

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

A.Garajaýewa

NEBITIŇ WE GAZYŇ TEHNOLOGIÝASY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

A.Garajayewa, Nebitiň we gazyň tehnologiýasy.

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

Giriş

Türkmenistanyň Hormatly Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda ýurdumyzyň nebit-gaz toplumy uly ösüşlere eýe boldy.

Hormatly Prezidentimiziň tagallasy bilen nebitiň, gazyň çykarylyşy we onuň gaýtadan işlenilişi Galkynyşlar eýýamynda ep-esli möçberde artdyryldy. Garaşsyz we baky Bitarap ýurdumyzyň nebiti gaýtadan işleýän zawodlar toplumynda häzirki zaman öndebaryjy desgalar işe girizildi. Hormatly Prezidentimiziň atalyk aladasy bilen ulanylmaga berilen dünýäniň öndebaryjy tilsimatlarynyň esasynda halkara üňhelerine laýyk gelýän nebit önümleriniň dürli görnüşleri öndürlip, öndürilýän ýokary hilli ýangyçlary, çalgy ýagalryň dürli görnüşleri hem-de polipropilen ýurdumyzyň şki sarp edijilerine we daşary ýurtlara ugradylýar. Ondan başga-da tebigy gazy gaýtadan işläp suwuklandyrylan gazy öndürýän dega hem ulanmaga berildi.

Türkmenistan Watanymyzyň Beýik Galkynyşlar we özgertmeler zamanynda Hormatly Prezidentimiziň görkezmelerinden ugur alyp häzirki zaman dünýä üňhelerine gabat gelýän ýokary derejeli hünärmentleri taýýarlamaýdyr.

Çünki Beýik Galkynyş döwri - ylymyň pajarlap ösýän döwrüdür. Bu döwürde türkmen ýaşlarynyň gapysy-lylymdyr. Ylymly bilimli talyplary, ýagny gelejekdäki ýokary bilimli hünärmenleri taýýarlamak biziň esasy maksadymyz bolup durýar.

Beýik Galkynyş döwründe Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdymuhamedow tarapyndan döwletimiziň nebit-gaz toplumynyň ösüşi, nebiti gaýtadan işleýän senagatyň ylmy-tehniki syýasaty, motor ýangyçlarynyň öndürilişi has ýokary ösüşe eýe boldy. Bu ösüş, nebiti çuň gaýtadan işleýän prosesleriň ösmegi esasynda we ýokary oktanly goşantgylary hem-de täze döwrebap gelýän katalizatorlary döretmek esasynda amala aşyrylýar.

“Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli Maksatnamasynyň durmuşa geçirilmegi bilen Türkmenbaşynyň nebiti gaýtadan işleýän zawodynda milli sekund katalitiki kreking desgasynda ýokary oktanly benziň, dizel ýangyçlary, suwuklandyrylan nebit gazlary alynýar.

Nebit-himiýa önümçiligi

Himiýa senagaty önümçilik pudagy hökmünde 150 ýyla golaý aralykda ýüze çykdy. 25-30 ýyl mundan ozal hem himiýa senagaty esasy çig mal hökmünde koksohimiki, tokaý himiki önümçiliginiň smolalaryny, mineral çig mallaryny, selýulozany, şeýle hem köp mukdarda ösümlük we jandarlaryň ýaglaryny, beýleki iýmit önümleri bolan däne, ýer almasy we ş.m. ulanylýardy. Diňe soňky 4-5 on ýyllygyň içinde himiki önümçiligiň çig maly hökmünde nebitiň we gazyň uglewodorodlary giňden ulanylyp ugraldy. Bu bolsa, ähli himiki senagatyny, onuň häsiýetini, himiki prosesleriniň düýp manysyny üýtgetdi, sebäbi täze çig mallary himiki gaýtadan işlemeklik, ýagny nebitiň we gazyň uglewodorodlaryny himiki önümlere öwürmeklik, önümçiligiň täze usullaryny talap etdi, ýagny sinteziň klassiki usullary bilen deňeşdirilende örän ýokary öndürijiligi berdi. Onda başga-da uglewodorod çig mallary, daş kömür smolalary we iýmit çig mallary bilen deňeşdirilende örän arzan bolýar. Bu bolsa himiýa önümçiliginiň çalt ösmegine getirdi.

Nebit-himiki senagatynda dürli görnüşli himiki önümleri: plastmassalar, kauçuklar, sintetiki süýmler, sintetiki ýuwujy serişdeleri, dări, partladyjy maddalar, dökünler, zäherli himikatlar, dürli görnüşli medisina preparatlary, ammiak, kislotalar, duzlar we beýleki dürli görnüşli himiki önümleri alynýar. Tebigy gazlar gazylyp alynanda we nebit gaýtadan işlenilende alynýan dürli görnüşli uglewodorod gazlary, nebit-himiki sinteziň esasy çig maly bolup, olar tebigy gazlaryň, ugurdaş gazlaryň, kreking gazlaryň, piroliz gazlarynyň, katalitiki riforming gazlarynyň düzümlerine girýärler; tebigy we ugurdaş gazlaryndan alynýan ýeňil uglewodorodlar benzin gazlarynyň we gaz kondensatynyň düzümine girýär we piroliz üçin gymmatly çig mal bolýar. Ýeňil gaýnaýan suwuk parafinler c_5 - c_6 - c_7 , gazokondensat benzinlerinden we nebitiň

ýeňil fraksiýalaryndan alynýar. Ýeňil parafinler uksus kislotasyny almakda çig mal bolup durýarlar.

Parafinler

Organiki sintez üçin tehniki wajyp doýgun uglewodorodlaryny 2 topara bolýärler: pes parafinler (C_1 -den C_5 çenli), arassa görnüşinde alynýar, ýokary parafinler (C_{10} - dan C_{40} çenli) köplenç ýagdaýda dürli sanly uglerod atomlaryndan durýan suwuk ýa-da gaty garyndy görnüşinde bolýarlar.

Pes parafinler. Parafin uglewodorodlary metandan CH_4 butana C_4H_{10} çenli şertli ýagdaýlarda gaz görnüşli bolýarlar. Metan kynlyk bilen suwklanýar, beýleki gazlar basyş astynda suw bilen sowadyp, suwuk görnüşe geçirilýär. Butanyň, izobutanyň we pentanyň hem-de izopentanyň gaýnama temperaturalarynyň tapawudynyň ýokarylygy sebäpli, olary rektifikasiýa esasynda dargadyp bolýar.

Pes parafinler suwda gowy eremeýärler we polýar suwuklyklarynda (spirtler, ketonlar, aldegidler we ş.m.) hem ereýjiligi pes bolýar, ýöne olar beýleki uglewodorodlar we gaty adsorbentler (aktiwirlenen kömür) tarapyndan ýuwdulma ukyplylygy parafiniň molekulýar massasynyň ýokarlanmagy bilen ýokarlanýar. Olaryň bu häsiýetleri C_3 , C_4 , C_1 we C_2 parafinlerini absorbsiýa we adsorbsiýa usuly bilen bölmeklik üçin ulanylýar.

Tebigy we ugurdaş (başgaça nebit promysel) uglewodorod gazlary ýangyç öndürmek üçin gymmatly çig maldyr hem-de nebit-himiýa sintezi üçin çig maldyr. Şol gazlary ilkinji gezek gaýtadan işlemegiň önümleri –gaz benzini, suwuklandyrylan we gury gazlar, tehniki indiividual uglewodorodlar: propan, izobutan, n-butan, pentan. Tebigy we ugurdaş gazlary gaýtadan işlemek gazy gaýtadan işleýän zawodlarda amala aşyrylýar, olar iri nebit we gaz promysellerinde gurulýar.

Önümleriň hilini gowulandyrmak, gazy gaýtadan işleýän zawodlaryň enjamlarynyň talabalaýyk ulanylmagyny üpjün etmek üçin uglewodorod gazlary deslap mehaniki garyndylardan (tozandan, çägeden, gaz geçirijileriň poslaryndan we beýlekilerden) arassalanýar, guradylýar, iň ahyrynda bolsa kükürt wodorodyňdan, uglerodyň iki okisinden arassalanýar.

