanýar. Prisadkalaryň himiki işjeň komponenti hökmünde fosfor ulanylanda kükürtliorganiki birleşmeler bilen deňeşdirilende çalgyçlaryň hatardan çykma garşy häsiýetlerini gowulandyrýar. Birnäçe işjeň elementleriň toplumda alynmagynda in gowy netijeler alynýar, sebäbi fosfor saklaýan birleşmeleriň iýilmä garşy häsiýetleri ýokary däl.

Hatardan çykma garşy we iýilmä garşy prisadkalaryň netijeliligi himiki düzüminden we konsentrasiýasyndan başga-da çalgyjyň düzümine we häsiýetlerine, sürtülme düwüniniň ulanylyş şertlerine bagly. Goýaldyjynyň we dispers gurşawyň

tebigaty, üst işjeň maddalaryň bolmagy prisadkalaryň täsiriniň netijeliliginiň ýüze çykmagynda ähmiýetli rol oýnaýar. Agyr aromatik uglewodorodlaryň we smolalaryň konsentrasiýasynyň artmagy bilen, şeýle hem goýaldyjynyň polýarlygynyň ýokarlanmagy bilen prisadkalaryň täsiriniň netijeliligi peselýär. Şol bir konsentrasiýada hatardan çykma garşy we iýilmä garşy prisadkalar çalgyçlara garanda ýaglarda has netijeli. Goýaldyjynyň konsentrasiýasynyň artmagy bilen prisadkalaryň täsiriniň netijeliligi peselýär.

Adaty öndürilýän antifraksion çalgyçlarda ulanylýan prisadkalar 47-nji tablisa

Çalgyjyň ady we görnüşi	Prisadka (konsentrasiýasy, %)
БНЗ –3, litiýli	Kükürtlendirilen kastor ýagy (2,5%)
Silikol, silikagelli	Kükürtlendirilen kastor ýagy (5%)
Sewerol –1, litiýli	Hatardan çykma garşy prisadka (2-5% sulfanol ýa-da КИHX-2)
ЛС-1П, litiýli	Iýilmä garşy prisadkalaryň kompozisiýasy: hloref –40 (1,1%) we ЛЗ-23к (0,4%)
ЛЗ-ЦНИИ, natriý-kalsiýli	ДФ-11 (5%)
№ 158-nji çalgyç, litiý-kaliýli	Misiň ftalosianini (2%)
КСБ, natriýli	Üwelen kükürt (3%), gabyk şekilli mis (10%)
Fiol-2y, litiýli	8% çenli (ДФ-11 + neozon Д) prisadkalaryň we (polietilen, MoS <sub>2</sub> ) dolduryjylaryň kompozisiýasy
ЦИАТИМ-203, litiýly	Trifenilfosfat (0,5%)
Lita, litiý-uglewodorodly	ЛЗ-318 (1,5%)
ВНИИ НП-223, topumlaýyn natriýli	Trikrezilfosfat
ШРУС-4, litiýli	КИHX-2 + neozon Д (3,5%)

Prisadkaly we prisadkasyz sabyn çalgyçlarynyň çalgylaýjy ukyby boş kislotalaryň we aşgarlaryň mukdaryna bagly. Erkin organiki kislotalar bar bolanda litiýli çalgyçlaryň hatardan çykma garşy häsiýetleri erkin aşgarlar bolan ýagdaýyndaka garanda gowy. Erkin aşgarlar çalgyçlaryň hatardan çykma garşy we iýilmä garşy prisadkalaryň laýyk gelijiligini peseldip bilýär. Çalgyçlara ýörite girizilýän we dispers gurşawyň uglewodorodlarynyň okislenmeginiň hasabyna çalgyçlary öndürende (ulananda) emele gelýän kislorod saklaýan birleşmeler prisadkalaryň täsirini gowulandyryýar. Prisadkasyz çalgyjyň çalgylaýjy ukyby pes we okislenmeginde hiç-hili üýtgemeýär.

Şeýlelikde, prisadkalaryň çalgylaýjy täsirini prisadkalaryň (we olaryň kompozisiýalarynyň) we çalgyçlaryň (ýaglaryň) polýar komponentleriniň sürtülýän tekizlikleriň üst ýüzi bilen täsirleşmeginiň bäsleşigini hasaba almasyz öwrenmek mümkin däl. Çalgý materiallaryň düzüminde bolýan üst işjeň maddalar metal üst ýüzlerinde olaryň prisadkalar bilen kontaktyny kynlaşdyryp sorbirlenýär. Aromatiki uglewodorodlar prisadkalaryň metallar bilen adsorbsiýasyny ýa-da hemosorbsiýasyny bes edip bilýär, ýöne prisadkalaryň ýaglar we çalgyçlar bilen gabat gelişine güýçli täsir edýär. Kompozisiýalarda hatardan çykarmaga garşy prisadkalar bilen bir hatarda bar bolan okislenmä garşy prisadkalaryň, poslamanyň ingibitorlarynyň we beýleki prisadkalaryň sürtülme tekizlikleri bilen önürti täsirleşmegi hem mümkin, bu bolsa olaryň täsiriniň netijeliligine we çalgyçlaryň çalgylaýjy ukybyna täsirini ýetirýär.

**Dolduryjylar.** Çalgýlaryň hatardan çykarma we iýilmäge garşy häsiýetlerini gowulandyrmak üçin dolduryjylar giňden ulanylýar. Ýokary ýüklenmelerde, temperaturalarda we sürtülýän tekizlikleriň süýşme tizliklerinde dolduryjylar has netijeli bolýar. Sürtülme koeffisientleriniň pes bolmagyny üpjün edýän kristalliki gurluşa eýe bolan smola dolduryjylar has giňden ýaýran. Çalgýçlara köplenç molibdeniň disukfidini

MoS<sub>2</sub> we grafit, käbir sulfidleri, metallaryň iodidlerini metallaryň örän ownuk bölejiklerini we oksidlerini seýrek ulanýarlar. Çalgylaýjy häsiýeti düýpli gowulandyrmak üçin dolduryjynyň minimal mukdary 1-3% deň bolup durýar, bu bolsa olaryň ýaglarda ýa-da suwuk gurşawlarynyň beýleki görnüşlerindäki mukdaryndan ep-esli ýokary. Dolduryjylaryň çalgyçlardaky mukdary 10-20% we ondan köp bolup bilýär. Şol bir wagtda hatardan çykarma we iýilmäge garşy häsiýetlerini gowulandyran prisadkalaryň konsentrasiýasy olaryň çalgynyň gurluşyna täsiri bilen çäklendirilýär we köplenç 5%-den ýokary bolmaýar.

Antifraksion çalgyçlarda doldurujylaryň kükürt we azot saklaýan prisadkalar bilen deňeşdirilende wajyp aýratynlygy olaryň netijeliliginiň hem pes hem ýokary temperaturalarda ýüze çykýanlygy bolup durýar. Şol bir wagtda prisadkalaryň täsiriniň has netijeli bolmagy üçin ýokary temperaturalar zerur. Dolduryjylaryň konsentrasiýasynyň we disperslilik derejesiniň artdyrylmagy olaryň täsiriniň işjeňligini ýokarlandyrýar. Dolduryjylaryň täsiri süýgeşikligi pes ýaglarda taýýarlanan çalgyçlarda ýa-da goýaldyjyny az mukdarda saklaýan çalgyçlarda has ýiti bildirýär. Esaslyk çalgynyň süýgeşikliginiň we berkliginiň artdyrylmagynda dolduryjylaryň netijeliliginiň peseldilmegi çalgyçlaryň iş şertlerinde süýşmeginiň pesligi bilen baglanşykly. Bu bolsa dolduryjylaryň sürtülme tekizliklerine barmaklygyna we berk çalgy perdesini emele getirmäge pes amatly şert döredýär. Berkligi ýokary bolan çalgyçlarda dolduryjylar çalgynyň gurluşy bilen saklanýar we sürtülme zolagyna barmaýar. Şeýlelikde fretting-poslamany peseltmek maksady bilen litiýli çalgyçlara disulfidmolibdeniň goşulmagy berk çalgyçlar üçin netijeli bolmady we ýümşak çalgyçlarada položitel netijeleri berdi.

Grafidiň we molibdeniň disulfidiniň çalgy täsiriniň mehanizmi tapawutly. Molibdeniň disulfidiniň çalgylaýjy täsiri kükürdiň atomlarynyň güýçli polýarizasiýasynyň hasabyna döreýän kristallitidleriň kowalent we lamelýar baglanşyklary



bilen düşündirilýär. Alýumosilikatlaryň köpüsi – slýuda, bismukulit, talk we beýlekiler lamelýar gurluşa eýe bolup polýarizirlenen atomlary bolmasa-da ýokary çalgy häsiýeti ýüze çykarmaýar. Çalgy häsiýetiň netijeliliginiň wajyp şerti metala bolan adgeziýasynyň gowulygy, ýagny dolduryjynyň dispers bölejikleriniň metal bilen berk baglanşyklary olaryň çalgylaýjy ukybynyň ýokary bolmagyny üpjün edýär.

Kontaktirleýän tekizlikleriň gyrylmagynyň we iýilmeginiň önüni almagyň netijeli usuly ýumşak metallaryň owunjak bölejiklerini (poroşok) ulanmak. Çalgylara galaýynyň, misiň, sinkiň, gurşunyň we demiriň ýokary dispers poroşogynyň ulanylmagy sürtülme güýçleri peseldýär, iýilme ýokarlanýar we polat tekizlikleri plakirlenmegi ýüze çykýar. Gaty tekizlikde emele gelýän ýumşak metalyň ýuka perdesi ýüklenmeleriň tutuş diapazonynda sürtülme koeffisientiniň pes bolmagyny üpjün edýär. Ýöne metal poroşoklarynyň pes konsentrasiýalarynda (1-3%) plakirleýji gatlagyň oran çalt hatardan çykmagy syn edilýär.

Poroşoklaryň dispersliligi (10-100 mkm çäklerinde) dolduryjyly çalgylaryň çalgy häsiýetleriniň görkezijilerine köp täsir etmeýär. Goşundysyz çalgylaryň çalgylaýjy häsiýetlerine temperaturanyň güýçli täsir edýänliginden tapawutlylykda metalplakirleýji çalgylarda bular ýaly baglanşyk 200°C-dan ýokary temperaturalarda ýüze çykyp başlaýar. Çalgylara düzümi, bölejikleriniň ölçegleri we konsentrasiýasy amatly bolan dolduryjylaryň funksional prisadkalar we üst-işjen maddalaryň bilelikde girizilmegi in gowy netijeleri berýär. Mysal üçin, silikagel çalgylaryna molibdeniň disulfidi bilen bir wagtda ЛЗ-23к, КИHX-2, ЛЗ-318 prisadkalaryň girizilmegi çalgylaryň çalgy häsiýetlerini düýpli gowulandyryr we olaryň reologiki häsiýetlerini köp üýtgetmeýär. Çalgylaryň çalgy häsiýetleri kompozisiýanyň düzümine, komponentleriň mukdar gatnaşygyna we dispersion gurşawyň tebigatyna bagly. Gowy arassalanan ýaglarda goşundylaryň täsiri has ýokary derejede ýüze çykýar.

Dolduryjylaryň we prisadkalaryň bilelikde girizilmegi nebit ýangyjyny litiýniň 10%-li 12-gidrooksistearaty bilen goýaldylan litiýli çalgyçlarda hem netijeli. Dolduryjylaryň we prisadkalaryň gatnaşmagynda çalgy häsiýetiň ýokarlanmagy prisadkalaryň dolduryjyda adsorbsiýasyna bagly. Goşundylaryň bilelikde ulanylmagynda çalgy häsiýetiň ep-esli gowulanmagy sürtülme üst ýüzüniň prisadka bilen modifisirlenmegi we çalgyç gatlagyň dolduryjynyň bölejikleri bilen bekedilmegi bilen baglanyşykly. Deformasiýada dolduryjynyň bölejikleriniň biri-birine otnositel süýşmegi olaryň ýüzünde prisadkalaryň fiziki adsorbsiýasy bilen ýeňilleşdirilýär.

#### **17.4 Döwrebap antifraksion çalgyçlar**

Senagatda öndürülýän antifraksion çalgyçlaryň assortimenti 100-den artyk. Çalgyçlaryň esasy görnüşleri we olary ulanmagyň artykmaçlyklary goýaldyjynyň tebigaty we düzümi bilen laýyklykda seredilýär. Çalgyçlaryň goýaldyjynyň görnüşleri boýunça toparlara bölünmegi olaryň ulanylyş çäklerine laýyk gelýär: köpçülükleýin ulanylýan antifraksion çalgyçlary taýýarlamak üçin sabyn goýaldyjylar we ilki bilen kalsiýli, natriýli we litiýli goýaldyjylar ulanylýar.

**Kalsiýli çalgyçlar.** Umumy niýetlenilişli sabynly çalgyçlaryň iň giňden ýaýran görnüşi kalsiý çalgyçlary bilen gidratirlenen solidollar bolup durýar. Bu çalgyçlaryň gurluşynyň modifikatorlary hökmünde suw (2-4%) ulanýarlar. Senagatda esasan sintetiki solidollar ulanylýar, olary taýýarlamak üçin sintetiki ýag kislotalaryň fraksiýalaryny ulanýarlar. Sintetiki solidolyň iki kysymyny taýýarlaýarlar - press-solidol C we solidol C; ýagly solidolyň iki kysymyny - press-solidol YC-1 we solidol YC-2 (YC-uniwersal ereýjiligi ortaça) taýýarlanýar. Ýagly solidollary nebit industrial ýaglaryny pagta ýagynyň, salanyň we beýleki tehniki ýaglaryň kalsiýli sabynlary bilen goýaldyp taýýarlaýarlar.

Solidollar podşipniklere, awtomobilleriň, traktorlaryň we beýleki mehanizmleriň sürtülme düwünlerine çalmak üçin ulanylýar. Olar suwda eremeýär, ýokary kolloid durnuklylyga eýe, ýöne 75°C-dan ýokary temperaturalarda we minus 30°C-dan pes temperaturalarda ulanyp bolmaýar. Solidollardan başga-da gidratirlenen kalsiýli çalgýçlaryň birnäçe görnüşini öndürýärler – УСсА grafit çalgýjy, ЦИАТИМ –208 we başgalar.

Toplumly kalsiýly çalgýçlar ulanylyş häsiýetleri boýunça solidollardan düýpli tapawutlanýar. Olarda goýaldyjylar hökmünde ýokary molekulýar we pesmolekulýar ýagly kislotalaryň, mysal üçin uksus we stearin kislotalarynyň, kompleksli sabynlary ulanylýar. Adaty sabynlar bilen deňeşdirilende bu çalgýçlaryň esasy artykmaçlygy olaryň termodurnuklylygynyň ýokarylygy bolup durýar: damja damma temperaturasy 200°C-dan ýokary ( solidollarda 80-90°C), bu bolsa bu çalgýçlary 160°C çenli temperaturalarda ulanmaga mümkinçilik berýär. Bular gowy hatardan çykma garşy we iýilmä garşy häsiýetlere eýedir, ýagny bulary agyr ýüklenen düwünlerde – dişli geçirijilerde we dürli podşipniklerde ulanyp bolýar. Kalsiýly kompleks çalgýçlary gowy goraýjy we poslatma garsy häsiýetleri bilen tapawutlanýar. Bu çalgýçlaryň ýetmezçiligi – taýýarlarda we saklananda termoberkemäge ýykgyň edýänligi bolup durýar. Kalsiýli çalgýçlary nebit ýa-da sintetiki ýaglarda, käwagt olaryň garyndysynda, ýagly kislotalaryň ýa-da uksus kislotasynyň sabynlary bilen goýaldyp taýýarlaýarlar. Çalgýçlaryň birnäçe kysymlaryny öndürýärler uniol-1, uniol-2, ЦИАТИМ –221 we beýlekiler.

Gidratirlenen kalsiý çalgýçlary bilen deňeşdirilende suwsyz kalsiýli çalgýçlary köp artykmaçlyklara eýe. Bular temperaturalaryň giň interwalynda (- 50°C-dan +120°C çenli) gowy işe ukyplylyga, has ýokary mehaniki we kolloid durnuklylyga eýe, saklamak we ulanmak şertlerinde häsiýetleriniň hemişeligine eýe. Toplumlaýyn çalgýçlardan

tapawutlylykda bular çyglylykbekemegiň we termobekemegiň kiçi alamatlaryna eýedir. Suwsyz kalsiýli çalgyçlar gurluşyň durnuklaşdyryjylary bolup durýar we soňkylyr hökmünde ýag kislotalary, spirtler, çylşyrymly efirler we beýleki üst-işjeň maddalary, şol sanda çalgyçlaryň önümçiliginde emele gelýär.

**Natriýli we nartiý-kalsiýli çalgyçlar.** Öndürilişiniň göwrümleri boýunça bu çalgyçlar gidratirlenen kalsiý çalgyçlaryndan soň ikinji orunda. Giňden ýaýran natriýli çalgyçlar konstalinler bolup durýar. Solidollardan tapawutlylykda konstalinler 115 °C çenli temperaturalarda işe ukyply we ondan ýokary temperaturalarda sürtülmäniň ýylylyk ýüklenmeli düwünlerinde gowy saklanýar. Ýöne natriý we nartiý-kalsiýli çalgyçlary suwda ereýär, ýagny olar metal tekizliklerinden ýeňillik bilen ýuwulýar. Konstalinler tebigy ýaglarda taýýarlanýar – uniwersal eremesi kyn ýag konstalinler VT-1, VT-2. Bular nebit ýaglaryny kastor ýagynyň natriý sabynlary bilen goýaldylýar. Natriý çalgyçlary, köplenç, goýaldyjynyň ep-esli mukdaryny saklaýar we pes temperaturalarda (- 20°C-dan pes) olary ulanmak teklipl edilmeýär. Senagatda natriýli we nartiý-kalsiýli çalgyçlarynyň 10 görnüşü we esasan demir ýol üçin görnüşleri öndürülýär.

