

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**Ý.Muradow**

**TEBIGY GAZY GAÝTADAN IŞLEMEGIŇ  
TEHNOLOGIÝASY**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

**Ý.Muradow**, Tebigy gazy gaýtadan işlemegiň tehnologiýasy.

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

## Giriş

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň parasatly baştutanlygynda Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde gysga döwrüň içinde uly üstünliklere eýe boldyk, il-ýurt bähbitli uly özgertmeler amala aşyryldy. Akyldar-dana Prezidentimiziň taýsyz tagallalary bilen türkmen halkynyň taryhyny, medeni mirasyny täzeden dikeltmek, milli ylmy mekdebimizi döretmek, bilim ulgamymyzy kämilleşdirmek boýunça giň möçberli işler alnyp barylýar.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň yzygiderli tagallasynyň netijesinde ýurdumyzyň nebitgaz pudagynda önümçilik kuwwatlyklarynyň durky täzelenýär we iň täze tilsimat enjamlary bilen üpjün edilen häzirki zaman kärhanalarynyň gurluşygy ýyl-ýyldan ýokary depginlere eýe bolýar. Türkmenbaşynyň nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynyň durkuny täzelemek işleriniň tamamlanmagy munuň bir mysalydyr. Ýokary oktanly benzin öndürmek üçin öndürijiligi 750 müň tonna bolan üznüksiz riforming desgasynda, ýylda 1 million 800 müň tonna çig maly işläp taýýarlaýan katalitik kreking desgasynda, öndürijiligi ýylda 80 müň tonna barabar bolan çalgý ýaglaryny çykarýan desgada, kuwwatlylygy ýylda 90 müň tonna bolan polipropilen desgasynda we beýleki zawodlar toplumynda ýurdumyzda we daşary ýurtlarda uly isleg bildirilýän, dünýä üňülerine laýyk gelýän ýokary hilli önümler öndürilýär.

Gazojakda gaz-himiýa toplumynyň, öndürijiligi ýylda 200 müň tonna bolan polietilen desgasyň gurluşyklary, Seýdiniň nebiti gaýtadan işleýän zawodynyň durkuny täzelemek, suwuklandyrylan gazy öndürýän zawodyň, Samandepede gazlary kükürtden arassalaýan desganyň gurluşyklary, nebitgaz ýataklarynyň netijeliligini ýokarlandyrmak, täze ýataklary özleşdirmek, nebit saklaýan desgalary giňeltmek işleri göz önünde tutulýar. Milli

maksatnama laýyklykda geljek ýylda Tejenin karbamid zawody işe giriziler, Balkanabadyň ýod-brom himiki zawody, „Maryazot“ we „Garabogaz“ önümçilik birleşikleri ýakyn ýyllarda täzeden enjamlaşdyrylar, Keletede kuwwatlylygy 1 million tonna bolan sement zawody ulanylmaga berler.

Milli maksatnamamyzda bellenilişi ýaly, 2010-njy ýyla çenli ýurdumyzda nebitin çykarylyşy 48 million tonna, gazyň çykarylyşy 120 milliard kub metre ýetiriler. Bellenilýän bu belent sepgitler ýurdumyzyň çig mal serişdelerini ýerlikli peýdalanmakda netijeli işlemegi başaryan, ýokary tilsimatly daşary ýurt enjamlaryndan baş çykarýan, burawlamak, nebitgaz ýataklaryny özleşdirmek, nebiti we gazy gaýtadan işlemek, nebit-himiýa senagatynyň enjamlary, gaz geçirijileriniň gurluşygy we beýleki dürli täze ugurlar boýunça ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamak zerurlygyny ýüze çykarýar.

Şu enjamlary ýangyç bilen üpçin etmek Döwletin Türkmenbaşy şäherindäki nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynyň paýyna düşýär. Zawod öz ornunda şu wagta çenli uly üýtgeşmeleri başdan geçirdi. Öňki işläp duran desgalary abatlaşdyrmak we täze desgalary gurmaklyga dünýäniň döwrebap tehnologiýaly we enjamly güýçli kompaniýalaryň ünsini çekmek işleri alnyp barylýar. Döwrebap tehnologiýaly we enjamly önde baryjy kompaniýalaryň gatnaşmagynda duran desgalar abatlaşdyryldy we täze desgalary guruldy. Şu gurulýan desgalaryň çykarýan önümleri dünýä standartyna laýyk gelýär. Şu wagt zawodda täze atmosfera basyşynda nebiti gaýtadan işleýän AT-6 AT-7 hem-de kerosini gaýtadan arassalaýan desgalary gurmak meýilleşdirilýär. Şoňa görä awiasiýa ýangyjy öndürmeklik köpeldilýär we hili gowulaşdyrylýär. Ýaňy ýakyn „EMEROL ltd“ kompaniýasy tarapyndan biziň zawodumyza täze TC-1 ýangyjyny arassalaýan desgasyny gurmaklyga tehniki komersiýaly taslama teklipe edildi.

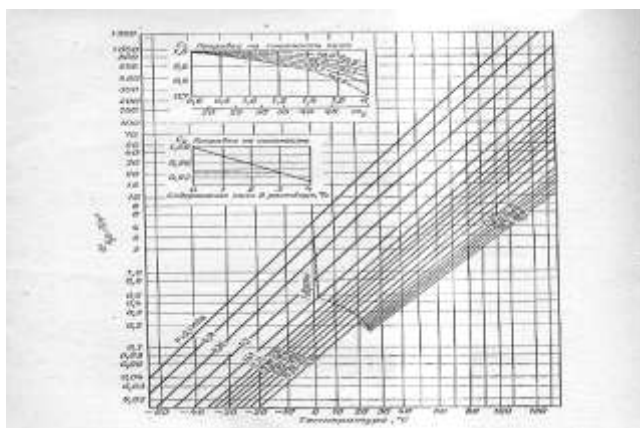
Ýeriň aşagyndan çykarylýan tebigy gaz suw buglary bilen doýdurylan bolýar. Suw buglarynyň saklanylyşy gazyň himiki

düzümi, basyşy we temperaturasy bilen kesgitlenýär. Temperaturanyň we basyşyň her bir bahasyna suw buglarynyň kesgitli maksimal mümkin saklanylyşy laýyk gelýär. Suw buglary bilen gazyň doly doýgunlaşmasyna laýyk gelýän çygsaklaýjylyga deňagramly çygsaklaýjylyk diýilýär.

Gazyň absolýut we otnsitel çyglylygy tapawutlandyrylýar. Gazyň absolýut çyglylygy (çygsaklaýjylyk)- bu gazyň massa birligindäki ýa-da göwrüm birligindäki saklanýan suw buglaryň massasydyr. Ol  $\text{g/m}^3$ -da ýa-da  $\text{g/kg}$ -da aňladylýar. Gazyň otnositel dykzlygy-bu, gaz garyndysynda saklanýan suw bugunyň massasynyň doýgunlaşma şertde gazyň berlen göwrümünde saklanylýan suw buglarynyň maksimal massasyna bolan gatnaşygydyr (ol prosentlerde ýa-da üleş birliklerinde aňladylýar). Eger-de basyşy üýtgetmän saklap suw buglarynyň maksimal mümkin mukdaryny saklaýan gazyň temperaturasyny aşak düşürsek onda suw buglarynyň bir bölegi kondensirlenýär. Gazda saklanýan suw buglarynyň kondensirlenýän temperaturasyna berlen basyşda çyglylyk boýunça gazyň gyrow nokady diýilýär.

1-nji suratda tebigy gazyň deňagramly çygsaklaýjylygynyň (howa görä dykzlygy 0,6 deň bolan) temperatura baglylygy getirilýär. Gazyň 0,6-dan uly bolan dykzlygynda we suwda duzlar saklanylanda 1-nji suratda görkezilen grafiğiň kömegi bilen alynan çygsaklaýjylygyň ululygynyň bahasy 1-nji suratda getirilen degişli  $C_1$  we  $C_2$  koeffisientlerine köpeltmeli. Duzlaryň saklanylyşynyň we gazyň dykzlygynyň ulalmagy bilen çyg-saklaýjylygynyň ululygy peselýär (beýleki deň\_\_ şertlerde). Deňagramly çygsaklaýjylyga ondan başga-da gazda propanyň we has agyr uglewodorodlarynyň, kükürtliwodorodyň uglerodyň ikili oksidiniň ( $\text{CO}_2$ ) we azodyň ( $\text{N}_2$ ) bolmagy täsir edýär. Gazda uglerodyň ikili oksidiniň ( $\text{CO}_2$ ) bolmagynda çygsaklaýjylyk ulalýar, azot bolanda bolsa peselýär. Şonuň üçin gazda agyr uglewodorodlaryň, uglerodyň ikili oksidiniň ( $\text{CO}_2$ ) mukdary

köp bolanda nomogramma boýunça hasaplanylýan çygsaklaýjylygyň bahasynyň hakyky bahasyndan düýpli tapawutlanmagy mümkin. Gazda kükürtliwodorodyň saklanylyşy 20%-den az bolanda tebigy gazyň deňagramly çygsaklaýjylygynyň ululygyny Şarmyň we Kempeliň metody boýunça kesgitlemek mümkin (maksimal ýalňyşlyk 6%-den köp bolmaýar)



1-nji surat. Gazyň deňagramly çyg saklaýjylygynyň temperatura baglylygynyň grafigi

Nebit we tebigy gazlarda suw buglarynyň saklanylyşy reglamentirlenýär, olaryň tehnologiýa ulgamynda kondensirlenmegi mümkin. Netijede turbageçirijileriň we apparatlaryň işi giňişliklerini dykýan we gazy gaýtadan işleýän, transportirleýän gazyp alýan obýektleriniň kadaly eksplotasiýa şertini bozýan gidratlaryň (gaty kristallik maddalaryň) emele gelmegi üçin şert döreýär. Ondan başga-da gazda suw buglarynyň we kükürtli birleşmeleriň ( $H_2S$ ,  $COS$ ,  $CS_2$ ,  $RSH$  we beýlekiler) bolmagy turba geçirijileriň poslamagyna gazy gaýtadan işleýän zawodlaryň enjamlarynyň we gurluşlarynyň we beýleki obýektleriň öz wagtyndan önüjilmegine we bozulmagyna getirýär.

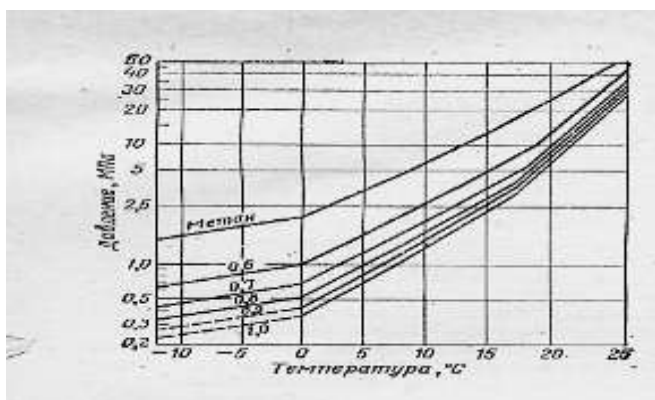
Gidratlar kristalliki birleşmeler (klatratlar) görnüşinde bolup, olar himiki birleşmeler bolan, durnukly ýagdaýda bolmagy mümkin. Gidratlar görnüşi boýunça-bular erediji hökmünde, wodorod baglanşyklarynyň kömegi bilen gidratlaryň göwürümleýin karkaslaryny emele getirýän suwuň molekulalary bolup durýan gaty erginlerdir. Bu karkasyň boşluklarynda gidratlary emele getirmäge ukyply bolan gaz molekulalary (metan, etan, propan, izo-butan, azot, kükürtliwodorot, uglerodyň ikili oksidi, argon) ýerleşýär. Molekulalary izobutanyň molekulasyndan uly bolan uglewodorodlar karkasyň içine girip bilmeýär. Şonuň üçin hem gidratlary emele getirmeýärler. Normal-butan gidratlary emele getirmeýär, ýöne onuň molekulalary gidrat karkasynyň molekulalarynyň gözeginiň üstünde kiçi ölçegli gaz molekulalary bilen bilelikde girmäge ukyply ýagny, gidratyň üstünde deňagramly basyşyň üýtgemegine getirýär.

Gidrat emele gelýän gazlaryň molekulalary bilen karkasyň doldurylma derejesi berlen gaz düzümi üçin esasan ulgamyň temperaturasy we basyşy bilen kesgitlenilýär. Gidratlaryň kristallary gaz - suw ulgamynyň faza araçägininiň üstünde emele gelýär. Erkin suw gidratlar emele gelenden soň diňe fazalaryň garşysynda we termodinamiki şertler bolanda gidrat ýagdaýyna geçmegi dowam edýär. Gerekli garyşdyрма derejesi bolanda gidratyň gaty plýonkasynyň üstünde gazyň diffuziýasy kyn bolýar, gidratlaryň soňky ösüşi kesilýär.

Gidratlaryň emele gelme şerti ýenede suwda mineral duzlaryň saklanylyşyna bagly bolup durýar. Olaryň saklanylyşynyň ulalmagy bilen gidrat emele gelme temperturasy peselýär. Bu parametr gazyň düzümine bagly bolup durýar we hususanda metanyň gidrat emele getirme temperaturasy ulgamda propan, uglerodyň ikili oksidi we kükürtliwodorod bolan ýagdaýynda olaryň bolmadyk ýagdaýyna garanda pes bolýar. Gidratlaryň formasy dürli görnüşli bolýar. Ol berlen ulgamda bolanda gazyň düzümi we termodinamiki şertler bilen kesgitlenilýär. Köplenç gidratlar

daşky görnüşi boýunça buz ýa-da öl preslenen gazy ýadyňa salýar.

Tebigy gazlaryň gidratlarynyň emele gelmeginiň deňagramly şertini kesgitlemek üçin 2-nji suratda getirilen nomogramma giňden ulanylýar. Bu nomogramma boýunça gazyň howa görä dykzlygyny we basyşyny bilip, gidrat emele gelme temperaturasyny kesgitlemek mümkin. Gidratlaryň bolmagynyň durnukly oblasty 2-nji suratda getirilen egriden ýokarda ýerleşýär.



2-nji surat. Dürli dykzlyklarda tebigy gazlaryň gidrat emele gelme şertleri.

Göni çyzykdaky sanlar – gazyň howa görä dykzlygy.

Bu nomogrammanyň egrisiniň her bir nokady ulgamda erkin suw bolanda gidratlaryň emele gelmesiniň başlangyç temperaturasyna we basyşyna laýyk gelýär (gazyň basyşyň we dykzlygynyň ýokarlanmagy bilen gidrat emele gelme başlangyjy ýokarlanýar). Bu usulyň takyklygy (1-1,5%) inžener hasaplamalary üçin ýeterliklidir. Gidrat emele gelmäniň deňagramly şertini kesgitlemek üçin ondan başga-da analitiki usullary ulanmak bolýar .



## I. GIDRAT EMELE GELMÄNIŇ ÖŇÜNI ALMAGYŇ USULLARY

Gidrat emele gelmäniň öňüni almak üçin ingibirmek – gaz akymyna gidrat emele gelme temperaturany peseldýän dürli maddalaryň (ingibitorlary) bermek we gazdan suw buglaryny suwuk we gaty siňdirijiler bilen aýyrmaga esaslanýan gazyň guradylmasy (degidratasiýa) giňden ulanylýar. Nebit we gaz senagatynda gazy guratmagyň dürli usullary we shemalary ulanylýar.

### Ingibirleme

Bu usulyň manysy şundan ybarat, ýagny çig gaz akymyna girizilýän ingibitor erkin suwda ereýär, netijede suw buglarynyň basyşy we gidrat emele gelme temperatura peselýär. Ingibirlemäniň hasabyna gidrat emele gelme temperaturasynyň peselmesini Gamsmidtanyň deňlemesi (2) boýynça kesgitlemek bolar:

$$\Delta t = 0,556 \frac{K}{M} \cdot \frac{W}{100 - W}$$

Bu ýerde  $\Delta t$  – berlen basyşda gidrat emele gelme temperaturasynyň peselmegi, °S;  $W$  – ingibitoryň massa paýy, %;  $M$  – ingibitoryň molekulýar massasy;  $K$  – konstanta (metanol üçin  $K=2335$ , glikollar üçin  $K=4000$  deňdir). Nebit we gaz senagatynyň öňki kärhanalarynda ingibitor höküminde (gidrat emele gelmäniň) esasan metanol we glikollar ulanylýar.

HO-CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> - OH    etilenglikol;

      |  
HO- CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> - O - CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> - OH    dietilenglikol

      |  
HO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH  
      trietilenglikol

Metanyň doýgun buglarynyň ýokary basyşy bolýar. Ýokary basyşyň bolmagy metanoly gaz akymyndan aýyrmagy kynlaşdyrýar, onuň regenerasiýasyny çylşyrymlaşdyrýar, inhibitoryň uly ýitgisine getirýär. Şonuň üçin metanol esasan akymly ulgamlarda skwažinalarda, şleflerde we magistral gaz geçirijilerinde emele gelyän dykylary dargatmak üçin ulanylýar (onyň yzygiderli regenerasiýa etmezden). Gidrat dykylmalary gidrat emele gelme temperaturasynyň ýeterlik depressiýasyny üpjün edýär. Ondan başga-da metanol pes temperaturaly separasiýa prosesinde gazdan suw buglaryny we agyr uglerodlary bölüp çykarmak maksady bilen gaz sowadylanda we drosirlenende gidratlaryň emele gelmeginiň önüni almak üçin ulanylýar. Inhibitorlar hökmünde glikollar (etilenglikol, dietilenglikol, trietilenglikol we.ş.m). bahasynyň metanolyň bahasyna garanyňda ýokarydygyna garamazdan giňden ulanylýar. Bu glikollaryň doýgun buglarynyň pes basyşynyň we ýönekeý fiziki prosesiniň (glikollaryň suwukly erginlerini bugardyp suwy aýyrmak) kömegi bilen suwy aýyrmak usulynda olaryň doly regenerirlemek mümkinçiliginiň barlygy bilen düşündirilýär.