Promysellerde nebit skwažinalardan ýokary, orta, pes basyşly taraplara barýar, şol ýerde basyşyň pese gaçmagynyň hasabyna ergiň gazlar bölünip çykýar hem-de ol gazy gaýtadan işleýän zawoda ugradylyar. Nebit soň rezerwuarlara berilýär, şolarda suwuň esasy maddasyndan aşap çökýär, ondan soňra bolsa stabillizasiýa, ýagny ýeňil komponentleri: etany, propany, butany hem-de bölekleýin pentany almak üçin ugradylyar. Stabil nebiti gaýtadan işleýän zawoda akdyrýarlar, stabillizasiýa-laşdyrmakdan bölünip çykan gazlar gazy gaýtadan işleýän zawodlar üçin goşmaça çig mal bolup hyzmat edýär.

Nebiti gaýtadan işlemegiň ugry, alynmaly önümleriň görnüşleri nebitiň fiziki-himiki özboluşlylygyna, nebiti gaýtadan işlemegiň tehniki derejesinde, alnan ykdysady sebit üçin harytlyk nebit önümlerine islege laýyklykda seçilip alynýar. Nebiti gaýtadan işlemegi esasy üç görnüşe bölýärler: 1) ýangyç 2) ýangyç-ýag 3) nebit-himiki (toplumlaýyn)

Ýangyç ugry boýunça nebit esasan motor we kotelnýa ýangyjyny almak üçin gaýtadan işlenilýär. Ýangyç ugurly şol bir kuwwatly zawod tehnologiýa desgalaryň az sanlydygy, düýpli maýa goýumlarynyň azlygy bilen tapawutlanýar. Ýangyç ugry boýunça nebitiň gaýtadan işlenilişi çuň we çuň däl bolup biler. Nebit çuň işlenilende ýokary hilli awiasion, awtomobil benzinlerini, gyş we tomus üçin dizel ýangyçlaryny, reaktiw dwigateller üçin ýangyjy mümkindagar köp çykarmaga çalşylyar. Şu ugur boýunça işlemekde kotelnýa ýangyjynyň alnyşy minimuma çenli azaldylyar. Şeýlelikde agyr nebit fraksiýalaryndan we gudrondan ýeňil motor

ýangyjyny almak üçin nebiti gaýtadan işlemegiň ikinji prosessiniň toplumy göz önünde tutulýar. Muňa katalitiki prosesler - katalitiki kreking, katalitiki riforming, gidrokreking, gidroarassalaýyş, şeýle hem termiki prosessler, meselem, koklaşdyrmak degişlidir. Şeýle ýagdaýda zawod gazlaryny gaýtadan işlemek ýokary hilli benziniň çykyşyny artdyrmaga gönükdirilendir. Nebit çuň däl işlenilende kotelnýa ýangyjynyň köp çykmagy göz önünde tutulýar.

Nebit ýangyç-ýag ugry boýunça gaýtadan işlenende ýangyç bilen birlikde çalgý ýaglary alynýar. Çalgý ýaglarynyň önümçiligi üçin adaty, ýag fraksiýalary köp jemlenen nebiti saýlap alýarlar. Şeýle ýagdaýda ýokary hilli ýaglary işläp çykarmak üçin az sanly tehnologiýa desgalar gerek. Nebitden bölünip alnan ýag fraksiýalaryny (350°S ýokary gyzygynlykda gaýnaýan fraksiýalar) smola şekilli maddalary, pes indeksli uglewodorodlary aýyrmak üçin ilki eredijiler: fenol ýa-da furfurol bilen arassalaýarlar, soňra ýagyň sowaýyş temperaturasyny aşaklatmak üçin metiletiletionyň garyndysy ýa-da toluolly asetonyň kömegi bilen deparafinazasiýa-laşdyrmagy geçirýärler. Ýag fraksiýalaryny işlemek agardyjy toýundan doly arassalamak bilen tamamlanýar.

Soňky ýyllarda ýag öndürmegiň tehnologiýasyna selektiw arassalaýyşyň we agardyjy toýun bilen işlemegiň deregine gidroarassalaýyş prosessleri has giňden ornaşdyrylýar. Şeýle usul bilen distillýat ýaglary (ýeňil we orta industrial, awtotraktor we beýleki ýaglar) alynýar. Galyndy ýaglar (awiasion, silindr) suwuk propan arkaly deasfaltizasiýalaşdyrmak ýoly bilen gudronlar bölünip alynýar. Şunda deasfaltizat we asfalt emele gelýär. Deasfaltizat soňam işlenilýär, ýag distillýaty şekilli bolýar, asfalt işlenip bolsa bitum ýa-da koks çykarylýar.

Nebiti gaýtadan işlemegiň islendik iki ugry boýunça-da nebit-himiýa senagaty üçin çig mal öndürmek prosesslerini göz önünde tutmaly.

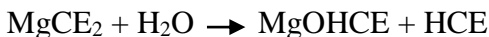
Nebiti gaýtadan işlemegiñ nebit-himiýa (toplumlaýyn) ugry ýokarda agzalan ugurlar bilen deneşdirilende nebit-himiýa önümleriniň uly assortimenti bilen tapawutlanýar, şonuň üçinem tehnologik desgalaryň örän kp, bolmagyny, köp maýa goýumlaryny talap edýär. Soňky döwürde nebit-himiýa prosesleriniň örän giňnen ulanylýan iri nebiti gaýtadan işleýän kombinatlary gurmaga ýykgyn edilýär. Nebiti gaýtadan işlemegiñ nebit-himiýa usuly ýokary hilli motor ýangyjyny we ýaglary öndürýän kärhanalaryň utgaşmasydyr, ol diňe agyr organiki sintez üçin çig maly (oleginler, aromatik, kadaly we izoparafín uglewodorodlary we beýlekileri) taýýarlaman, eýsem azot önümlerini, sintetiki kauçugy, plastmassalary, sintetiki süýümleri, ýuwujy serişdeleri, ýagly kislotalary, fenoly, asetony, spirtleri, efirleri we himiki önümleriň köp möçberi önümçiligi bilen baglanyşykly çylşyrymly fiziki-himiki prosesleri amala aşyrýar.

Şeýle zawodlarda alefinleriň postawkaçylary esasan piroliz desgalarydyr, termiki kreking, kokslaşdyrmak prosesleri bu babatda yza galýar. Piroliz prosesleri üçin nebit gaýtadan işlenende alynýan gury gazlar, pes oktanly gaz benzinleri, riforming katalizatorlaryndan aromatiki uglewodorodlary saýlaýan desgalaryň rafínatlary çig mal bolup hyzmat edýär. Aromatiki uglewodorodlary öndürmek katalitik riformingiň ýörite desgalarynda amala aşyrylýar.

Adaty parafín uglewodorodlary dizel ýangyjyny karbamid deparafinirleýji desgasyndan, izoparafín uglewodorodlary adaty parafín uglewodorodlarynyň (butan, pentan we beýlekiler) izomerizasiýasy desgasyndan alynýar. Siklogeksan ýeňil benzinden anyk rektifikasiýasy ýa-da himiki taýdan benzolyň gidrirlenmegi arkaly alynýar.

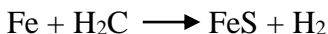
Nebitde mehaniki garyndylaryň bolmagy ony turba geçirijileri arkaly akdyrmagy hem-de gaýtadan işlemegi kynlaşdyrýar, nebit geçirijileriň poslamagyna, ýylylyk çalşyjylardaa çökündileriň emele gelmegine getirýär, durnukly emulsiýalaryň döretmegine ýardam edýär.

Suwda erän hem-de nebitde kristalla şekilli duzlaryň häsiýetleri dürli-dürlüdür. Hlorly magniý 90 prosentde gidrolislenýär, onsoňam gidroliz pes temperaturada akýar. Şonuň üçinem duzlar nebit apparaturalarynyň poslamagyna sebäp bolup biler. Hlorly magniniň gidrolizi

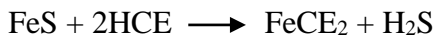


Nebitde bar bolan suwuň täsiri astynda, şeýle hem hlorly magniniň kristallaşan suwunyň hasabyna emele gelip biler.

Nebit gaýtadan işlenilende kükürtli birleşmeleriň dargamagy netijesinde kükürtli wodorod emele gelýär, ol (aýratyňam hlorly wodorod bilen bilelikde) apparaturanyň güýçli poslamagyna sebäp bolýar. Kükürtli wodorod suw bar ýagdaýynda ýa-da ýokary temperaturada apparatlaryň metallary bilen reaksiýa geçýär hem-de kükürtli demir emele getirýär:



Metalyň gorag plýonkasy mundan beýläk FeS-den bölekleýin goraýar, ýöne hlorly wodorod bolan ýagdaýynda gorag plýonkasy dargaýar, sebäbi kükürtli demir reaksiýa girýär:



Hlorly demir suw erginine öwrülýär, boşan kükürtli wodorod ýene demir bilen reaksiýa başlaýar.