Nartiý-kalsiýli çalgyçlar garyşyk sabynlarda taýýarlanan çalgyçlarynyň toparyna degişli, olaryň arasynda 1-13 çalgyç has giňden ulanylýar. Ol nebit ýaglaryny kastor ýagynyň natriý sabynlary bilen goýaldylýp alynýar.

**Litiýli çalgyçlar.** Bu çalgyçlar temperaturalaryň, tizlikleriň we ýüklenmeleriň giň interwalynda işe gowy ukyply; bular häsiýetleri wagt boýunça durnukly. Litiýli çalgyçlaryň aýratynlygy goýaldyjynyň köp bolmadyk mukdaryny (8-12%) saklaýanlygy, bu bolsa pes temperaturada doňýan ýaglary ulanmakda çalgyçlaryň - 50°C çenli temperaturalarda işe ukyplylygyny üpjün etmäge mümkinçilik berýär. Bu çalgyçlaryň ýetmezçiligine olaryň mehaniki durnuklylygynyň pesligini we işe ukyplylygynyň ýokarky

temperaturasynyň çäklendirilýänligini (120-130°C-dan ýokary däl) degişli etmek bolýar.

Ilkinji we şu wagt hem senagatda öndürülýän litiýli çalgyçlaryň birinjisi ЦИАТИМ –201 çalgyjy bolup durýar. Ony МБП ýagy litiýnyň stearatyň 0,3 % difeniamin goşulan garyndysy bilen goýaldyp alýarlar. Ýaňy ýakyny çenli litiýly çalgyçlaryň ählisini stearin kislotasynyň sabynlarynda taýýarlandy. Soňra ýokary temperaturalarda we ýüklenmede işleýän ýokary tizlikli mehanizmleriň sürtülme düwünleri üçin литол –24, фиол-2 (2М), фиол –3 ýokary hilli üalgyýlar taýýarlanylady. Bu çalgyçlarda sabynlanýan ýagly çig mal hökmünde 12-gidrooksisstearin kislotasyny ulanýarlar. Литол – 24 ýeketäk awtomobil çalgyjy bolup durýar.

**Alýuminiýli çalgyçlar.** Az mukdarda we köp bolmadyk assortimentde alýumin çalgyçlardan АМС–1,3 belläp bolýar. Bular deňiz suwunda işleýän ýa-da onuň bilen galtaşýan mehanizmlerde ulanylýar. Bu çalgyç gorag-antifraksion toparyna degişli, ony wapory olein we stearin kislotalarynyň alýumin sabynlary bilen goýaldyp taýýarlaýarlar.

Alýuminiýli rotasion çalgyjy rotasion maşynlarynyň podşipniklerine çalmak üçin ulanýarlar. Çalgyjy awiasion ýaglary alýuminiýniň stearaty bilen (14%) goýaldyp taýýarlaýarlar.

Garyşdyrylan sabyn-uglerod goýaldyjylardaky çalgyçlara МС-70 (alýumin-bariý sabyny we serezin) degişli. Ony deňiz we derýa suwy bilen hemişelik galtaşmada bolýan mehanizmlerde gorag-antifraksion material hökmünde ulanýarlar.

Antifraksion çalgyçlaryn senagatda öndürülýän görnüşlerine bariý we sink sabynlarynda taýýarlanýan çalgyçlar degişli. Bariýli çalgyçlar suwa we nebit önümlerine gowy çydamlylygyna, himiki we mehaniki durnuklylygyna eýe. WAZ awtomobilleriniň rul dolandyryjysynda ýokary ulanylyş häsiýetleri bilen tapawutlanýan ШПБ-4 toplumlaýyn bariý çalgyjy ulanylýar.

Antifraksion çalgýçlar hökmünde organiki däl goýaldyjlarda – silikagelde, bentonitde taýýarlanýan çalgýçlar hem ulanylýar. Bu çalgýçlar gowy ýokary temperatura häsiýetleri, ýokary himiki durnuklylygy we gowy çalgý häsiýetleri bilen häsiýetlendirilýär. Bularyň kemçiliklerine pes gorag häsiýetlerini deňişli etmeli. Organiki däl goýaldyjlarda alnan çalgýçlar mehaniki we fiziki-himiki häsiýetleri boýunça sabynly çalgýçlara ýakyn. Çökdürülen gidrofobizirlenen silikagelde binäçe çalgýçlary – ВНИИИП –262, ВНИИИП-264 we ВНИИИП – 279 öndürýärler. Bular esasan sürtülmäniň berk rezimlerde işleýän ýokary tizlikli çaykanma podşipniklerinde ulanmak üçin niýetlenen. Bu çalgýçlar gymmat bahaly we köp mukdarda öndürülmeýär.

Gidrofobizirlenen silikagelde (aerosilde) umumy niýetlenişli antifraksion çalgýçlary öndürülýär – siol, gratifol, silikol we beýlekiler. Çaykanma podşipniklerinde we beýleki sürtülme düwünlerinde bentonit çalgýçlary ulanylýar, mysal üçin ВНИИИП –226.

Organiki däl goýaldyjlarda alnan çalgýçlar bilen bir hatarda organiki goýaldyjlarda alnan “sabynsyz” çalgýçlary ulanýarlar. Bular ýaly çalgýçlaryň goýaldyjlary hökmünde pigmentler – misiň ftalosianini, indantren, izowiolantron we beýlekiler giňden ulanylýar. Olardan başga-da ýaglaryň karbamidiň alkil-, asil-, arilönümleri bilen goýaldylan ureat çalgýçlary ulanylýar.

Umumy niýetlenilişli antifraksion çalgýçlarynda çalgý häsiýetlerini gowulandyrmak we işe ukyplylygynyň temperatura diapazonyny giňeltmek üçin molibdeniň disulfidi we grafit ulanylýar. Dolduryjyly antifraksion çalgýçlaryň görnüşleri 20 töwerek.

Antifraksion çalgýçlar hökmünde molibdeniň disulfidini az mukdarda saklaýan gurluşly ulgamlar hökmünde ВНИИИП-242 we ВНИИИП – 220, şeýle hem goýaldyjynyň köp mukdaryny saklaýan gaýaldygy bilen gurluş emele

getirmedik ВНИИМП-225 we ВНИИМП – 232 gińden  
ulanylýar.

## 18-NJI BAP. Konserwasion çalgyçlar

Maşynlaryň we mehanizmleriň işleýşiniň ygtybarlylygy we uzak möhletlilik metal tekizlikleriň poslamadan goralmagynyň netijeliligi bilen kesgitlenýär. Poslama diýip metallaryň töwerekdäki gurşaw bilen himiki ýa-da elektrohimiiki täsirleşmeginiň netijesinde öz-özünden dargamagyna düşünärler. Poslamanyň sebäbi tehnikanyň saklanylma we ulanylma şertlerinde has durnukly ion (okislenen) ýagtaýa geçmäge ymytlyýan metallaryň termodinamiki durnuksyzlygy bolup durýar.

Metallara poslatma täsiriň bolmazlygy we olary daşky gurşawyň poslatma işjeň komponentlerinden goramak – bu çalgy materiallaryň ähli görnüşlerine edilýän talap we bular, ylaýtada, konserwasion çalgyçlar üçin has ýokary.

Konserwasion çalgyçlar önümçiliginiň göwrümi boýunça antifraksion çalgyçlardan soň ikinji ýerde durýar – çalgyçlaryň öndürijisiniň umumy göwrüminiň 15% töweregi bolup durýar. Konserwasion çalgyçlaryň esasy niýetlenilişi metal önümleri, maşynlary we enjamlary daşky gurşawyň poslatma täsirinden, ýagny atmosfera poslamasyndan gorap saklamak. Metal önümleri çyglygyň, howanyň kislorodynyň, şöhle energiýasynyň we daşky gurşawyň komponentleriniň täsiri astynda saklamakda poslama we dargama degişli bolýar. Dargamaga metalyň diňe bir üst ýüzi degişli bolman, käbir halatlarda bahasy metalyň öz bahasyndan ýüzler-çe, müňler-çe esse gymmat bolan metal önümler hem degişli bolýar.

Çalgy materialyň gatlagynyň aşagynda metalyň himiki we elektrohimiiki poslamagy mümkin. Himiki poslama – metalyň daşky gurşawyň we çalgy materialyň poslatma işjeň komponentleri bilen onuň dargamagyna getirýän we metalda elektriki toguň döremegi bilen geçmeýän täsirleşmegi. Metallaryň ýüzünde himiki prosesleriň geçiş tizligi temperatura bagly. Şol sebäpli poslamagy ýokary temperaturalarda (100-200°C) öwrenýärler. Reňkli metallar - mis, gurşun, magniý, bu



metallaryň splawlary we oksidleri - himiki poslama has degişli bolup durýar. Sanalan metallara gatnaşyklykda poslatma-agressiw maddalara erkin kislotalar, kükürt, fosfor, hlor saklaýan hatardan çykarma garşy we ýýilmäge garşy prisadkalar, aminler we beýleki, ýagny çalgyçlarda köplenç saklanýan maddalar degişli bolup durýar.

Düzgün boluşy ýaly himiki poslama metalyň elektrohimi dargamagy bilen geçýär. Metallaryň elektrohimi dargamagy metalyň ýüzünde we çalgyçda suwuň, çalgyjyň komponentleriniň dargama we okislenme önümleriniň bolmagy bilen şertlendirilýär. Elektrohimi poslama degişlilikde goraýjy häsiýetler barada, ýagny çalgy materialyň ýuka gatlagynyň daşky gurşawyň poslatma täsirinden goramak ukybyna aýdylýar.

Metallaryň poslamagyny aňlatmak we ölçemek usullary köp dürli, olaryň saýlanylyşy çalgy materialyň düzümi we iş şertleri bilen kesgitlenýär. Metallaryň ýaglar we çalgyçlar bilen kontaktynda himiki we elektrohimi poslamasy, metallaryň dargamagynyň önüni almagyň we nebit önümleriniň goraýjy häsiýetlerini gowulandyrmagyň ýollaryny işläp düzmäge B. W. Losikowyň, K.K. Papogyň, K.S. Ramaýyň we beýleki alymlaryň işleri bagyşlanan.

### **18.1 Çalgyçlaryň niýetlenilşi, toparlara bölünişi we barlag usullary**

Poslama bilen göreşmegiň usullary köp dürli, ýöne iki esasy ugurlary bellemek gerek:

- poslama durnukly metallary döretmek (metalkeramika, plastiki materiallar we beýlekiler) we olar bilen adaty materiallary çalyşmak;
- metallary poslamadan goramagyň netijeli usullaryny işläp düzmek.

Poslamanyň görnüşine baglylykda metallary poslama garşy goramagyň usullary hem dürli. Bu – poslama garşy has

durnukly metal bilen örtmek; mysal üçin, hromirleme, nikelirleme we ş.m.; elektrohimiiki usullar – anod we katod goragy, elektrodrenaž we beýlekiler; laklar, reňkler we emallar bilen goramak. Poslamadan goramagyň we gorag örtüklerini ulanmagyň görnüşleriniň arasynda çalgý materiallar hem belli bir derejä eýe bolýar.

Goraýjy çalgý materiallar gorag örtükleriniň beýleki görnüşlerine garanda aşakdaky aýratynlyklara eýedir:

- laklaryň, reňkleriň, ylaýtada metal örtükleriň bahasy bilen deňände arzan bahaly;
- önümlere çaymagyň we aýyrmagyň aňsatlygy;
- goraýjy netijeliligini birden artdyryýan prisadkalary poslamanyň ingibitorlary we beýlekiler) ulanmak mümkinçiligi;
- metal tekizliklerine çayanda öňürti ýörite taýýarlamak (laklary we reňkleri ulanmak ýagdaýynda ýüze çykýan ) zerurlygynyň ýoklygy.

Konserwasion çalgý materiallar hökmünde suwuk we plastiki önümler – mastikler, konserwasion ýaglar, perde emele getirýän ingibirlenen nebit düzümleri (PIND) we plastiki çalgýçlar ulanylýar. Konserwasion plastiki çalgýçlaryň giňden ýayanlygyna garamazdan, bularyň ýetmezçilikleri hem bar, kemçilikleriň biri – suwuk materiallara garanda bulary goralýan tekizliklere çalmak we aýyrmak uly kynçylyk bolup durýar. Çalgýjy çalmak ýa-da aýyrmak üçin köplenç mehanizmi sökmeli bolýar, bu bolsa önümleriň konserwasiýasyna we konserwasiýasynyň bozulmagyny çylşyrymlaşdyrýar we uzaldýar. Ondan başga-da, ýüka gatlakda uglewodorod çalgýçlarynyň goraýjy ukyby pes bolýar. Olardan tapawutlylykda ingibirlenen suwuk önümler – konserwasion ýaglar gatlagyň galyňlygy 50 mkm-den kiçi bolanda hem ýokary goraýjy netijelilige eýe bolýar.

Gelejeği has uly bolan konserwasion nebit materiallar – metal tekizliklere eredijiniň ergininden pürkülüp berilmek ýoly bilen ýerleşdirilýän ýuwulyp aýrylýan ingibirlenen örtükler

(PIND) bolup durýar. PIND-leriň düzümine goýaldyjylar, ýaglar, poslamanyň ingibitoplary girýär. Erediji bugarandan soň (benzin, uaýt-spirit we beýlekiler) düzümi we häsiýetleri boýunça plastiki çalgyçlaryň perdesine meňzeş bolan ýuka ingibirlenen perde gorajy täsiriň ýokary netijeliligini üpjün edýär.

Konserwasion çalgyçlar dogry saýlananda we ýerleşdirilende olar metal tekizligine posladyjy- agressiw maddalaryň, çyglygyň we howanyň kislorodynyň barmagyna böwet bolýar, şonuň bilen uzak wagtlyk 10-15 ýylyň dowamynda poslamanyň önüni alýar. Metalyň çalgy materialyň gatlagynyň aşagynda poslamagy metalyň tebigatyna we onuň üst ýüzüniň ýagdaýyna (arassalygyna, üst ýüzi perdeleriň bolmagyna we olaryň häsiýetine, önürti taýýarlanmagyna we ş.m.) bagly. Bu ýagdaý bilen baglanyşyklyda daşyndan konserwirlemek üçin we tekizlikleriň içki poslama garşy işlenilmegi üçin çalgy materiallary tapawutlandyrýarlar. Soňky ýyllarda hereketlendirijiniň, transmissiýalaryň, gidrohereketegetirijileriň elementlerini we beýleki düwünleri poslamadan içinden goramak üçin gorag häsiýetleri gowulandyrylan nebit önümleri has giňden ulanylýar. Olara işçi-konserwasion ýangyçlar, ýaglar, çalgyçlar we tehniki suwuklyklar degişli.

Çalgyç metaly poslamadan uzak wagtlap ygtybarly goramagy üçin aşakdakylara eýe bolmaly:

- metal tekizliklerine gatnaşyklykda inertlilige;
- poslatma – agresiw komponentler üçin pes içinden geçirijilige;
- ýokary suwa durnuklylyga;
- giň temperaturalar diapazonynda gowy adgeziýa;
- ýokary himiki we kolloid durnuklylyga.

Konserwasion çalgyçlara edilýän talaplaryň fiziki manysyna seredeliň. **Metal tekizliklerine gatnaşyklykda inertlilik** diýip, çalgyçlar we olaryň düzümine girýän komponentler özüleri goralýan önümiň poslamagyna sebäp

bolmaly däl diýip düşünilmeli, ýagny olar poslatma garşy täsire eýe bolmaly. Eger-de çalgyçlar ýeterlikli derejede ýokary poslatma garşy täsire eýe bolmasa, olar diňe bir metaly poslamadan gorap bilmän, eýsem özlери hem goşmaça poslamany ýüze çykarýar.

Çalgyjyň ýüka gatlagy metalyň üst ýüzüni daşky gurşawyň, bu gatlakdan geçmäge ukyply bolan poslatma – agressiw komponentlerinden doly bölmeli. **Gatlagyň içinden geçirijiligi** gatlagyň galyňlygyna, temperatura we poslatma – agressiw maddalaryň konsentrasiýasyna bagly. Beýleki şertleriň birmeňzeş bolmagynda plastiki çalgyçlar suwuk konserwasion çalgyçlar bilen deňeşdirilende hut şol içinden geçirijiliginiň pesliginiň hasabyna has gowy izolirleýji täsire eýedir. Çalgyçlaryň berklik çäginin artdyrylmagy suwy we howany içinden geçirijiligini peseltmäge ýardam edýär, olaryň gorajy häsiýetlerini gowulandyrýar.

**Suwa durnuklylyk** diýip çalgyçlaryň suwda eremezlik we suw bilen ýuwulmazlyk, emulsiýa emele getirmezlik we oňa suwuň düşmeginde öz häsiýetlerini minimal derejede üýtgetmek ukyby diýip düşünilmeli. Çalgyçlaryň suwadurnuklylygy onuň komponentleriniň suwda ereýjiligine bagly. Suwda iň ýokary ereýjilige natriýly sabynlar we natriýly çalgyçlar eýedir; uglewodorod çalgyçlary suwda iň pes ereýjilik bilen tapawutlanýar.