Gaz akymly ingibirlenende suw buglary bilen uly täsirleşme üstüni döretmek we deňölçegde ýaýratmak üçin inhibitory gaz akymyna tozanlandyrlan ýagdaýda girizmek gerek. Şu maksatlar üçin mehaniki tozanlaşdyryjylar-forsunkalar ulanylýar. Forsunkalar köplenç turbageçirijide gazyň apparada giren ýerinde ýa-da apparadyň özünde goýulýar. Inhibitor hökmünde glikollar ulanylanda glikol ergini düzgün boýunça ýylylyk çalyşyjynyň trubkaly gözenegine ownuk tozanlandyrlan ýagdaýynda berilýär. Glikol ergininiň şeýle berilmegi onuň gaz bilen gowy garyşmagyna we ýylylykçalyşynyň turba aralygyndaky giňişliginde glikolyň deňölçegli ýaýramagyny üpjün edýär.

3-nji suratda gazy önümçilige taýýarlamagyň absorsiýa desgasynyň tehnologik shemasy görkezilen. Onda gidrat emele gelmäniň inhibitory hökmünde metanol ulanylýar. Metanolyň

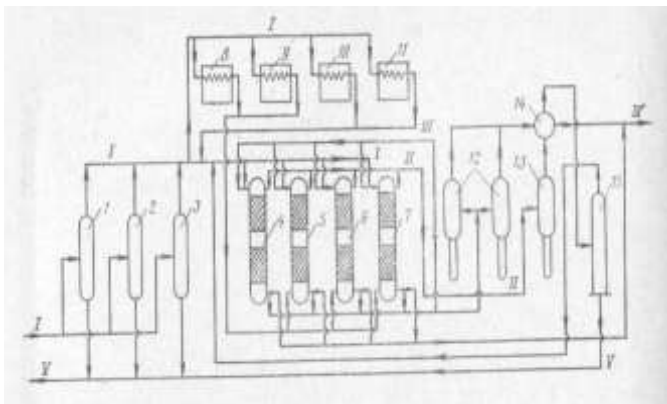
skwažinanyň turba aralygyndaky giňişligine girizilmegi gazy çykarmagyň, ýygnamagyň we transportirlemegiň ähli ulgamynyň gowy eksplotasiýasyny üpjün edýär. Shemada görkezilişi ýaly gaz metanol bilen bileleikde (1,2,3)-nji separatorlara barýar. Metanolyň suwly ergini separatordan bölünip aýrylyp çykandan soň rezerwuara geçirilýär. Gaz (1,2,3)-nji separatorlardan iki sany paralel işleýän (4,5)-nji absorbere (ýa-da 6,7) ugradylýar we ýokardan aşaklygyna absorbent gatlagynyň üstünden geçýär. Şunda ondan suw buglary we metanol aýrylýar. Şol bir wagtda (1,2,3)-nji separatorlardan çykýan gazyň bir bölegi (8,9)-nji peçlere (ýa-da 8,9,10,11) barýar, olarda gyzdyrylýar we 300<sup>0</sup>S temperatura bilen beýleki iki absorberiň (seolitiň regenerasiýasy basgançagyndan durýar) aşak bölegine berilýär.

Çygdan guradylan we metanolyň buglaryndan arassalanan gaz absorberiň aşagyndan çykýar we 12-nji siklonly tozan turbajygyndan, 14-nji ýylylykçalyşygydan geçip magistral gaz geçirijisine barýar.

Regenizasiýanyň köp mukdarda çygy we metanol saklaýan gyzgyn gazy absorberiň ýokarsyndan çykýar we 13-nji tozan tutyjydan soňra 14-nji ýylylykçalyşygyda sowadylýar. Ýylylykçalyşygyda suw we metanol buglary kondensirlenýär. Bu ýylykçalyşygyda emele gelýän iki fazaly garyndy 15-nji separatora barýar. Ol ýerde metanol gazdan bölünip aýrylýar. 15-nji separatordan suwly metanol rezerwuara ugraýar. (1,2,3)-nji separatoryň şonuň ýaly önümleri bilen soňky metanolyň regenerasiýasy üçin regenerasiýa gazy bolsa başlangyç çig gazy bilen garyşdyrylýar we arassalanyma üçin degişli absorberlere barýar. Şeýle ýagdaýda bu desgada çig gazyň mukdary (seolitiň regenerasiýasy üçin gerek bolan) ulgamda resirkulirlenýär. Seolitiň regenerasiýasyndan soňra absorber gury gaz akymy bilen sowadylma basgançagyna goşulýar (soňra gury gaz magistral gaz geçirijisine ugradylýar).

Suwly metanol rektifikasiýa kolonnada regenerirlenýär (0,1 ÷ 0,3 MPa basyşda we ýokary böleginiň temperaturasy

102-105<sup>0</sup>S). Kolonnada 26 sany klapanyly tarelka goýlan. Kolonnanyň ýokarsynda 94-97% kondensirlenen metanol alynýar, aşagynda suwy çykarylýar.



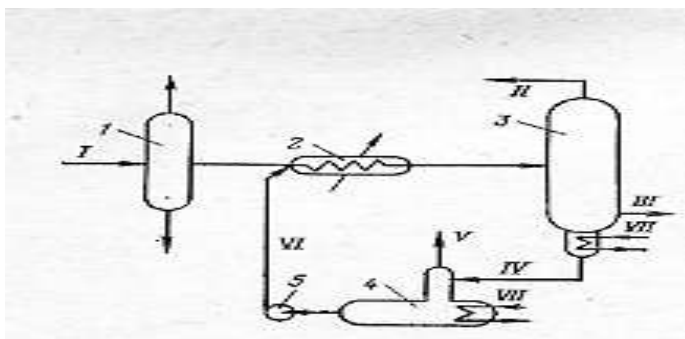
3-nji surat

Metanoly garyndylardan aýrmak bilen gazy transportirlemäge taýýarlamak prosesiniň prinsipial tehnologik çyzygysy.

1,2,3-çig gaz separatorlary; 4,5,6,7-adsorberler; 8,9-gazy regenirlemek üçin gyzdýrýan peç; 10,11-çig gazy gyzdýrmak üçin peç; 12,13-tozan tutyjy; 14-ýylylyk çalyşyjy; 15-regenerasiýa gazy üçin separator. I-çig gaz; II-guradylan gaz; III-sowadyjy gaz; IV-desgadan çykýan gury gaz; V-metanolly suw.

Absorbsiýa blogyň tehnologik režimi: çig gaz boýunça öndürililik 150-165 müň. m<sup>3</sup>/sag., absorberlerde işçi basyş 3,1-3,4 Mpa, absorbsiýa absorberlere barýan gazyň temperaturasy 15<sup>0</sup>S, seolitiň regenerasiýa başgançagynda temperatura 320-250<sup>0</sup>S; absorbsiýa, regenerasiýa we sowatma siklleriniň dowamlylygy proýekt boýunça 10,5 we 5 sagat düzýär, degişlilikde regenerasiýanyň hakygy sikli 7-12 sagat düzýär. Absorbsion arassalamagyň netijesinde gazda suw buglarynyň saklanylyşy 0,2-0,7-den 0,003-0,004 g/m<sup>3</sup> düzýär. Bu suw boýunça gazyň -45-62<sup>0</sup>S gyrow nokadyna (işçi basyşda) laýyk gelýär.

4-nji suratda gidratemelegelmäniň inhibitory höküminde glikol ulanylýan, gazdan agyr uglewodorodlary bölmek üçin pes temperaturaly kondensasiýa prosesiniň prinsipial tehnologiiki shemasy getirilen. Pes temperaturaly kondensasiýa desgalarynda gaz sowadylanda uglewodorodlar bilen bir wagtda suw buglary hem köp kondensirlenýär, ýagny uglewodorodlar we çig boýunça ( $H_2O$ ) gyrow nokadynyň peselmesi bilen bir wagytda gaz arassalanmagy we guradylmagy bolup geçýär.



4-nji surat Glikol-ingibitory pürkmek bilen gazy sowadyp guratmagyň tehnologik çyzgysy.

1,3-separatorlar; 2-ýylylyk çalyşygy; 4-regenerator; 5-nasos. I-cig gaz; II-guradylan gaz; III-uglewodorod kondensady; IV-doýgun glikol; V-suw buglary; VI-regenerirlenen glikol; VII-ýylylyk göteriji.

Çig gaz 1-nji seperatora barýar. Onda damja çyglar bölünip aýrylýar. Soňra gaz glikol bilen garyşdyrylýar we ikinji ýylylyk çalyşygyda ýylylyk emele gelme temperaturasyndan pes temperatura çenli sowadylýar. Ikinji ýylylykçalyşygydan gaz garyndysy, suw, glikol we kondensirlenen uglewodorodlar (kondensat) 3-nji seperatora barýar. separatoryň ýokarsyndan guradylýan gaz aşagyndan bolsa akym suwly glikol we uglewodorod kondensaty çykýar (akymlyar dürli derejede çykarylýa

## II. GETEROGEN ULGAMLARYŇ DEŇAGRAMLYLYGY

### 2.1. Uglewodorod gazlarynyň ýagdaýynyň esasy deňlemeleri

Köp komponentli garyndylaryň düzümi massa ( $x'$ ), mol ( $x_i$ ) ýa-da göwrüm ( $V_i$ ) paýlary bilen aňladylýar. Eger-de  $g_i$ , komponentiniň massasy bolsa, onda

$$x'_i = g_i / \sum_{i=1}^N g_i ;$$

Eger-de  $n_i$  - i komponentiň garyndydaky mol sany bolsa, onda

$$x_i = n_i / \sum_{i=1}^N n_i ;$$

Eger-de  $v_i$  -i komponentiň göwrümi bolsa onda onuň garyndydaky göwrüm paýy:

$$v_i = V_i / \sum_{i=1}^N V_i$$

### Massa konsentraziýasynyň mol konsentraziýa boýunça aňladylyşy

Eger-de  $M_i$  we  $M_{gar}$  degişlilikde i komponentiň molekulýar massasy we garyndynyň ortaça molekulýar massasy bolsa, onda:

$$n_i = \frac{g_i}{M_i} ;$$
$$\sum_{i=1}^N n_i = \frac{\sum_{i=1}^N g_i}{M_{gar}} ;$$

Diýmek

$$x_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^N n_i} = \frac{g_i \cdot M_{gar}}{M_i \cdot \sum_{i=1}^N g_i}$$

Ýöne

$$x_i' = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^N g_i}$$

Şonuň üçin

$$x_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^N n_i} = x_i' \frac{M_{gar}}{M_i}$$

Ýagny

$$x_i = x_i' \frac{M_{gar}}{M_i}$$

### **Massa konsentراسىاسynyň göwrüm konsentراسىýa boýunça aňladylyşy**

Eger-de  $p_i$  we  $p_{sm}$  degişlilikde  $i$  komponentiň dykyzlygy we garyndynyň ortaça dykyzlygy bolýan bolsa, onda

$$V_i = g_i/p_i \quad \text{we} \quad V_{sm} = \frac{\sum_{i=1}^N}{p_{gar}}$$

Bu ýerde  $V_{sm}$  - garyndynyň göwrümi.

Onda

$$v_i = \frac{V_i}{V_{gar}} = \frac{g_i \cdot p_{gar}}{p_i \sum_{i=1}^N g_i}$$

$$x_i' = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^N g_i}$$

Ýöne

Şonuň üçin hem

$$v_i = \frac{x_i' \cdot p_{gar}}{p_i}$$

### Mol konsentrasiýany göwrüm konsentrasiýada aňlatmak

5-nji deňlemedäki  $x_i$ -iň bahasyny 4-nji deňlemeden alyp ýerine goýýarys, onda:

$$v_i = x_i \frac{M_i}{M_{gar}} \cdot \frac{P_{gar}}{p_i}$$

Garyndynyň düzümini aňlatmak üçin onuň ortaça molekulýar massasyny we ortaça dykzylygyny kesgitlemeli. Garyndynyň ortaça molekulýar agramyny kesgitlemek üçin 4-nji deňlemäni görnüşde ýazýarys:

$$x_i M_i = x_i' M_{gar}$$

Garyndynyň ähli komponentleri üçin ýazýarys:

$$M_{gar} \sum_{i=1}^N x_i' = \sum_{i=1}^N x_i M_i$$

ýöne

$$\sum_{i=1}^N x_i' = 1$$

onda

$$M_{gar} = \sum_{i=1}^N x_i M_i$$



Eger-de komponentleriň molekulýar massalary we mol konsentراسیalary belli bolsa, onda formula boýunça garyndynyň ortaça molekulýar massasyny kesgitleýärler. Eger-de komponentleriň massa konsentراسیalary belli bolsa, onda garyndynyň ortaça molekulýar agramyny tapmak üçin 4 - nji deňlemeden peýdalanýarys:

$$\sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N \left[ \frac{x_i' M_{sm}}{M_i} \right] = 1$$

onda 
$$M_{gar} \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N \left( \frac{x_i'}{M_i} \right) = 1$$

$$M_{gar} = 1 / \sum_{i=1}^N \left( \frac{x_i'}{M_i} \right)$$

Garyndynyň ortaça dykzylygyny komponentleriň göwrüm ýa-da massa konsentراسیalarynyň üsti bilen kesgitläp bolýar. 5-nji deňleme boýunça alýarys:

$$\sum_{i=1}^N v_i = \sum_{i=1}^N \left( \frac{x_i' \cdot p_{gar}}{p_i} \right) \quad \text{ýa-da} \quad 1 = p_{gar} \sum_{i=1}^N \frac{x_i'}{p_i}$$

$$p_{gar} = 1 / \sum_{i=1}^N \frac{x_i'}{p_i}$$

Göwrüm konsentراسیasynyň we komponentleriň dykzylygynyň üsti bilen garyndynyň ortaça dykzylygyny kesgitleýäris. 5-nji deňleme boýunça

$$p_i v_i = p_{gar} x_i$$

Tki tarapyny hem ähli komponentlere görä goşup alýar ys:

$$\sum_{i=1}^N p_i v_i = p_{gar}$$

### III. GAZLARYŇ FIZIKI-HIMIKI HÄSIÝETLERI

#### 3.1. Gazyň çyglylygy

Çygly gazdaky çygyň massa mukdarynyň gury gazyň massa mukdaryna bolan gatnaşygyna gazlaryň çyglylygy diýilýär.

Çygly gazdaky suw buglarynyň  $P_p$  parsial basyşyna absolýut çyglylyk diýilýär. Käbir ýagdaýlarda  $1\text{m}^3$  çygly gazdaky suw bugunyň gramda aňladylan massasyna absolýut çyglylyk diýilýär.

Berlen göwrümde, degişli temperaturadaky gaz garyndysynda bar bolan suw buglarynyň massasynyň, degişli şertlerdäki doýgun buguň massasyna bolan gatnaşygyna gazyň otnositel çyglylygy diýilýär. Başgaça aýdanda otnositel çyglylygy, çig gazdaky suw bugunyň parsial basyşynyň degişli temperaturadaky doýgun suw buglarynyň basyşyna bolan gatnaşygy bilen aňlatmak bolar.

$$\varphi = \frac{P_p}{P_s}; \%$$

Absolýut gury gaz üçin  $\varphi = 0$ , doýgun gaz üçin  $\varphi = 100\%$ . Gazlaryň otnositel dykyzlygyny, standart şertlerdäki ( $760\text{ mm}$  sim süt,  $t=0^\circ\text{S}$ ) howanyň dykyzlygyna ( $1,2293\text{ kg/m}^3$ ) gatnaşmaklygyna görä hasaplanýar, ýa-da standart şertlerde islendik gazyň molekulýar agramyny,  $1\text{ kilomoluň}$  göwrümüne, ýagny  $22,4\text{m}^3$  bölmek bilen hasaplanýar. Onda berlen basyşda we temperaturada gazyň dykyzlygy aşakdaky formula bilen hasaplanylýar

$$\gamma = \frac{11,8\text{MP}}{T}$$

$M$  - gazyň molekulýar massasy

$P$ -basyş

### 3.2. Kritiki parametrlar

Real gazlaryň ýagdaýy Wan-der-waalsyň deňlemesi boýunça häsiýetlendirilýär:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - b) = RT$$

Wan-der-waalsyň deňlemesine görä käbir temperaturada gazyň basyşyny ýokarladyň, ony suwuk halyna geçirip bolýar. Emma her bir gaz üçin şeýle bir temperatura bolýar, şol temperaturadan ýokarda gazlaryň basyşyny näçe ýokarlatsaň hem gazlar suwuk halyna geçmeýär. Bu temperatura kritiki temperatura diýilýär. Bu temperatura degişli doýgun buglaryň basyşyna kritiki basyş diýilýär. Kritiki temperaturadaky we basyşdaky buglaryň göwrümine gazlaryň kritiki göwrümi diýilýär. Kritiki nokatda gaz görnüşli we suwuk görnüşli ýagdaýyň arasyndaky araçäk ýitýär.