Suw we nebit köplenç anyklamak kyn bolan nebir emulsiýasyny emele getirýärler. Umumy ýagdaýda emulsiýa özaralarynda eremeýän iki suwuklygyň ulgamydyr, olar ownuk damjajyklar görnüşindedir.

Nebit emulsiýasynyň iki görnüşini tapawutlandyrýarlar: suwdaky nebit ýa-da gidroemulsiýa, hem-de nebitdäki suw ýa-

da gidrofoz emulsiýasy. Temperatura näçe ýokary bolsa nebit emulsiýasy şonça durnuksyzdyr. Emulsiýa "garramaga", ýagny wagtyň geçmegi bilen durnuklylygyny titrmäge ukyplydyr. Şonda üstki gatlaklar wagtyň geçmegi bilen ýüzlerçe, hatda münlerçe esse artýan süýkeşiklik häsiýetini alýarlar. Täze emulsiýalar aňsat dargamaýarlar, şonuň üçinem promysellerde nebitiň suwuny, duzuny aýyrmak zerurdyr.

Uglewodorod gazlarynyň esasy şertli 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

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

Şeýle hem eger-de n_i - i komponentiň garyndydaky mol sany bolsa, onda

Şeýle hem, eger-de n_i -komponentiň garyndydaky molsany 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 konsentrasiýasynyň mol konsentrasiýada aňladyşy

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

$$n_i = \frac{g_i}{M_i} ;$$

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

Diýmek

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

Ýöne

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

Şonuň üçin

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

Ýagny

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

Massa konsentراسىyasynyň göwrüm konsentراسىýada aňladylşy

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

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

Bu ýerde V_{sm} - garyndynyň göwrümi.

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

Onda

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

Ýöne

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

Şonuň üçin hem

Mol konsentrasiýany göwrüm konsentrasiýada aňlatmak

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

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

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

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

Garyndynyň hemme komponentleri üçin ýazýarys:

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

ýöne
$$\sum_{i=1}^N x_i' = 1$$

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

Eger-de komponentleriň molekulýar massalary we mol konsentrasiýalary belli bolsa, onda formula boýunça garyndynyň ortaça molekulýar massasyny kesgitleýärler. Eger-de komponentleriň massa konsentrasiýalary belli bolsa, onda garyndynyň ortaça molekulýar agramyny tapmak üçin 4 - nji deňlemä görä ýazýarys:

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

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

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

Garyndynyň ortaça dykzylygyny, komponentleriň göwrüm ýa-da massa konsentrasiýalarynyň üsti bilen kesgitläp bolýar. 5-nji deňlemä görä ýazýarys:

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

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

Göwrüm konsentrasiýasynyň we komponentleriň dykzlygynyň üsti bilen garyndynyň ortaça dykzlygyny kesgitleýäris. 5-nji deňleme boýunça

$$P_i V_i = p_{sm} x_i'$$

Iki tarapyňy hem ähli komponentlere görä goşup alýarys:

$$\sum_{i=1}^N p_i v_i = p_{sm} \sum_{i=1}^N x_i' = p_{sm}$$

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

Gazlaryň fiziki-himiki häsiýetleri

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

Çygly gazdaky suw buglaarynyň P_p parsial basyşyna absolýut çyglylyk diýilýär. Kābir ýagdaýlarda 1m^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-da 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 üçin $\varphi = 0$, goýgun gaz üçin $\varphi = 100\%$. Gazlaryň otnositel dykyzlygyny, standart şertlerdäki (760 mm sim süt, $t=0^0\text{S}$) howanyň dykyzlygyna ($1,2293 \text{ kg/m}^3$) gatnaşmaklygyna görä hasaplanýar, ýa-da standart şertlerde islendik gazyň molekulýar agramyny, 1k moluň göwrümüne, ýagny $22,4\text{m}^3$ bölmek bilen hasaplanýar. Onda berlen basyşda we temperaturada gazyň dykyzlygy aşaky formula bilen hasaplanylýar

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

M - gazyň molekulýar agramy

P-basyş

Kritiki parametrler

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 ýokarladyp, ony suwuk halyna geçirip bolýar. Emma her bir gaz üçin şeýle bir temperatura

bolýar, şol temperaturadan ýokarka 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 deňlemesinde P, V, T ululyklaryň ýerine P_{kr}, V_{kr}, T_{kr} goýsak, a we b konstantlaryň bahalaryny ýerine goýsak, onda kritiki nokatdaky gazyň ýagdaýyny häsiýetlendirýän deňlemäni alarys.

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

$$b = \frac{V_{kr}}{3}$$

Beýleki şertler üçin: $PV = \mu RT$

μ - gysylma (koeffisiýent) faktory, temperatura, basyş we gazlaryň tebigatyna bagly bolýar.

Gaz garyndylary üçin gysylma keffisiýenti:

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

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

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

Σ_n - garyndynyň umumy mol sany.

Uçujylyk

Himiki arassa suwuklygyň uçujlygy, 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.

$$\pi\gamma' = P x'$$

π - sistemadaky umumy basyş;

P- berlen temperaturada sistemadaky arassa komponentiň doýgun buglarynyň basyşy;

y' we x' - komponentiň bugdaky we suwuklykdaky mol konsentrasiýasy.

Real gazlaryň uçujlygy grafik boýunça tapylýar.

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 deňlikde, uly bolýar:

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

R - gaz hemişeligi, kkal/(kg grad)

R=1,987 kkal/kmol grad.

C_p , C_v 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 ýokarlan-magy 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 gysylmasyny aşaky formula boýunça hasaplanylýar.

$$PV = \text{const.}$$

Entalpiýa

Suwuk gazlaryň udel entalpiýasy, 1kgf suwuklygy 0^0 - dan t^0 S çenli gyzdymak üçin harçlanan ýylylyk mukdaryna diýilýär.

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

c - ýylylyk sygymy, kkal/(k mol grad);

Ýanyjylyk ýylylygy

1m³ gazyň 0^0 S, 760 mm sim. süt şertlerde ýanyjylyk ýylylygy aşaky formula boýunça hasaplanýar.

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

Q_H - ýanyjylyk ýylylygy, kkal/m³

Sanlar - komponentleriň iň pes ýanyjylyk ýylylygy.

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_0 - 0⁰S - daky ýylylyk geçirijilik, kkal/(m.sag.grad.)

C - hemişelik san;

T - temperatura, k

Gazlaryň dykzylygy

Degişli 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. Degişli şertlerde 22,4 ml howanyň massasy 28,9 gramm, onda gazyň otnositel dykzylygy

$$D = M/28,9$$

Gazlaryň we buglaryň absolýut dykzlygy p , 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 Π (10^5 Pa) basyşda

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

2,3 formulalar boýunça

$$p_g = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{t + 273} \cdot \Pi$$

ýa-da

$$p_g = \frac{M\Pi}{T} \cdot \frac{273}{22,4}$$

Mesele 14.

$$p_g = \frac{273}{22,4} \cdot \frac{30}{400 + 273} \cdot 160 \cdot 10^6 = 0,8149 \text{ gr/sm}^3$$

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 $\gamma = 1$

Absorbsiýa prosessi

Absorbsiýa - gazlardan we gaz garyndylaryndan suwuk ýuwudyjylaryň gazlary ýa-da buglary ýuwutmaklyk prosesine aýdylýar.

Berlen gaz garyndysynda suw damjalarynyň emele gelip başlaýan temperaturasynda guraw nokady diýip berilýär.

Nebiti, gazy dargatmagyň usullarynyň üç görnüşi bar: mehaniki, himiki, elektrik. Usullaryň her biri suw damjalarynyň birleşmegine we ulaldylmagyna esaslanandyr, bu bolsa suwy has netijeli çökdürmäge ýardam edýär. Usullaryň birini saýlap almak esasan nebit emulsiýasynyň tipine, onuň durnuklygyna laýyklykda amala aşyrylýar.

Emulsiýalary dargatmagyň mehaniki usulyna çökdürmek, sentrifugalamak, filtrden geçirmek degişlidir.