Çalgyçlaryň **adgeziýasy** olaryň aşak gysardyp ýerleşdirilen metal tekizliklerinde saklanyp bilmek, ýagny öz agramynyň täsiri astynda typyp gaýtmazlyk we goralýan tekizligi ýalaňaçlap goýmazlyk ukybyny bahalandyrmak üçin wajyp ähmiýetli. Çalgyçlaryň typyp gaýtmagy – metalyň üst ýüzünde suwuk gurşawyň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagynyň (çalgyjyň süýsmegini ep-esli ýeňilleşdirýär) netijesi. Typyp gaýtmak çalgyjyň damja damma temperaturasyna garanda has pes temperaturada bolup geçýär. Mysal üçin, ГОИ – 54п çalgyjyň damja damma temperaturasy 60°C, typyp gaýtma temperaturasy bolsa 40°C. Käwagt

typmazdan öňürti çalgýç gatlarynda jaýryklar we gatlagyň üzülmegi peýda bolýar, soňra tutuş gatlak typyp gaýdýar we tekizlik ýalaňaçlanýar.

Çalgýçlaryň poslatma häsiýetleri düzümi we **himiki durnuklylygy** bilen kesgitlenýär. Çalgýçlaryň okislenmäge pes durnuklylygy metallaryň güýçli poslamagyny ýüze çykarýan önümleriň (pes molekulýar kislotalar, peroksidler we beýlekiler) emele getirmäge getirýär. Aşgar çalgýçlar polat tekizliklerine inertlilik bildirýän hem bolsa, reňkli metallaryň poslamagyny ýüze çykaryp bilýär. Metalyň çalgý material bilen himiki täsirleşmesini metal tekizliginiň daşky görnüşiniň üýtgemegi boýunça we çalgýçda metalyň toplanmagy boýunça kesgitleýärler.

Çalgýçlaryň poslatma we goraýjy häsiýetlerini öwrenmekde barlag usulyny saýlap almak wajyp rol oýnaýar. Poslatmany ölçemek usullary we aňlatmak usullary hem köp dürli we öwrenilýän goraýjy materiala – metal ýa-da metaldäl örtükler, bagly.

Çalgýçlaryň poslatma işjeňliligi çalgýjyň göwrümünde 100°C temperaturada 3 sagadyň dowamynda we ondan hem uzak wagtlap metal plastinkalary saklamak bilen kesgitlenýär. Plastinkanyň üst ýüzüniň poslap zaýalanmagyny göz bilen görmek arkaly bahalandyrýarlar we 10-lyk ballar şkalasy boýunça aňladýarlar: 0 ball – plastinkanyň reňkiniň üýtgemezligi, 10 ball – plastinkanyň üst ýüzüniň tutuş garalmagy.

Elektrohimiki poslamanyň ösen şertelerinde çalgý materiallaryň gorag häsiýetlerini bahalandyrmagyň umumy ulanylýan usuly dürli şertlerde metal önümleriň saklanylşyny immitirleýän poslatma kameralarynda geçirilýän barlaglar bolup durýar. Mysal üçin G-4 termoçyglylyk kamerasy tropiki şertleri immitirleýär, agressiw gurşawy (kükürdiň ikili oksidi) kamerasy senagat zolaklaryň howasyny immitirleýär, duzly dumanyň, emeli howa şertlerini, ozonirlemegiň dürli immitirleme kameralary bar. Poslamany bahalandyrmagy

kameralara ýerleşdirilýän plastinkalaryň ýagdaýy boýunça amala aşyrýarlar we üýtgeşmeleri plastinkalaryň poslama sebäpli zaýalanmagynyň prosendi görnüşinde aňladýarlar.

Çalgýç gatlagynyň aşagynda metalyň poslap zaýalanmagyny demiriň ionlarynyň çalgýjyň göwrümüne geçişiniň (duzly kislota bilen ekstraksiýa) tizligi boýunça bahalandyrýarlar. Bahalandyrmagyň beýleki usullary seýrek ulanylýar.

Çalgý materiallarynyň gorag häsiýetlerini öwrenmekde elektrohimiiki usullar giňden ulanylýar. Bu elektrod potensiallary ölçemek, galwaniki we potensiostatiki usullar bilen polýarizasion egrileri alamak, iki elektrodyň arasynda döreýän toguň güýjini ölçemek, perdeleriň elektrik garşylanmasyny we sygymyny ölçemek, olaryň ýeňip geçmek garşylanmasyny kesgitlemek. Elektrohimiiki reaksiýalaryň tizligi barada elektrodyň potensialynyň süýşmeginiň we ondan akyp geçýän toguň dykzlygynyň arasyndaky baglanyşyk bilen aňladylyan polýarizasion egriler boýunça netije alýarlar. Metalda hemosorbsiýa birleşmelerini emele getirmek metalyň we adsorbirlenýän maddalaryň arasyndaky elektrik täsir bilen şertlendirilýän metaldan elektronyň çykyşynyň işiniň üýtgemegi boýunça anyk ýüze çykýar.

## **18.2 Goraýjy täsiriniň fiziki-himiiki esaslary**

Metalyň umumy poslama prosesinde dargamagynda elektrohimiiki poslamanyň paýy has köp, bu elektrohimiiki poslamanyň himiki poslama bilen deňände tizliginiň ulylygy bilen baglanyşkly. Elektrohimiiki poslamanyň geçmegi üçin metalyň üst ýüzünde togu geçirip bilýän elektrolityň – duzlaryň, aşgarlaryňýa-da kislotalaryň suw erginleriniň bolmagy zerur.

Metal tekizligi hemişe elektrohimiiki birmeňzeş däl, bu köp sebäpler bilen düşündirilýär; tekizligiň aýra-aýra meýdançalary elektrod potensiallarynyň tapawutlylygyna eýe

bolýar. Elektrod potentsialy kiçi bolan meýdança elektrolit bilen täsirleşmekde anod, has položitel elektrod potentsially bolsa - katod bolýar. Anodda metalyň ionlary kristaliki gözeneginden gidratirlenen položitel zarýadlanan ion görnüşinde elektrolita geçýär, bu ýagdaýda anod meýdançalarynda galýan erkin artykmaç ionlar emele gelýär. Şeýlelikde anod meýdança otrisatel zarýadlanýar. Elektronlaryň täsiri netijesinde katodda wodorod molekulalarynyň emele gelmegi bilen wodorod ionlarynyň dikelmegi ýa-da  $\text{OH}^-$  ionlaryň emele gelmegi bilen kislorodyň ionizasiýasy ( proses kislorody siňdirmek bilen geçýär) bolup geçýär. Poslamagyň umumy tizligi has haýal geçýän prosesiniň tizligi bilen kesgitlenýär.

Metal tekizligine çalnan çalgý materialyň gatlagy anod we katod poslamasynyň geçişiniň häsiýetini üýtgedýär. Umumy ýagdaýda çalgýçlaryň täsiriniň **goraýjylyk netijeliligi** (beýleki konserwasion materiallaryň perdeleriniňki ýaly) iki düzüji bilen häsiýetlendirilýär:

- izolirleýji düzüji metalyň üst ýüzüniň çyglylykdan we howanyň kislorodyndan metala ýerleşdirilen çalgý gatlagynyň mehaniki izolýasiýasy bilen kesgitlenýär;
- polýarizasion düzüji metalda çalgýjyň komponentleriniň (ilki bilen hem poslamagyň ingibitorlarynyň) adsorbsiýasynyň we hemosorbsiýasynyň hasabyna poslamagyň elektrohimiki prosesleriniň bes edilmegi bilen kesgitlenýär.

Çalgýjyň **goraýjylyk netijeliliginiň** izolirleýji düzüjisi (gurşawyň posladyjy komponentleriniň metala täsirine mehaniki böwet) çalgýjyň gatlagynyň galyňlygyna, bu gatlagyň gaz-, bug- we suw geçiripbilijiligine, onuň gigroskopikiligine bagly. Bu görkezijiler çalgýçlaryň gurluşy, reologiki we adgeziýa häsiýetleri bilen, şeýle hem, çalgýjyň göwrümünde daşky gurşawyň täsiri astynda bolup geçýän ütgüşmeler bilen baglansykly. Çalgýç gatlagy aýrylsa mehaniki böwet bozulýar we goraýjylyk netijeliliginiň izolirleýji düzüjisi

ýitýär. Şol sebäpli, perdäniň üznüksiz (onuň akyp giden ýeriniň bolmazlygy) bolmagy, çalgyjyň ýagynlar bilen ýuwulyp aýrylmazlygy we onuň metal tekizlikden typyp gaýtmazlygy örän ähmiýetli.

Ýöne çalgyçlaryň köpüsi üçin olaryň islendik galyňlykdaky gatlaklarynyň (3 – 5 mm çenli) bug- we çyglylykgeçirip bilijiligi uly, bu bolsa çalgyç gatlagynyň aşagynda elektrohimiiki poslamagyň erkin geçmegine üpjün edýär. Sabyn çalgyçlaryň köpüsi – ЦИАТИМ – 201, ЦИАТИМ – 221 we beýlekiler örän gigroskopiki; bular suwy poslama prosesleriniň geçmegi üçin zerur bolan mukdaryndan birnäçe esse köp mukdarda siňdirip we geçirip bilýärler. Ondan başga-da metalyň üst ýüzünde elmydama poslama getirýän adsorbsion suw bar bolýar, we ingibirlenmedik çalgyçlar bu suwy metalyň üst ýüzünden gysyp çykarmaga ukyply däl.

Çalgyjyň ýüka gatlagynyňda poslama proseslerini bes etmegiň netijeliligi metalyň anod we katod polýarizasiýasynyň netijesinde döreýän poslama toguna bolan garşylyk bilen kesgitlen.

Çalgyjyň göwrüminiň täsiri bilen şertlendirilýän we elektrohimiiki poslamany bes edýän faktorlara şular degişli:

- anodyň himiki polýarizasiýasy ( anod metalyň dispersion gurşawda eremeginiň kynlaşmagy);
- anodyň konsentrasion polýarizasiýasy (metalyň ionynyň çalgyjyň berk gatlagyna diffuziýasynyň kynlaşmagynyň netijesinde bu ionlaryň anodyň göni üst ýüzünde konsentrasasiýasynyň ýokarlanmagy );
- katodyň himiki polýarizasiýasy (depolýarizatoryň elektronlar bilen täsirleşmeginiň kynlygynyň hasabyna prosesiniň bes edilmegi);
- katodyň konsentrasion polýarizasiýasy (depolýarizatoryň katod tekizligine barmagynyň we tekizlikden depolýarizatoryň dikelmeginiň önümlerini aýyrmagyň kynlaşmagy);



Poslatma proseslerini bes etmekde aýgytly çözüti metalyň ionlarynyň gidrotasiýasynyň kynlygy we olaryň çalgyjyň içine geçmegi bilen baglanşykly bolan konsentrasion we himiki anod polýarizasiýasyna degişlidir.

Sabyňly çalgyçlar üçin metalyň üst ýüzünde alyş-çalyş himiki reaksiýalaryň geçmeginiň mümkinligini hasaba almaly. Olar metalda elektronlaryň we ionlaryň artykmaçlygy bolan ýagdaýynda, elektrik geçirijiniň bolan ýagdaýynda, ýagny, köplenç, garyşyk elektrohimiiki we himiki poslama şertlerinde, araçäk sürtülme şertlerinde amala aşýar. Çalgyçdaky erkin kislotalar we beýleki, çalgyç öndürülen wagty ýa-da ulanylýan wagty emele gelýän, poslatma işjeňleri aýyryp himiki ýa-da elektrohimiiki poslatmany güýçlendirip bilýär.

Anod prosesiniň erkin geçýän ýagdaýynda poslamanyň umumy tizligini katod reaksiýasy çäklendirýär. Ahyrkynyň tizligi öz gezeginde depolýarizatory ( kislorody) bermegiň şertlerine we depolýarizatoryň dikelme önümlerini (kislorod depolýarizasiýasynda OH- ionlary) aýyrmak mümkinçiligine bagly.

Çalgyçlaryň köpüsiniň çatlagynyň aşagynda döreyän ýokary polýarizasion garşylanmanyň ikinji sebäbi - çalgyçlarda üst-işjeň maddalaryň bolmagynyň hasabyna metalyň üst ýüzünde adsorbirlenen we hemosorbirlenen gorag perdeleriniň emele gelmegi. Ingibitorlar goşulmagyň uglewodorod çalgyçlary hiç-hili perde emele getirmeýär we polýarizasion garşylanma göwrümlü kynçylyklar bilen kesgitlenýär. Ingibitorlar goşulan ýaglar hemosorbsion we adsorbsion täsirleriniň hasabyna polýarizasiýany ýüze çykarýar. Üst-işjeň maddalary we poslamanyň ingibitorlaryny saklaýan sabyn çalgyçlarynyň gorag netijeliligini adsorbsion-hemosorbsion täsiri bilen, şeýle hem göwrüm täsiri bilen düşündirip bolýar. Ol ýa-da beýleki netijäniň agdyklyk etmegi çalgyçdaky üst-işjeň maddalaryň düzümine we konsentrasiasyna, metalyň polýarlygyna, temperatyra, mehaniki agramlara we beýleki faktorlara bagly. Ýöne

çalgyçda üst-işjeň maddalaryň, hatda poslamagyň ingibitorlarynyň hem bolmagy maddalaryň öz üst-ýüzi häsiýetlerini hökmany suratda ýüze çykarjaklygyny aňlatmaýar.

Dürli düzümlü çalgyçlaryň goraýjy häsiýetiniň mehanizmi hem tapawutly. Üst işjeň maddalary saklamaýan uglewodorod çalgyjynyň gatlagynyň aşagynda ýokary polýarizasion garşylanma konsentrasion anod polýarizasiýanyň hasabyna döreýär. Çalgyjyň gatlagy näçe galyň bolsa şonça-da metal ionlarynyň çalgyjyň içine geçmegi kyn bolýar. Hut şonuň üçin ingibirlenmedik uglewodorod çalgyçlary – tehniki wazelin, puşka üçin çalgyç – metaly poslamadan diňe galyň gatlakda goraýar. Poslamanyň ingibitorlary doraýjy täsiriň polýarizasion düzüjisini ýokarlandyryp uglewodorod çalgyçlarynyň ýuka gatlaklarynyň goraýjy häsiýetlerini gowulandyrýar. Ahyrky poslamanyň ingibitorynyň (moçewinanyü suksenimidy – CHM) konsentراسيýasynyň ýokarlanmagynda çalgyja geçýän demiriň mukdarynyň G-4 termoçyglylyk kamerasynda barlamakda peselýänligine kepil geçýär ( 48-nji tablisa).

Çalgyjyň düzümi we oňa geçen demiriň mukdary (mg/sm<sup>2</sup>)  
48-nji tablisa

Çalgyçda CHM-yň konsentراسيýasy,%	Barlag siklleriniň sany			
	2	10	25	50
0	65	67	109	136
1	50	56	68	79
5	31	44	48	52

Sabyňly çalgyçlar üst-işjeň goýaldyjjylar tarapyndan hemosorbsiýa we adsorbsiýa doraýjy perdelerini emele getirmek bilen elektrohimiki poslatma proseslerini bes edip bilýär. Bu ýagdaýda konsentrasion annod polýarizasiýasy az rol oýnaýar, oňa çalgyjyň metal ionlary üçin deňeşdirmede ýokary geçirijiligi şaýatlyk edýär. Poslamanyň ingibitorlary has

berk hemosorbsion perdelerini emele getirmegiň hasabyna we çalgýç gatlagynyň metal ionlary üçin geçirijiliginiň peselmeginiň hasabyna çalgyjyň gorag häsiýetlerini ýokarlandyrýar. Sabyňly çalgýçlar köplenç gigroskopiki, suwy özüne siňirýär we geçirýär. Adsorbsiýa we hemosorbsiýa bolmadyk ýagdaýynda elektrolit metal tekizligi bilen göni täsir edip bilerde we poslama prosesleri hiç-hili garşylyksyz ösüp biledi.

Organiki däl goýaldygyly çalgýçlar, hususan-da, silikagel çalgýçlary metalyň üst-ýüzünde berk goraýjy perdeleri emele getirmeyär we metalyň ionlarynyň geçip bilijiligine päsgel bermeyär, şonuň üçin bular metallary ýaramaz goraýar.

Käbir çalgýçlaryň **goraýjy häsiýeti** gowy hem bolsa bularyň posladyjy işjiligi hem ýokary bolýar. Mysal üçin, sintetiki ýagly kislotalaryň esasyndaky we käbir poslama ingibitorlarynyň goşulmagy bilen alnan çalgýçlar, metaly poslamadan ýüka gatlakda goramak bilen, özi ýokary temperaturalarda misiň, bürünjiň, gurşunyň we beýleki metallaryň himiki poslamasyny ýüze çykarýar. Şonuň bilen birlikde, käbir kükürt we fosfor saklaýan poslama garşy prisadkalar çalgy materiallarynyň poslatma işjeňligini peseldip, olaryň **goraýjy häsiýetini** ýaramazlaşdyrýar.

### 18.3 Goraýjy ukybyny sazlamak we gowulandyrmak

Çalgýçlaryň çalgy ukybyny, goraýjy we poslatma häsiýetlerini gowulandyrmagyň esasy ugurlary – komponentleriň we ilki bilen prisadkalaryň amatly düzümini saýlamak. Şol bir wagtda plastiki çalgýçlaryň 80-90%-iň dispersion gurşawdan durýanlygy we onuň çalgyjyň häsiýetlerine täsir edýändigini anyk.

**Dispersion gurşaw.** Ilki bilen dispersion gurşawyň himiki tebigatyny öwrenmek gerek, sebäbi onuň çalgyjyň goraýjy häsiýetlerine bolan täsiri ägirt. Dispersion gurşawda

aromatiki uglewodorodlaryň amatly konsentراسیادا bolmagy çalgyçlaryň ýuka gatlakda goraýjy häsiýetlerini gowulandyrýar, bu bolsa konserwasion çalgyçlaryň önümçiliginde ýokary arassalanan ýaglaryň ulanylmagynyň maksadalaýyk däl diýip hasaplamaga mümkinçilik berýär. Çalgyçlaryň dispersion gurşawynyň düzümi çalgyjyň ýuwulyp aýrylmagyna we typmagynyň temperaturasyna täsir edýär. Goýaldyjynyň görnüşine bagly bolman ýokary arassalanan çalgyçlara garanda, saýlap alyjy eredijiler bilen arassalamagyň ekstraktlarynda taýýarlanan çalgyçlaryň ýuwulyp aýrylmagy 2 – 3 esse kiçi we typyp gaýtmagynyň temperaturalary hem has ýokary.