#### Gyzylma faktory

Eger-de Wan-der-waalsyň deňlemesindeki  $P, V, T$  ululyklaryň ýerine  $P_{kr}, V_{kr}, T_{kr}$  we  $a$  we  $b$  konstantalaryň bahalaryny ýerine goýsak, onda kritiki nokatdaky gazyň ýagdaýyny häsiýetlendirýän deňlemäni alarys.

$$P_{kr} V_{kr} = \frac{3}{8} RT_{kr} \qquad a = 3P_{kr} V_{kr}^2 \qquad b = \frac{V_{kr}}{3}$$

Beýleki şertler üçin:  $PV = \mu RT$

$\mu$ - gysylma (koeffisient) faktory temperatura, basyş we gazlaryň tebigatyna bagly bolýar.

Gaz garyndylary üçin gysylma keffisiýenti:

$$\mu_{\text{ort}} = \frac{\mu_1 n_1 + \mu_2 n_2 + \dots + \mu_n n_n}{\Sigma_n}$$

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$  - garyndydaky komponentleriň gysylma koeffisiýenti;

$n_1, n_2, \dots, n_n$  - garyndydaky komponentleriň mol sany;

$\Sigma_n$  - garyndynyň umumy mol sany;

### 3.3. Uçujylyk

Himiki arassa suwuklygyň uçujylygy, suwuk we bug fazalarynyň deňagramlyk ýagdaýynda, onuň buglarynyň basyşy bilen ölçenilýär. Deňagramlyk ýagdaýda Raul we Daltonyň kanuny boýunça bug we suwuk fazalardaky komponentleriň parsial basyşy özara deň bolýar.

$$p_i' = P x_i'$$

$p_i$  - sistemadaky umumy basyş;

$P$  - berlen temperaturada sistemadaky arassa komponentiň doýgun buglarynyň basyşy;

$x_i'$  we  $x_i$  - komponentiň bugdaky we suwuklykdaky mol konsentrasiýasy.

Real gazlaryň uçujylygy grafik boýunça tapylýar.

### 3.4. Gazlaryň we buglaryň ýylylyk sygymy

Uglewodorod gazlarynyň ýylylyk sygymy olaryň himiki gurluşyna, temperatura we basyşa bagly bolýar. Ýylylyk sygymy belli basyşda we belli göwrümde bolup biler. Hemişelik basyşdaky ýylylyk sygymy, hemişelik göwrümdäki ýylylyk sygymdan, gazyň giňelmegi üçin harç edilen işiň ulylygyna baglylykda uly bolýar:

$$\overline{C_p} \cdot \overline{C_v} = \overline{R}$$

R - gaz hemişeligi, kkal/(kg grad)

R=1,987 kkal/kmol grad.

C<sub>p</sub>, C<sub>v</sub> hemişelik basyşda we göwrümde gazlaryň mol ýylylyk sygymy, kkal/ (kmol grad)

$$\overline{C_p} = MC_p$$

$$\overline{C_v} = MC_v$$

M

-

molekulýar agramy

Uglewodorod gazlarynyň mol ýylylyk sygymy temperaturanyň ýokarlanmagy bilen we molekulýar agramynyň ýokarlanmagy bilen ýokarlanýar. Belli bir uglerod atomly molekularda parafin uglewodorodlarynyň ýylylyk sygymy ýokary bolýar.

$$\frac{C_p}{C_v} = k$$

adiabata görkezijisi diýilýär.

Gazlaryň adiobatiki gysylmasy aşaky formula boýunça hasaplanylýar.

$$PV=const.$$

### 3.5. Entalpiýa

Suwuk gazlaryň udel entalpiýasy, 1kg suwuklygy 0<sup>0</sup> - dan t<sup>0</sup> S çenli gyzdyrmak üçin harçlanan ýylylyk mukdaryna diýilýär.

$$q = \int_0^T c dt$$

c - ýylylyk sygymy, kkal/(kmol grad);

### 3.6. Ýanyjylyk ýylylygy

1m<sup>3</sup> gazyň kadaly şertlerde (0<sup>0</sup>S temperaturada we 760 mm sim. süt. Basyşda) ýanyjylyk ýylylygy aşaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$Q_H = 3018CO + 2579H_2 + 8555CH_4 + 14100C_2H_4 + 15226C_2H_6 + 20627C_3H_6 + 21795C_3H_8 + 27111C_4H_8 + 28338C_4H_{10} + 5585H_2S$$

Q<sub>H</sub> - ýanyjylyk ýylylygy, kkal/m<sup>3</sup>

Sanlar - komponentleriň iň pes ýanyjylyk ýylylygy.

### 3.7. Ýylylyk geçirijilik

Uglewodorod gazlarynyň ýylylyk geçirijiligi temperaturanyň ýokarlanmagy bilen ýokarlanýar.

$$\lambda_T = \lambda_0 \left( \frac{273 + C}{T + C} \right) \cdot \left( \frac{T}{273} \right)$$

λ<sub>0</sub> - 0<sup>0</sup>S - daky ýylylyk geçirijilik, kkal/(m.sag.grad.)

C - hemişelik san;

T - temperatura,k

### 3.8. Gazlaryň dykzylygy

Değişli temperaturada we basyşdaky göwrümdäki gazyň massasynyň, şol şertlerdäki howanyň göwrümiň massasyna bolan gatnaşygyna gazlaryň otnositel dykzylygy diýilýär:

$$D = m/m_1$$

Ideal gazlar üçin T=273,16k, P= 0,1mPa we V=22,4ml ýagdaýynda gazyň massasy (m) onuň molekulýar agyrlygyna M deň bolýar. Değişli şertlerde 22,4 ml howanyň massasy 28,9 grama deň. Onda gazyň otnositel dykzylygy

$$D=M/28,9$$

Gazlaryň we buglaryň absolýut dykzlygy  $p$ ,  $\text{kg/m}^3$ , degişli şertlerde, mol massasy we 1 mol gazyň göwrümi (22,414 litr) bolsa

$$P= M/22,4;$$

Onda gazlaryň dykzlygy  $T(\text{k})$  temperaturada we  $\Pi$  ( $10^5$  Pa) basyşda

$$p_T = p \cdot \frac{273}{t + 273} \cdot \Pi$$

$$2,3 \text{ formulalar boýunça } p_g = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{t + 273} \cdot \Pi$$

$$\text{ýa-da} \quad p_g = \frac{M\Pi}{T} \cdot \frac{273}{22,4}$$

### 3.9. Gazlaryň fugitiw häsiýetleri

Gazlaryň fugitiwligi - real gazlaryň basyşy bolup, real gazlaryň ideal gazlardan tapawudynyň derejesini häsiýetlendirýär. Fugitiwligiň basyşa bolan gatnaşygyna aktiwlik koeffisiýenti diýilýär.

$$\gamma = f/p$$

Ideal gaz üçin  $\gamma = 1$

## IV. GAZ KOWMAK

### 4.1. Gazy kowmaklygyň esasy düzgünleri

Gazyň kowulmagy onuň gaýnamaklyga çenli gyzdyrylmaklygy bilen, düzümindäki uglewodorodlaryň bir böleginiň bug görnüşine geçmekligi bilen, soňra olaryň kondensirlenmegi we sowadylmagy esasynda amala aşyrylýar. Kowma esasynda distillýatlar we galyndy alynýar.

Kowma prosesinde, iki komponentden durýan garyndy (binar garyndysy) gaýnama temperaturalary boýunça tapawutlanýarlar, bu ýagdaýda has ýeňil gaýnaýan önüm uçup çykýar, onuň buglary ulgamdan çykarylýar we kondensirlenýär. Kowulan we kondensirlenen önümi, (distillýat) has agyr önümden (galyndy) aýyrýarlar.

Ýöne garyndynyň beýle dargamagy doly bolmaýar, sebäbi bir-birinde ereýän maddalaryň garyndysy gaýnadylan wagty bug faza has ýeňil uçujy komponentlerden başga-da has agyr komponentleriň molekularynyň bir bölegi hem geçýär, şeýle hem ýeňil uçujy komponentleriň molekularynyň bir bölegi galyndynyň düzüminde galýar.

Arassa distillýatlary we galyndylary almak üçin kowma prosesini birnäçe gezek gaýtalamaly. Bu maksat rektifikasiýa prosesini ulanýarlar.

### Daltonyň kanuny

Eger-de göwrümde gaz ýa-da basyş  $P$ , astyndaky bug ýerleşýän bolsa, haýsam bolsa başga bir gazy bu göwürme goşşak, onda bu gaz gabyň ähli göwürümüne ýaýraýar. Goşulan gazyň basyşyny  $P_2$  bilen belleýäris. Iki komponent üçin ulgamyň umumy basyşy aşakdaky deňleme bilen aňladylýar:

$$P = P_1 + P_2$$

Eger-de garyndy birnäçe komponentlerden durýan bolsa deňleme aşaky görnüşde ýazylýar:



$$P=P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_i$$

$$(1) \text{ we } (2) \text{ deňlemäniň umumy görnüşi: } P = \sum_i^i p_i$$

Ýokardaky deňleme Daltonyň kanunyny aňladýar we aşakdaky ýaly okalýar: bir-biri bilen himiki özara täsirleşmeýän gazlaryň garyndysynyň umumy basyşy berlen temperaturada aýry-aýry gazlaryň basyşlarynyň jemine deň bolýar.

### **Amaganyň kanuny**

Amaganyň kanuny boýunça, himiki özara täsirleşmeýän gaz gazyndylarynyň umumy göwrümi  $V_1$  berlen temperaturada we basyşda aýry-aýry gazlaryň tutýan göwrümleriniň jemime deň bolýar. Amaganyň kanunynyň deňlemesi aşakdaky ýaly aňkladylýar:

$$V=V_1 + V_2 + \dots V_n = \sum_{i=1}^n V_i$$

### **Raulyň kanuny**

Kanunyň okalyşy: garyndynyň düzümindäki her bir buguň ýa-da gazyň özüne degişli basyşy  $P_i$  ( parsial basyş), berilen gazyň molýar paýynyň  $V_i$  ulgamyň umumy basyşyna  $P$  köpeltmek hasylyna deňdir:  $P_i = P\gamma_i$

Egerde buglaryň garyndysy suwuk faza bilen deňagramly ýagdaýda bolsa, onda Raulyň kanuny aşaky ýaly aňladylýar: eredilen maddanyň parsial basyşy, berilen temperaturada ( $Q_i$ ) onuň buglarynyň basyşynyň, berlen maddanyň ergindäki molýar konsentراسیاسyna  $x_i$  köpeltmek hasylyna deňdir:  $P_i = Q_i x_i$

(5) we (6) deňlemeleriniň kömegi bilen her bir komponentiň bug we suwuk fazalardaky konsentراسیýalarynyň arasyndaky baglanşygy aňladyp bolýar:

$$\gamma_i = \frac{Q_i}{p} x_i$$

Nebiti gaýtadan işleýän zawodlarda ideal gazlaryndan tapawutlanýan real gazlary bilen işlenilýär. Bu ýagdaýda (3) we (7) deňlemeleri ulanyp bolýar, emma komponentleriň basyş ululyklarynyň ýerine fugitiwlik ululygy ulanylýar. Fugitiwlik termodinamiki hasaplamalary boýunça tapylýar we aşaky formula boýunça aňladylýar:

$$F = p_j$$

Bu ýerde  $p$ - komponentiň buglarynyň basyşy;  
 $\gamma$  – aktiwlik koeffisienti

## 4.2. Bugarma prosesleri

Kowma prosesi bir saparlaýyn, köp saparlaýyn we kemden bugarma esasynda amala aşyrylýar.

Bir saparlaýyn bugarmada garyndy berilen temperatura çenli gyzdryrlyar, emele gelýän bug bolsa ulgamdan çykarylmaýar.

Köp saparlaýyn bugarma wagty bir saparlaýyn bugarma prosessi birnäçe gezek gaýtalanýar, emele gelýän buglar her sapar ulgamdan çykarylýar.

Bir saparlaýyn bugarma prosessi atmosfera-turbaly desgalarynda nebiti gaýtadan işlemek proseslerinde giňden ulanylýar.

Köp saparlaýyn bugardylma usuly hem nebiti gaýtadan işleýän senagatynda giňden ulanylýar.

Nebitiň üznükli ýagdaýda kowulma prosessi kem-kemden bugarma usulynyň mysaly bolup biler.

### **4.3. Suw bugy bilen kowmak**

Bir biri bilen garyşmaýan suwuklyklar kowulan ýagdaýynda, ýagny suw bugy bilen kowulan ýagdaýynda, haçanda garyndynyň komponentleriniň basyşlarynyň jemi daşky basyşa deň bolan ýagdaýynda, garyndy gaýnaýar. Bu ýagdaýda garyndynyň gaýnama temperaturasyna görä pes bolýar. Meselem,  $69,2^{\circ}\text{S}$  temperaturada benzolyň buglarynyň basyşy 535 mm sim. st. deň bolýar. Bu temperaturada suw buglarynyň basyşy 225 mm sim. st. deň bolýar; şeýlelikde benzolyň suw bilen garyndysynyň basyşy  $69,2^{\circ}\text{S}$  temperaturada 760 mm sim. st. deň bolýar we bu temperaturada garyndy gaýnaýar; benzolyň gaýnama temperaturasy  $80,2^{\circ}\text{S}$ , suwuň gaýnama temperaturasy bolsa  $100^{\circ}\text{S}$  bolýar.

Nebiti gaýtadan işlenilýän senagatynda, agyr nebit fraksiýalary, ýagny mazut, gudron we ş.m. kowulan ýagdaýynda suw buglary bilen kowulma ýoly boýunça gaýnama temperaturasyny peseltmeklik usuly ulanylýar.

Kowma prosesinde suw buglaryna derek inert gazlary ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  we ş.m.) hem ulanylýar.

### **4.4. Wakuumda kowmak**

Ulgamda pes basyş (wakuum) döredilen ýagdaýynda gyzdyrylýan önüm has pes temperaturada gaýnaýar; atmosfera basyşynda nebitiň ýag fraksiýalarynyň gaýnama temperaturasy  $500^{\circ}\text{S}$ , 700 mm sim. st. deň bolan basyşda bolsa, gaýnama temperaturasy  $100^{\circ}\text{S}$  temperatura çenli peselýär.

Wakuum we suw buglarynyň bilelikde ulanylmagy, kowulýan fraksiýalaryň gaýnama temperaturalarynyň has peselmegini üpjün edýär we kowma prosesini has ýumşak şertlerde geçirmeklige mümkinçilik döredýär.

## V. REKTIFIKASIÝA

Bir ýa-da birnäçe komponentlerden durýan garyndynyň adaty kowma prosesi, fraksiýalaryň takyk dargamagyny üpjün etmeýär.

Bu fraksiýalaryň has arassa we takyk dargamaklygy üçin rektifikasiýa usuly ulanylýar; ýagny gapma-garşylyklaýyn hereketlenýan bug we suwuk fazalaryň köp saparlaýyn galtaşmaklygy esasynda bug fazanyň pes gaýnaýan komponente baýlaşmagy, suwuk fazanyň bolsa ýokary gaýnaýan komponentlere baýlaşmagy amala aşyrylýar. Rektifikasiýa prosesi rektifikasion sütünlerinde ýerine ýetirilýär. Rektifikasion sütüni dikligine ýerleşen silindr görnüşli apparat bolýar.

Ýokarlygynna görä ýörite rektifikasion tabaklary bilen üpjün edilýär. Bu gaplar boýunça ýokarlygyna bug akymlyry, ýokardan aşaklygyna akýan suwuklyk akymynyň içi bilen geçip, sütüniň ýokarlygyna tarap galýar.

Gerekli temperatura çenli gyzdyrylan çig mal rektifikasion sütünine berilýär. Bug sütün boýunça ýokarlygyna galýar, suwuklyk bolsa aşaklygyna akýar. Sütüniň ýokarsyndan aýrylýan buglaryň kondensirlenen bir bölegi sütüni suwlamak üçin gaýdyp gelýär. Ýokaryk galýan buglaryň kömegi bilen suwarýan suwuklyk gyzýar we bugarýar. Bug bolsa öz gyzgynlygyny suwuklygyna berip, bir bölegi kondensirlenme prosesleri sütüniň beýikligi boýunça her bir tabagyň üstünde birnäçe sapa gaýtalanýar.

Rektifikasiýa prosesiniň esasy şertleri: ýokaryk galýan bug Akymy we aşaklygyna akýan flegma akymy, sütüniň gurluşy bug bilen suwuklygyň arasyndaky galtaşmany ýokary derejede üpjün etmeli.

Rektifikasion sütüniniň ýokarsyndan alynýan önüme distillýat diýilýär, aşagyndan alynýan önüme bolsa galyndy diýilýär.

Rektifikasion sütüni iki bölümden ybarat bolýar: konsentrasion bölümi kowujy bölümi.

Çygly gazdaky çygyň massa mukdarynyň, gyry gazyň massa mukdaryna bolan gatnaşygyna gazlaryň diýilýär.