Çökdürmek usuly täze, durnuksyz emulsiýany düzýän dürli dykylykdaky komponentleriň nebitde we suwda bölünmegine ukyply emulsiýalarda ulanarlyklydyr. Eger ownuk bölekleriň ululygy 0,5 m.k. –den ýokary bolsa, onda suw damjajyklarynyň çöküş çaltlygy we nebitiň suwdaky ownuk bölejikleriniň ýokary galşy Stoksyň kanunyna boýun edýär.

$$W = \frac{d^2(1,2)}{18} g$$

şonda W-damjajyklaryň çöküş çaltlygy, sm/sek.

d-bölünýän suw ýa-da nebit damjasynyň diametri, sm.

1 we 2 –suwuň wenebitiň degişlilikdäki dykzlygy, g/sm³

g) agyrlygyň güýjüniň çaltlygy, sm/sek²

r) sredanyň dinamiki şepbeşikligi (emulsiýa), 2 sm/sek

Emulsiýanyň gyzdyrylmagy onuň dargamagyny çaltlandyrýar, sebäbi şonda emulgatoryň gorag plýonkasynyň

nebitde ereýjiligi artýar, sredanyň şepbeşikligi kemelýär, dykzlyklaryň dürli-dürligi ýokarlanýar.

Promysellerde her bir ulanylýan skwažina üçin ýa-da skwažinalar topary üçin nebitiň suwuny aýyrmak üçin suwy nebitden çökdürmek üçin degidrotor – gyzdryjy görnüşli apparat goýulýar, şol dik çanyň diametri 1,5-2m, beýikligi bolsa 4-5m. Degidrotoryň aşaky bölegine temperaturany awtomatiki kadalaşdyryjy bilen birleşdirilen gaz görelkasy oturdylýar. Nebiti adatça 60⁰S çenli gydyrýarlar.

Nebiti gaýtadan işleýän desgalarda suwy bölmek üçin nebiti 120 – 160 ⁰S çenli gyzdryrýarlar hem-de suwuň bugarmagyna ýol bermän, 8-15at. basyşda çökdürýärler. Prosesiň dowamlylygy 2-3s.

Sentrifugirmekde suw we mehaniki garyndylar nebitden merkeze ymtylyş güýjüniň täsiri astynda bölünýärler, onuň möçberi aşakdaky deňleme bilen kesgitlenýär.

$$t = kmRn^2$$

bu ýerde $k = \frac{2}{60}$

m-suw damjasynyň massasy, g

R – aýlanyş radiusy, sm

n- sentrifuganyň rotorynyň minutda aýlanyş sany

Filtrlemegiň kömegi bilen nebitden suwy aýyrmak maddalary dürli suwuklyklar bilen ezmäge esaslanandyr. Meselem, kwars çägesi suwda, pirit bolsa nebitde ansat ezilýär.

Filtrleýji kolonnalar nebit emulsiýalarynyň eýýäm dargan, ýöne suw damjalarynyň saklanýan, aşak çökmeýän ýerlerinde ulanylýar. Filtrleýji kolonnalaryň netijeliligi ýokarydyr. Filtrlemek usulynyň esasy ýetmezçiligi filtrleýji üstki gatlagyň mehaniki garyndylar bilen çalt hapalanýandygyndan, ony ýygy-ýygydan çalşyrmak zerurlygynyň çykýandygyndan ybaratdyr.

Emulsiýalary himiki usulda dargatmak giňden peýdalanylýar. Bu usul çeyeligi we ýönekeýligi bilen tapawutlanýar. Nebit emulsiýalaryna täsir ediş häsiýeti boýunça deemulgatorlar elektrolit dällere, kolloidlere bölünýär.

Elektrolitlere käbir mineral we organiki kislotalar (duz, kükürt, uksus), aşgarlar (iýji natriý, hek), duzlar (nahar duzy, hlorly kalsiý, demir kuporosy, hlorly Fe, naftenam Al we beýlekiler) degişlidir.

Elektrolit däller – emulgatoryň gorag plýonkasyny eretmäge, nebitiň şepbeşikligini aşaklatmaga, ukyply, şonuň bilen suw bölejikleriniň çökmegine ýardam edýän organiki birleşmelerdir. Olara benzol, serouglerod, aseton, spirtler, fenol, benzin we beýlekiler girýär.

Deemulgatorlar - kolloidler toparyna emulsiýany başky görnüşinden bütinleý başgaça görnüşe öwürmäge, emulgatoryň plýonkasyny gowşatmaga we dargatmaga ukyply üstki-aktiw gowşatmaga we dargat maga ukyply üstki-aktiw maddalar girýär.

Nebitiň suwuny aýyrmak üçin elektrik meýdanyny döretmek 1909-njy ýylda başlandy, häzir bu usul promysellerde we nebiti gaýtadan işleýän zawodlarda giňden peýdalanylýar.

Gazyň guradylyşy

Ýer astyndan gazylyp alynýan nebit we tebigy gazlary suw buglaryna doýgun bolup, olaryň mukdary gazyň hmiki düzümi bilen, basyşy we temperaturasy bilen kesgitlenýär. Temperaturanyň we basyşyň her bir bahasyna göre, suw buglarynyň degişli maksimal bahasy bolýar. Suw buglarynyň olary doly ýagdaýda doýgunlaşdyrýan ýagdaýyna degişli bolan çyglylyk mukdaryna deňagramlylyk diýilýär.

Gazlaryň deňagramlylykdaky çyglylyk mukdaryny kesgitlemek üçin grafikler ulanylýar. Bu grafiklerde gazyň

deňagramlylykdaky çyglylyk mukdarynyň temperatura we gazyň howa görä dykzyllygyna baglylygyny görkezýär. Deňagramlylyk ýagdaýyndaky çyglylyk mukdaryna, gazyň düzümindäki propan we has agyr uglewodorodlaryň mukdary, kükürtli wodorod (H_2S), uglerodyň diokisi (CO_2) we N_2 - azot täsir edýär. Buguň düzüminde H_2S we CO_2 bolan wagty, onuň çyglylyk mukdary ýokarlanýar, N_2 azot bolan wagty peselýär. Nebit we tebigy gazlarynda suw buglarynyň bolmaklygy, gidratlaryň emele gelmegine getirýär, bolsa geçiriji turbalaryň işçi boşluklarynyň petiklenmegine we apparatlaryň, gazlary gatnamaklygyny, olary gaýtadan işlemekligiň iş şertleriniň bozulmagyna getirýär. Ondan başga-da gazyň düzümindäki suw buglary we kürtli birleşmeler, metallaryň korroziýa sezewar bolmaklygyna şertli ýagdaýlary döredýär. Diýmek, suw buglary geçiriji turbalaryň, enjamlaryň, apparatlaryň we beýleki obýektleriň wagtyndan önürti könelmegine we bozulmagyna getirýär. Gidratlar kristalliki erginler bolup, suw molekulalary erediji hökmünde bolup, wodorod baglanyşygynyň kömegi bilen, gidratlaryň göwrüm karkaslaryny emele getirýär. Bu karkasyň boşluklarynda gidrat birleşmelerini emele getirýän gazlaryň molekulalary ýerleşýär (metan, etan, propan, izobutan, azot, argo, CO_2 , H_2S). Molekulalary izbutanyň molekulalaryndan uly bolan uglewodorodlar karkasyň içine girip bilmeýärler, şonuň üçin hem gidratlary emele getirmeýärler. Normal butan gidrat karkasynyň içine girip bilse hem gidrat emele getirmeýär, ýöne gidratyň üstündäki deňagramly basyşyň üýtgemegine getirýär. Berlen gaz düzümi üçin, gidrat emele getiriji gazlaryň molekulalary bilen karkasy doldurmaklygynyň derejesi esasan hem basyşa we temperatura bagly bolýar. Gidratlaryň kristallary gaz-suw ulgamynyň faza araçäginde döreýär. Gidratlaryň emele gelmek şertleri şeýle hem suwuň düzümindäki mineral duzlaryň mukdaryna bagly bolýar. Duzlaryň mukdarynyň ýokarlanmagy bilen, gidrat emele gelmegiň başlangyç temperaturasy peselýär. Metanyň gidrat

emele getirmekliginiň başlangyç temperaturasy, ulgamda propan, CO₂ ýa-da H₂S bolsa, onda olaryň bolmadyk ýagdaýyna görä, pes bolýar, diýmek bu parametr gazlaryň düzümine bagly bolýar.

Ulgamyň termodinamiki şertlerine we gazyň düzümine baglylykda, gidratlaryň dürli görnüşleri bolýar.