Maşynlary we mehanizmleri ulanmagyň berk režimlerinde sintetiki suwuklyklarda taýýarlanan we olaryň nebit ýaglary bilen garyndysyndan taýýarlanan çalgyçlary ulanýarlar. Köplenç bular ýaly çalgyçlary ýokary temperaturalarda we uly kontakt ýüklenmede işleýän ýapyk podşipniklerde ulanýarlar; olary enjamy ulanmagyň doly möhletiniň dowamynda çalyşmaýarlar. Sintetiki suwuklyklaryň (diefirler) we nebit ýaglarynyň garyndylary üçin elektrohimiiki poslama şertlerinde metallary goramak ukybynyň synergiki ýokarlanmagy belli edilen. Bu garyndylar has berk goraýjy adsorbsiýa perdelerini emele getirmäge ukyply. Garyndyda polýar komponentiň konsentراسیاسynyň amatlydan ýokary bolmagy bu komponentiň suw bilen birleşmeginiň energiýasy material bilen birleşmesiniň energiýasyndan ýokary bolýar, we suw metalyň üst ýüzünden üst işjeň maddalary gysyp çykarýar.

Dispersion gurşawyň düzümi diňe bir çalgyçlaryň goraýjy häsiýetine däl-de, eýsem, poslamagyň inhibitoryny ulanmagyň netijeliligine hem täsir edýär. Ýagyň polýarlygyna (onda smolalaryň, polisikliki aromatiki uglewodorodlaryň ýada sintetiki komponentleriň bolmagy) baglylykda inhibitorlaryň netijeliligi, köplenç, ekstremal üýtgeýär.

**Dispers faza.** Çalgyçlaryň goraýjy we poslatma häsiýetleri köpräk goýaldyjynyň düzümine bagly.

Konserwasion çalgyçlarda goýaldygy hökmünde gaty uglewodorodlar has giňden ulanylýar. Uglewodorod çalgyçlary suwda eremeýär we suwuň buglary üçin hem geçip bilijilik kiçi, himiki durnuklylygy ýokary. Goýaldyjynyň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy bilen çalgyçlaryň goraýjy häsiýeti gowulanýar, sabynly çalgyçlar üçin bolsa şol bir wagtda poslatma agressiwiligi hem güýçlenýär.

Ähli ýagdaýlarda goýaldyjynyň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy çalgyçlaryň ýuwulyp aýrylmagyny peseldýär we typma temperaturasyny ýokarlandyrýar. Goraýjy we poslatma häsiýetlere sabyn goýaldyjynyň kationy ägirt täsir edýär.

Metallary poslamadam ygtybarly we uzak wagtlyk goramagy çalgyçlara prisadkalary we ilki bilen poslamanyň ingibitorlaryny hem poslama garşy prisadkalary we olaryň dolduryjylar bilen kompozisiýalaryny girizmegiň hasabyna üpjün etmek mümkin.

**Prisadkalar.** Çalgyçlara girizilýän poslamanyň ingibitorlary metalyň ýüzünde daşky gurşawyň täsiri astynda elektrohimiiki prosesleriň geçmegine böwet bolýar, poslatma garşy prisadkalar bolsa metalyň üst ýüzüne çalgyjyň poslatma – agressiw komponentleriniň himiki täsirini göýbermeýär. Prisadkalary saýlamak köp faktorlara bagly, olardan çalgyjy ulanmagyň şertleri, metalyň düzümi wajyplar bolup durýar. Gara metallary himiki poslamadan goramak üçin sulfidler we disulfidler ulanylýar. Gurşuny aminleriň ýa-da erkin organiki kislotalaryň täsirinden goramak üçin fosfitler we dialkilditiofosfatlar, misi we mis splawlaryny goramak üçin bolsa benzotriazolyň merkaptobenzotriazolyň önümleri ulanylýar. Poslatma garşy prisadkalar metaly himiki poslamadan goraýar, elektrohimiiki prosesleriň şertlerinde bolsa metalyň poslamagyny güýçlendirip bilýär.

Metallaryň poslamagynyň ingibitorlary suwda ereýänlere suwda ýagda ereýänlere we ýagda ereýänlere bolunýar. Poslamanyň suwdaereýän ingibitorlaryny çalgyçlarda ulanmak ileri tutulmaýar, sebäbi bular öz

goraýjylyk häsiýetlerini diňe elektrolitde dissosiasıya bolanda ýüze çykaryp bilýär, onda-da konsentrasiýasy ýeterlik bolmadyk ýagdaýda bu maddalar poslamany işjeňleşdirip bilýär.

Poslamanyň suwda ýagdaereýän ingibitorlarynyň molekulalarynyň gidrofil bölegi suwda eremegini üpjün edýär, gidrofob (uglewodorod ) bölegi bolsa, nebit ýaglarynda eremegini üpjün edýär. Bu topara orta molekulýar nebit sulfonatlar, mono- we trietalonaminyň olein kislotasy bilen ýada sintetiki ýagly kislotasy bilen duzlary, okislenen petrolatumyň natriý duzlary, monoetalonaminyň iki esasy kisloata (ýantar, teraftal, sebasin kislotalary) bilen reaksiýasynyň önümleri degişli.

Poslamanyň ýagda ereýän ingibitorlary suwda eremeýär we dissosiirlemeýär. Bular molekulýar agramy uly bolan şahalanan uglewodorod radikalyndan başga-da, köplenç, gidrofob işjeň toparlary özünde saklaýar. Ingibitorlaryň bu görnüşi hökmünde dürli birleşmeleri ulanýarlar: ýokary molekulýar karbon kislotalar, çylşyrymly efirler we spirtler, karbon kislotalarynyň metal duzlary, alkilarilsulfonatlar, erkin amin toparly birleşmeler, amin duzlary we amidler, sulfpkislotalaryň önümleri, aminleriň gallogensaklaýan birleşmeler bilen önümleri, halkasynda azody saklaýan geterosiklikli birleşmeler. Poslamanyň ýagdaereýän ingibitorlaryny anod täsiriň ingibitorlaryna, katod täsiriniň ingibitorlaryna we ekranirleýji täsiriň ingibitorlaryna bölüp bolýar.

Poslamanyň ingibitorlarynyň çalgyçdaky konsentrasiýasy olaryň ýagdaky konsentrasiýasyndan ep-esli (2-10 esse) ýokary. Bu çalgyçlary ulanmagyň şertleri we olaryň gurluşynyň hem düzüminiň (prisadkalaryň goýaldyjynyň bölejiklerinde adsorbsiýasy) aýratynlyklary bilen baglanyşkly. Şu wagt çalgyçlaryň önümçiliginde ulanylyan prisadkalaryň görnüşleri çäklendirilen.

Poslamanyň ýagda ereýän ingibitorlaryny saklamaýan çalgyçlary ulanmak bilen elektrohimiki poslamany bes etmek prisadkalaryň häsiýetlerine we konsentrasiýasyna, metalyň polýarlygyna, temperatura, mehaniki täsirlere we udel agramlara bagly. Çalgyja poslama ingibitorlaryny girizmek olaryň öz işjeňligini hokman ýüze çykarjaklygyny aňlatmaýar. Prisadkanyň çalgyjyň komponentleri bilen we metalyň üst ýüzi bilen täsirleşmesiniň energiýasynyň gatnaşygy wajyp bolup durýar. Poslamanyň ingibitory bu gurşawda metalda diňe ingibitoryň metal bilen baglanşygynyň we gurşaw bilen baglanşygynyň energiýalarynyň tapawudy noldan köp bolan ýagdaýynda adsorbirlenýär.

Prisadkalaryň çalgyjyň goraýjy ukybyna täsiri çalgy material bilen konkaktda metalyň ýüzünden suwy gysyp çykarmagy ýa-da baglanşdyrmagyň netijeliligine, şeýle hem metalda poslatmanyň ingibitorlaryny we beýleki prisadkalar tarapyndan adsorbsion we hemosorbsion perdeleriň emele getirmäge bagly. Poslatmanyň ingibitorlarynyň we beýleki üst işjeň maddalaryň goraýjy täsiriniň aşakdaky mehanizmleri mümkin:

- anod ýa-da katod reaksiýalaryny bes etmegiň hasabyna poslama prosesiniň ingibirleme;
- reaksiýanyň önümlerini daşyny gabamak we olaryň reaksiýa zolagynda üýşmeginiň hasabyna prosesi bes etmek;
- mehaniki ekranirleme ýa-da metalyň üst ýüzüni gurşawyň poslatma agresiw önümlerinden izolirlmek;
- poslamanyň agresiw önümlerini (adsorbsion ýa-da hemosorbsion) çalgyjyň göwrümünde baglanşdyrmak.

Çalgyçlaryň goraýjylyk ukybyny dispers gurşawyň we goýaldyjynyň amatly düzümini saýlamak ýoly bilen, gurluşyň modifikatorlaryny girizmek bilen we ilki bilen çalgyçlarda poslamanyň ingibitorlaryny ulanmak we olaryň dolduryjylar bilen amatly laýyk getirilmegi bilen gowulandyryp bolýar.

Dolduryjylar çalgýjyň göwrümünde poslama agresiw önümler bilen täsirleşmeginiň we anodyň konsentrasion polýarizasiýasynyň hasabyna metalyň elektrohimiiki poslamagynyň ösmegini bes edýär.

#### **18.4 Döwrebap konserwasion çalgýçlar**

Konserwasion çalgýçlaryň assortimenti antifraksion çalgýçlarynyň assortimentine garanda juda garyp. Uglewodorod çalgýçlary has az ýaýran. Uglewodorod çalgýçlarynyň ereýşiniň pes temperaturasy (40-75°C) bulary üst ýüzlere erän görnüşinde purküp bermäge mümkinçilik berýär. Çalgýçlar metal tekizliklerinde sowandan soň öz gurluşyny we häsiýetlerini dikeldýär. Rasplawyň temperaturasyny üýtgedip çalgýjyň metal tekizliklerindäki gatlagynyň galyňlygyny sazlap bolýar. Çalgýçlary çalgylanýan tekizliklere pürkmän çalyň çyksaň hem bolýar. Öňürti tekizlikleri poslama önümlerinden, ýag we beýleki hapalaryň yzlaryndan arassalaýarlar. Mehaniki arassalama we eredijileriň kömegi bilen arassalamagy ulanýarlar.

Uglewodorod konserwasion çalgýçlaryna süýümlü tehniki wazelin BTB-1, puşkalar üçin УНЗ, ПБК, ГОИ-54П, ВНИИСТ –2 çalgýçlary degişli. Käbir giňden ulanylýan konserwasion çalgýçlarynyň düzümi we niýetlenilişi aşakda getirilen.

ПБК çalgýjy – ПК (60-70%) petrolatумыň, 75 kysymly sereziniň (4%), МНН-7 prisadkanyň (1%) we süýgeşik silindriki ýagyň (100% ýetýänçä galan mukdary) splawy bolup durýar. Ol mehanizmleriň düwünleriniň we şaýlarynyň içlerini we daşlaryny uzak wagtlyk çalgylamak üçin ulanylýar. Gowy ulanylyş häsiýetleri (ýokary suwa durnuklylygy we himiki durnuklylygy) bu çalgýjy metal tekizliklerini poslamadan 10 ýylyň dowamynda goramak üçin ulanmagy mümkin edýär. Bu çalgýjyň ýetmezçiligi –10 °C-dan pes temperaturada akyjylygyny ýitirýänligi bolup durýar.



ГОИ-54п çalgýjy МБП ýagynyň (23%) 75 ýa-da 80 kysymly sereziniň МНН-7 prisadka (1%) bilen goýaldylmagy arkaly alynýar. Çalgýjy açyk howada işleýän mehanizmleriň we abzallaryň maşynlaryny poslamadan goramak üçin ulanýarlar. Pes temperaturalarda çalgýç - 50°C çenli işeukyplylygyny saklaýar, ýöne uglewodorod çalgýçlarynyň köpüsiniň boluşy ýaly ony +50°C-dan ýokary temperaturalarda ulanmak teklipl edilmeýär.

ВТБ-1 çalgýjy süýgeşikligi pes industrial ýaglaryny sereziniň parafin bilen garyndysyna poliizobutileny (0,2%) we МНН-7 prisadkany (0,15%) goşmak bilen taýýarlaýarlar. Bu çalgýjy awtomobil senagatynda akkumulýatorlaryň klemelerini çalgylamak üçin ulanýarlar. Bu çalgýç ПБК çalgýjyndan pes temperatura häsiýetleriniň gowulygy bilen tapawutlanýar. Awtomobiller üçin ВТБ-1 çalgýjyny aerosol gaplamasynda taýýarlaýarlar, bu bolsa ony pürküp ýuka gatlakda ýerleşdirmäge mümkinçilik berýär.

ВНИИСТ -2 – ýerüsti turbageçirijileri poslamadan goramak üçin niýetlenen ýarymsuwuk uglewodorod çalgýjy. Çalgýjyň düzümine dolduryjylar we НГ-204y konserwasion ýagy goşulan. Ol pes temperaturalarda ýokary gorag häsiýetleri bilen tapawutlanýar.

Käbir sabynly çalgýçlaryň hem goraýjy häsiýetleri kanagatlandyryjy. Консервация материаллар hökmünde uglewodorod çalgýçlary bilen bir hatarda АМС-1, АМС-3, МС-70, ЗЭС sabynly çalgýçlar hem ulanylýar. Sabyn çalgýçlarynyň ulanylmagy konserwasion çalgýçlaryny ulanmagyň temperatura çäklerini ep-esli giňeldýär.

АМС çalgýçlaryny silindr ýaglarynyň stearin we olein kislotalarynyň alýuminiý sabynlary (АМС-1 üçin 12% we АМС-3 üçin 20%) bilen goýaltmagyň hasabyna taýýarlaýarlar. Olar deňiz gämileriniň mehanizmleriniň deňiz suwy bilen göni täsirleşme şertlerinde ýokary goraýjy täsirine eýe antifrakcion çalgýç hökmünde ulanylýar.

3ЭС алгыjy elektik geçiriji liniýalary we beýleki ýokary wolt apparaturalaryny poslamadan goramak üçin ulanylýar. Ony süýgeşikligi pes ýaglary sintetiki ýagly kislotalaryň alýuminiý sabynlarynyň petrolatum bilen garyndysyny ulanmak bilen goýaldyp taýýarlaýarlar.

Konserwasion plastiki алгыларыnyň aýratyn toparyny 39y, БОЗ-1, торсиол-35, торсиол –55, Е-1 we beýleki kanat алгылары düzýär. Bular konserwasion we antifraksion алгы materiallarynyň arasynda aralyk ýagdaýy eýeleýär. Kanat алгылары polat kanatlaryny we troslaryny saklanylan we ulanylan wagty poslamadan goramaga niýetlenen. Ýöne bular kanatlary diňe bir poslamadan goraman aýry-aýry symlaryň we symlaryň toppaklarynyň arasynda sürtülmäni peseltmeli, olaryň hatardan çykyşyny peseldip üzülmeginiň önüni almaly.

39y kanat алгыjyny az mukdarda öndürýärler. Ol nigrolyň, sereziniň, gudronyň we C<sub>20</sub>-den ýokary sintetiki ýag kislotalarynyň fraksiýalarynyň garyndysy bolup durýar. Ulanylyş häsiýetleriniň gowulygy we bahasynyň gymmat dälligi dürli mehanizimleriň we maşynlaryň kanatlaryna we troslaryna almada mümkinçilik berýär.

## **19-NJY BAP. Jebislendiriji çalgyçlar**

### **19.1 Jebislendiriji çalgyçlaryň niýetlenişi we toparlara bölünişi**

**Jebislendiriji çalgyçlar** enjamlaryň deşiklerini, aralyk boşlyklaryny ygtybarly jebislendirmek üçin, maşynlaryň we mehanizmleriň süýşýän we süýşmeýän sürtülme düwünlerini jebisleşdirmek üçin niýetlenen. Olar tehnikanyň dürli ugurlarynda – wakuum enjamlarynda, dyky armaturasynda, hyrly birleşmeleri çalgylamak üçin giňden ulanylýar. Jebislendiriji çalgyçlaryň esasy sarp edijisi – nebit we gaz senagaty. Bu ýerde olary dyky armaturalaryň kadaly işlemegini üpjün etmek üçin ulanýarlar.

Jebislendiriji çalgyçlaryň dyky armaturalarynda ulanmak ýanaşdyrylan tekizlikleri ýokary galtaşma güýjenmäniň hasabyna jebislendirilmeginiň olaryň çalt hatardan çykmagyna getirýänligi we ulgamda germetiklikligiň ýitmegi bilen düşündirilýär. Nebit we gaz geçirijilerdäki kranlara we zadwižkalara germetiklilik boýunça has ýokary talaplar edilýär, sebäbi önümiň syzyp ýitmegi diňe bir tehniologiki režiminiň bozulmagyna däl-de daşky gurşawyň hapalanmagyna getirýär we ýangyn howpuna getirýär. Dyky armaturanyň işiniň ygtybarlylygy we uzak wagtlylygy jebislendiriji çalgyçlaryň hiline bagly. Çalgyçlar sürtülme düwünleriniň işini  $-50^{\circ}$ –dan  $200^{\circ}\text{C}$  çenli temperaturalar interwalynda we 100 MPa çenli basyşda üpjün etmeli. Jebislendiriji çalgyçlaryň ulanylmagynyň aýratynlygy nebit (ýa-da suw) bilen hemişelik täsirleşmek, çalgylanýan düwünleriň herekediniň tizliginiň pesligi, sürtülme tekizliklerindäki ýokary galtaşma agramlar, köpsaparlaýyn wagtal-wagtal üstüniň dolunmagy. Dyky armaturasynyň konstruktiv aýratynlyklary we onuň iş şertleri, ýagny tizlik, temperatura, basyş, akdyrylýan gurşawyň düzümi çalgyçlara öz talaplaryny ýüze çykarýarlar.