Çygly gazdaky suw buglarynyň  $p_p$  parsial basyşyna absolýut çyglylyk diýilýär. Käbir ýagdaýlarda  $1\text{m}^3$  Çygly gazdaky suw bugunyň gramda aňladylan massasyna absolýut çyglylyk diýilýär.

Berlen göwrümde, degişli temperaturadaky gaz garyndysynda bar bolan suw buglarynyň massasynyň degişli şertlerdäki doýgun buguň massasyna bolan gatnaşygyna gazyň otnositel çyglylygy diýilýär. Başgaçada otnositel çyglylygy çig gazdaky suw bugunyň parsial basyşynyň degişli temperaturadaky doýgun suw buglarynyň basyşyna bolan gatnaşygy bilen aňlatmak bolar, (%)

$$\gamma = \frac{P_n}{P_s}$$

Absolýut gury gaz üçin  $\gamma = 0$ , doýgun gaz üçin  $\gamma = 100\%$

## VI. UGLEWODOROD GAZLARYNY ARASSALAMAK

### 6.1. Uglewodorod gazlaryny turşy komponentlerden arassalamak

Gaz düzümindäki turşy gazlaryň mukdary giň interwalda üýtgäp durýar. Kükürtli gazlary gaýtadan işlemegiň uly tejribesiniň bolmagyna garamazdan häsirkä wagtda çenli umumylaşdyryp kabul edilen klassifikasiýasy ýok. Düzüminde az kükürt birleşmeleriniň konsentrasiýasy  $20-36 \text{ mg/m}^3$  (standart norma boýunça). Beýle gazlary arassalamasa - da bolýar, türkmen gazy hem şu gazlara girýär.

Kükürtli gazlara, absorbentler regenerirlenende çykýan gazlary.

$\text{H}_2\text{S}$  - reňksiz gaz, zaýаланan ýumurtanyň ysy bolýar. -  $60,4^\circ\text{S}$  reňksiz suwuklyga öwrülýär,  $85,6^\circ\text{S}$ -da kristal görnüşe geçýär.  $\text{H}_2\text{S}$  - zäherli; önümçilik jaýlaryň howasynyň düzümindäki  $\text{H}_2\text{S}$  mukdary  $0,2 - 0,3 \text{ mg/l}$  ýokary bolmaly däl.

$\text{H}_2\text{S}$  sulfidleri (R-S-R) emele getirmek bilen metallaryň poslamagyny emele getirýär. Suwuk fazada kislorodyň bar ýagdaýynda arassa kükürt halyna çenli okislenýär. We dürli organiki elementler bilen birleşip polisulfidleri emele getirýär.

Kükürt uglerody  $\text{CS}_2$  - reňksiz suwuk, ýokary temperaturada wodorod bilen birleşip kükürtli wodorod emele gelýär, zäherli  $t_0 = 46,3$  eremek temperaturasy -  $112,1^\circ\text{S}$ .

Uglerodyň kükürt oksidi  $\text{COS}$ , karbonilsulfid, yssyz, reňksiz, aňsatlyk bilen otlanylýan gaz. Suwuklyga geçýän temperaturasy -  $50,2^\circ\text{S}$  gatamaklyk temperaturasy -  $138,2^\circ\text{S}$ . Zäherli gaz howadaky normasy  $0,15 \text{ mg/m}^3$ . Ýokary temperaturada  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{CO}$  dargaýar.

Tiollar (merkaptanlar), R - SH güýçli ýakymсыз ysy bolýar, himiki reaktorlara düşýänçe katalizatorlary zäherleýärler, metallara täsir edip desganyň abzallarynyň çyremekligine getirýär.

Uglerodyň dioksidi  $\text{CO}_2$  - reňksiz, turşy ysly gaz. Atmosfera basyşda -  $78,5^\circ\text{S}$  - da uglerod dioksidi suwuk faza geçmän gönümelî ak gaz görnüşli gaty massasy emele getirýär. Turşy gaz komponentleriniň içinde iň aktiw korroziýa dörediji madda, desganyň gurluşlaryna turbalara täsir edip demiriň karbonatyny  $\text{FeCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$  emele getirýär.

### Dürli temperaturalarda kükürtli wodorodyň häsiýetleri.

T, $^\circ\text{S}$	P, MPa	<i>Udel göwrüm</i>		Bugar- ma ýylyly- gy, <i>kž/kg</i>	Bug- uň Ental- piýa- sy <i>kž/kg</i>	Ýylylyk sygymy	
		Su- wuklyk l/kg	Bug $\text{m}^3/\text{kg}$			T, $^\circ\text{S}$	$C_p$ , <i>kž/kg</i>
-60,6	0,102	1,095	0,518	548,1	548,1	25,2	1,003
-45,4	0,194	1,110	0,275	539,7	565,7	127	1,045
-34,4	0,316	1,180	0,175	525,8	571,5	227	1,086
-23,3	0,479	1,158	0,116	511,2	578,2	327	1,126
-12,2	0,693	1,180	0,081	492,3	582,4	427	1,167
-1,1	0,989	1,110	0,059	473,5	586,6	527	1,209
10	1,356	1,249	0,043	454,6	587,9	727	1,290
21,9	1,835	1,295	0,032	435,3	589,5		
32,2	2,416	1,340	0,025	411,5	590,0		

Tebigy we nebit gazlaryny turşy gaz komponentlerinden arassalamak üçin esasan hem absorbsiýa, adsorbsiýa prosesleri ulanylýar. Absorbsiýa prosesini turşy gaz komponentleriniň eridiji - absorbentler bilen özara täsirine görä takmynan aşaky toparlara bölüp bolýar.

Hemosorbsiýa prosesi, bu prosesde gazlar turşy gaz komponentleriniň eridijiler bilen, ýagny alkanol aminler bilen himiki reaksiýalara girmekligi bilen amala aşyrylýar. Bu topara ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) kömegi bilen arassalamak prosesi hem girýär. Bu proseslerde esasan hem gazlar  $\text{H}_2\text{S}$  we  $\text{CO}_2$  -den arassalanýar,

desganyň tilsimatiki apparatura gurluşlary sada, ýönekeý we ygtybarly bolýar.

Kemçiligi gazlary toplum turşy gazlardan, ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{RSH}$ ,  $\text{COS}$ ,  $\text{CS}_2$ ) arassalamak doly ýagdaýda geçirip bolmaýar.

Fiziki absorbsiýa usuly boýunça gazlary turşy gaz komponentlerinden arassalamak organiki eredijileriň ýagny dimetilefiriň  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ , propilen karbonatyň  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$ , N - metilpirolidonyň  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{N}$  we ş.m. kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Bu prosesde gazlar hemosorbsiýadaky ýaly himiki reaksiýalara görä däl-de fiziki absorbsiýa esasynda turşy gazlardan arassalanýar.

Organiki eredijileri, absorbentleri turşy gaz toplumlaryny arassalamak üçin ulanyyp bolýar. Bu absorbentleriň doňma temperaturasy pes bolýar, köňürjeklemeýär, apparatura abzallaryna täsir etmeýär. Fiziki absorbentleriň regenerasiýasy ýylylyk berilmezden, ulgamyň basyşyny peseltmek bilen ýerine ýetirilýär.

Prosesiň kemçiligi: absorbentler uglewodorodlary hem gowy ýuwudýar, has ýokary inçe ýagdaýda arassalamak üçin goşmaça alkanoamin eredijilerini köp ýagdaýlarda goşmaly bolýar.

Nebit we tebigy gazlary gerekmejek turşy gazlardan arassalamak alkanolaminiň suw erginleriniň organiki eredijiler bilen garyndysynyň - siklofolanyň  $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{SO}$ , metanolyň  $\text{CH}_3\text{OH}$  ulanylmagy bilen ýerine ýetirilýär. Bu proses organiki absorbentleriň turşy gazlaryň ýuwutmaklyk, ýagny fiziki absorbsiýa we absorbentiň aktiw bölegi bolup durýan alkonolaminleriň turşy gazlar bilen özara himiki täsirine esaslanandyr. Bu proses fiziki we himiki absorbsiýalaryň köp dürli artykmaçlyklaryny özünde jemleýär. Bu absorbentleri gazlary inçeden arassalamak we toplumlaýyň turşy gaz toplumlaryny arassalamak üçin ulanylyp bolýar.

Prosesiň kemçiligi ulanylyan absorbentler uglewodorodlary esasan hem aromatik uglewodorodlary esasan hem aromatik uglewodorodlary özünde gowy eredýär.



Bu bolsa 2 - nji, 3-nji topar prosesleriniň ulanylýan oblastylaryny çäklerindirýär.

Gazlary arassalamak prosesleriniň tilsimaty aýratynlyklaryny öwrenilende, arassalamak usulyňy saýlap almaklygyň özi, gerekli absorbentleri saýlap almaklyga getirýär. Absorbentler saýlanyp alynanda esasy kriteriýalary arassalanýan gazyň düzümindäki turşy, gazlaryň we soňky mukdary, ulgamdaky işçi basyşdan ybaratdyr. Absorbentiň dogry saýlanyp alynmagyndan haryt gazyň hili, desga harçlanýan metalenergiýa göwrümleri we daşary sredany goramaklyk bagly bolýar. Gazyň arassalaýyş usulyna garamazdan absorbentler birnäçe talaplara laýyk gelmeli:

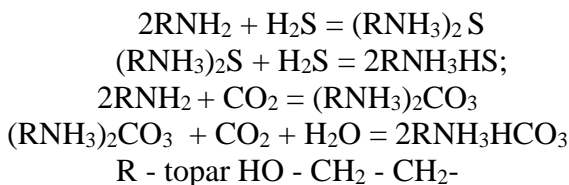
1. Berlen basyş aralykda olaryň ýuwudyjylyk ukyplylygy ýokary bolmaly.
2. Şepbeşikligi pes bolmaly, gaz bilen gowy garyşar ýaly
3. Uglewodorodlar bilen özara ereýjiligi pes bolmaly.
4. Korroziýa aktiwligi pes bolmaly.
5. Okislenmä we tehniki gargamaklyga durnukly bolmaly.
6. Könürjik emele getirmeli däl.

Absorbentleriň gaýnama temperaturasy ergin bilen ýuwdulýan ähli gaz komponentleriň gaýnama temperaturasyndan pes bolmaly.

Gazy gaýtadan işleýän desgalardaky absorbentler suw känlerine, topraklara hökman düşmegi mümkin, şonuň üçin hem olar bolşyna görä zähersiz bolmaly, Durmuşda edilýän talaplary doly kanagatlandyryýan reagentler ýok. Şonuň üçin hem, meselem gazlary kükürtli wodoroddan  $H_2S$  we uglerodyň ikili okisinden  $CO_2$  arassalamak üçin monoetanolamin (MEA), dietanol (DEA), diklikolamin (DGA), diizoproponolamin (DIPA), trietanolamin (TEA), metildietanol amin (MDEA) giňden ulanylýar.

Ýönekeý temperaturada DGA we MDEA - den başgasy gaty halda bolýar, şonuň üçin hem olary suwda eredýärler, doňma temperaturasy we şepbeşikligi peselýär.

Gazlary  $\text{H}_2\text{S}$  23  $\text{CO}_2$  - den arassalamakda aşaky reaksiýalar geçýär, duzlar emele gelýär, aminler esaslar bolýar.



Le-Şateliýeniň prinsipi boýunça pes temperatura we ýokary basyş göni reaksiýany güýçlendirýär, ýokary temperatura we pes basyş bolsa ters reaksiýany güýçlendirýär.

Gazlarda uglerodyň kükürtli oksidi COS we kükürtli uglerod  $\text{CS}_2$  turşy birleşmeleri bolan wagtynda DEA - nyň suwly ergini ulanylýar.

## VII. GAZLARY GAÝTADAN IŞLEME

### 7.1. Gazlary mehaniki garyndylardan arassalamak

Tebigy we ugurdaş nebit (başgaça-gazylyp alyjylyk, senagat-kärhana) uglewodorod gazlary ýangyçlary öndürmek we nebit himiýa sintezi üçin gymmatly çig mal bolup hyzmat edýär. Bu gazlaryň birlenji gaýtadan işleniş önümleriniň esasyalary: gaz benzini, suwuklandyrylan we gury gazlar, indiividual uglerodlar: propan, izobutan, n-butan, pentan.

Tebigy ugurdaş gazlaryň gaýtadan işlenilişi hereket egýän gazylyp alynýan uly nebit we gaz kánleriniň ýanynda gurulýan gazy gaýtadan işleýän zawodlarda amala aşyrylýar.

Önümleriň hiliniň we gazy gaýtadan işleýän zawodlaryň enjamlarynyň ulanyş-ekspluatasion şertleriniň gowulanmagy üçin uglewodorod gazlaryny öňünden.

1. mehaniki garyndylardan (ýaýran tozan, çäge bölejiklerinden, gaz geçirijileriň korroziýa (poslama) önümlerinden we ş.m.) arassalamaklygy;
2. guramaklyga;
3. kükürtli wodoroddan  $H_2S$  we  $CO_2$  (uglerodyň ilkili okisinden) arassalamaklyga sezewar edilýär.

Nebit gazlary emele gelşi boýunça üç görnüşe tebigy ugurdaş we emeli gazlara bölünýärler. tebigy gazlar özbaşdak, ugurdaş gazlar bolsa nebit bilen gazylyp alynýar. Ugurdaş gazlar çig nebitde erän ýadaýda bolup, ýolary, orta we pes basyşy traplardan geçenden soň bölünip aýrylýar.

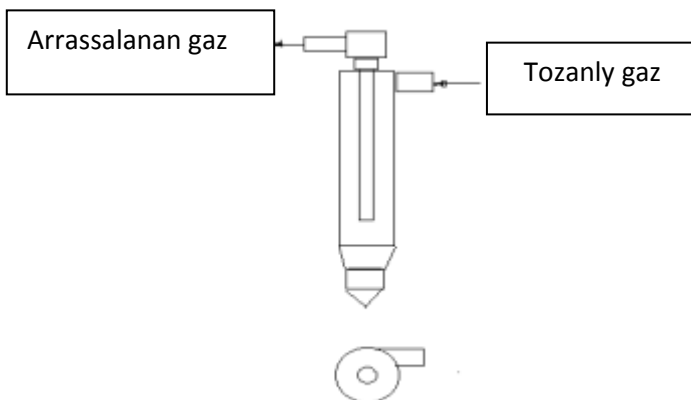
Gazlary mehaniki garyndylardan - esasan, mehaniki abzallaryň kömegi arkaly arassalanýarlar. Bu metodyň iki görnüşi: gury we çyglandyryp arassalama usullary bar.

Gury arassalaýyşda - gury tozan alyp galyjylardan peýdalanýarlar:

Olara aşakdaky degişlidir:

1. Siklonlar;
2. Çökdüriji apparatlar;
3. Elektrofiltler.

Siklonyň işleýiş prinsipi toranly gazy ýokary tizlikde galtaşma ugur boýunça apparata girizilende merkezden daşlaşýan güýjüň täsiri astynda spiral boýunça hereket edip, apparatyň diwaryna urulmagy we çökmegi ulanylýar.



6-njy surat . Siklon.

Merkezden daşlaşýan güýç aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$f = (4/3\pi \cdot r^3 \cdot \rho \cdot \omega^2) / g \cdot R$$

bu ýerde,  $r$ -bölejigiň radiusy, m;

$\rho$ -bölejigiň dykzlygy,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\omega$ -gazyň siklonda töwerek boýunça hereket tizligi,  $\text{m/sek}^2$ ;

g-erkin aşak gaçma ýa-da agram güýjüniň  
tizlenmesi,  $\text{m}/\text{sek}^2$ , ýagny  
 $g=9,8 \text{ m}/\text{sek}^2$ ;  
R-siklonyň radiusy, m.

Siklonyň R radiusy näçe kiçi boldugyça, şonça-da onuň  
onda döreýän merkezden daşlaşýan güýç ýokarydyr.  
Arassalanýan gazyň mukdarynyň köp bolan ýagdaýynda  
siklonlaryň  $4 \div 8$  sanyndan düzülen toparyny gurnayarlar.  
şeýle hem bir agregatda onlarçadan ýüzlerçe siklonlary  
birleşdirýän batareýa görnüşli siklonlar ulanylýar.

Çökdürji aparat-bu içi boş, wertikal ýa-da gorizontal  
diametri  $0,5 \div 1,5$  m bolan silindir. Çökdürme prosesi gazyň  
hereketiniň birden peselmegine esaslanandyr. Şunlukda tozan  
bölejikleri aparatyň düýbüne çökýär.

Çökme tizligi ( $\omega$ ,  $\text{m}/\text{sek}$ ) Stoksyň deňlemesi arkaly  
kesgitlenýär.

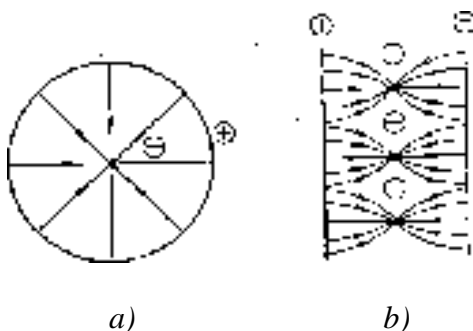
$$\omega = \frac{d^2 \cdot (\gamma_1 - \gamma_2) \cdot g}{18 \cdot \eta};$$

bu ýerde d-tozan bölejikleriniň diametri, sm;  
 $\gamma_1$  we  $\gamma_2$ -degişlilikde tozanyň we gazyň dykzlyklary,  $\text{g}/\text{sm}^3$ ;  
g- agramlyk güýjüniň tizlenmesi,  $\text{sm}/\text{sek}^2$ ,  $g = 980 \text{ sm}/\text{sek}^2$ ,  
 $\eta$ - gazyň dinamiki süýgeşikligi,  $\text{g}/(\text{sm} \cdot \text{sek})$ .