Daşky görnüşi boýunça olar buz ýa-da basylan gaz görnüşli bolýar. Tebigy gazlaryň gidratlarynyň emele gelmekliginiň deňagramlylyk şertlerini kesgitlemek üçin nomogrammadan peýdalanýarlar. Bu nomogrammadan, gazlaryň dykzylygyny we basyşyny bilip, gidrat emele gelmekligiň başlangyç temperaturasyny kesgitlep bolýar.

Gidrat emele gelmekligiň önüni almaklygyň usullary

Gidrat emele gelmekligiň önüni almak üçin ingibirleme, ýagny gidrat emele gelmekligiň temperaturasyny peseldýän dürli maddalary (metanol, glikol we ş.m.) gaz akymymna goşmak we gazy guratmak (degidratasiýa) ýagny gazyň düzümindäki suw buglaryny suwuk ýa-da gaty ýuwdujylaryň kömegi bilen çykaryp almak prosesleri giňden ulanylýar.

Ingibirleme usulynda, çygly gaz akymyna goşulan indikator suwda ereýär, netije-de suw buglarynyň basyşy peselýär we gidrat emele gelmekligiň temperaturasynyň peselmegini Gamerşmidiň deňlemesi boýunça kesgitlenýär:

$$\Delta t = 0,556 \frac{k}{M} \cdot \frac{w}{100 - w}$$

Bu ýerde Δt - berlen basyşda gidrat emele gelmekligiň temperaturasynyň peselmegi, °S;

w - ingibitoryň massa paýy, %

M - ingibitoryň molekulýar massasy;

K - konstanta (metanol üçin $k=2335$, glikol üçin $k = 4000$)

Gaz we nebit senagatynyň kärhanalarynda ingibitor hökmünde metanol we glikol ulanylýar. Metanolyň doýgun buglarynyň basyşy ýokary bolýar, bu bolsa onuň gaýtadan dikeldilmegini we gaz akymyndan çykarylyp alynmagyny kynlaşdyrýar. Şonuň üçin hem metanol esasan hem akýan ulgamlarda - skwažinalarda, şleýflerde, magistral gaz geçirijilerinde ulanylýar. Ondan başga-da pes temperaturaly separasiýa prosesinde, gazlar sowadylanda, drosselirlenende gidrat emele gelmekligiň önüni almak üçin metanol goşulýar. Ingibitor hökmünde glikollar hem giňden ulanylýar. (EG- $C_4H_6O_2$ - etilglikol, DEG - $C_4H_{10}O_3$;

CH - O - CH = CH₂ - etilenglikol;

|

CH - OH

CH₂ - O - CH₂ - OH - dietilenglikol;

|

CH₂

CH₂ - O - CH₂ - OH - trietilenglikol).

|

CH₂ - O - CH₂ - OH

Olaryň glikollaryň bahasy ýokary bolsa hem, doýgun buglarynyň basyşynyň pes bolmagy, olary, sada bugarma prosesi esasynda, gaýtadan dikeltmeklige mümkinçilik döredýär.

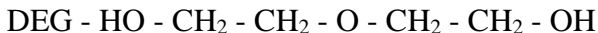
Gazlary guratmaklygyň usullary

Gazlary, olaryň düzümindäki suw buglaryny çykaryp almak maksady bilen, guradýarlar. Senagatda has giň ýaýran gazlary guratmak usullary: çyglylygy suwuklyk bilen absorbirlemek, gaty guradyjlaryň kömegi bilen çyglylygy adsorbirlemek, gazlary gysyp sowarmaklyk esasynda çyglygyň kondensirlenmegi.

Pes temperaturaly kondensasiýa prosesi, gazlardan agyr uglewodorodlary çykarmaklyk üçin ulanylýar, ingibitor hökmünde bolsa glikol ulanulýar. Çig gaz separatora gelýär, çig damjalaryndan arassalanýar, soňra glikol bilen garysyp sowadyja barýar, sowadylandan soňra, suwly glikoldan we kondensirlenen uglewodorodlardan emele gelýän gaz garyndysy separatora barýar. Separatoryň ýokarsyndan gury gaz çykýar, aşagyndan iki akym-suwly glikol we uglewodorod kondensaty çykarylýar. Separatoryň aşaky böleginde ýylylyk çalşygy bolup, turba boşlugyna suw buglary berilýär. Bu bolsa separatoryň aşak böleginiň önüminiň temperaturasyny, durnukly glikol - uglewodorodlar emulsiýasynyň emele gelýän temperaturasyndan ýokary derejeside saklamaklyga mümkinçilik döredýär (DEG üçin bu temperatura 15-20 °S, EG üçin bu temperatura 0 °S). Netije-de suwly glikol uglewodorod kondensatyndan has arassa aýrylýar, ingibitoryň ýitgisi peselýär. Suwly glikol bugardylma esasynda regeneratorda gaýtadan dikeldilýär soçyg gaz akymyna ýylylyk çalşyjynyň önünden berilýär.

Absorbsiýa usuly

Absorbsion usuly gazlary guratmak üçin, gaz geçiriji magistrallarda, gazy gaýtadan işleýän zawodlarda giňden ulanylýarlar.



Artykmaçlygy: gigroskopiçnost ýokary bolýar, adaty temperaturalarda kükürtli birleşmelerine, kisloroda, CO₂ - stabilligi ýokary bolýar, konsentrlenen erginleri gatamaýarlar.

Kemçiligi: äkidilme ýitgisi üçetilen glikola görän ýokary bolýar. Gaýtadan dikeldilende konsentrasiýasy 95% - den ýokary ergini almak kyn bolýar.

Suwuklyklaryň gazlary ýuwutmaklyk prosesine absorbsiýa diýilýär. Bu proses gaz garyndylaryndan komponentleri aýyrmak üçin ulanylýar.

Suwuk garyndylaryň ýeňil uçujy komponentlere dargamak prosesine desorbsiýa diýilýär.

Suwuk garyndylaryň, gazlaryň, fraksiýalaryň dargatmaklyk prosesine rektifikasiýa diýilýär. Rektifikasiýa ikik taraplaýyn, ýagny bug we suwuklyk akymalarynyň arasynda ýylylyk massaçalşygy esasynda geçýär.

Absorbsiýa proseinde ýokary netije gazanmak üçin gaz we absorbent akymalaryny bir birine garşylykly akdyrmaly, fazalaryň galtaşma üst meýdantyny ulaltmaly. Absorbsiýa prosesinde bölünip çykýan ýylylyk mukdary gazy gyzdyrýar. Absorbentiň temperaturasy gaza görä ýokary bolýar. Çykýan ýylylyk absorbente berilýär. Gaz absorbent bilen ýylylykçalyşma esasynda gyzýar. Doýgun absorbentiň kollonnadan çykan wagtyndaky temperaturasyny aşaky formulanyň kömegi bilen hasaplap bolýar.

$$t_H = t_B + \frac{\sum g_i q_i - G_z \cdot C_z (t_i - t_z)}{G_a C_a}$$

t_B – absorbentiň kolonna giren wagtyndaky temperaturasy

C_a – absorbentiň ýylylyk sygymy kj/kg.grad

G_a – absorbentiň kollona giren wagtyndaky mukdary, kg/sag.

q_i – ýuwdulýan komponentleriň sorbsiýa ýylylygy, kj/kg

g_i – ýuwdulýan komponentleriň mukdary, kg/sag.
 G_r – absorberden çykýan gazlaryň mukdary, kg/sag
 C_r – gazyň ýylylyk sygymy, kJ/kg.grad;
 t, t_2 – gazyň giren we çykan wagtyndaky temperaturasy.
 $G_r, C_r (t_2 - t_1)$ – absorberdäki gaza berilýän ýylylyk

mukdary.

V_H – absorberiň aşak bölegindäki gazyň komponentleriniň mol sany.

V_B – absorberden çykýan gazlaryň komponentleriniň mol sany.

Ýuwdulan gazyň mukdary ($V_H - V_B$) –nyň berlen gazdaky komponentleriň mukdaryna (mol) V_H bolan gatnaşygyna çykarlyş koeffisiýenti diýilýär γ ;

$$\gamma = \frac{V_H \gamma_1 - V_B \gamma_2}{V_H \gamma_1}$$

V_H, V_B - gazyň absorbere giren we çykan wagtyndaky göwrümleri

γ_1, γ_2 – gazdaky komponentiň mol konsentrasiýasy. (absorbsiýadan öňürti we soňky).