Jebislendiriji çalgyçlary boşluklary jebislendirmek bilen bir hatarda ýanaşdyrylan şaýlaryň sürtülmesini we hatardan çykmagyny azaldýar, galtaşýan tekizlikleri poslamadan goraýar. Bularyň ählisi enjamlaryň uzak möhletleýin we ygtybarly ulanylmagyny artdyrýar.

Ulanylyş çäkleri boýunça jebislendiriji çalgyçlar aşakdakylara bölünýär:

- dyky armaturasy üçin çalgyçlar;
- gyrlý birikdirmeler üçin çalgyçlar;
- wakuum çalgyçlar.

Assortimenti we önümçiliginiň göwrümi boýunça dyky armaturalary üçin çalgyçlar has köp sanly bolup durýar. Dyky armaturasynyň jebislendiriji çalgyçlary hem öz gezeginde kranlar üçin çalgyçlara we zadwižkalar üçin çalgyçlara bölünýär. Hyrly birikdirmeleriň açylyp-ýapylmagyny hem aňsatlaşdyrmak üçin çalgyçlar giňden ulanylýar.

Wakuum çalgyçlary wakuum desgalarynyň we ulgamlarynyň süýşürilýän birikdirmelerini jebislendirmek üçin niýetlenen. Çalgyçlaryň bu topary uly aýratynlygy bilen tapawutlanýar, bu bolsa olary başga çalgy materialy bilen çalyşmaga mümkinçilik bermeyär.

Turbageçirijileriň gaty uly uzynlygy, dyky armaturasynyň hemişe barlanylmagynyň zerurlygy dyky gurnamalarynyň takyk we ygtybarly işlemegini talap edýär. Dyky armaturalarynyň konstruksiýalarynyň köp dürliligi, olaryň ulanylyşynyň aýratynlyklary çalgyçlaryň hiline edilýän goşmaça talaplary ýüze çykarýar. Nebit enjamlarynda işleýän jebislendiriji çalgyçlaryň adaty agresiw gurşawlarda işleýär, şol sebäpli çalgyçlaryň degişli gurşawlaryň täsirine çydamlylygyny we olaryň häsiýetleriniň durnuklylygyny göz önünde tutmaly. Jebislendiriji çalgyçlar indiki talaplary kanagatlandyrmaly:

- ulanmagyň klimatiki şertlerine laýyk gelýän temperaturalaryň giň interwalynda ygtybarly germetikliligi üpjün etmeli;

- sürtülýän şaýlary uly agramlara çydaýan we galtaşýan tekizlikleri gyrylmakdan we hatardan çykmakdan goraýan ýokary berk perde bilen ygtybarly bölmeli;
- gurşawyň basyşy we galtaşma agramlary astynda boşluklardan gysylyp çykmaly däl;
- minimal işe girizmek pursadyny, dyky elemendiniň ýeňil we tekiz herekedini üpjün etmeli, şeýle hem hyrly birikdirmeleri açylyp-ýapylmagyny aňsatlaşdyrmaly;
- işçi temperaturalaryň interwalynda dykynyň jebislendiriji tekizliklerine ýeterlikli mukdarda we üznüksiz berilmeli;
- işçi gurşaw bilen täsirleşmeli we onda eremeli däl;
- çalgyjyň uzak wagtlap saklanylmagyny we ulanylmagyny üpjün edýän ýokary mehaniki we himiki durnukly bolmaly;
- galtaşma tekizlikleri poslatmaly däl we ýokary goraýjy häsiýetlerine eýe bolmaly, jebislendirýän tekizliklerini aggressiw gurşawyň täsirinden goramaly.

Jebislendiriji çalgyçlar üçin aýratyn talaplar hem bolýar, mysal üçin hyrly birikdirmeler üçin çalgyçlar tovlanýan tekizliklere pes temperaturalarda şpatel bilen aňsat çalynmaly. Çalgyçlary jebislendiriji ukyby gurşawa bagly: suwuk we gaz gurşawlarynda şol bir çalgyjyň üpjün edip bilýän germetikligi dürli bolýar. Ýöne sanalan talaplaryň köpüsi hil häsiýetli bolup jebislendiriji çalgyçlar üçin tehniki şertlerde aýry görkeziji bolup aňladylmaýar.

Jebislendiriji çalgyçlara edilýän esasy talaplar kese täsir bilen olaryň fiziki-himiki we gurluş-mehaniki häsiýetlerini kesgitleýär we aýry-aýry ýagdaýlarda çalgyjyň saýlanylmagyna esas bolup durýar. Jebislendiriji çalgyçlary saýlamakda indiki görkezijileri hasaba alýarlar:

- 1) işçi gurşawyň häsiýetleri we onuň fiziki ýagdaýy (gaz we suwuklyk), himiki agresiwlililigi, çalgyjy eretmek ukyby we ş.m.;

- 2) çalgýjy ulanmagyň temperatura interwaly we gurşawyň basyşynyň üýtgemegi;
- 3) enjamlaryň işleýşiniň tizligi (dyky elementiniň açylma-ýapylma siklleriň sany, hyrly birikdirmäniň towlanyp açylma we ýapylma ýygylgy);
- 4) çalgýjyň jebislendirilýän tekizliklerine berilşiniň ulgamy (kanallaryň uzynlygy we ölçegleri), galtaşýan tekizlikleriň konstruktiv aýratynlyklary we geometriýasy.

Armatura çalgýçlary ulanylanda çalgýjy jebislendiriji ulgama eltmek ulgamy (kanallaryň uzynlygy we ölçegleri) we sürtülme düwüniniň gurluş aýratynlyklary, şeýle hem böwedi açmagyň usullary (herekede getiriji ulgam), ýapmak we açmak siklleriň wagty wajyp faktor bolup durýar.

Jebislendiriji çalgýçlaryň ulanylan wagty özünü alyp baryşy dürli häsiýetleriň jemi bilen we ilkinji nobatda gurluş – mehaniki (reologiki), araçäk (çalgýç, goraýjy we adgeziýa) we işçi gurşawlara bolan çydamlylygy şertlendirýän häsiýetler (ereýjilik, himiki durnuklylyk, geçirip bilijilik we beýlekiler) kesgitlenýär.

Şu wagta çenli jebislendiriji çalgýçlary köp halatlarda olaryň real mehanizmiň işini imitirleýän stendlerde we hakyky şetlerde köp sanly barlaglary geçirmek bilen saýlaýardylar. Çalgýçlaryň reseptura düzüminiň we häsiýetleriniň olaryň ulanylyş häsiýetnemelery baradaky maglumatlar örän köp sanly.

## **19.2 Jebislendiriji täsiriniň fiziki-himiki esaslary**

Jebislendiriji çalgýçlaryň saýlanylşy adatça real gurnamalarda uzak wagly barlaglar ýoly bilen empiriki ýoly bilen geçirilýär. Jebislendiriji çalgýçlaryň işiniň takyk kriteriýalarynyň ýoklygy ýokary hilli çalgý materiallary işläp taýýarlamak meselesini hem kynlaşdyrýar.

Jebislendiriji çalgyçlaryň ulanylyş şertlerinde özüni alyp barşy göwrüm we araçäk häsiýetleriniň jemi bilen we olaryň işçi gurşawyň täsiri astynda üýtgemegi bilen kesgitlenýär. Ýöne ulanmagyň real şertlerinde çalgyçlaryň özüni alyp baryşy baradaky obýektiw maglumatlar dyky gurnamalaryň işini imitirleýän stendlerde ýa-da anyk zadwižkalarda hem kranlarda geçirilýän barlarlarda alynýar.

Çalgyjyň reologiki häsiýetleri bilen onuň jebislendirmek ukybynyň arasynda baglanşyk bar. Çalgyçlarda goýaldyjynyň konsentrasiýasynyň ýokarlanmagy berklik çäginde ep-esli ýokarlandyrýar, kontakt tekizliklerinde pes udel basyşlar çäklerinde dykynyň jebisligini ýokarlandyrýar. Süýgeşiklik jebislendiriji çalgyjyň inçe kanallar boýunça dyka tarap hereket etmegini kesgitleý, jebislendirme ukybyny bahalandyrmak üçin ikinji derejeli bolup durýar. Şeýlelikde 2 we 10% süýgeşikli prisadkalaryny saklaýan iki çalgyç, süýgeşikligi boýunça düýbinden tapawutly bolsa-da, birmeňzeş we pes germetizasiýa ediji ukyba eýedir. Şol bir wagtda dolduryjylar çalgyjyň özüniň berklik çäginde ep-esli artyk gelýän basyşlarda hem kranyň germetikligini saklamak bilen çalgyçlaryň germetizasiýalaýjy häsiýetlerini ep-esli ýokarlandyrýar. Köplenç, dolduryjysyz çalgyçlar dykly kranyň dykysyny 10 MPa –dan ýokary basyşlarda we temperaturanyň giň interwalynda ygtybarly jebislendirip bilmeýärler, olary diňe 3 – 5 MPa basyşda we 100 ° C-dan ýokary bolmadyk temperaturalarda ulanmak netijeli. Dolduryjynyň konsentrasiýasynyň artmagy we onuň bölekleriniň ölçegleriniň kiçelmegi bilen çalgyçlaryň germetizasiýa etmek häsiýetleri ýokarlanýar.

Çalgyçlaryň germetizasiýa etmek ukybyny gurşawyň maksimal basyşy we çalgyjyň berlen boşlukda, gurşawyň basyşynda we temperaturasynda dykynyň germetikligini bozman çydaýan barlaglarynyň sikllleriniň sany boýunça bahalandyrýarlar. Suwuk gurşawy geçirişi 0,5 sm<sup>3</sup>-dan ýokary bolmadyk boşluk jebis diýip hasaplanýar. Krany açyp

ýapmagyň 20 siklinden soň adatça çalgýjyň barlagyny bes edýärler. Germetiklik bilen bir hatarda kranyň aýlaw pursadyny – ony gurşawyň basyşynyň täsiri astynda açmak üçin güýji hem kesgitleýärler.

Jebislendiriji çalgýçlaryna edilýän esasy talap armaturanyň dykysyny temperaturalaryň giň diapazonynda, ýokary basyşlarda we dürli gurşawlar bilen kontaktda uzak wagtlyk we ygtybarly jebislendirmek. Çalgýçlaryň gurşawyň basyşyna garşy durmak ukyby diňe bir olaryň häsiýetlerine bagly däl-de, öz gezeginde, dykynyň jebislendirilýän tekizlikleriniň arasyndaky boşluk bilen sazlanýlýan gatlagyň galyňlygyna hem bagly. Krandaky ulanylyş boşlugynyň ululygy başdaky sazşajy boltuň kömegi bilen bellenişinden gurşawyň basyşynyň netijesinde üýtgeýär. Kranyň dykysynyň gowşak oturdylmagy ýapyk ýagdaýda gurşawyň basyşynyň täsiri astynda dyky kranyň korpusyna ýapyşýar we başdaky boşluk gowy kiçelýär. Krany ulanmak şertlerinde dykynyň süýşmegi diňe bir gurşawyň deň täsir ediji güýjüniň düşýän ugry boýunça däl-de dykynyň okuna perpendikulýar ugurda hem bolup geçýär. Dykynyň bu herekedi kranyň jebislendirmek ukybyna we aýlaw pursadyna täsir edýär; ol çalgýjyň düzüminde dolduryjynyň barlygyna hem bagly. Boşlugyň ulalmagy bilen kranyň jebisligi peselýär. Dolduryjyly çalgýçlar üçin bu üýtgeşmeler diňe boşlugyň ululygy 30 mkm –den uly bolanda üns bererlikli, şol wagtda dolduryjysyz çalgýçlarda bular ýaly boşluguň jebisligini uzak wagtlyk üpjün etmek düýbinden mümkin däl.

Gurşawyň basyşynyň artmagy temperatura bagly bolman hemişe ulgamyň jebisligini peseldýär, maksimal temperaturada bu has gowy bildirýär. Temperaturanyň ýokarlanmagy ( $100^{\circ}\text{C}$ ) ýa-da peselmegi ( $-30^{\circ}\text{C}$ ) kranyň jebisligini peseldýär, we gurşawyň basyşynyň ýokarlanmagy bilen bu baglanşyk has ýiti ýüze çykýar.

Dykyly krany ýapmagyň siklleriniň sany onuň jebisligine täsir edýänligi belli zat: ýapmagyň sanynyň artmagy



bilen boşlukdan gurşawyň geçmegi artýar we bu baglanşyk ýokary temperaturalarda we dolduryjysyz çalgyçlarda has aýdyň görünýär. Gurşawy geçirmegiň artmagy agramyň üýtgeýän täsiri astynda çalgyjyň kem-kemden harçlananlygy bilen, gurşawyň erediji täsiri bilen, şeýle hem çalgý ulgamynda basyşyň (çalgyjyň gysylmagynyň basyşy) peselmegi bilen baglanşykly. Ulgamda basyşyň peselmeginde çalgyjyň dykynyň kanallaryna barmagy bes edilýär, bu bolsa çalgýç gatlagynyň wagtyndan öň bozulmagyny we dykynyň jebisliginiň bozulmagyny ýüze çykarýar. Şol sebäpli krany çalgýç bilen üstüni dolduryp durmak zerurdyr, onuň näçe wagtdan doldurylmagy bolsa çalgyjyň häsiýetleri we krany ulanmagyň şertleri bilen kesgitlenýär.

Ähli ýagdaýlarda çalgyjyň düzümine bagly bolman krany ýapmagyň 8 – 12 siklinden soň kranyň işiniň dowam etmeginde aýlaw pursadynyň artýanlygy syn edilýär. Dolduryjysyz çalgýçlar üçin aýlaw pursadynyň başdaky ululygy gaty uly däl, ýöne ýapmagyň 50 (we ondan hem köp) siklinden soň aýlaw pursady ep-esli ýokarlanýar. Ylaýtada, aýlaw pursadynyň kranyň çalt işlemegi sebäpli birden ýokarlanmagy ýokary temperaturalarda has-da görnükli. Kranyň geçilýän kese kesiginiň diametrini kiçeltmek baglanşygyň häsiýetini üýtgetmän aýlaw pursadynyň ululygyny peseldýär.

Dyky armaturasyny ulanmakda jebislendiriji çalgýçlar dürli gurşawlar (nebit, gaz, suw) bilen kontaktirleýär. Kranyň stend barlaglarynda çalgyjyň suwuk gurşawlar (kerosin, suw) bilen uzak bolmadyk wagtlap kontaktirleme şertlerinde germetizasiýa etmek ukybynyň üýtgeýänligi syn edilmedi.

Ulanmagyň real şertlerinde, ýagny gurşaw bilen uzak wagtlap kontaktirlemede çalgyjyň ýüka gatlagynyň geçirip bilijiligi köpräk derejede gurşawa bagly bolmaly, bu bolsa çalgýçlaryň netijeliliginde tapawutlylygyň bolmagyna getirip bilýär. Beýleki ähli şertleriň birmeňzeş bolmagynda kranyň germetikliligi gaz gurşawynda işlenilende suwuk gurşawda

işlenilendäkä garanda ep-esli pes. Şol bir wagtda gaz guşawy üçin aýlaw pursadynyň ululygy suwuk gurşawynyňky bilen deňände ep-esli pes.

### 19.3 Jebislendiriji ukybyny sazlamak we gowulandyrmak

Berk şertlerde ulanylýan enjamlar üçin niýetlenen **jebislendiriji çalgýçlar hilini** goýaldyjyny we dispersion gurşawy **saýlamak** bilen köp üýtgedip bolmaýar. Çalgýçlarda dolduryjylaryň kesgitleýji orny ýüze çykaryldy, şol bir wagtda onuň otrisatel täsiri hem görkezilýär. Şeýlelikde, dolduryjylaryň girizilmegi bilen kranyň towlanma pursady elmydama artýar. Ýöne dolduryjyly çalgýçlarda ahyrky açylyp-ýapylma sikleriniň sanynyň ýokarlanmagy bilen az üýtgeýär. Dolduryjylar gurşawyň uly basyşlarynda jebislendiriji çalgýçlar insiz boşluklardan gysylyp çykarylmalygyna päsgel berýär, çalgýçlaryň agressiw gurşawa çydamlylygyny ýokarlandyrýar, saklamakda we ulanmakda kolloid durnuklylygyny ýokarlandyrýar, temperatura çydamlylygyny ýokarlandyrýar, bu bolsa jebislendiriji çalgýçlary has ýokary temperaturalarda ulanmaga mümkinçilik berýär.

Jebislendiriji çalgýçlaryň önümçiliginde dolduryjylar hökmünde dürli önümleri ulanýarlar: grafit, slýuda, molibdeniň disulfidi we beýlekiler ulanylýar. Olaryň çalgýçdaky konsentrasiýasy 5-den 20% çenli bolýar. Hyrly jebislendiriji çalgýçlar esasan ýumşak metallaryň – misiň, sinkiň, gurşunyň, alýuminiýniň ýa-da olaryň garyndysynyň külkesini ýokary konsentrasiýalarda (50% we ondan ýokary) goşýarlar.