Gaty bölejikleriň çödürji aparatdaky optimal (oňaly) çökme şertleri basyşyň peselmegi we temperaturanyň ýokarlanmagy bilen aňladylýar.

Stoksuň deňlemesinden görnüşi ýaly basyşyň artmagy bilen gazyň dykzlygy we süýgeşikligi ýokarlanýar. Tutup alyp galyjydaky temperaturanyň ýokarlanmagy bolsa gazyň dykzlygynyň peselmegine we süýgeşikliginiň atmagyna getirýär, emma süýgeşiklik basyşyň ýokarlanmagy bilen deňeşdirenden has pesdir.

Gazyň tozandan has netijeli saplanmagy (arassalanmagy elektrofiltirlerde amala aşyrylýar. Elektrofiltirleriň işleýiş prinsipi gazlaryň elektrik maýdanynda ionizasiýa geçmegine esaslanan.



Inçejik sim položitel zaryadlanan, ýagny ol elektrik akym çeşmesiniň položitel polýusyna birikdirilen. Elektrik meýdanynyň täsiri astynda položitel ionlar täçlenýän elektroda tarap hereket edýärler we onuň üstünde zaryadlaryny ýitirýärler (neýtrallaşýarlar), otrisatel ionlar we elektronlar çökdüriji elektroda tarap süýşýärler. Tozanyň çökyän elektrodyna çökdüriji elektrod diýilýär.

## 7.2. Elektrik süzgüçleriň (elektrofiltirleriň) gurluşy

Elektrik süzgüçler çökdüriji elektrodyň durky (formasy) boýunça tapa-wutlanýarlar:

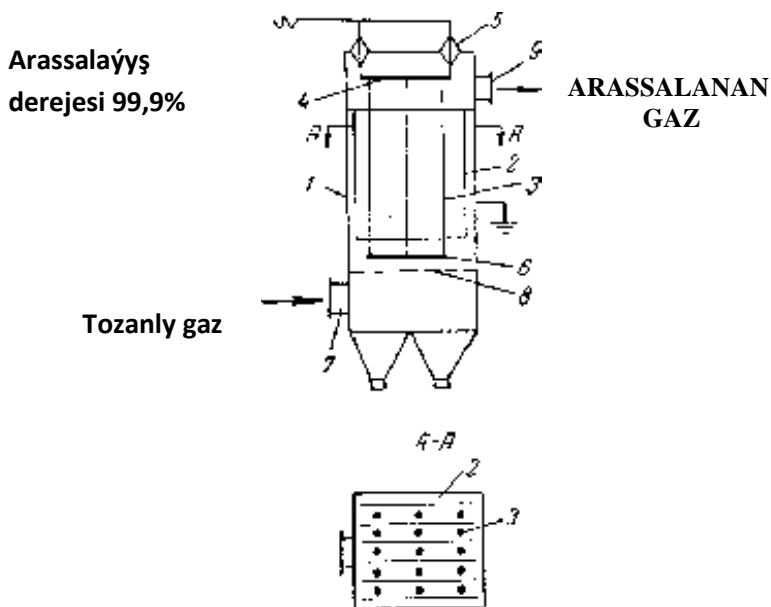
Tozanlanan gaz koronirleýji elektroddan geçende tozan bölejiklerine otrisatel zaryad berýär, olar bolsa öz gezeginde alan zaryadlaryny çökdüriji, elektroda berip zaýadsyzlanýarlar we apparatyň düýbüne çökyär.

Elektrofiltirlər hemişelik tokda (40-75 kW) işleýärler. Tozanyň elektrik geçirijiligini ýokarlandyrmak, şunlykda onuň gowy çökmegini gazanmak üçin gazy ölleýärler.

Elektrofiltreleriň iki görnüşi bolýar. turba görnüşli we palstinka şekilli.

Elektrifitlerde gazyň arassalanma derejesi 90-dan 98%-e ýetýär.

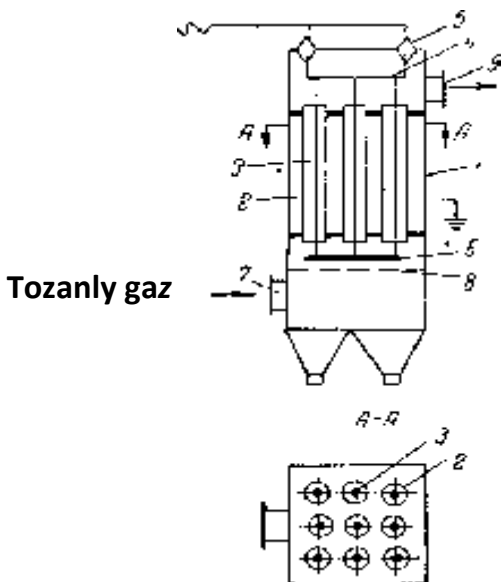
### 1. Turba görnüşli (sur. 3 );



Sur. 8. Turba görnüşli elektrik süzgüjiň shemasy:

- 1 - kamera; 2 - çökdüriji elektrod; 3 - täçlen-ýän elektrod; 4 - daýanç-direg;
- 5 - izolýator; 6 - daýanç-direg; 7 - giriş gazgeçirijisi;
- 8 - paýlaýjy gözenek; 9 - çykyş gazgeçirijisi

### 2. Plastina görnüşli (sur. 4).



Sur. 9. Plastina görnüşli elektrik süzgüjiň shemasy:

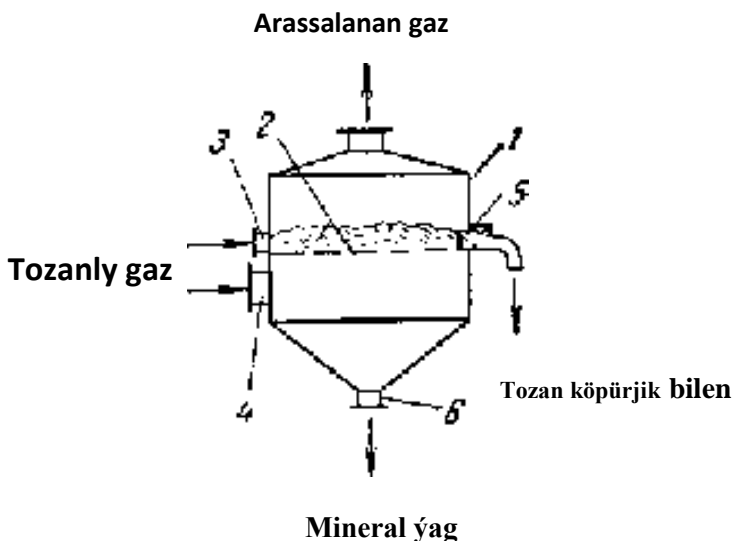
1 - kamera; 2 - çökdüriji elektrod; 3 - täçlen-ýän elektrod; 4 - daýanç-direg; 5 - izolýator; 6 - daýanç-direg; 7 - giriş gazgeçirijisi; 8 - paýlaýjy gözenek; 9 - çykyş gazgeçirijisi

Gazy öl arassalamaklyk- tozanyň gazyň suwuklyk (mineral ýag) bilen galtaşmaklygyna esaslanan.

Şu maksat bilen:

Skrubberler (gazyň erkin kesikdäki tizligi  $0,5 \div 1,5$  m/sek, ortaça arassalaýyş derejesi (80-90%) öl siklonlar, aýlanýan ýuwujylar we ş.m. ulanylýar. Aşakdaky suratda köpürjikleýji apparatyň görnüş-shemasy berlen.





Surat 10 Barbotažlaýyn (köpürjikleýin) tozantutujy:

- 1 - kamera; 2 - perforirlenen deşik-deşik tabak; 3 - suw goýbermek üçin ştuser;  
4 - tozanly gazy girizmek üçin turba-girelge; 5 - bosaga; 6 - döküliş ştuseri

Bölejikleriň diametri	Arassalanyş derejesi
> 5 mk	98-99 %
< 5 mk	75-80 %

Ýanyjy maddalary gaýtadan işlemegiň hemme destruktiv prosesleri, uglewodorod gszlaryny emele getirmek bilen geçýär. Bu gazlaryň çykymy, ortaça çig mal boýunça 5-20% deň. Bu ugurda, destruktiv prosesleriniň içinde iň esasy orun pirolize düşýär. Ol prosesde ýeňil olefinlere baý gazlar prosesiniň maksatlaýyn önümi bolup durýar. Nebiti gaýtadan

işlemede ulanylýan esasy prosesleriniň uglewodorod gazlarynyň takmynan düzümi jedwelde 1 getirilýär.

Doýgun däl uglewodorodlardan başga-da, zawod gazlary  $C_3$ - $C_4$  fraksiýaly gazlary "ýagly" bölümiň konsentrasiýasy bilen häsiýetlendirýär. Bu fraksiýanyň gymmat bahaly uglewodorody butan we butilendir. Ol awtomobil we awiasion benzinlerine ýokary oktanly komponenti almak üçin katalitiki alkilirlämäniň çig maly bolup durýar. Gazyň – wodorod, metan we  $C_2$  (etan+etilen) saklaýan "gury" bölegi has az gyzyklandyрма berýär. Nebiti çuň gaýtadan işlemede gury gazlaryň çykymy 3-4,5 % (massa) ýetýär, onuň düzümi takmynan aşakdaky ýaly (gaz boýunça, % massa):

Wodorod.....	3,0 – 3,5
Metan .....	26 – 27
Etilen .....	27 – 28
Etan .....	30
Propan – propilen .....	8,0 – 8,5
Fraksiýa $C_4$ .....	5

Nebit zawodlarynyň baýlygy, zawotda nebiti gaýtadan işlemegiň çuňlugu bilen baglanyşykly. Çuň gaýtadan işlemede gazyň tygşytly ulanylmagy, ykdysady taýdan esasan aýratyn orny bar. Gaz fraksiýalarynyň ulanylyşy, zawodyň işi bilen, ýagny nebitimiýa toplumy kesgitlenýär

3. Suw, has takygy onuň buglary uglewodorodlar bilen kompleks birleşmeleri-gidratlary berip bilýär:  $CH_4 \cdot 6H_2O$ ,  $CH_4 \cdot 7H_2O$ ,  $C_3H_8 \cdot 18H_2O$  we ş.m.- bular presslenen gara ýa-da buza meňzeş ak kristallardyr. Olar murba geçirijileriň içini dykyp, kompressorlaryň ulanylyşyny we üçin juda kynlaşdyryp bilerler.

Tejribede tebigy gazyň çyg saklaýjyly barada onuň gyraw nokady boýunça baha berýärler. Gyraw nokady diýip suw buglarynyň kondensirlenme (gazdan "guraw" görnüşinde bölünip aşak çököýär) temperaturasyna düşünilýär.

komponentler	Gazyň düzümi, % (massa)							
	Basyş astynda termiki krekng	Haýalla-dylan kokslama		Koksyň gaýnama gatlagynda üznüksiz kokslama	Wakuum gazoýlynyň katalitiki krekngi		Benziniň kaalitiki riformngi	Agyr distilýat çig malynyň gidrokrekngi
		gudron	Krekng galyndy		RSG amorf katalizatorynda	RSG – 2S seolitsaklaýan katalizator		
Wodorod	0,2	0,4	0,6	0,6	3,2	0,1	6,0	-
Metan	16,0	35,9	42,5	23,2	8,3	3,4	13,0	6,9
Etilen	2,5	1,7	1,5	18,3	7,1	4,5	-	-
Etan	17,0	18,2	20,1	15,3	2,9	2,8	21,0	14,0
Propilen	9,0	5,9	0,9	17,4	26,6	23,8	-	-
Propan	21,5	17,0	17,9	9,2	5,9	10,7	32,0	44,7
n-butilen	9,8	3,7	1,3	7,7	16,6	15,9	-	-
n-butan	14,5	9,3	11,0	2,5	3,1	5,8	16,0	10,4
Izobutan	5,0	5,6	3,4	0,6	15,8	25,2	12,0	24,0
Izobuti-len	4,5	2,3	0,8	5,2	10,5	7,8	-	-
Doýgun dälleriň jemi	25,8	13,6	4,5	48,6	60,8	52,0	-	-

Gazlary guratmagyň birnäçe:

- gaz giňelende drossel effektini ulanmaklyga;
- daşky işi ýerine ýetirip gazyň giňelmekligine;
- antifriz pürkmeklige;
- gazdaky çyglygyň gaty we suwuk sorup-ýuwdujylar tarapyndan alyp galmaklygyna esaslanan usullar bar.

Gaty we suwuk sorujylar arkaly gazlaryň guradylmagy has giň gerim aldy.

Suwuk sorujylar: -absorbentler (köplenç eredijiler): gliserin (1929)

Glikollar: dietilenglikol (1936) trietileng ýa-da duzlaryň erginleri (meselem hlorly kalsiý). Gaty sorujylar-adsorbentler. Senagatda silikagel, alýumogel (aktiwirlenen alýumininiň okisi), aktiwirlenen boksitler, 4A we 5A molekulýar elekler ulanylýar. Soňky döwürlerde has giňden stolitlerden peýdalanylýar. Seolitler-munuň özi kristallik kalsiniň, natriniň we beýleki metallaryň suw alýumosilikatlarydyr. Seolitleriň bir gyra deň kristallik gözegine bolup, onuň kömegi bilen uşak molekulalardan uly molekulalry aýryp bolýar. Şonuň üçin hem olara "molekulýar elekler" diýilýär.

Suwuk absorbentler bilen gazlary absorberlerde we desorberlerde guradýarlar.

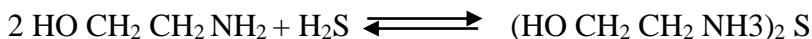
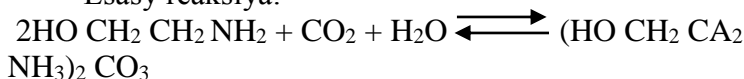
Gaty sorujylar arkaly gazyň guradylyşy adsorberlerde (temperatura 25-40°C, basyş 2-4 atm). Adsorbentleriň regenerasiýasyny: silikageli 180-200°C, molekulýar elekleri bolsa 310-370°C-da geçirýärler.

## VIII. GAZLARY ARASSALAMA PROSESLERI WE KÜKÜRDİN ÖNDÜRILIŞI

### 8.1. Suw bilen ýuwulma we karbonat arassalanylyşy

Tebigy gazlary  $H_2S$ -den we  $CO_2$ -den arassalamak. Bu ugurdan usullar, ýöne olardan has giňden ulanylýany etanolamin bilen arassalamak (1930 ý). Bu usulda  $H_2S$ ,  $CO_2$  we  $H_2O$  bilelikde aýrylýar.

Esasy reaksiýa:



Proses ýokary basyşda we 25-40<sup>0</sup>S-da, regenerasiýa bolsa, pes basyşda we 105<sup>0</sup>S-dan ýokardaky temperaturada geçirilýär.

Etanolamin bilen arassalanylyşyndan başga  $H_2S$ -den,  $CO_2$ -dan we  $H_2O$ -dan arassalamakda suw bilen ýuwuş we aşgar metallaryň karbonatlarynyň suw ergini arkaly ýokary 2,0-2,5 mol% konsentrasiýalarda ulanylýar.

Ýokary konsentrasiýaly arzan suuw ýa-da natriniň ( $Na_2CO_3$ ) ýa-da kaliniň ( $K_2CO_3$ -potaş) karbonatlary ýaly absorbentleri ulanmak amatlydyr. Olaryň konsentrasiýasyny 2,0-2,5 mol %-e ýetirýärler. Arassalamagy etanolamin bilen işläp soňlaýarlar.

### 8.2. Gazlary we gaz kondensatyny tiollardan arassalamak

Ýokarda agzalyp geçilenlerden gürnüşi ýaly gazlary turşy komponentlerden arassalamak üçin aminli prosesler giňden ulanylýar. Bu prosesler bilen gazlar arassalananda arassa gazda kükürtliwodorodyň saklanyşy 5-10mg/m<sup>3</sup> –a ýetýär. bu standartda goýlan bahadan ýeterlik kiçidir.

Ýäne bu prosesler düzgün bolşy ýaly, gazlary dürli tiollardan arassalamagy üpjün etmeýär. Bu maksatlar üçin siňdiriji hökmünde aşgarlaryň, demir gidroksidiniň, tributilfosfatyň erginleri ulanylýan prosesleri, şeýle hem ondan başga-da adsorbsiýa we pes temperaturaly absorbsiýa prosesleri ulanylýar. Görkezilen prosesleriň ulanylýan ýerleri gazyň düzüminden bagly bolşy ýaly önümçiligiň takyk şertlerinden hem baglydyr. Görnüşi ýaly aşgarlaryň suwly erginlerini ulanmak şeýle ýagdaýlarda amatly, haçanda gaýtadan işlenilýän gazdan uglerodyň ikili oksidini aýyrmak talap edilmese. Pes temperaturaly absorbsiýa prosesiniň ulanylyşy gazdan tiollary we agyr uglewodorodlary bir wagtda (bilelikde) aýyrmak üçin maksada laýyk.