Kpemseriň formulasy boýunça:

$$\gamma = \frac{A^{n+1} - A}{A_{n+1} - 1}$$

n – absorberdäki tarelkalaryň teoretiki sany.

A – absorbsiýanyň faktory.

$$A = \frac{L}{kv}$$

L, V – absorberiň ýokarky kese kesigindäki aborbentiň we gazyň mol sany.

K – komponentiň deňagramlyk koeffisiýenti.

(4) deňlemeden görnüşi ýaly absorbsiýa faktory komponentiň deňagramlyk koeffisiýentine ters proporsional (gatnaşýar, baglanyşýar). Diýmek, komponentiň uçujlyk häsiýeti näçe ýokary bolsa şonçada ýuwdulýar. Bu prinsip tebigy we nebit gazlaryndan, tebigy gazlardan agyr uglewodorodlary aýyrmak üçin ulanylýar.

Massaçalşygynyň esasy deňlemesi:

$$dM = k_M \Delta F d\tau$$

DM – bir fazadan başga bir faza geçen maddanyň mukdary.

k_M – massaçalyşma koeffisiýenti.

Δ – massaçalyşma prosesiniň hereketlendiriji güýji.

DF – fazalaryň gatlaşma üsti

$D\tau$ – wagt

Absorbsiýa prosesini düşündirmek üçin konwektiw diffuziýa prosesini ulanýarlar. Bu teoriýa görä madda akymy ýadrodan we diffuziýa gatlak araçäğinden durýar. Madda ýadrodan faza araçäğine turbulent akym bilen barýar. Araçäge galaýlaşdygyça maddalaryň turbulent geçirilişi peselýär we molekulýar diffuziýa geçýär. Çykarylýan maddanyň konsentراسىsanyň gradiýenti diffuziýa gatlagynyň araçäginde iň ýokary ululyga eýe bolýar. Gaz faza görä massaçalyşygynyň koeffisiýenti.

$$k_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{k}{B_x}}$$

Suwuk faza görä massaçalyşygyň koeffisiýenti.

$$k_x = \frac{1}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\beta_x}}$$

β_x, β_y – suwuk we gaz fazalary üçin faza araçäginiň 1 m² üstünden, konsentrasiýa tapawudy 1 kg/m³ maddanyň 1 sagat dowamlylykda berilmegini häsiýetlendirýän massaçalşyk koeffisiýentleri.

Absorber – massaçalşygy sütün, onuň tabaklar ýerleşdirilen birnäçe gatlaklary bolup, tegelek we 3 – görnüşli gapakly tabaklar suwuklygyň derejesini deň beýiklikde saklaýar.

Absorber hasaplanan wagtynda, onuň tarelkalarynyň sany, erginiň mukdary, erginiň başky we soňky konsentrasiýalary, apparatyň diametri, tarelkalaryň gurluşy hasaplanýar. Absorbsiýanyň temperaturasyny, kolonnanyň uzynlygyna hemişelik we berlen gazyň temperaturasyna deň diýilip alynýar.

Gazyň belli çigreklik nokady we temperaturasy esasynda grafik boýunça glikolyň konsentrasiýasy tapylýar. Gazyň absorbere giren we çykan wagtdaky çyglylygyny berlen basyş we temperatura boýunça grafiğiň kömegi bilen tapylýar. Gazy çigreklik nokadyna çenli guratmak üçin gerek bolan regenerirlenen glikolyň mukdary aşaky formula boýunça hasaplanýar.

$$Q = \frac{Wx_2}{x_1 - x_2}$$

W – çykarylýan çyglylygyň mukdary;

x_1, x_2 – regenerirlenen we doýgun erginlerde glikolyň massa konsentrasiýasy.

Absorberiň işleýiş usuly gaz sütüniň aşak bölegine, absorbent ýokary bölegine girýär. Kolonnanyň aşagyndan

gazdaky komponentleri özüne siňdiren doýgun absorbent çykýar, ýokarky böleginden galyndy (gury) gaz çykýar.

Desorberde pes basyşda we ýokary temperaturada doýgun absorbentden, desorbirleýji agentniň kömegi bilen komponentleriň absorbentden aýrylmak prosesi ýerine ýetirilýär. Desorbsiýa prosesi tabakly ýa-da goýumly sütünde geçirilýär.

TEG - üçetilen glikol (ÜEG)

Artykmaçlygy: ýokary gigroskopichnost, gyrow nokadynyň üýtgemesi ýokary bolýar (27,8 - 47,3 °S), adaty temperaturalarda kükürtli birleşmelere, kisloroda we CO₂ stabilligi bolýar.

Kemçiligi harajatlary uly bolýar. TEG-iň ergininiň köpürjiklemeşi ýokary bolýar. TEG-de uglewodorodyň eremekligi, DEG-e görä ýokary bolýar.

MEA - 10-30%, DEG - 60-85%, suw - 5 - 10% ergin.

Artykmaçlygy: absorbent bir wagtyň özünde gazdan suwy, CO₂ - ni, H₂S - i çykarýar, ýagny gazy şol bir wagtyň özünde guradýar we arassalaýar. Köpürjikleme az bolýar.

Kemçiligi: äkidilme ýitgisi ýokary bolýar, TEG - e görä. Absorbent gaýtadan dikeldiji temperaturada, metallaryň korroziýa sezewar bolmagyna getirýär.

Absorbsion desgalaryny önümleri bolup gury gaz (CH₄, C₂H₆) uglewodorodlar boýunça gyrow nokady - 25 °S ýangyç gazlary (CH₄, C₂H₆, C₃H₈ - komponentleri) we etany aýrylan stabillenmedik benzin (C₂H₆ + ýokary komponentler) bu ýagdaýda niýetlenip çykarylýan komponent etan bolýar.

Absorberde gaz suwuklyk bilen (absorbent) garyşýar, absorbent suw buglaryny özüne sorup alýar. Proses 20 °S we 20-60 at basyşda geçýär. Absorberi ýokarsyndan duradylan gaz çykýar. Suwly absorbent desorberde suwdan doýgun absorbent çykýar. Suwly absorbent desorberde suwdan arassalanýar. Bu proses ýokary temperaturada geçýär. Ýokary temperatura

diýetilen üçin 170°S - dan we trietilenglikol üçin 191°S -dan pes bolmaly, bu temperaturalaryň ýokary temperaturada glikollar dargaýar. Desorber hem absorber ýaly tarelkaly apparatdyr. Suwlanan glikol öňürti ýylylyk çalşyjyda gyzdyrylýar, soňra desorberiň merkezi bölegine berilýär. Desorberiň ýokarsyndan çykýan suw buglary sowadyjy kondensatoryň üsti bilen geçýär, kondensatyň bir bölegi desorberiň ýokary böleginden sepelenýär. Ýylylyk hökmünde bug gyzdyryjysynda gyzdyrylan glikolyň bir bölegi desorberiň aşaky bölegine berilýär. Regenirlenen, arassalanan glikol ýylylyk çalşyjynyň we sowadyjynyň üsti bilen geçip sowayar, absorbere gaýdyp gelýär.

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.

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.

H_2S - reňksiz gaz, zaýаланан ýumurtanyň ysy bolýar. - $60,4$ °S reňksiz suwuklyga öwrülýär, $85,6$ °S-da kristal görnüşe geçýär. H_2S - zäherli; önümçilik jaýlaryň howasynyň düzümindäki H_2S mukdary $0,2 - 0,3 \text{ mg/l}$ ýokary bolmaly däl.

H_2S 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 CS_2 - reňksiz suwuk, ýokary temperaturada wodorod bilen birleşip kükürtli wodorod emele gelýär, zäherli $t_0 = 46,3$ eremek temperaturasy - $112,1$ °S.

Uglerodyň kükürt oksidi COS, karbonilsulfid, yssyz, reňksiz, aňsatlyk bilen otlanýan gaz. Suwuklyga geçýän temperaturasy - $50,2$ °S gatamaklyk temperaturasy - $138,2$ °S. Zäherli gaz howadaky normasy $0,15 \text{ mg/m}^3$. Ýokary temperaturada CO_2 , CS_2 , CO dargaýar.

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

Uglerodyň dioksidi CO_2 - reňksiz, turşy ysly gaz. Atmosfera basyşda - $78,5$ °S - da uglerod dioksidi suwuk faza

geçmän gönümeli ak gaz görnüşli gaty massasy emele getirýär. Turşy gaz komponentleriniň içinde iň aktiw korroziýa dörediji madda, desganyň gurluşlaryna turbalara täsir edip demiriň karbonatyny FeCO_3 , $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ emele gelýär.