Dolduryjyly we dolduryjsyz çalgýçlary barlamakda olaryň boşluklarda özüni alyp baryşynyň birmeňzeş dälligi kesgitlendi. Dolduryjyly çalgýçlar kesgitli basyşdan artyk bolup durýan geçirijileri ýok etmäge ukyply; bu ýagdaýda gurşawyň akyp gitmegi ujypsyz, basyş peselýär we boşluk ýene-de jebis bolýar. Slýudaly çalgýçlar disulfidli we grafitli çalgýçlar bilen deňände ulanylanda geçirijiler çalt dykylýar.

Dolduryjysyz çalgyçlar gurşawyň geçmeginiň önüni alyp bilmeýär we geçmek ýagdaýynda köp mukdarda gysylyp çykarylýar. Jebislendiriji çalgyçlarda dolduryjylar gurşawyň ýokary basyşlarynda (10 MPa –dan ýokary) mikroöýjükleri doldurýan we ýokary basyşlara çydamly bolan dykyz emele gelmeleri döretmek bilen preslenýär. Dolduryjynyň bölejikleriniň ölçegleri näçe kiçi bolsa şonça-da dolduryjy çalgyçda has dykyz we kompakt gaplanma döreýär we gurşawyň ýokary basyşlarynda dykynyň jibisligi saklanýar.

Öň belläp geçişimiz ýaly dolduryjysyz çalgyçlar ýokary basyşlarda has pes jebislendiriji häsiýetlere eýe bolýar, doduryjylaryň girizilmegi bolsa, aýlaw pursadyny artdyrýar. Ahyrky armaturadaky basyş bilen berk baglanşykly: ulgamda gurşawyň basyşy näçe ýokary bolsa, şonça-da krany açmak üçin uly güýç talap edilýär. Jebislendiriji çalgyçlaryna molibdeniň disulfidini girizmek (2 – 5% mukdarda) kiçi basyşlarda aýlaw pursanynyň ululygyny birnäçe artdyrýar. Çalgyçda  $\text{MoS}_2$ -iň bolmagy aýlaw pursadynyň krany ýapmak siklleriniň sanyna baglylygyny az üýtgedýär, bu bolsa armaturanyň has uzak wagt we ygtybarly işlemegini üpjün edýär.

Şeýlelikde, jebislendiriji çalgyçlarda dolduryjylaryň täsiri örän köp görnüşli: doduryjynyň bölejikleri bilen boşlugyň ep-esli daralýanlygy sebäpli çalgyjyň berklik çägi ýokarlanýar. Dolduryjyly çalgyçlaryň wajyp aýratynlygy olaryň içinden gurşawy geçirmekde öz-özleriniň berkemek ukyby bolup durýar, bu bolsa dolduryjynyň bölejikleriniň gurşaw bilen doldurylmagy we olaryň kömegi bilen geçiriji ýerleri dykyzlandyrmak. Dolduryjynyň tebigaty, onuň üst ýüzüniň ýag bilen ezilmek, sabyn süýümleri bilen täsirleşmek we ş.m. häsiýetleri, şeýle hem bölejikleriň ölçegleri dolduryjynyň basyş astynda preslenmek ukybynda ägirt rol oýnaýar.

Jebislendiriji çalgyçlar üçin döreýşi dürli bolan we dürli tebigatly doduryjylary bilelikde ulanmak örän netijeli. Molibdeniň disulfidiniň dolduryjylaryň arasynda iň gowy

germetirleýji häsiýete eýe bolan slýuda bilen bilelikde girizilmegi çalgyçlaryň hatardan çykarma garşy we iýilmegini ýüze çykarmaga garşy häsiýetlerini ep-esli gowulandyrýar. Politetraftoretleniň goşulmagy çalgyçlaryň pes temperatura häsiýetlerini gowulandyrýar.

Dolduryjylaryň garyndysyny hyrlar üçin jebislendiriji çalgyçlarda has giňden ulanýarlar. Öň bellenişi ýaly dolduryjylar hökmünde ýumşak metallaryň (misiň, sinkiň we gursunyň we beýlekileriň) owardylan görnüşi we olaryň grafit, slýuda ýa-da molibdeniň disulfidi bilen garyndylary ulanylýar. Hyrlar üçin çalgyçlarda metal ownuklary jebislendiriji we antifraksion (turbalaryň demontažyny ýeňilleşdiýän) materialyň rolyny oýnaýar. Çalgyjyň niýetlenilşi köplenç dolduryjylary (bularyň garyndysynyň jemleýji konsentrasiýasy 50 – 60 % ýetip bilýär) görterijileriň funksiýasy bilen kesgitlenýär. Çalgyçlaryň jebislendiriji häsiýetlerini gursunyň we sinkiň ownuk görnüşleri ep-esli gowulandyrýar, çalgylaýjy ukybyny bolsa, grafidiň we mis ununyň garyndysy gowulandyrýar.

Jebislendiriji çalgyçlaryň ulanylyş häsiýetlerini doldurylan çalgyçlara üst işjeň maddalary girizmek bilen gowulandyryp we sazlap bolýar. Prisadkalar dykyly kranyň aýlaw pursadynyň absolýut ululygyny peseldýär (sürtülme koeffisienti kiçelýär) we dyky armaturasyny ulanmagyň şertleri berkleşmegi bilen onuň minimal üýtgemegini üpjün edýär. Bu ýagdaýda, köplenç, çalgyçlaryň pes temperatura häsiýetleri hem gowulanýar.

Şeýlelikde antifraksion we goraýjy çalgyçlarda boluş ýaly jebislendiriji çalgyçlaryň ulanynyş häsiýetlerini gowulandyrmak we sazlamak nukdaý nazaryndan olara hem dolduryjylary hem prisadkalary bilelikde girizmek amatly bolup durýar. Netijede jebislendiriji häsiýetleri gowy, çalgylaýjy we goraýjy ukyplary ýokary, okislenmäge durnukly we wagt geçmeginde häsiýetleriniň durnuklylygy ýokary bolan çalgyçlar alyp bolýar. Prisadkalaryň we dolduryjylaryň amatly

laýyk gelmegi jebislendiriji çalgýçlaryň dyky armaturasyny berk şertlerde uzak möhletleýin ulanylmagynda jebislendirmegiň we aýlaw pursadynyň hemişeligin i üpjün edýär.

#### **19.4 Döwrebap jebislendiriji çalgýçlar**

Düzümi we häsiýetleri boýunça jebislendiriji çalgýçlar örän özboluşly, bu bolsa, köplenç, olaryň başga görnüşleriň çalgýçlary bilen çalyşylmagyna mümkinçilik bermeýär. Jebislendiriji çalgýçlary öndürmek üçin dürli komponentleri ulanýarlar. Dispersion gurşaw hökmünde kastor ýagyny, glisirin, sintetiki nebit ýaglaryny we olaryň garyndysyny ulanýarlar. Kastor ýagynda taýýarlanan çalgýçlar we olaryň nebit ýa-da sintetiki ýaglar bilen garyndysy nebit önümlerinde hiç-hili eremeýär.

Goýaldyjylar hökmünde gaty uglewodorodlar we organiki däl önümler (mysal üçin, silikagel, bentonit) bolup biler. Goýaldyjynyň gurşawda minimal ereýjiligi we çalgýçlara ýokary çalgylaýjy we goraýjy ukyplary bermek wajyp kriteriýalar bolup durýar.

Jebislendiriji çalgýçlaryň köpüsi dolduryjylary, şeýle hem prisadkalar hökmünde, käwagt bolsa esasy goýaldyjylaryň ornuny tutýan dürli ýokary molekulýar polimerleri özünde saklaýar. Poliizobutilen we onuň sopolimerlerini (3-5% mukdarda) adgeziýa häsiýetlerini we kolloid durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin, şeýle hem jebislendiriji çalgýçlaryň agressiw gurşawlara çydamlylygyny ýokarlandyrmak maksady bilen girizmek teklipe edilýär. Polimerleri (15-20% mukdarda), köplenç, wakuum jebislendiriji çalgýçlaryna girizýärler. Wakuum jebislendiriji çalgýçlaryny nebit ýaglarynyň ýokary temperaturada gaýnaýan fraksiýalarynda ýa-da sintetiki ýaglarda taýýarlaýarlar. Olaryň çalgýjyň düzümine girizilmegi şepbeşikligi we çalgý materialynyň jebislendirilýän tekizlige adgeziýasyny ýokarlandyrýar.

Tejribede dürli jebislendiriji çalgyçlary ulanýarlar: uglewodorod çalgyçlary, sabyňly çalgyçlar we organiki däl goýaldylyly çalgyçlar. Jebislendiriji çalgyçlaryň köpüsi grafit, slýuda, talk, molibdeniň disulfidi, asbest, metallaryň oksidleri we metallaryň poroşogy ýaly dolduryjylary özüne saklaýar. Dyky armaturasy üçin jebislendiriji çalgyçlaryna 10 -15% mukdarda dolduryjylary girizýärler.

Jebislendiriji çalgy materiallar hyrly birikdirmelerde giňden ulanylýar. Ýokary basyşlara niýetlenen hyrly birikdirmelerde jebislendiriji çalgyçlar örän uly kontakt ýüklenmeleriniň täsirine degişli bolýar. Hyrly birikdirmäniň işiniň berk şertlerinde çalgyjyň öz roly dine dolduryjyny göterijiniň funksiýasyndan ybarat bolup durýar. Hyrly birikdirmeler üçin çalgyçlarda dolduryjylaryň konsentrasiýasy, düzgün boluşy ýaly, 50%-den ýokary bolýar.

Dyky armaturasy üçin jebislendiriji çalgyçlaryň 10-dan köpräk görnüşleri hödürlendi, senagat masştablarynda olaryň 4-si öndürülýär. Hyrly çalgyçlaryň assortimenti hem şolar ýaly.

## **20-NJI BAP. Tehniki suwuklyklar**

Hereketlendirijiler, maşynlar we mehanizmler ulanylanda ýangyçlar we çalgy materiallar bilen bir hatarda tehniki suwuklyklar hem giňden ulanylýar. Suwuklyklaryň niýetlenilişi örän köp dürli. Olar – hereketlendirijini işe girizmegi aňsatlaşdyrmak we ony işläň wagty sowatmak, gidrawliki ulgamlarda güýji geçirmek we ş.m. Şol sebäpli tehniki suwuklyklar öz düzümi we häsiýetleri boýunça ep-esli tapawutlanýar.

### **20.1 Hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklar**

Hereketlendirijiniň işe girişmek häsiýetleri köp derejede ulanylýan ýangyçlaryň we ýaglaryň hiline bagly bolýar. Pes temperaturalarda hereketlendirijiniň işe girişmegi ýeňil fraksiýalarynyň mukdary köp bolan benzin ulanylanda, setan sany ýokary bolan dizel ýangyçlary ulanylanda we hereketlendiriji üçin ýaglaryň süýgeşikligi pes temperaturalarda uly bolmadyk ýagdaýynda aňsatlaşýar. Ýöne iň gowy ýangyçlar hem şol bir wagtda hem pes temperaturalarda hereketlendirijiniň işe girizmegi hem aňsatlaşýar. Şonuň bilen baglanşyklykda ýörite suwuklyklar has giňden ulanylyp başlady, olaryň kömegi bilen pes temperaturalarda hereketlendirijiniň işe girişmegi aňsatlaşýar.

Dizel hereketlendirijileri üçin "Холод -40" karbýurator hereketlendirijileri üçin bolsa "Арктика" ulanylýar. Bu suwuklyklaryň düzümine girýän aýratyn komponentleriň ýerine ýetirýän rolyna seredip geçeliň.  $C_2H_5 - O - C_2H_5$  etil efiri hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklaryň köpüsiniň hökmany komponenti bolup durýar. Ol öz-özünden ýalynlamagynyň temperaturasynyň pesligi bilen, doýgun buglarynyň basyşynyň ýokarylygy bilen tutaşma çäkleriniň giňligi bilen tapawutlanýar.

Sowuk dizel hereketlendirijisi işe girizilende birnäçe sebäplere görä we ilki bilen, silindriň diwarlaryny ýylylygy bermegiň netijesinde gysma taktynyň ahyrynda howanyň temperaturasy birden peselýär, etil efiriniň ulanylmagy deňşdirmede gaty bir ýokary bolmadyk temperaturalarda (190-220°C) ýanyjy garyndynyň öz-özünden ýalynlamagyny üpjün edýär. Öz-özünden ýalynlama temperaturasyny peseltmek üçin etil efirini arassa görnüşde ulanmak has netijeli. Ýöne, bu ýagdaýda hereketlendirijiniň silindrinde basyşyň birden gaty ýokarlanmagy ýüze çykýar, bu bolsa onuň şaýlarynyň döwürmegine getirmegi mümkin. Bu ýagdaýyň önünden gaçmak üçin dizel hereketlendirijileri üçin niýetlenen suwuklyklarda etil efiriniň mukdaryny adaty 60-70% çenli ýetirýärler.

Karbýurator hereketlendirijileri işe girizilende etil efiriniň howa bilen garyndyda giň konsentrasiýa çäklerinde tutaşyp bilmek ukybyny ulanýarlar. Bu bolsa örän garyp garyndylaryň ýsygyň kömegi bilen tutaşmagyny mümkin edýär. Ýöne karbýurator hereketlendirijiler üçin hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklarda etil efiriniň mukdary dizeller üçin suwuklardaka garanda pesiräk bolmagy hem mümkin.

Hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklar dizellerde ulanylanda ýalynlama etil efiriniň tutaşmagy bilen başlaýar we iň ahyrky nobatda ýangyjyň özi ýalynlaýar. Kem-kemden we yzygiderli ýalynlamagy üpjün etmek üçin hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklaryň düzümine izopropilnitrady we pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň garyndysyny girizýärler.

Izopropilnitrat etil efirinden biraz soňurak, ýöne esasy ýangyçdan önürti ýalynlaýar. Pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň garyndysy silindrde doly bugaryp, izopropilnitratdan biraz soň we esasy ýangyçdan önürti ýalynlaýar. Bular ýaly yzygiderli zynjyryň bolmagy esasy ýangyjy ýalynlamaga we göze görünýän ýangynyň



başlamagyna taýýadygyny üpjün edýär, bu bolsa basyşyň ýokarlanmagynyň tizligini ep-esli peseldýär. Dizeller üçin suwuklyklarda izopropilnitradyň we pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň garyndysynyň amatly mukdary takmynan 15%.

Karbýurator hereketlendirijileri üçin suwuklyklarda pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň garyndysynyň yşykdan tutaşyp bilýän ýanyjy garyndynyň emele gelmegini üpjün edýär. Ýanyjy garyndynyň örän pes temperaturalarda taýýarlanmak zerurlygyny hasaba almak bilen karbýurator hereketlendirijileri üçin suwuklyklara iň pes temperaturada gaýnaýan uglewodorodlaryň garyndysyny dizeller üçin suwuklar bilen deňände köp mukdarda girizýärler. Ýangyçhowa garyndysyny yşykdan ýalynlamaga ygtybarly taýýarlyk karbýurator hereketlendirijileri üçin suwuklyklaryň düzümine köp bolmadyk mukdarda izopropilnitradyň girizilmegi bolup durýar.

Hereketlendirijini işe girizmegiň ilkinji pursatlarynda sürtülýän şaýlaryň hatardan çykmagyny peseltmek hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklaryna hatardan çykma garşy we iýilmegine garşy prisadkalar girizilen ýaglary girizmek bilen amala aşyrylýar. Karbýurator hereketlendirijileri bilen deňeşdirende dizeller işe girizilýän mahaly sürtülýän jübütlere has uly agram döreyär. Barlaglardan belli boluşy ýaly hereketlendiriji işe girizilen wagty hatardan çykmagy peseltmek üçin dizeller üçin suwuklyklaryň düzüminde ýagyň mukdary 10% -den az bolmaly däl. Karbýurator hereketlendirijilerinde bular ýaly suwuklygy ulanmak ýakma sweçalarynyň "ýaglanmagyna", yşyk berilmeginiň bozulmagyna getirýär. Şol sebäpli karbýurator hereketlendirijileri üçin suwuklyklarda ýagyň mukdary 2% -den ýokary bolmaly däl. Ýagyň bu mukdary pes ýüklenen hereketlendirijini işe girizmegiň ilkinji pursatlarynda sürtülýän şaýlaryň çalgysyny üpjün edýär, şol bir wagtda ýakma sweçalarynyň işiniň bozulmagyny ýüze çykarmaýar.

Hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklaryna görkezilen esasy komponentlerinden başga-da köp bolmadyk konsentrasiýalarynda belli bir häsiýetleri gowulandyryan prisadkalary hem goşýarlar.

Hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklary ulanmak hereketlendiriji işe girizilende tirsek walynyň minimal aýlaw ýygylgyny birnäçe gezek peseltmäge mümkinçilik berýär. Köp sanly barlaglar "Холод -40" we "Арктика" hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklary ulanmagyň sowuk hereketlendirijileri gyzdyrman howanyň temperaturasy - 40° C bolanda hem işe girizmäge mümkinçilik berýänligini görkezdi. Bu ýagdaýda goýaldylan ýa-da süýgeşikligi pes ýaglary we doly zarýatlanan akkumulýator batareýalaryny ulanmaly. Howanyň temperaturasy - 40° C bolanda hereketlendirijini öňürti biraz gyzdyryp soňra işe girismek bolýar. Ýöne bu ýagdaýda hem hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklaryny ulanmak hereketlendirijini gyzdyrmak wagtyny gysgaltmaga we ony işe girizmegiň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Uzak wagtlap, sowuk hereketlendirijiniň işe girizilmegi sürtülýän jübütleriň hatardan çykmagynyň birden ýokarlanmagy bilen bilelikde geçýär diýip hasaplanýardy. Materiallaryň hatardan çykmaga çydamlylygyny ýokarlandyrmak boýunça gazanylan üstünlikler we ýaglarda netijeli prisadkalary ulanmak hereketlendirijiniň işe girizilmegindäki hatardan çykmalary birden azaltmaga mümkinçilik döretdi. "Холод -40" we "Арктика" hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklaryndaky ýaglar hem şoňa ýardam edýär.