Katalitiki prosesler köpräk kükürtliwodorody almak bilen tiollary, uglerodyň kükürtli oksidini we beýleki kükürtli organiki birleşmeleri bilelikde gidrirmek we emele gelen kükürtliwodorody gazdan arassalamak üçin ulanylýar.

### **8.3 Pes temperaturaly absorbsiýa usuly bilen gazlary tiollardan arassalamak**

Pes temperaturaly absorbsiýa usulynda gazlary tiollardan arassalamak desgasyň tehnologiýa shemasy 4.1 suratda görkezilendir. Desga üçin çig mal bolup  $\text{CO}_2$  we  $\text{H}_2\text{S}$  arassalanan gaz ulanylýar.

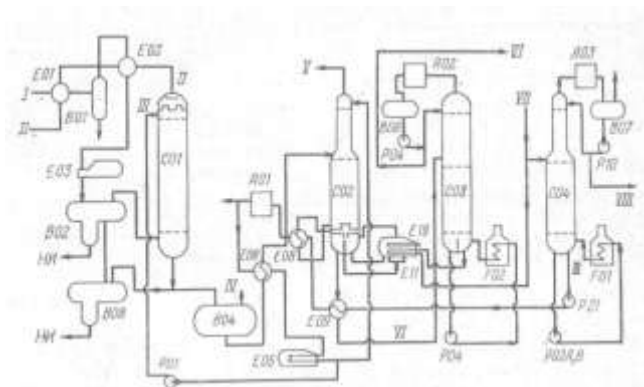
Kükürtden arassalama desgasyndan soňra gaz 1-nji we 3-nji rekuperatiw ýylylyk çalşyjylardan, 5-nji propan bugardyjydan geçip  $-30^\circ\text{S}$  temperatura çenli sowýar. Emele gelýän gaz-suwuklyk garyndysy bölünmeklik üçin 6-njy üç fazaly bölüjä barýar.

Uglewodorod faza 6-njy bölüjiden galyndy suwdan we ingibitordan goşmaça bölünmeklik üçin 7-nji bölüji sygyma barýar. 6-njy bölüjiniň aşagyndan çykýan amin, suw we glikol garyndysy regenerasiýa blogyna ugradylýar.

6-njy bölüjiden çykýan gaz 4-nji absorberiň aşaky bölegine barýar. Absorberiň ýokarky tarelkasyna  $-30^{\circ}\text{S}$  temperatura çenli sowadylan absorbent berilýär.

Absorberiň aşagyndan çykarylýan doýgun absorbent 7-njibölüjiden çykyp gelýän durnuksyz kondensat bilen goşulyşýar we 8-nji separator –bölüjä barýar. 8-nji separatoryň ýokarsyndan suwuklygyň düzümindäki gaz bölünip aýrylýar, aşagyndan çykýan suwuklyk 10-njy rekuperatiw ýylylyk çalşyýdan geçip 14-nji deetanizatoryň ortaky bölegine berilýär. Deetanizator absorpsion-bugardyjy kolonnanyň kadasynda işleýär. Suwaryjy hökmünde  $-30^{\circ}\text{S}$  temperatura çenli sowadylan regenerirlenen absorbent kolonnanyň ýokarky bölegine berilýär. Kolonna 1.36Mpa basyşda işleýär. 8-nji separatoryň (degazatoryň) ýokarsyndan bölünip çykýan gaz degişli ýylylyk çalşyýda gyzdýrylyp we separatoryň üstünden geçip gysyjy kompressoryň II basgançagyna barýar we onda 6 MPa basyşa çenli onuň basyşy ýokarlanýar. Soňra gaz pes temperaturaly kondensasiýa blogyna berilýär.

Deetanizatoryň ýokarsyndan çykýan gaz (metan-etan fraksiýasy) kompressoryň I basgançagyna ugradylýar.



1

1 surat Gazlary pes temperaturaly absorpsiya usuly bilen tiollardan arassalama desgasyň tehnologi shemasy.

CO1-absorber; CO2-deetanizator; CO3-debutanizator; CO4-desorber; BO1, BO2, BO4, BO6,BO7, BO8-separatorlar (bölüjiler); AO1,AO2,AO3-howa bilen sowadyjy apparatlar; EO1, EO2, EO6, EO8, EO9-rekuperativ ýylylykçalışyjylar; E-11, E-19-gyzdyryjylar; EO3, EO5-propanly sowadyjy; FO1, FO2-peçler; PO1, PO2, PO4, P10, P21-nasoslar; I-çig gaz; II-arassalanan gaz; III-regenerirlenen absorbent; IV-degazasiýa gazy; V-deetanizasiýa gazy; VI-gysylan gaz(propan-butan fraksiýasy);VII-durnukly kondensat; VIII-yeňil uglewodorod fraksiýasy; HN-doýgun ingibitor.

Absorbentden propan-butan fraksiýasynyň bölünmesi 18-nji kolonnada geçirilýär. Kolonnanyň ýokarky önümi 15-nji howa bilen sowadyjyda sowadylýar, kondensirlenýär we 16-njy suwaryjy sygyma barýar.

Debutanizatorda bugartmak üçin gerek bolan ýylylyk 21-nji ýangynly gyzdyryjynyň üsti bilen berilýär.

Debutanizirlenen absorbent kolonnanyň kubundan çykyp 19-njy egremli bugardyjydan geçip 25-njikolonnanyň ortaky bölegine berilýär. Şu kolonna durnukly kondensat berilýär. Onuň bir bölegi kolonnanyň aşaky bölegine geçýär(absorbentiň ýitgisinidoldurmak üçin ). 25-nji kolonnanyň ýokarky önümi stabilleşen kondensat parkyna berilýär.

Desorberiň aşaky önümi- regenerirlenen absorbent rekuperativ ýylylyk çalışyjylardan , howa bilen sowadyjydan , propan bugardyjydan geçip 4-nji we 14-nji kolonnalara suwaryş üçin berilýär.

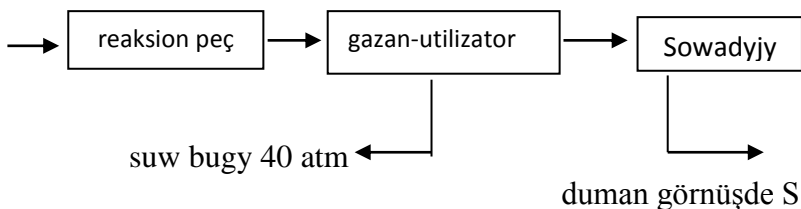
Desganyň çyzgysynda 25-nji kolonnanyň bolmagy absorbentiň başlangyç gaýnama temperaturasynyň hemişelik derejede saklanmagyny üpjün edýär.

Absorbent hökmünde gazyň başlangyç gaýnama temperaturasy125-135°S bolanfraksiýasy alynýar. Fraksiýada tiollary erediji komponentler bolup aromatik (gapdal zynjyry gysga bolan) uglewodorodlar durýar. Parafin uglewodorodlarynda tiollaryň ereýjiligi pes.



## 8.4. Kükürdiň öndürilişi

Giňden ýaýran usul-Klausyň prosesi- $\text{H}_2\text{S}$ -iň doly däl ýanmagydyr:

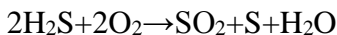


### Kükürdiň alnyşy

Häzirki wagtda kükürdiň alnyş usulynyň birnäçe ugry bolup, esasan iki başgaçakly proses ulanylýar.

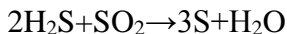
1. Ýakmak.  $\text{H}_2\text{S}$  akymynyň bir bölegini peçde ýakylanda kükürdiň dioksidi,

suw we kükürt emele gelýär:



“S” emele gelmegi,  $\text{O}_2$ -ň az mukdarda bolmagy bilen baglanşykly.

2. Reaksiýa. Galan  $\text{H}_2\text{S}$ -dy ýanma önümleri bilen garýarlar we katalizatoryň üstünden geçirýärler. Netijede “S” emele gelýär:



Kükürt reaktordan rasplaw görnüşinde çykarylýar. Klaus usulynda  $\text{H}_2\text{S}$ -ň 90-93% “S” öwrülýär. Alynýan “S” ýokary arassalagy bolup, onuň köp mukdary  $\text{H}_2\text{SO}_4$  öndürmeklige harçlanýar. Bu maslahat bilen “S” ulanman,  $\text{H}_2\text{S}$ -dy ulanylsa, onda gymmata düşýär. Mundan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  öndürýän zawodlara başga “S” ibermeklik ýeňil. “S” rezin önümçiliginde, medisina, kükürtli uglerody öndürmekde we oba hojalogynyň beýleki pudaklarynda ulanylýar.



Belgilenşi		Temperatura, °C		P, MPa	Tabak sany
		aşag y	ýokarsy		
1	K – 1	26- 30	130- 140	2,6	45
2	K – 2	70	150- 160	1,3	45
3	K – 3	60	114	2,2	60
4	K – 4	68	83	1,1	60

K – 1 – deetanizator

K – 2 – bebutanizator

K – 3 – propan sütüni

K – 4 – izobutan sütüni

Bu gazfraksionirleýji desganyň çyzygysy eger, gaz metana ( $\text{CH}_4$ ) baý bolsa, az peýdaly. Ýokary basyş bölmekligi kynlaşdyrýar. Mysal üçin propan-izobutan binar garyndysy üçin otnositel bugaryjylyk  $100^\circ\text{C}$  we  $2\text{MPa} \approx 1,7$ , şol temperaturada ýöne  $1\text{MPa}$  basyşda  $\alpha=1,9$  deň, bölmeklik ýenleşýär.

GFD-ň sütünleri köp sanly tabak saklanýar.

Gazlary gaýtadan işleme desgasynda sowatmak zerurlygy ýüze çykýar. Olary sowatmakda adatça has giň ýaýran we elýeter ýylylyk göterijiler ulanylýar. Olara suw we howa degişli. Sowadylma, sowadylýan we sowadýan gurşawlaryň arasynda bolup geçýär. Munda sowadýan gurşawyň temperaturasy, sowadylýanyňkydan pes bolmaly.

Ýylyň möwsümine we klimat şertine baglylykda howa bilen sowatmaklyk  $25-30^\circ\text{C}$  çenli bolup bilýär. Ýylylyk geçirijileri suw bilen sowatmaklykda has pes temperatura çenli amala aşyryp bolýar. Adatça, ýylyň möwsümine we klimat şertine baglylykda saýlanan suwuň temperaturasyny  $15-25^\circ\text{C}$  deň diýip kabul edilýär.

Howa we suw bilen sowatmaklyk dürli ýylylyk çalşyjylarda amala aşyrylýar. Munda, sowadylýan we sowadýan gursawlar diwar bilen (eger-de bu gursawlaryň bibi-biri bilen galtaşmasy kábir sebáplere görá rugsat berilmeýán ýagdaýynda) bölünen, ýa-da öz aralarynda göniden – göni galtaşýarlar.

Ýylylyk çalyşmada gatnaşýan sowadyjy suwuň harçlanmasyny ýylylyk balansyndany tapýarys:

$$G \cdot c \cdot t_b + W \cdot t_1 = G \cdot t_a + W \cdot t_2 \cdot Q_y \quad (1)$$

bu ýerden

$$W = (G \cdot c \cdot (t_b - t_a) - Q_y) / t_1 - t_2 \quad (2)$$

bu ýerde  $G$  – sowadylýan ýylylyk göterijiniň mukdary;  $c$  – degişlilikde sowadylýan we sowadýan ýylylyk göterijiniň berlen temperaturadaky ýylylyk sygymy;  $t_1$ ,  $t_2$  – sowadýan suwuň başlangyç we ahyrky temperaturasy;  $t_b$ ,  $t_a$  – ýylylyk göterijiniň başlangyç we ahyrky temperaturasy;  $Q_y$  – daşky gursawa ýitirilýán ýitgi, kkal/sag.

Suwuň ýylylyk sygymyny bir diýip kabul edilýár.

Buz bilen sowatmaklyk, sowadylýan suwuklygyň nul gradus temperaturasy gazanmakda ulanylýar. Sowatmakda buzy köplenç sowadylýan suwuklyga goýberilýar. Bu ýagdaýda buz suwuklyk bilen  $0^\circ\text{C}$  temperatura çenli gyzdyrylýar we sonar sowadylýan suwuklykdan ýylylygy alyp, ereýár. Şeýle usul suw bilen tásir edişmeýán we garyşdyрма rugsat berilýán suwuklyklar üçin ulanylýar.

Buz bilen sawadylmada, sowadylýan suwuklyk bilen apparata ýylylyk girizilýar

$$Q_s = G \cdot c \cdot t_b$$

bu ýerde  $G$  – sowadylýan suwuklygyň mukdary;  $c$  – degişlilikde sowadylýan suwuklygyň berlen temperaturadaky ýylylyk sygymy;  $t_1$ ,  $t_2$  – sowadýan suwuklygyň başlangyç temperaturasy.

Buz bilen suwuklyk  $Q_y$  mukdaryda (ýa-da otrisetel alamatly ýylylyk) girizilýar.

$$Q_y = L (-r)$$

bu ýerde L – buzuňmukdary, kg; r – buzuňereme ýylylygy, kkal/kg.

Sowadylýan garyndynyň we suwuň (buzuň eremesi netijesinde emele gelýän) ahyrky temperaturasyny  $t_k$  bilen belláp prosesiniň ýylylyk balansyny aňladýarys:

$$G \cdot c \cdot t_b + L \cdot r = G \cdot c \cdot t_b + L \cdot t_k$$

Bu deňlikden buzuň harçlanmasyny kesgitleýäris:

$$L = G \cdot c \cdot (t_b + t_k) / t_a + r$$

Buz bilen sowatmaklyk wagty prosesiniň geçiriliş şertine bagly. Ol buzuň ölçeginiň kiçi bolmagy we suwuklygyň garylmasynyň çaltlandyrylmagy bilen azalýar.

Has pes temperatura almakda ýörite sowadyjylar ulanylýar. Himiýa tilsimatynda ulanylýan sowadyjylar ulanylyş şerti bilen jedwelde 1 getirilýär:

### Himiýa tilsimatynda ulanylýan sowadyjylar we olaryň ulanylyş şerti

Sowadyjylar	Desgada iş şerti	
	Temperatura, °C	Absolýut basyş, at
Geliý	-272 çenli	1 çenli
Wodorod	-257 çenli	10 çenli
Azot, kislorod, howa	-210 çenli	200 çenli
Metan	-100-den -160 çenli	40 çenli
Etan, etilen, freonlar	-70-den -150 çenli	40 çenli
12 we 22 freonlar, ammiak, kükürdiň ikili okisi, uglerodyň ikili okisi	0-dan -70 çenli	15 çenli
Etilenglikol	0-dan -65 çenli	1
Kalsiý hlorynyň şerebesi	0-dan -50 çenli	1
11,21,112,114 freonlar	0-dan -10 çenli	3 çenli

Emeli sowatmaklyk, ýagny  $-100^{\circ}\text{C}$  almaklyk şertli aşakdaky görnüşlere bölünýär:

1. Çuň sowatma tehnika ( $-100^{\circ}\text{C} - -218^{\circ}\text{C}$ )
2. Kriogen tehnika ( $40\text{K}-0,3\text{K}$ )
3. Ultra pes temperatura tehnika ( $0,00002\text{K}$  çenli)
3. Gaz benzini bölmek üçin esasy dört sany çyzygy

ulanylýar:

1. sowatmak
2. çuň sowatmak
3. ýag bilen absorbsiýa
4. gaty gatlakda absorbsiýa

Sowatmakda –  $10^{\circ}\text{S} - -40^{\circ}\text{S}$  çenli sowadylýar. Bu temperaturada etanyň , propanyň 90% we hemme butan suwuklyga öwürülýär we olary fraksionirmek bilen bölmek bolýar.

Çuň sowatmakda etanyň doly bölünmesi geçirilýär. –  $100^{\circ}\text{S} - -140^{\circ}\text{S}$  temperatura aralygynda sowadylýar. Bu şertde etanyň 90-95% we propanyň hemme mukdary gazdan aýrylýar.

Desganyň gazy, gazfraksionirleýji desga baryp, aşakdaky basgançaklary geçýär:

1. Gysylma. Pes basyşdaky gaz, 14 atm çenli gysylýar.
2. Ýokarky basyşda suwuklandyrlan gazlar separatorda bölünýärler.
3. Absorbsiýa. Gaz ýokary basyşda absorbere berilýär. Ýokarlanan ýag, aşakdan başlangyç gaz biri-birine garşy hereket etmesi netijesinde gaz bölünýär:

Absorbsiýa – bu bugy we gazy suwuklyk bilen siňdirmiş prosesidir. Şonda suwuklyk bilen siňdürilýän gaz absorbtiv diýlip atlandyrylýar. Gazy we bugy siňdirilýän suwuklyk bolsa absorbent diýlip atlandyrylýar.

Absorbsiýa esasan gaz komponentlerini bölmek üçin ulanylýar. Bölüşdirmek bu suwuklykda gazlaryň aýratyn ereýjiligine esaslandyrlan. Gowy ereýän gazlar, dykyz we

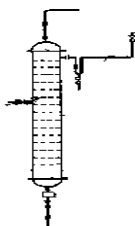
ortaça ereýän gazlar tapawutlandyrylýar. Absorbsiýany himiýa pudagynda ulanylmaklyk giňden ýaýran.