Dürli temperaturalarda kükürtli wodorodyň häsiýetleri.

T, °S	P, MPa	Udel göwrüm		Bu-gar-ma ýylylygy, kž/kg	Bu-guň ental-pi-ýasy kž/kg	Ýylylyk sygymy	
		Suwuk-lyk l/kg	Bug m³/kg			T, °S	C _p , kž/kg
-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.

Hemoocorbsiýa prosesi, bu prosesde gazlar turşy gaz komponentleriniň eredijiler bilen, ýagny alkanol aminler bilen himiki reaksiýalara girmekligi bilen amala aşyrylýar. Bu topara (K_2CO_3) kömegi bilen arassalamak prosesi hem girýär. Bu proseslerde esasan hem gazlar H_2S we CO_2 -den arassalanýar,

desganyň tilsimatiki apparatura gurluşlary sada, ýönekeý we ygtybarly bolýar.

Kemçiligi gazlary toplum turşy gazlardan, (H_2S , CO_2 , RSH , COS , 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 ulanyp bolýar. Bu absorbentleriň doňma temperaturasy pes bolýar, gönürjeklemeýär, 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 CH_3OH ulanylmagy bilen ýerine ýetirilýär. Bu proses organiki absorbentleriň turşy gazlaryň ýuwutmaklyk, ýagny fiziki absorbsiýa we absorbentiň aktiw bölegi bolup durýan alkanolaminleriň 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 ulanylýan absorbentler uglewodorodlary esasan hem aromatiki uglewodorodlary esasan hem aromatiki 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:

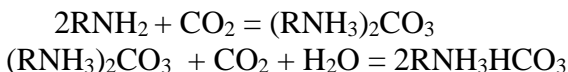
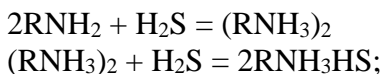
1. Berlen basyş aralykda olaryň ýuwudyjylyk ukyplylygy ýokary bolmaly.
2. Şepbeşikligi pes bolmaly, gaz bilen gowy garyşar ýaly
3. Uglewodorodlar bilen özara ereýjiligi pes bolmaly.
4. Korroziýa aktiwligi pes bolmaly.
5. Okislenmä we tehniki gargamaklyga durnukly bolmaly.
6. Könürjik emele getirmeli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

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

Gazy gaýtadan işleýän desgalardaky absorbentler suw kânlerine, 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 H_2S 23 CO_2 - den arassalamakda aşaky reaksiýalar geçýär, duzlar emele gelýär, aminler esaslar bolýar.



R - topar HO - CH_2 - CH_2

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 CS_2 turşy birleşmeleri bolan wagtynda DEA - nyň suwly ergini ulanylýar.

10 - 40 $^{\circ}\text{S}$ aralykda temperaturaly çig gaz absorberiň aşaky tarelkasyna berilýär. Absorber MEA - niň ýa-da beýleki alkanoaminler bilen suwarylýar. Absorbent absorberiň ýokarky tarelkasyna berilýär. Absorberiň ýokarsyndan arassalanan gaz, aşagyndan bolsa turşy gazlardan doýgun absorbent çykýar. Doýgun absorbentiň temperaturasy 55 - 60 $^{\circ}\text{S}$, işçi basyş 0,2 - 5,5 mPa. Arassalanan gaz separatorlardan soňra ulanyjylara tarap ýönelýär. Doýgun absorbent ekspanzere gelýär, drosselirlenme esasynda absorberde ýuwudan uglewodorodlary çykarýar. Soňra doýgun absorbent ýylylyk çalşygyda 95 - 100 $^{\circ}\text{S}$ çenli gyzýar hem-de desorberiň orta bölegine barýar. Desorberiň aşaky kubowyý böleginde, riboýlerde gyzdýrylýan eredijiniň esasynda temperatura 115 - 130 $^{\circ}\text{S}$ saklanylýar. Desorberde iş basyşy 0,15 mPa. Turşy gazlardan, suw buglaryndan, uglewodorodlardan durýan garyndy desorberiň ýokarsyndan çykýar, howa we suw sowadyjylarynda sowadylýar, soňra iki fazaly garyndy separator gabyny gelýär, ol ýerde suw desorberi suwlamak üçin ýokarky kolonnanyň tarelkasyna berilýär, ýagny monoetanolaminiň ýokarky önüm bilen äkidilmezligi üçin, turşy gazlar bolsa kükürt öndürilýän

desga tarap ýönelýär. Alkanolaminiň regenerirlenen ergini rekuperatiw ýylylyk çalyşygyda, howa we suw sowadyjylarynda sowadylandan soňra 35 - 45 °S - da absorbere iberilýär.

Gazlary tiollardan arassalamak

H₂S we CO₂-dan arassalanan gaz rekuperatiw ýylylyk çalyşyjlaryň EO₁, EO₂ üsti bilen geçip propan sowadyjysynda EO₃ - 30⁰S çenli sowaýar. Emele suwukly gaz garyndysy dargamak üçin 3 fazaly darghadyjyda BO₂ barýar. Uglewodorodly faza BO₂ - den goşmaça dargadylmak üçin, ýagny suwdan we ingibitorlardan aýrylmak üçin dargadyjy gaba BO₈ barýar.

Soňra aminli, suwly we glikolly garyndy BO₈ gabyň aşaky böleginden aýrylyp regenerasiýa bloga barýar. Dargadyjydan BO₂ çykýan gaz absorberiň CO₁ aşak bölegine barýar, ýokarky tarelkalara - 30 °S çenli sowadylan absorbent berilýär. Absorberiň aşak böleginden çykýan doýgun absorbent dargadyjydan BO₈ çykýan stabillenmedik kondensat bilen birleşýär we rekuperatiw ýylylyk çalyşyjynyň EO₆ üsti bilen deetanizatoryň CO₂ 22 - nji tarelkasyna barýar.

Gaýtadan dikeldilen, -30⁰S temperatura çenli sowadylan absorbent suwlaýjy hökmünde 44 - nji tarelka berilýär. Sütündäki basyş 1,36 mPa. Gazdargadyjydan aýrylýan gaz ýylylyk çalyşygyda EO₇ gyzdyrylýar we separatoryň üsti bilen kompressoryň KO₁ ikinji basgançagyna barýar, 6 mPa deňiş gysylýar. Deetanizatoryň ýokarky böleginden çykýan gaz - metan - etan fraksiýasy kompressoryň KO₁ birinji basgançagyna barýar. Absorberntden propan - butan fraksiýasyny aýyrmaklyk prosesi sütünde CO₃ geçirilýär. Sütüniň ýokarky önümi howa sowadyjysynda AO₂ sowadylýar, kondensirlenýär we suwlaýjy gaba BO₆ barýar. Gerekli ýylylyk gyzdyryjynyň FO₂ üsti bilen alynýar. Butany aýrylan absorbent sütüniň kubyndan çykýar, bugardyjynyň E₁₉ üsti bilen geçip

desorberiň CO_4 17 - nji tarelkasyna barýar. Bu sütün şol bir wagtda stabillenen kondensat hem berilýär. Sütüň CO_4 ýokarky önümi stabillenen kondensatyň ýygnaýan ýerine barýar.

Desorberiň aşaky önümi bolsa, gaýtadan dikeldilen absorbent, rekuperatiw ýylylyk çalyşyjylaryň, howa sowadyjysynyň, propan bugardyjysynyň üsti bilen geçip CO_1 , CO_2 sütünleri suwlamaklyk üçin gaýdyp gelýär.

Gazlary kondensasion usuly bilen gaýtadan işlemek

Gazlaryň kondensasiýasy prosesini, berlen basyşda gazlaryň suwuklyga öwürülýän temperaturasyna çenli izobar sowadylma prosesi hökmünde häsiýetlendirip bolar. Nebit we tebigy gazlaryň kondensasiýasy prosesi kritiki oblastdan we kritiki parametrlerden daşary ýagdaýlarda bolup geçýär. Nebit we tebigy gazlaryň düzümini durýan gazlaryň (CH_4 , C_2H_6 we ş.m.) dürli temperatura kondensasiýalary bolýar. Olar sowadylan wagty haýsam bolsa bir komponent kondensirlenýär, ilki bolup parsial basyşda iň maksimal temperaturasy bolan gaz suwuklyga öwürülýär. Uglewodorod gazlarynyň ýenede bir wajyp häsiýetli, olar suwuk uglewodorodlarda ereýärler. Şonuň üçin hem suwuk faza diňe bir kondensirlenýär gazlar geçmän beýleki kritiki temperaturalary ep-esli pes bolan gazlar hem eremeklik esasynda suwuk faza geçýärler. Meselem 10% mol metandan we 90% propandan durýan garyndy sowadylanda $p=2,0\text{MPa}$ basyşda 10°S temperatura çenli doly kondensirlenýär. Şeýlelikde metanyň kritiki temperaturasy – 82°S bolsa hem ol doly suwuk hala geçýär.