## **20.2 Sowadyjy suwuklyklar**

Ýangyjyň hereketlendirijide ýanmagynda bölünip çykýan ýylylygyň bir bölegi hereketlendirijiniň ýakma kameralarynyň we silindrleriniň gyzmagyna harçlanýar. Ýakma

kameralarynyň diwarlarynyň temperaturasy örän ýokary bolanda silindrleriň dolmagynyň ýaramazlaşmagynyň netijesinde hereketlendirijiniň kuwwaty ýitýär, çalgylanma şertleri ýaramazlaşýar, detonasiýa we beýleki islenilmeýän hadysalar ýüze çykýar. Hereketlendirijiniň şaýlarynyň aşa gyzmagynyň önüni almak üçin olary sowadyrlar. Sowadyjy agent hökmünde hereketlendirijilerde howa ýa-da suw ulanylýarlar. Sowatmagyň suwuklykly ulgamlary has giňden ýaýran.

Suwuklyk bilen sowadylýan hereketlendirijilerde silindirleriň blogy we depesi ikili görnüşde taýýarlanan. Diwarlaryň arasynda suwuklyk bilen dolýan sowadyjy köýnek emele gelýär. Sowadyjy suwuklyk diwarlaryň we silindrleriň depeleriniň ýylylygyny alyp, ol ýylylygy wentilýatoryň kömegi bilen radiatordan geçirilýän howa berýär. Şeýlelikde, sowadyjy suwuklyk sowatmagyň ýapyk ulgamynda silindrler blogynda gyzyp we radiatorda sowadylyp üznüksiz aýlaw edýär.

Tutuş ulgamyň kadaly işlemegini üpjün etmek üçin sowadyjy suwuklyklara belli talaplar bildirilýär. Suwuklygyň ýylylyk sygymy we ýylylyk geçirijiligi ýokary bolmaly, ýylylygy netijeli aýyrmak üçin ol hereketlendirijiniň ähli işçi temperaturalarynda doňmaly we gaýnamaly däl; tutaşmaly däl, köpürjiklemeli däl, metallaryň we splawlaryň poslamagyna getirmeli däl, rezin şlangalary we sowadyjy ulgamyň birikdirmelerini iýmeli däl.

Hereketlendirijileri howanyň položitel temperaturalarynda ulanmak üçin has doly laýyk gelýän sowadyjy suwuklyk suw bolup durýar. Otrisetel temperaturalarda suwuň doňmagyndan gaçyp doňma temperaturany peseldýän dürli goşundylar goşulan suw erginleri ulanylýar. Bular ýaly erginler antifrizler diýip at aldy.

Suw – iň giňden ýaýran sowadyjy suwuklyk. Ol elýeterli, ýangyn howsyzlygy babatda howpsyz, adam üçin zyýansyz we  $4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$  deň bolan, beýleki ähli belli bolan sowadyjy suwuklyklaryňka garanda ýokary bolan

ýylylyk geçirijilige eýe. Suwuň düýpli kemçiligi doňma temperaturasynyň ýokarylygy (suw 0°C-da göwrüminiň ep-esli giňemeginde doňýar), bu bolsa pes temperaturalarda sowatma ulgamynyň bozulmagyna, doňmagyna getirýär.

Suwuň gaýnama temperaturasy deňeşdirmede örän pes, şonuň üçin döwrebap hereketlendirijileriň sowatma ulgamynda 80 - 90°C temperaturany saklaýarlar. Hereketlendirijileri yssy klimat şertlerinde ulanmakda suwuň temperaturasy 95 - 100°C. Suwuklygyň köp mukdarda ýitmeginiň önüni alyp hereketlendirijilerde sowadyjy ulgamy germetizirleýärler. Radiatoryň dyrysynda diňe sowatma ulgamynda basyşyň ýokarlanmagynda açylýan klapan oturdýarlar. Bu suwuň gaýnama temperaturasyny bir az ýokarlandyrmaga we onuň bugarmagyň hasabyna ýitmegini azaltmaga ýardam berýär.

Suwuň sowadyjy suwuklyk hökmünde ýetmezçiligi ulgamda şlam we gaýnak emele getirýänligi bolup durýar. Gaýnak gyzgyn diwarlarda suw erginlerden duzlaryň çökýänliginiň hasabyna emele gelýär. Şlam bolsa, hereketlendirijiniň sowadyjy köýneginiň çola ýerlerinde we radiatoryň aşakky baçogynda toplanýan mineral ýa-da organiki toplandylar bolup durýar.

Sowadyjy ulgamynda gaýnakiň emele gelmegi suw erginlerinde magniýnyň we kaliýniň duzlarynyň çökmegi bilen we olaryň garyndylaryň we poslama önümleriň bölejikleri bilen gyzgyn metalyň ýüzüne ýelmeşmegi bilen baglanşykly. Gaýnak gatlagynyň ýylylyk geçirijiligi örän pes, ýagny ýylylykberijilik ýaramazlaşýar. Şol bir wagtda radiatoryň turbalarynyň kese kesigi kiçelýär, bu hem hereketlendirijiniň gyzmagyna we onuň netijesinde ýangyjyň harçlanmasynyň artmagyna getirýär. Suwda erän görnüşinde saklanýan kalsiý we magniý duzlary suwa talhlyk häsiýetini berýär. Talhlygy orta ýa-da ýokary bolan suwy sowadyjy ulgamda ulanmazdan önürti “ýumşatmak” ýa-da ýörite prisadkalar – antigaýnakınler goşmak teklipe edilýär. Suwy ýumşatmagyň iň ýönekeý usuly ony gaýnatmak bolup durýar: suw gaýnadylanda ondaky

bikarbonatlar dargayar, karbonatlar bolsa – suwdan çökündi görnüşinde çökýär. Filtrlendenen soň “ýumşadylan” suwy sowadyjy ulgam üçin ulanmak bolýar.

Suwy himiki usuly bilen hem ýumşadyp bolýar. Suwa soda we hek goşulanda kalsiýniň we magniýniň birleşmeleri çökündi emele getiriş çökýär. Suwy ýumşatmagyň hek-soda usuly suwy gaýnatmakdan has netijeli.

Suwy kationitleriň üsti bilen filtrlmek usuly iň ýönekeý we netijeli usul bolup durýar. Senagatda suwy kationitler bilen ýumşatmak üçin tipiki desgalarda öndürilýär.

Antigaýnakinler diýip atlandyrylýan maddalar suwy göni sowadyjy ulgamda işlemek bilen gaýnakiň emele gelmeginiň önüni alyp bolýar. Antigaýnakinleri has hem meýdan şertlerinde, “ýumşadylan” suw ýok wagty, ulanmak amatly. Antigaýnakinleriň täsiri gyzgyn tekizliklerde gaýnakiň gaty toplandylarynyň emele gelmeginiň önüni almakdan ybaratdyr. Bu gaýnak emele getirýän duzlaryň ýumşak ýagdaýa geçirilmeginde ybaratdyr. Antigaýnakinler hökmünde nariýniň geksamatafosfady ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub>, hrompik  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , nariýniň ortafosfaty  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  (tpinatriýfosfat) we ş.m. ulanylýar.

Sowadyjy ulgamlar üçin niýetlenen suwy nebit önümleri bilen hapalanmadan goramaly. Suwa ýangyçlaryň we ýaglaryň düşmegi köplenç çalt köpürjikleme we suwuň sowadyjy ulgamdan dökülmegi bilen geçýär.

Daşky howanyň temperaturasy 0°C-dan pes bolanda suwuklyk bilen sowatma ulgamlara suwa derek pes temperaturada doňýan suwuklyklary – antifrizleri guýmaly bolýar. Antifrizler hökmünde suwuň spirtler, gliserin bilen garyndysyny ýa-da uglewodorodlaryň, birnäçe başga maddalaryň garyndysyny ulanmak bolýar. Pes temperatura sowadyjy suwuklyk hökmünde iň giňden ýaýran etilen glikolyň suw erginleri bolup durýar.

Etilenglikol – iki atomly spirt  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ , reňsiz, yssyz, dury, süýgeşik suwuklyk bolup durýar. Tehniki

dietilenglikolyň reňki solok sary. Dietilenglikol 197°C-da gaýnaýar we minus 11,5°C-da doňýar. Ýöne etilenglikolyň suw bilen garyndylary has pes temperaturalarda gaýnaýar. Suwuň we etilenglikolyň gatnaşygyny üýtgedip doňma temperaturasy 0°C-dan 70°C çenli bolan garyndylary alyp bolýar.

Suw bilen etilenglikolyň dykzlyklary dürli bolanlygy sebäpli olary garyşdyranda dykzlyk additiw üýtgeýär we antifrizleriň dykzlygyny ölçäp onuň doňma temperaturasyny aýdyp bilmek mümkin boldy.

Etilenglikol metallara posladyjy täsir edýänligi sebäpli antifrizleriň düzümine poslatmagarşy prisadkalary goşýarlar. Köpürjiklemeginiň önüni almak üçin köpürjige garşy prisadkalary goşýarlar.

Etilenglikolyň suw erginleriniň bugarmagynda bölünip çykýan buglar elmydama etilenglikolyň buglaryna garanda suwuň bugyny has köp mukdarda saklaýar.

Etilenglikol suwuklyklarynyň göwrüm giňelmesiniň koeffisientleri uly bolýar. Olary işçi temperaturalaryna çenli gyzdymakda göwrümi 6-8% çenli artýar. Etilenglikol antifrizleri doňanda bulamyk şekilli massanyň göwrümi gaty köp üýtgemeyär we hereketlendirijiniň ýa-da radiatoryň doňmagy ýüze çykmaýar.

Himiýa senagaty etilenglikolyň esasynda antifrizleriň birnäçe kysymlaryny öndürýär. 40 we 65 kysymly pes temperaturada doňýan sowadyjy suwuklyklar has giňden ýaýran. 40 kysymly suwuklyk 53% etilenglikoldan we 47% suwdan durýan garyndy bolup minus 40°C-dan ýokary bolmadyk doňma temperatura eýedir. 65 kysymly suwuklyk 66% etilenglikoldan we 34% suwdan durýan we doňma temperaturasy minus 65°C-dan ýokary däl.

Poslatma garşy prisadkalar hökmünde antifrizlere dinatriýfosfattehniki (iki oruntutmaly fosforturşy natriý 2,5 – 3,5 g/l mukdarda) we dekstrin (krahmal görnüşli uglewod – 1 g/l) ulanylýar. Dinatriýfosfat çöýün, polat we mis şaýlary bölekleyin poslamadan goraýar, deksrin bolsa – alýumin we

misden ýasalanlary goraýar diýip hasaplanýar. Käwagt bu prisadkalardan başga-da antifrizlere molibdenturşy natriý goşulýar, bu bolsa olaryň sink ýa-da hrom örtüklerine gatnaşyklykda poslatma garşy häsiýetlerini gowulandyrýar. Bular ýaly antifrizler 40M we 60M indeksler bilen belenilýär.

Soňky ýyllar senagat taýdan pes temperaturada doňýan tosol sowadyjy suwuklyklary öndürilýär. Ony tutuş ýylyň dowamynda, gyş möwsümünde we tomusda hem ulanýarlar. Bu suwuklygy etilenglikolyň esasynda poslatma garşy we köpürjiklemä garşy prisadkalary goşup taýýarlaýarlar. Üç kysymyny öndürýärler – tosol A, tosol A-40 we tosol A-65.

Tosol A- prisadkalar goşulan konsentirlenen etilenglikol. Tosol A-ny distilirlenen suw bilen gowşadandan soň ulanmaly. Tosol A we suwuň garyndysy 1: 1 gatnaşykda kristallaşmagynyň başlangyç temperaturasy minus 35°C deň.

Doňma temperaturasy minus 40°C deň bolan Tosol A-nyň suw ergini tosol A-40 diýip belenilýär, temperaturasy minus 65°C deň bolsa – tosol A-65. Tosol A-nyň dykzlygy 1120-1140 kg/m<sup>3</sup> çäklerinde, tosol A-40 – 1075 –1085 kg/m<sup>3</sup> we tosol A-65 1085-1095 kg/m<sup>3</sup>.

### **20.3 Gidrawliki ulgamlar üçin suwuklyklar**

Döwrebap maşynlarda we mehanizmlerde energiýany ýapyk ulgamda saklanýan suwuklygyň üsti bilen geçirmek ulanylýar. Suwa ýetirilýän basyş suwuň hili gysylmaýanlygynyň hasabyna şol dessine ähli ugurlar boýunça geçirilýär. Guýji geçirmegiň gidrawliki ulgamlary, ýa-da gidroherekedegetirijiler pneumatiki, elektrik ýa-da mehaniki ulgamlaryň önünde bir näçe artykmaçlyklara eýedir. Şol sebäpli bular tehnikada giňden ulanylýar we olaryň gelejekde ulanylşy has-da giňeler. Döwrebap awtomobillerde 5-7 sany gidroherekede getirijiler bar (herekede bes etmek ulgamy, ruly gidrogüýçlendirijiler, ilteşmeleri herekede getiriji, özidökýänleriň göteriji gurnamalary we ş.m.), uçarlarda

bularyň sany onlarça ýetýär, suwasty atom gämilerinde bolsa-ýüzden hem köp.

Maşynlaryň we mehanizmleriň gidrawliki ulgamlaryny öz niýetlenilişi boýunça esasy üç topara bölüp bolýar:

1. Güýji aralyklara geçirmek, ýerine ýetiriji ýa-da dolandyryjy mehanizmlere we abzallara geçirilýän güýçleri artdyrmak ýa-da azaltmak üçin niýetlenen ulgamlar. Bu topara awtotraktor tenikasynyň, uçarlaryň, tanklaryň, kürek we howa wintleriniň ädimini sazlamak ulgamyň, uşaryň şassisini çykarmak we ýygnamagyň, oba hojalyk tehnikasynyň yzyna tirkelýän enjamlaryny dolandyrmagyň, suwasty gämileriniň suwa çümmeginiň we suwuň ýüzüne çykmagynyň hereketi bes etmek ulgamy degişli.

2. Ýerüsti maşynlaryň hereket etmeginde, uçarlaryň ýerden galmagynda we gonmagynda yrgyldylaryny ýatyrnak ulgamy. Bu ulgamlar gidrawliki amortizatorlary öz içine alýar, amortizatorlarda maşynyň yrgyldylarynyň kinetiki energiýasy ýylylyk energiýa öwrülýär. Amortizatorlar ýoluň nätekiz ýerlerinde ýüze çykýan urgylary “ýumşadýar”, maşynyň tekiz ýöremegini artdyrýar, şonuň bilen birlikde adamlary we ýük gatnatmagyň şertlerini gowulandyrýar.

3. Güýji hereketlendirijiden transmissiýanyň alyp gidiji walyna basgançaksyz awtomatiki geçirmek üçin ulgamlar. Bular ýaly ulgamyň esasy elementi gidrotransformator bolup durýar, onda agramyň üýtgemeginde aýlaw edýäm moment hem awtomatiki uýtgeýär. Gidrotransformatoryň esasy işçi elementi gidrawliki suwuklyk bolup durýar, oňa kăwagt transmissiýa ýagy hökmünde seredýärler.

Gidrawliki suwuklyklaryň iň wajyp görkezijisi süýgeşiklik we onuň temperatura baglylygy (süýgeşiklik-temperatura häsiýeti) bolup durýar. Gidrawliki ulgam süýgeşikligi amatly bolan suwuklyk ulanylanda ygtybarly işleýär. Süýgeşikligi ýeterlik bolmadyk suwuklyk sürtülýän şaýlaryň çalgysyny üpjün edip bilmeýär we dürli salnik jebislendirijileriň dykyz däl



ýerlerinden akyp çykar. Süýgeşikligi ýokary suwuklyklar ulanylanda gidrawliki ýitgiler artýar, gidrawliki herekede getirijiniň işläp başlamagynyň tizligi peselýär. Süýgeşiklik köp ulanylyş häsiýetlerini kesgitleýji görkeziji hökmünde ýagyň görnüşini bellemekde ulanylýar.

Atmosfera şertlerinde işleýän gidrawliki ulgamlar üçin položitel temperaturalarda süýgeşikligiň derejesinden başga-da temperaturanyň üýtgemegi bilen suwuklygyň süýgeşikliginiň üýtgemegi ähmiýetlidir. Şol sebäpli suwuklyklara edilýän talaplarda + 50°C-da zerur bolan süýgeşiklik bilen bir hatarda – 40 °C ýa-da – 50 °C-daky süýgeşikligi hem görkezýärler. Mysal üçin, mobil obýektleriň – awtomobil we traktorlaryň gidrawliki ulgamlarynyň ygtybarly işlemegini üpjün etmek üçin maksimal mümkin bolup biljek temperaturalarda suwuklygyň süýgeşikligi 7-8 mm<sup>2</sup>/s-den pes bolmaly däl, iň pes temperaturada bolsa 1000 – 1100 mm<sup>2</sup>/s-dan okary bolmaly däl. Tehnika demirgazyk etraplarda ulanylanda gidrawliki suwuklyklaryň pes temperatura häsiýetlerine ýörite talaplar işlenip taýýarlanan.

Süýgeşiklik derejesi we süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri boýunça niýetlenilşi dürli bolan gidrawliki ulgamlar üçin suwuklyklaryň dört toparynyň bolmagy ýeterlikli: süýgeşikligi pes ( $v_{50} = 4-5 \text{ mm}^2/\text{s}$  we  $v_{-50} \leq 500 \text{ mm}^2/\text{s}$ ), ähli pasyllar üçin orta süýgeşikli pes ( $v_{50} = 10 \text{ mm}^2/\text{s}$  we  $v_{-50} \leq 1500 \text{ mm}^2/\text{s}$ ), süýgeşik ( $v_{50} = 25-30 \text{ mm}^2/\text{s}$ ). Süýgeşikligiň we süýgeşiklik-temperatura häsiýetleriň zerur bolan derejesinden başga-da gidrawliki suwuklyklar ulanylyşyň talaplaryna jogap berýän birnäçe beýleki talaplara eýe bolmaly.