Doýan absorbirden agyr uglewodorodlar rektifikasiýanyň kömegi bilen bölünip aýrylýar.

Gazlaryň suwuklukda eremesi basyşyň ýokarmasynda we temperaturanyň peselmeginde ulalýar. Basyşyň peselmegi, temperaturanyň ýokarlanmasy gazlaryň suwuklyk bölünip çykmagyna getirýär. Bu prosese desorbsiýa diýilýär. Ýuwydyjydan ýuwudylan gazy arassa ýagdaýda ýa-da ony gaýtadan ulnmak üçin dikeltmek maksady bilen ýerine ýetirilýär. Eger, gaz-suwuklygyň degişli deňagramlylygyndakydan gaz fazasyndaky gazyň konsentrasiýasi pes bolsa, onda gaz erginden gaz akymyna geçýär. Netijede desorbsiýa prosesi geçýär. Desorbsiýa, erginde erán gazy bölüp çykarma bolup, aşakdaky usullarda ýerine ýetirilýär:

1. Inert gazyň we suw bugunyň akymynda kowma;
2. Absorbente ýylylyk berip ergini bugartma;
3. Absorbentiň üst ýüzünde basyşy peseltme (wakuum döretme).

Etan we ondan has ýeňil  
komponentler



Surat 13. Absorbsiýa prosesini geçirmek üçin absorber

Adatça absorbsiýany we desorbsiýany bir ýeke-täk önümçilik prosesine birikdirýärler. Desorbsiýa prosesi desorber diýip atlandyrylýan massa çalyşma apparatynda ýerine ýetirilýär.



Desorbsiýa prosesini has netijeli geçirmek maksady bilen bu usullaryň birleşdirilen görnüşleri ulanylýar.

Inert gazyň we suw bugunyň akymynda kowmaklyk, absorbsiýanyň tersine geçýän prosesdir. Suwuk erginiň inert gazy bilen galtaşmasynda erän gazlar, gaz fazasyna geçýärler. Sebábi, erginiň ýüzündäki gazyň parsial basyşy gaz garyndysyndakydan kiçi. Prosesi goýmaly ýa-da barbotažly sütünlerde geçýärler. Ergin sütüniň ýokarsyndan, inert gazyny bolsa aşakdan berilýär. Sütüniň aşaky böleginden dikeldilen ergin, ýokarsyndan bolsa – erginden bölünen gaz inert gaz bilen garyndy görnüşinge çykarylýar.

Senagatda inert gaz hökmünde köplenç howa ulanylýar. Prosesde bölünip alnan gaz halyndaky komponent arassa görnüşde alynman, howa garyndysy görnüşde bolýar. Şonuň üçin, gazdan bölünen komponent ulanylmaýan ýa-da şol komponentiň ýokary konsentrasiýasy gerek bolmadyk ýagdaýynda peýdalanylýan bolsa, bu usuly ulanylýan

Eger, gazlar suwda eremeýän ýagdaýynda desorbsiýa geçirilende, inert gaz hökmünde suw bugy ulanylýar. Suw bugy bilen bölünen garyndy sütünden çykarlandan soň, kondensatora iberilýär. Ol ýerde suw bugy kondensirlenýar, bölünen component bolsa arassa görnüşde alynýar. Eger komponentiň gaýnama temperaturasy ýeterlik derejede ýokary bolsa (mysal üçin benzol), onda ol suw bugy bilen kondensirlenýar we suwdan çökdürme ýoly bilen bölünýar.

Ergini bugardyp kowma usuly, kütäk buguň kömegi bilen geçirilýar. Munda, dine bir bölünýän component dál, eýsem eredijiniň bir bölegi bugarýar.

Suwuk eredijide erän komponentini we buguny bölmek üçin rektifikasiýadan peýdalanýarlar. Şeýlelikde, prosesiň çyzgysy we ulanylýan aparat boýunça bu usul, rektifikasiýadan tapawutlanmaýar.

Wakuumda kowma, bugartma ýoly arkaly kowma bilen birleşdirilýar we atmosfera basyşynda ýuwudyjydan komponenti doly derejede bölüp bolmaýan ýagdaýynda

ulanylýar. Wakuumda kowma usulynda, desgada bölünýän gaz halyndaky komponent wakuum-nasos bilen sorulýar.

## **9.2. Pes temperaturaly rektifikasiýa usulynda gazy gaýtadan işlemek**

Rektifikasiýa prosesi absorbsiýa prosesine garanda termodinamiki taýdan has amatly. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň shemasy pes temperaturaly absorbsiýa prosesiniň shemasyna garanda netijeliräk we apparatlaryň gurnalyşy ýeňil. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň pes temperaturaly kondensasiýa prosesiniň shemasyndanda prinsipial aýratynlygy – desga barýan çig mal separasiýa edilmesiz rektifikasion kolonna berilýär. Rektifikasion kolonnada çig gazyň gury gaza (kolonnanyň ýokarsyndanda çykýar) we uglewodorodlaryň giň fraksiýasyna bölünmesi bolup geçýär. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň prinsipial shemasyna baglylykda esasy apparatlary – rektifikasion kolonnalary rektifikasion - bugardyjy we kondensasion – bugardyjy apparatlara bölmek hödürleýär.

Rektifikasion-bugardyjy kolonna diýip, ortaky bölegine öňünden sowadylan çig gaz akymy berilýän kolonna aýdylýar. Praktiki taýdan ol rektifikasion kolonna ýaly işleýär. Energetiki taýdan rektifikasion-bugardyjy kolonnasy bolan shemalar pes temperaturaly kondensasiýa prosesiniň shemalaryna garanda amatly.

Kondensasion-bugardyjy kolonna rektifikasion-bugardyjy kolonnadan bölünýän garyndynyň ýokarky tarelka berilýändigini bilen tapawutlanýar. Onuň ýokarky berkidiji böleginde bolup daşky sowadyjy sikli suwaryjy kondensator-sowadyjy hyzmat edýär.

Köplenç senagat kolonnalarynda 13-17 sany teoretiki kolonnalar goýulýar. Gaz berilmesi bir ýerden bolanda ol kolonnanyň ýokarky ýa-da ortaky bölegine berilýär. Propan sowadyjy sikli bolanda we haryt önüm hökmünde propan we

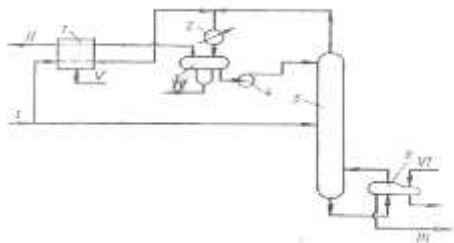
ondan hem agyr uglewodorodlar alnanda prosesiň paramatrleri takmynan aşakdakylara deňdir:

Kolonnanyň ýokarsynyň temperaturasy  $-23 \div -30^{\circ}\text{S}$ ;

Kolonnadaky basyş  $2,5 - 3,5 \text{ MPa}$ .

Çig malyň kolonna berilmesiniň iki ýerden bolmagy mümkin. Termodinamiki taýdan şeýle shema has amatly bolup durýar. (III.84 surat). Hasaplama boýunça çig malyň berilmesi iki ýerden bolan shema takmynan 10% energiýa çykdaýjylary tygşytlamaga, ondan başgada prosesde has ýokary temperaturalary ulanmaga mümkinçilik berýär.

III.8 suratdaky berlen shema boýunça çig gaz iki akyma bölünýär. Akymyň bir bölegi sowadylmazdan kolonnanyň ortaky bölegine berilýär, ikinji bölegi bolsa sowadylandan soňra onuň ýokarky bölegine berilýär (zawod shemasynda birinji akym umumy akymyň 60%-ni, ikinji akym bolsa 40%-ni düzýär. Kolonnanyň ýokarky bölegine berilýän akym ilki başda 1-nji rekuperatiw ýylylyk çalşyjyda benzini aýrylan gaz akymy bilen (5-nji kolonnanyň ýokarsyndan çykýan) sowadylýar. Soňra kolonnanyň ýokarsyndan çykýan önüm bilen garyşyp propan bugardyjyda 2-den  $-26^{\circ}\text{S}$ -a çenli sowadylýar we bölekleýin sowadylýar. Iki fazaly akym 2-nji bugardyjydan 3-nji üç fazaly separatora berilýär. 3-nji separatora gaz kondensatda bölünip aýrylýar.



14 surat. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň tehnologi shemasy.

1-ýylylykçalşyjy; 2-propan bugardyjy; 3-üç fazaly separator; 4-nasos; 5rektifikasion kolonnasy; 6-bugardyjy(gyzdyryjy).

I-çyg gaz; II-gury gaz; III-uglewodorodlaryň giň fraksiýasy; IV-75%-li dietilenglikol; V-98-99%-li dietilenglikol; VI-ýylylyk göteriji;

Gaz öz sowuklygyny 1-nji ýylylyk çalşyjyda berip ulanyjlara berilýär (eger-de gerek bolsa ony gysýarlar). Suwuk faza 4-nji nasos bilen kolonnanyň ýokarsyna suwarma hökmünde berilýär. 3-nji separatorda temperatura  $-26^{\circ}\text{S}$  derejede saklanýar. 5-nji kolonnanyň ýokarsyndan önüm sowadylan çig gaz akymy bilen 1-nji ýylylyk çalşyjydan soňra garyşdyrylýar. 5-nji kolonnanyň aşagyndan 6-njy riboýleriň üsti bilen ýylylyk girizilýär. 5-nji kolonnanyň aşagynda temperatura  $100^{\circ}\text{S}$  derejede saklanýar. 5-nji kolonnanyň aşagyndan uglewodorodlaryň giň fraksiýasy çykarylýar.

14 suratda turbodetanderli pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň shemasy görkezilen. Ol propan ýokary uglewodorodlary aýyrmak üçin niýetlenen. Gazyň aram mylyýym temperaturasyny almak üçin propan sowugy ulanylýar. Has pes temperaturany almak üçin gazyň detandirlenme prosesi ulanylýar. Shemanyň aýratynlygy – sowadyjy sikl üçin drosselirleme usuly bilen uglewodorodlaryň giň fraksiýasyndan propanyň alnyşy.

Desga barýan çig gaz gury gazyň ters akymy bilen we 4-nji köp ýolly ýylylyk çalşyjyda propan bilen sowadylýar we 6-njy kolonnanyň ýokarsyndan çykýan önüm 5-nji detandere ugradylýar we detandirlemeden soňra 6-njy kolonnanyň ýokarsyny sowadýar. Ondan soňra bolsa 4-nji ýylylyk çalşyja barýar we ulanyjlara gidýär. 6-njy kolonnanyň aşagy bilen uglewodorodlaryň giň fraksiýasy çykyp gidýär. Ol 4-nji ýylylyk çalşyjydan öň propan bilen garyşdyrylandan soňra 4-nji ýylylyk çalşyjyda öz sowuklygyny çig gaza berýär we 1-nji separatora barýar. 1-nji separatorda şeýle basyş saklanýar, ýagny onuň ýokarsyndan gerekli arassalylykda propan gider ýaly, 1-nji separatoryň aşagyndan bolsa haryt uglewodorodlaryň giň fraksiýasy, ýokarsyndan bolsa propan çykarylýar. Propan 2-nji propan kompressora barýar.

Komprimirlenenden we sowadylandan soňra propan hladoagent 3-nji separatordan geçýär. Separatorda propandan çig gaz bilen garyşdyrylma gidýän kondensirlenmedik ýeňil komponentler bölünip aýrylýar. Suwuk propan bolsa propan bugardyjyda çig gazy sowatmak üçin bugardylma goýberilýär.

Pes temperaturaly rektifikasiýa we pes temperaturaly kondensasiýa prosesleriniň shemalary sowadyjy desganyň kuwwatlylygy boýunça takmynan deň derejeli bolýar. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniňshemasynyň esasy artykmaçlygy prosesiniň has ýokary temperatura derejesi bolýar. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň shemalarynda çyg gaz sowadylanda düşýän kondensatyň sowugyny rekuperasiýa etmek talap edilmeýär. Şonuň üçin bu shemada ýylylyk çalşyjy apparatlara bolan talap pes temperaturaly kondensasiýa prosesine garanda az. Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň esasy artykmaçlygy kolonnanyň gaýnadyjysynda az ýylylyk harçlanmasy bolýar.

## **X. ABSORBSIÝA USULYNDÄ GAZY GAÝTADAN IŞLEMEK**

### **10.1. Prosesiň fiziki manysy we esasy kanunalaýyklary**

Absorbsiýa we desorbsiýa- bu iki esasy massa çalyşma prosesi bolup, olarda tebigy we nebit gazlary bölmegiň absorbsion usuly esaslaşdyrylýar. Prosesleriň fiziki manysy maddanyň bir fazadan beýleki bir faza diffuzirlenmeginiň hasabyna özara täsirleşýän gaz we suwuk akymalaryň arasynda deňagramlylygyň emele gelmegidir. Diffuziýanyň hereket güýji birmeňzeş şertlerde gaz we suwuk fazalarda bölünip aýrylýan komponentiň parsial basyşlarynyň tapawudy bilen kesgitlenýär. Eger-de komponentiň parsial basyşy gaz fazada suwuk faza garanda ýokary bolsa onda absorbsiýa prosesi bolup geçýär.(gazyň suwuklyga siňmegi), tersine bolanda eger-de bölünip aýrylýan komponentiň parsial basyşy gaz afzada suwuk faza garanda pes bolsa onda desorbsiýa prosesi bolup geçýär(gazyň suwuklykdan bölünip aýrylmagy). Amaly hasaplamalar üçin hereket güýji degişli komponentleriň parsial basyşlarynyň üsti bilen däl-de konsentraziýalaryň üsti bilen aňlatmak has amatly (parsial basyş konsentraziýa proporsionaldyr, şonuň üçin kesgitleýji parametr hökmünde häzirki ýagdaýda olaryň islendik birini kabul etmek bolar).

Gazy gaýtadan işleýän zawodlarda absorbsiýany we desorbsiýany goýumly we tarelka görnüşli absorbsion we rektifikasion kolonnalarda geçirýärler. “absorber- desorber” tehnologiki kontury bolanda gazdan degişli komponentleriň absorberde siňdirilmesini we desorberde bölünip çykmasy gurnamak bolar: doýgun absorbentden bölünip aýrylan uglewodorodlar desorberiň ýokarsyndan alynýar we ulanyjylara ugradylýar(ýa-da beýleki desga),regenerirlenen absorbent bolsa desorberiň aşagyndan çykarylýar weikilenji ulanmak üçin absorbere berilýär. Gazy agýtadan işleýän

zawodlarda absorbent hökmünde benzin we kerosin fraksiýalary ýa-da olaryň garyndylary ulanylýar.

## **XI. GAZY GAÝTADAN IŞLEME PROSESSLERINDÄKI BÖLÜJI APPARATLAR**

### **11.1. Bölüji aparatlar barada umumy düşünje maglumat**

Birjynsly garyndylary bölmegiň gidromehaniki prosesleri we olara degişli aparatlar gazy gaýtadan işleýän zawodlaryň girelgesinde gazy mehaniki garyndylardan we damja görnüşli suwuklyklardan arassalamak üçin, gazdan kondensirlenen suwuklyklary we kompressordan gaza soňra goşulyp gaýdýan ýagy bölüp aýyrmak üçin, absorbsion kolonnalardan çykýan gazdan absorbenti gutarnykly aýyrmak üçin, sowadyjy apparatlardan soňragazdan kondensaty bölüp aýyrmak üçin, glikollary regenerirleme bloklarynda suw bugyny we glikoly bir birinden bölüp aýyrmak üçin we ş.m. gazy gaýtadan işlemekde giňden ulanylýar.

Gazy gaýtadan işlemekde esasy ýagdaýda gaz-suwuklyk, gaz-gaty jisim garyndylarynyň izotermiki bölünmesi ulanylýar. Bu ýerde görteriji (tutuş sreda) bolup gaz, dispers sreda bolsa gaty wzwes ýa-da suwuklyk hyzmat edýär. Şeýle ýagdaýlarda görteriji dispers sredadan ýañil bolýar.

Gazy gaýtadan işleýän zawodlardaky bölüji aparatlary üç klasa bölmek bolar: 1) gazy gaýtadan işleýän zawodlaryň girelgesinde kompressorlaryň öňünden goýulýan we gazy mehaniki garyndylardan we damjaly suwuklyklardan arassalamak üçin niýetlenen separatorlary; 2) gazdan damja görnüşli suwuklyklary bölüp aýyrmak üçin gazy gaýtadan işleýän zawodlaryň tehnologiiki liniýalarynda goýulýan aralyk separatorlar; 3) pes temperaturaly kondensasiýa ýa-da pes temperaturaly absorbsiýa proseslerinde gaz pes temperatura çenli sowadylandan soňra gaz suwuklyk akymyndan ahyrky basgançakda suwuklyklary (glikollary, ýörite niýetlenen



uglewodorodlary we beýl.) bölmek üçin niýetlenen esasy tehnologiýa (ahyrky) separatorlar.

Giriş separatorlary üçin 0,1-0,3 MPa tertipdäki pes işçi basyş häsiýetli (mahsus). Şonuň üçin olara gidrawliki garşylygyň ululygy boýunça berk talaplar görkezýärler.

Beýleki separatorlar ýeterlik ýokary basyşlarda (3-4 MPa) işleýärler.