Adatça gidrawliki suwuklyklar ulgamyň şaýlarynyň bilelikde hereket etmeginde çalgysyny üpjün edýär, şol sebäpli suwuklygyň çalgylaýjy häsiýetlerine baha berýärler. Gidrawliki ulgamda suwuklygyň ulanylyş möhleti örän uzak şol sebäpli ol himiki durnukly we mis we onuň splawlary ýaly metallaryň gatnaşmagynda howanyň kislorody bilen okislenmäge degişli bolmaly däl. Suwuklyklar metallaryň we splawlaryň

poslamagyny ýüze çykarmaly däl we olary suwuň düşen ýagdaýynda poslamadan goramaly, rezinler bilen doly laýyk gelmeli, olaryň çişmegini we düzüjileriniň ýuwulyp gitmegini ýüze çykarmaly däl, ýalpyldama we öz-özünden ýalynlama temperaturasy ýokary bolmaly, köpürjik emele getirmäge ýygynlygy minimal bolmaly.

Gidrawliki suwuklyklar hökmünde has giňden ýaýran nebit ýaglary bolup durýar. Olar arzan, süýgeşikliginiň derejesi dürli bolup bilýär, resurslar bilen üpjün we birnäçe beýleki talaplara laýyk gelýär. Nebit esasyndaky döwrebap suwuklyklar baza ýagdan we ulanylyş häsiýetlerini gowulandyrmak üçin prisadkalaryň toplumyndan durýar.

Gidrawliki suwuklyklary döretmek üçin baza ýaglary nebiti göni kowmagyň netijesinde, şeýle hem nebit çig malyny ikenji gaýtadan işlemek proseslerinde (gidroizomerizasiýa, gidrokreking we beýlekiler) alynýar. Süýgeşikligi ýokarlandyran prisadkalary süýgeşikligiň talap edilýän derejesine ýetmek üçin we süýgeşiklik indeksini ýokarlandyrmak üçin süýgeşikligi pes baza ýaglaryna goşýarlar. Hidrawliki ýaglary alamak üçin goýaldygy prisadkalar hökmünde winipollar, polimetakrilatlar we poliizobutilenler ýaly polimer birleşmeler ulanylýar.

GIDROGÖWRÜMLI      GEÇIRIJILER      ÜÇIN  
GIDRAWLIKI ÝAGLAR      TŞ 05766698-24-2002

49-njy tablisa

T/b	Görkezijiniň ady	Ýagyň kysymy
		VG-46 HM
1	Kinematiki süýgeşiklik $\text{mm}^2/\text{s}$ , $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , az däl $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , çäklerde $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , köp däl	6,0 41,4-50,6 1000
2	Süýgeşiklik indeksi, az däl	95

3	Aşgar sany, 1 g ýag üçin KOH, mg-da, az däl	0,7-1,5
4	Mehaniki goşundylaryň massa paýy, %, köp däl	ýok
5	Suwuň massa paýy, %, köp däl	ýok
6	Açyk tigelde kesgitlenilýän ýalpyldama temperaturasy, °C, pes däl	210
7	Doňma temperaturasy, °C, ýokary däl	-20
8	Okislenmä garşy durnuklylygy: -okislenmeden soň ýagda çökündiniň massa paýy, %, az däl -okislenmede aşgaryň sany üýtgemegi ter ýag bilen deňeşdirilende, mg KOH/lg ýag, ýokary däl	0,03 0,15 -
9	Poslaýjylyk, M1 mis plastinkalarynda, 100°C temperaturada, 3 sagatlap ballar 4, köp däl	1 a
10	72 sagadyň dowamynda 80°C UIM-1 markanyň reziniň massasynyň üýtgemegi, çäklerde	1,0-4,0
11	Dykyzlygy, 20°C-da g/sm <sup>3</sup> , köp däl	0,885

## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasy. “Türkmenistan” gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. Гуреев А. А., Фукс И. Г., Лашхи В. Л. Химмотология.- М.: Химия, 1986, - 368 с.
11. Бобров Н.Н., Воропай П.И. Применение топлив и смазочных материалов, изд.2 „Недра“, 1968, 488с

12. Гуреев А.А., Иванова Р.Я., Щеголев Н.В. Автомобильные эксплуатационные материалы , „Транспорт“, М., 1974, 277с.
13. Аксенов А.Ф. Авиационные топлива, смазочные материалы и специальные жидкости, изд. 2 – ое , „Транспорт“ .М., 1970, 256с.
14. Резников Н.Е. топлива и смазочные материалы для летательных аппаратов. Воениздат.М.:, 1973.
15. «Товарные нефтепродукты, их свойства и применение» , Справочных под ред. Н.Г.Пучкова, 1971.
16. Синицын В.В. Подбор и применение пластичных смазок, «Химия», 1974.
17. Фукс И.Г. Пластичные смазки изд. МИНХиГП, 1970.
18. А.Г. Сарданашвили, А.И. Львова Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. - М., Химия, 1980.- 256 с.
19. Практикум по технологии переработке нефти. Под ред. Е. В. Смидович, И. П. Лукашевич. - М., Химия, 1978.-288 с.

## MAZMUNY

Giriş	7
<b>1-NJİ BAP. Himmotologiýanyň ylmy esaslary</b>	11
1.1 Himmotologiýa - bilimiň täze pudagy	11
1.2 Himmotologiýanyň esasy wezipeleri	12
1.3 Ýangyçlaryň we çalgý materiallaryň hili	16
1.4 Hile baha bermegiň usullary	20
<b>İ BÖLÜM. Ýangyçlaryň himmotologiýasv</b>	24
<b>2-NJİ BAP. Ýylylyk hereketlendirijiler we ýangyçlaryň toparlara bölünişi</b>	24
2.1 Ýylylyk hereketlendirijileriň toparlara bölünişi we işleýşiniň düzgünleri	24
2.2 Ýangyçlaryň toparlara bölünişi	32
<b>3-NJI BAP. Ýangyçlaryň ulanylyş häsiýetleri</b>	38
3.1 Ýangyçlaryň bugarmasy	41
3.2 Ýangyçlaryň ýalynlamagy we ýanyşy	46
3.3 Ýangyçlaryň akdyrylyşy	55
3.4 Ýangyçlaryň durnuklylygy	70
3.5 Ýangyçlaryň poslama işjeňliligi we metaldäl materiallar bilen laýyk gelişi	88
3.6 Ýangyçlaryň goraýjy häsiýetleri	98
3.7 Ýangyçlaryň hatardan çykarmaga garşy häsiýetleri	99
3.8 Ýangyçlaryň sowadyjy häsiýetleri	102
3.9 Ýangyçlaryň ekologiki häsiýetleri	103
<b>4-NJI BAP. Benzinler</b>	114
4.1 Benziniň bugarmasy	117
4.1.1 Hereketlendirijini işe girizmek we bug dykylaryny emele getirmek ukyby	119
4.1.2 Hereketlendirijiniň gyzmagy, bat almagy, hatardan çykmagy we tygşytly işleýşi	123
4.2 Benziniň ýalynlamasy we ýanyşy	124
4.2.1 Kadaly we detonasiýaly ýanmak	125
4.2.2 Benziniň detonasiýa durnuklylygy we oktan sany	129
4.2.3 Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyna edilýän	

talaplar	132
4.2.4 Benzinleriň detonasiýa durnuklylygyny ýokarlandyrmagyň ýollary	134
4.2.5 Benzinleriň kakil ýanylmaga ýykgyň edişi	139
4.3 Benzinleriň akdyrylyşy	140
4.4 Benzinleriň durnuklylygy we toplandylary emele getirmek ukyby	141
4.4.1 Benzinleriň himiki we fiziki durnuklylygy	141
4.4.2 Benzinleriň toplandy we köýük emele getirişi	143
4.5 Benzinleriň poslatma işjeňliligi we beýleki häsiýetleri	145
4.6 Döwrebap benzinler	146
<b>5-NJI BAP. Dizel ýangyçlary</b>	148
5.1 Dizel ýangyçlarynyň bugarmasy	151
5.2 Dizel ýangyçlaryň ýalynlamasy we ýanyşy	156
5.3 Dizel ýangyçlaryň akdyrylyşy	164
5.3.1 Dizel ýangyçlarynyň pes temperarura häsiýetleri	164
5.3.2 Hapalaryň we mehaniki garyndylaryň täsiri	168
5.4 Dizel ýangyçlaryň durnuklylygy	170
5.5 Dizel ýangyçlaryň poslatma işjeňliligi	174
5.6 Dizel ýangyçlarynyň goraýjy häsiýetleri	177
5.7 Dizel ýangyçlarynyň hatardan çykamakdan goramak häsiýeti	179
5.8 Dizel ýangyçlarynyň ekologiki häsiýetleri	180
5.9 Döwrebap dizel ýangyçlary	182
<b>6-NJY BAP. Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlar</b>	185
6.1 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň bugarmasy	188
6.2 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň ýalynlamasy we ýanyşy	192
6.3 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň akdyrylyşy	194
6.3.1 Uglewodorod kristallarynyň emele gelişi	195
6.3.2 Buz kristallarynyň emele gelişi	196

6.3.3 Bug-howa dykylarynyň emele gelişi	198
6.3.4 Mehaniki garyndylaryň we hapalaryň täsiri	199
6.4 Durnuklylygy we toplandylary emele getirmäge ýygyn etmegi	201
6.4.1 Fiziki we himiki durnuklylyk	201
6.4.2 Termookislenme durnuklylygy we toplandy emele getirmäge ýygyn etmegi	203
6.5 Poslatma işjeňliligi we metaldäl materiallar bilen laýyk gelişi	206
6.6 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň goraýyş häsiýetleri	207
6.7 Reaktiw hereketlendirijiler üçin ýangyçlaryň hatardan çykmakdan goramak häsiýeti	208
<b>7-NJI BAP. Gaz turbina hereketlendirijiler üçin ýangyçlar</b>	217
7.1 Gaz turbina hereketlendirijilerinde ýangyçlar	217
7.2 Gaz turbina ýangyçlarynyň bugaryşy, ýalynlamasy we ýanyşy	219
7.3 Gaz turbina ýangyçlarynyň akdyrylyşy we durnuklylygy	221
7.4 Gaz turbina ýangyçlarynyň poslatma işjeňliligi	222
7.5 Döwrebap gaz turbina ýangyçlary	224
<b>8-NJI BAP. Kotelnýa desgalary üçin ýangyçlar</b>	226
8.1 Kotelnýa ýangyçlarynyň bugarmasy, ýalynlamasy we ýanyşy	227
8.2 Ýangyçlaryň akdyrylyşy	228
8.3 Kotelnýa ýangyçlarynyň durnuklylygy, çökündi emele getirşi, poslatma işjeňliligi	230
8.4 Ýangyçlaryň görnüşleri	231
<b><u>II bölüm. Çalgy ýaglaryň himmotologiýasy</u></b>	235
<b>9-NJY BAP. Çalgy ýaglaryň himmotologiýasynyň umumy meseleleri</b>	235
9.1 Çalgy ýaglaryň toparlara bölünüş	235
9.2 Ýaglaryň ulanylyş häsiýetlerine talaplar	237
9.3 Çalgy ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri	238



9.3.1	Çalgylaýjy häsiýetleri	238
9.3.2	Süýgeşiklik häsiýeti	242
9.3.3	Poslatma garşy we goraýjy häsiýetleri	245
9.3.4	Okislenmä garşy häsiýetleri	248
9.3.5	Ýuwujy häsiýetleri	250
9.3.6	Köpürjiklemä garşy häsiýetleri	154
9.3.7	Çalgý ýaglaryň saklanylşy, laýyk gelişi we ekologiki häsiýetleri	253
9.4	Çalgý ýaglaryň düzümi	255
<b>10-NJY BAP. Porşenli hereketlendirijiler üçin çalgý ýaglar</b>		259
10.1	Porşenli hereketlendirijileriň çalgý ulgamy	259
10.2	Ýaglaryň hiline edilýän talaplar	260
10.3	Porşenli hereketlendirijiler üçin çalgý ýaglaryň esasy ulanylyş häsiýetleri	262
10.3.1	Çalgý we poslama garşy häsiýetleri	262
10.3.2	Süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri	265
10.3.3	Goraýjy häsiýetleri	267
10.3.4	Okislenmä garşy we ýuwujy häsiýetleri	268
10.4	Döwrebap motor ýaglary	269
<b>11-NJI BAP. Reaktiw hereketlendirijiler üçin çalgý ýaglar</b>		282
11.1	Reaktiw hereketlendirijileriň we gaz turbinalarynyň çalgý ulgamy	282
11.2	Ýaglaryň hiline edilýän talaplar	283
11.3	Çalgý ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri	286
11.3.1	Çalgý, poslama garşy we goraýjy häsiýetleri	286
11.3.2	Süýgeşiklik-temperatura häsiýeti	288
11.3.3	Okislenmä garşy häsiýeti	290
11.4	Reaktiw hereketlendirijiler üçin döwrebap ýaglar	291
<b>12-NJI BAP. Transmissiýalar üçin çalgý ýaglar</b>		294
12. 1	Transmissiýalaryň çalgý ulgamy	294
12.2	Ýaglaryň hiline talaplar	295
12.3	Çalgý ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri	297
12.3.1	Çalgý häsiýetleri	297

12.3.2	Süýgeşiklik-temperatura häsiýetleri	298
12.3.3	Okislenmäge garşy, poslatma garşy we goraýjy häsiýetleri	300
12.4	Döwrebap transmissiýa ýaglary	301
	<b>13-NJI BAP. Industrial çalgý ýaglary</b>	308
13.1	Ýaglaryň hiline edilýän talaplar	308
13.2	Industrial ýaglaryň ulanylyş häsiýetleri	308
13.3	Döwrebap industrial ýaglary	309
	<b>14-NJI BAP. Dürli niýetler üçin ýaglar</b>	313
14.1	Abzal ýaglary	313
14.2	Prokat stanlar üçin ýaglar	313
14.3	Turbina ýaglary	314
14.4	Kompressor ýaglary	316
14.5	Sowadyjy maşynlar üçin ýaglar	317
14.6	Silindr ýaglary	318
	<b>15-NJI BAP. Çalgý ýaglary tehnikada rejeli ulanmagyň ýollary</b>	320
15.1	Çalgý ýag – çalgylanýan obýektiň gurluşynyň elementi	320
15.2	Ýaglaryň esasy ulanylyş häsiýetleriniň üýtgemegi	321
15.3	Çalgý ýaglary rejeli ulanmagyň ýollary	326
	<b><u>III bölüm. Plastiki çalgýçlaryň we tehniki suwuklyklaryň himmotologiýasy</u></b>	337
	<b>16-NJY BAP. Plastiki çalgýçlaryň himmotologiýasy</b>	337
16.1	Plastiki çalgýçlary ulanmagyň esaslary	337
16.2	Çalgýçlaryň düzümi we kolloid gurluşy	338
16.3	Çalgýçlaryň niýetlenişi we toparlara bölünişi	342
16.4	Çalgýçlaryň hiline edilýän talaplar	347
16.5	Çalgýçlaryň esasy häsiýetleri	349
16.5.1	Çalgýçlaryň berklik häsiýetleri	349
16.5.2	Çalgýçlaryň süýgeşiklik häsiýetleri	350
16.5.3	Çalgýçlaryň mehaniki durnuklylygy	351
16.5.4	Penetrasiýa sany	352

16.5.5 Çalgyçlaryň kolloid durnuklylygy	d
353	
16.5.6 Çalgyçlaryň himiki durnuklylygy	354
16.5.7 Çalgyçlaryň termiki durnuklylygy	355
16.5.8 Çalgyçlaryň bugarmasy	356
16.5.9 Çalgyçlaryň mikrobiologiki durnuklylygy	357
16.5.10 Çalgyçlaryň radiasiýa durnuklylygy	358
16.5.11 Damjasynyň damma temperaturasy	358
16.6 Çalgyçlaryň hilini sazlamak we gowulandyrmak	359
<b>17-NJI BAP. Antifrakسیون çalgyçlar</b>	365
17.1. Çalgyçlaryň niýetlenilşi, toparlara bölünişi we barlag usullary	366
17.2 Çalgy täsiriniň fiziki-himiki esaslary	369
17.3 Çalgy ukybyny sazlamak we gowulandyrmak	375
17.4 Döwrebap antifrakسیون çalgyçlar	382
<b>18-NJI BAP. Konserwasion çalgyçlar</b>	388
18.1 Çalgyçlaryň niýetlenilşi, toparlara bölünişi we barlag usullary	389
18.2 Goraýjy täsiriniň fiziki-himiki esaslary	394
18.3 Goraýjy ukybyny sazlamak we gowulandyrmak	399
18.4 Döwrebap konserwasion çalgyçlar	404
<b>19-NJY BAP. Jebislendiriji çalgyçlar</b>	407
19.1 Jebislendiriji çalgyçlaryň niýetlenilşi we toparlara bölünişi	407
19.2 Jebislendiriji täsiriniň fiziki-himiki esaslary	410
19.3 Jebislendiriji ukybyny sazlamak we gowulandyrmak	414
19.4 Döwrebap jebislendiriji çalgyçlar	417
<b>20-NJI BAP. Tehniki suwuklyklar</b>	419
20.1 Hereketlendirijini işe giriziji suwuklyklar	419
20.2 Sowadyjy suwuklyklar	422
20.3 Gidrawliki ulgamlar üçin suwuklyklar	427
Edebiýat	432