Netijeliligi boýunça has ýokary talaplar giriş separatorlaryna, gazyň adsorbsion guradylmasy bolan shemalarda ýagy bölüp aýyryjylara we ýokary bahasy bolan glikollaryň pes ýitgisini üpjün etmek talap edilýän üç fazaly separatorlara görkezilýär.

## XII. GAZ KONDENSATYNY GAÝTADAN IŞLEME

Gaz kondensaty diýip, tebigy gazdan bölünip alnan suwuklyk uglewodorodlaryň ( $C_5+$ ) garyndysyna aýdylýar.

Çig we durnukly gaz kondensatyny tapawutlandyrýarlar. Çig kondensatyny düzüminde erän  $C_1-C_4$ , kä wagt uglewodorod däl gazlaryň  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $N_2$  saklaýar. Uglewodorod gazlarynyň suwuklardaky ereýjiligi temperaturanyň peselmeginde we basyşyň ýokarlanmasynda ýokarlanýar. Ol gaz kánlerinde skwažinanyň önümleriniň saparasiýasynda alynýar.

Bugunyň maýyşgaklygy 0,0067 (tomusda) we 0,093 (gyşda) MPa bolan uglewodorod suwuklaryny durnukly kondensat diýip hasap edilýär. Ol suwuk ýangyçlary gaýtadan işlemek we nebit himiýa önümlerini almak üçin çig maly bolup hyzmat edýär. Durnukly gaz kondensatynyň çig mal häsiýeti fraksion we himiki düzümi bilen kesgitlenýär.

Fraksion düzümi boýunça kondensatlar örän dürli-dürli. Käbiri tutuşlygyna benzin fraksiýadan, beýlekisi benzin bilen bir hatarda dizel fraksiýasyny saklaýan,  $360^0$  S ýokaru (mazut),  $400^0C$  temperaturadan hem ýokary (ýag fraksiýasy) gaýnanaýan kondensaty bolan gaz ojaklary bar.

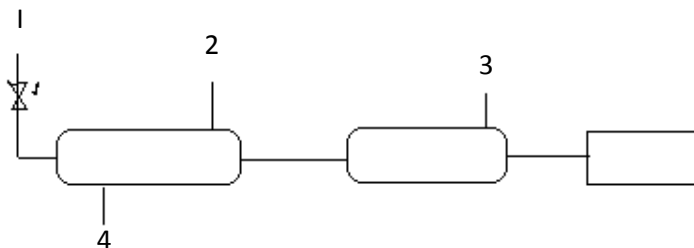
Gaz kondensatlarynyň nebitden tapawutlylygy 95-100% açyk fraksiýadan durmaklygydyr. Olaryň nebitdäki saklanyşy 15-25%.

Topar düzümi boýunça kondensatyň ýangyç, himiki ýa-da ýangyç-himiki gaýtadan işlenilme ýollary barada netije çykarylýar. Topar düzümi boýunça hem kondensatlar örän dürli-dürli. Käbirinde  $CH_4$ , beýlekisinden naften, aromatiki ýa-da garyşyk uglewodorodlar agdyklyk edýär.

Gazylyp alnan gaz kondensatyny durnuklaşdyrmaga sezewar edilýär. Onuň üçin 2 usul ulanylýar:

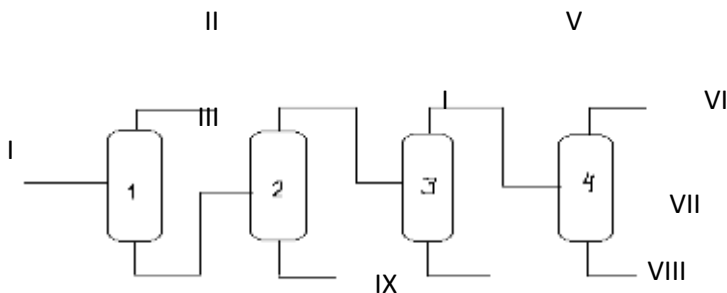
1. Basgançaklaýyn şemallatma (separasiýa, degazasiýa)
2. Durnuklaşdyryjy süt.

## 121. Çyg kondensatyn degazasiýasy ünlerde reftikasiýa.



**Surat 15. Çyg kondensaty gazsyzlandyryjy desganyň çyzygysy**

I – kondensat      II – degazasiýanyň gazlary      III – gazlandyrlan kondensat  
 kondensat      IV – degazasiýanyň II basgançagynyň gazlary      V – kondensat haryt parkyna  
 1- drossel, 2,3 – separator, 4 –göwrüm



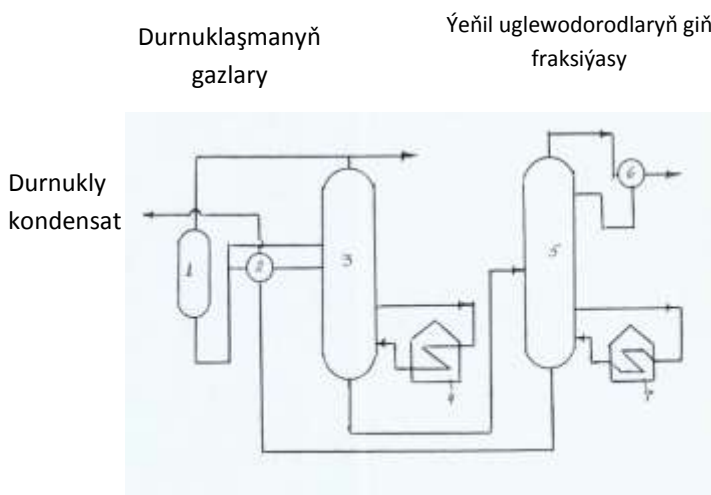
**Surat 16. Gaz kondensatyny fraksiinirleýji desga**

I – çyg kondensat; II – etansyzlaşdyrlan gazy; III – etansyzlaşdyrlan kondensat; IV – UGF; V – propan-butan fraksiýasy; VI – propan; VII – butan; VIII – pentan; IX – pentansyzlaşdyrlan (durnukly) kondensat  
 1 – deetanizator; 2 – depentanizator; 3 – debutanizator; 4 – propan sütüni.

Maksatlaýyn komponenti bölüp aýyrmak üçin niýetlenen sütünlere etan, propan, izobutan we ş.m. sütünler diýilýär.

Aşaky önümler metany, etany, propany doly aýrylýan sütünä demetanizator, deetanizator, depropanizator we ş.m. diýilýär.

Gazyň gaýtadan işleme şertine baglylykda ýokary (6MPa çenli) ýa-da pes (3-1,5 MPa) basyşdaky GFD saýlanyp bilner. Ýokary basyş, sütüniň ýokary böleginde bugy kondensasiýasy üçin howany we suwy, pes basyşda ammiak ýa-da propanly sowatmany ulanmaklyga mümkinçilik berilýär.



**Surat 17. Rektifikatsaiýa bilen kondensatyň durnuklaşdyrylmagy**

1 – separator; 2 – ýylylyk çalşyjy; 3 – deetanizator (AOK) ; 4,7 – peçler;  
5 – durnuklaşdyryjy; 6 – deflegmator.

Durnukly gaz kondensatorlary nebiti gaýtadan işlemek zawotda nebit bilen, Gazy gaýtadan işleýän zawotda nebit himiýa kombinatlarynda we gaz çykýan ýerlerde uly bolmadyk desgalarda gaýtadan işlenilýär.

Nebiti gaýtadan işlemek zawotda gaýtadan işlemekde kondensat, aýyk fraksiýa hökmünde nebit bilen garyşyp, özüniň esasy aýratynlygyny ýitirýär. Kā wagt bolsa esasy

önümçiligiň işini kynlaşdyrýar. Gazy gaýtadan işleýän zawotda kiçi göwrümlü desgalarda kondensat benziniň, dizel ýangyjynyň we eredijileriň dürli görnüşlerini almaklyk ýangyç ugry boýunça gaýtadan işlenilýär.

Çig nebiti we gaz kondensatyny ulag ulgamlarynda ýa-da turba geçirijiler arkaly iberilip bilner. Tebigy gazlar hemişe diýen ýaly turba geçirijileriň kömegi bilen iberilýär.

Tebigy gaz, separatorlardan geçen ýagdaýynda-da metan-etan garyndysyndan has agyr komponentleri öz düzüminde saklap biler. Tebigy gazy GFD-da gaýtadan işlemeklik, gaz benzini aýyrmak maksady bilen geçirilýär. Gaz benzini etandan, propandan, butanlardan we pentandan başlap  $C_9$  ýa-da  $C_{10}$  çenli uglewodorodlaryň garyndysyndan ybarat bolan garyndysyndan ýagny nebit benzininden durýar düzülen. Kä ýagdaýda nebit benziniň we butanyň saklanyşy has ýokary bolup, bu önümler gyş wagtynda gaz geçirijilerde kondensirlenýärler we nasoslaryň işini kynlaşdyrýar. Şeýle düzümlü tebigy gazlary GFD-da hökmany gaýtadan işlenilmeli we haryt önümlerini almaly.

### XIII. SUWUKLYKLANDYRYLAN GAZLAR

Tebigy gazlary suwuklandyrma prosesiniň giňden ulanylmagy, bir tarapdan çäklendirilen ýa-da has gymmat ýangyç çeşmesiniň berilmesi kyn ýerlerde energiýa bolan talabyň ösmegi, ikinji tarapdan bolsa turbageçirijileri ulanmaklygyň mümkinçiligi ýok ýerlerde suwuklandyrlan gazlary ugratmaklyk bilen baglanyşykly. Gaz suwuk ýagdaýdaky bilen deňeşdirlende ilkinji ýagdaýynyň  $1/250$  göwrümini tutýar.

Suwuklandyrlan gazlar örän giň gerimli ulanylýan ýangyçdyr. Mysal üçin, öý we kommunal ýyladyş, guratma, kesme, metallary kebsirleme, iünden ýanýan hereketlendirijiler üçin ýangyç we ş.m. mundan başga-da, özüniň düzümi boýunça suwuklandyrlan gazlar dürli himiki önümleri we sintetiki materiallary öndürmekde çig bolup hyzmat edýär.

“Suwuklandyrlan uglewodorod gazlary” adalgasy, ilki bilen kesgitli uglewodorod garyndysy (propan, butan, izobutan) üçin ulanyldy. Bu gazlar, nebit gazlaryny, soňra gaz ojalarynyň tebigy gazlaryny bölmekde alyndy. Olaryň aýratynlygy, ýokary bolmadyk basyşda we adaty temperaturada suwuklanmasydyr.

Tebigy gazlary giňden ulanmaklyk gije gündiz we döwürleýin agramlary deňeşdirme soraglaryny çözdü. Suwuklandyrlan gazlary ulanmaklygyň ykdysady taýdan netijeliligi, olaryň öndürilmesini ýokarlandyrylmasyny ýüze çykardy. Dürli düzümlü gazlar, ýagny metana çenli suwuklandyrmaklyga sezewar edildi.

Indi, “Suwuklandyrlan uglewodorod gazlary” adalgasy, bir manyny bermeyär. Onuň takyklandyrylmasy üçin “suwuk propan”, “suwuk propan-butan”, “suwuklandyrlan tebigy gaz” adalgalary ulanylýar.

Suwuklandyrlan gazlary öndürmekde aşa sowatma sikli ulanylýar.

Sowadyjy sikli we tilsimat çyzgyny saýlap almaklyga aşakdakylar uly täsir edýär:

- suwuklandyrylýan gazyň düzümi we basyşy;
- desganyň talap edilýän öndürilijligi;
- suwuklandyrylan gazyň düzümine, basyşyna we temperaturasyna edilýan talap.

Atmosfera basyşynda arassa metanyň suwuklanma temperaturasy  $-161,5^{\circ}\text{C}$  deň. Tebigy gazdaky saklanýan azot suwuklanma temperaturasyny aşaklandyýar, suwuklandurlan tebygi gazyň (STG) bugaryjylygy we ýitgini ýokarlandyrýar. Metandan agyr bolan uglewodarodyň bolmagy suwuklanma temperaturasyny ýokarlandyrýar. Netijede suwuklandyрма çykdaýjylary azaldýar. Ýöne, agyr uglewodorodlar pes temperaturada gatamak bilen, apparaturalary we armaturalary dykyp biler. Şonuň üçin, gazlary suwuklandyrmadan öň,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$  we suw bilen bir hatarda agyr uglewodorodlary gazdan hökman aýyrmaly. Suwuklandyrylýan gazyň ýokary basyşynda drossel we detander sowadyş siklleri, esasan hem ýökary öndürilijligi bolmadyk desga üçin ykdysady taýdan amatly. Köp komponentli garyndynyň düzümi, gerek bolan temperatura çägi bilen kesgitlenýär. Köp komponentli garyndy (azot, metan, etan, propan) kompressorda gyzylmaklyga sezewar etdirilýär, soňra suw (howa) sowadyjysynda kondensirlenýär. Basgançaklaýyn separasiýa, soňky suwuklygy drossellirlemeklik we onuň suwuklygynyň rekuperasiýasy, suwuklandyrmanyň temperaturasyna çenli sowatmaklyga getirip bilýär.

Tebigy gazy suwuklandyрма prosesinde, esasan ýylylyk çalşyjy enjamyň we ýylyly izolýasion materiallaryň netijeliligi uly orun tutýar. Kriogen çäkke geçýän ýylylyk çalyşmada, akymalaryň arasyndaky temperaturanyň  $0,5^{\circ}\text{C}$  aşaklamasy her bir  $100 \text{ m}^3$  gazyň gysylmasyna 2-den 5 kWt-a çenli goşmaça kuwwatlylygy harçlandyrmaga getirýär.

## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. 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” gazetini, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. Мильштейн Л.М. – Труды ВНИПИгазпереработки, 1977, вып. 2, с.77-81.
11. Берлин М.А. Ремонт и эксплуатация насосов нефтеперерабатывающих заводов. М., Химия, 1970, 279 с.
12. Эрнест Людвиг. Процессы механического разделения. Л., Ленгипрогаз, 1968. 5с.



13. Гореченков В.Г. и др. – В кн.: Переработка газа и газового конденсата. М., ВНИИЭгазпром, 1976, №6, с. 8-14.
14. М.А, Берлин и др.- Переработка нефтяных и природных газов. М., Химия, 1981, 472 с.

## MAZMUNY

Giriş	7
<b>I. GIDRAT EMELE GELMÄNIŇ ÖŇÜNI</b>	
<b>ALMAGYŇ USULLARY</b>	13
<b>II. GETEROGEN ULGAMLARYŇ</b>	
<b>DEŇAGRAMLYLYGY</b>	18
2.1. Uglewodorod gazlarynyň ýagdaýynyň esasy deňlemeleri	18
<b>III. GAZLARYŇ FIZIKI-HIMIKI HÄSIÝETLERI</b>	22
3.1. Gazyň çyglylygy	22
3.2. Kritiki parametrler	23
3.3. Uçujlyk	24
3.4. Gazlaryň we buglaryň ýylylyk sygymy	24
3.5. Entalpiýa	25
3.6. Ýanyjylyk ýylylygy	26
3.7. Ýylylyk geçirijilik	26
3.8. Gazlaryň dykzlygy	26
3.9. Gazlaryň fugitiw häsiýetleri	27
<b>IV. GAZ KOWMAK</b>	28
4.1. Gazy kowmaklygyň esasy düzgünleri	28
4.2. Bugarma prosesleri	30
4.3. Suw bugy bilen kowmak	31
4.4. Wakuumda kowmak	31
<b>V. REKTIFIKASIÝA</b>	32
<b>VI. UGLEWODOROD GAZLARYNY</b>	
<b>ARASSALAMAK</b>	34
6.1. Uglewodorod gazlaryny turşy komponentlerden arassalamak	34
<b>VII. GAZLARY GAÝTADAN IŞLEME</b>	39
7.1. Gazlary mehaniki garyndylardan arassalamak	39
7.2. Elektrik süzgüçleriň (elektrofiltrleriň) gurluşy	42
<b>VIII. GAZLARY ARASSALAMA PROSESLERI</b>	
<b>WE KÜKÜRDİŇ ÖNDÜRILIŞI</b>	49
8.1. Suw bilen ýuwulma we karbonat arassalanylyşy	49
8.2. Gazlary we gaz kondensatyny tiollardan arassalamak	49

8.3 Pes temperaturaly absorbsiýa usuly bilen gazlary tiollardan arassalamak	50
8.4. Kükürdiň öndürilişi	53
<b>IX. UGLEWODOROD GAZLARYNY BÖLME</b>	55
9.1. Uglewodorod gazlaryny bölmeginiň usullary	55
9.2. Pes temperaturaly rektifikasiýa usulynda gazy gaýtadan işlemek	62
<b>X. ABSORBSIÝA USULYND A GAZY GAÝTADAN IŞLEMEK</b>	66
10.1. Prosesiň fiziki manysy we esasy kanunalaýyklary	66
<b>XI. GAZY GAÝTADAN IŞLEME PROSESSLERINDÄKI BÖLÜJI APPARATLAR</b>	68
11.1. Bölüji aparatlar barada umumy düşünje maglumat	68
<b>XII. GAZ KONDENSATYNY GAÝTADAN IŞLEME</b>	70
12.1. Çyg kondensatyň degazasiýasy	71
<b>XIII. SUWUKLYKLANDYRYLAN GAZLAR EDEBIÝATLAR</b>	74
	76