Uglewodorodlaryň kondensasiýa derejesini hemişelik temperaturada kondensasiýa prosesiniň basyşyny ýokarladyp, hem-de ýa-da hemişelik basyşda kondensasiýa prosesiniň temperaturasyny peseltmek bilen ýokarladyryp bolýar. Ýöne bu ýagdaýlarda kondensasiýa prosesi dürli – dürli geçýär.

Hemişelik temperaturada, basyşyň ýokarlanmagy bilen kondensasiýa prosesi gazlaryň ýaramaz dargamaklygy bilen geçýär, hemişelik basyşda temperaturanyň peselmegi bilen kondensasiýa prosesi agyr we ýeňil uglewodorodlaryň has ýokary derejede aýdyň dargamaklygy bilen geçýär.

Pes temperaturaly kondensasiýa usul bilen gazlary gaýtadan işlemekligiň shemasy

PTK usul boýunça gazlary gaýtadan işlemekligiň tilsimat shemalary, esasy separasiýa basgançaklarynyň sany boýunça, sowuk çeşmeleriniň görnüşleri boýunça, goýberilýän niýetlenýän önümleriň görnüşleri boýunça klassifisirlenýärler. Separasiýa basgançaklarynyň sany boýunça PTK shemalar 1-basgançakly 2 we 3 basgançakly bolup bilýärler, her basgançakdan hem suwuk faza çykarylýar.

Sowuk çeşmeleriniň görnüşleri boýunça daşky sowadyjy sikli, içki sowadyjy sikli, kombinirlenen sowadyjy sikli shemalara bölünýärler. Daşky sowadyjy sikl tilsimat shemasyny bagly bolmaýar özüniň aýratyn sowadyjy agenti bolýar.

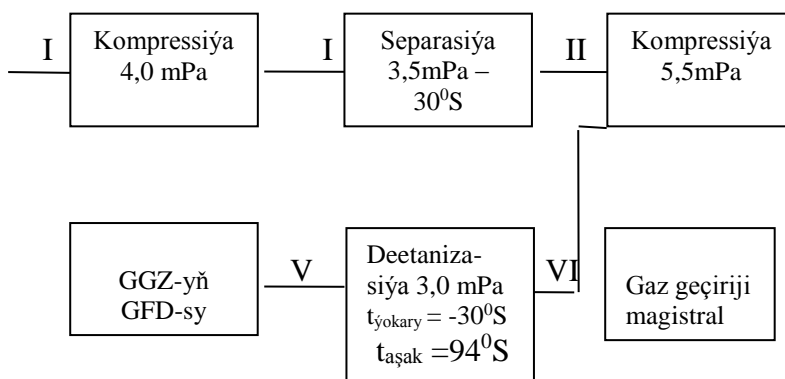
Içki sowadyjy siklerde bolsa sowuk suwuk tilsimat akymalaryny drosselirmek ýa-da gaz akymalaryna izoentropiki giňeltmek esasynda alynýar. Nebit gazlary gaýtadan işlenende, köplenç daşki propan sowadyjy sikliniň içki sowadyjy sikli bilen bilelikde ulanylýan shemalary giňden ulanylýar. Çykarylýan niýetlenen önümleriň görnüşleri boýunça pes temperaturaly kondensasion shemalary. C_2 ýokary önümleri üçin we C_3 ýokary önümleri üçin shemalara bölünýärler.

C_3+ ýokary almak üçin, propan sowadyjysikli bir basgançakly kondensasiýanyň shemasy.

Bu shemada bir sany daşky sowuk çeşmesi-propan sowadyjy sikl we bir sany iki fazaly garyndyny dargadyjy uzeli (separasiýa) bar.

Shemanyň işleýşi. Çig gaz separatorda 1, mehaniki garyndylardan we suwuklyk damjalaryndan arassalanýar we kompressora 2 baryar 3-4 mPa çenli gysylýar. Gysylan gaz howa sowadyjysynda separatordan 7 gelýän kondensat akymynyň we gury gaz akymynyň sowugynyň kömegi bilen ýylylyk çalşyjylarda 4,5zygiderli ýagdaýda – 20 ... –35 °S temperatura çenli sowadylýar.

Separatoryň ýokarsyndan gury gaz, aşagyndan bolsa kondensat alynýar. Kondensat ýylylyk çalşyjyda 20 – 30 °S gyzdyrylandan soňra deýetanizatoryň 8 orta bölegine berilýär. Deýetanizatoryň ýokarky önümi metanyň (20 – 70% göw) we etanyň (30,75 % göw), propanyň (5% göw) garyndysyndan ybarat bolýar, separatordan çykýan gury gaz bilen garyşýar we gaz geçiriji magistrala berilýär. Deýetanizatoryň aşaky önümi propanyň we ýokarky önümleriň garyndysy, ýagny C_3 + ýokary bolýar, ýagny uglewodorodlaryň giň fraksiýalary (UGF);



Tebigy gaz separatorda mehaniki garyndylardan arassalanýar, guradyjyda guradylýar, gyrow nokady – 84°S, soňra filtrde tozandan arassalanýar. Gaz, ters akymlaryň kömegi bilen regeneratiw ýylylyk çalşyjyda soňra propan sowadyjysynda –37°S temperatura çenli sowadylýar.

Propan sowadyjy sikli bir basgançakly pes temperaturaly kondensasion desganyň shemasynyň akym balansy.

Akymlar yň düzümi	I	II	III	IV	V	VI
CH ₄	61,49	79,13	7,83	11,02	-	57,50
C ₂ H ₆	8,52	8,51	10,17	8,54	2,68	33,50
C ₃ H ₈	16,03	8,96	8,96	35,04	41,15	8,98
Izo – C ₄ H ₁₀	3,42	1,11	1,04	9,63	11,90	0,02
H-C ₄ H ₁₀	7,04	1,78	1,66	21,19	26,22	-
Izo- C ₅ H ₁₂	1,72	0,19	0,06	5,84	7,24	-
H-C ₅ H ₁₂	1,89	0,16	0,14	6,56	8,12	-
C ₆ H ₁₄	1,89	0,16	0,14	2,17	2,69	-
Σ kg/sag	113451,4	82716,3	88596,4	30735,1	24823,5	5881,4

Uglewodorodlaryň takmynan ýarysy kondensirlenýär. Separatorda kondensat bölünip aýrylýar we demetanizatora barýar. Separatordan aýrylýan gaz –93⁰S çenli regeneratiw ýylylyk çalşyjyda we etilen bugardyjysynda yzygiderli ýagdaýda sowadylýar. Emele gelen suwuk faza separatorda aýrylýar we öz sowuklygyny göni akyma berenden soňra demetanizatora barýar, gaz bolsa ulanyjylara ugradylýar. Shema boýunça 87% etan, 99% propan we beýleki agyr uglewodorodlar çykarylýar. Demetanizatorada p=3,5mPa, t=-95⁰S, demetanizatoryň aşagyndan suwuk faza çykýar we gazy fraksiýalara bölügi desga barýar we etan, propan, izobutan H-butan we benzin fraksiýalary alynýar.

Bug ýa-da suwuk garyndylaryň ýa-da ýeňil we agyr komponentlere baýlaşan fraksiýalaryň, deňagramsyz ýagdaýdaky bug we suwuk akymalaryň arasynda iki taraplaýyn massa - ýylylyk çalşygy esasynda ýerine ýetirilýän dargama

prosesine rektifikasiya diýilýär. Rektifikasiya prosesinde garyndynyň komponentleriniň dargamaklygy, olaryň dürli-dürli teplofiziki häsiýetlerine esaslanandyr: uçujlygy, diffuziýa koeffisiýentleri, gizlin bugarma ýylylygy, ýylylyk sygymy.

Massa çalyşmanyň hereketlendiriji güýji, akymdaky komponentiň işçi we deňagramly konsentراسیالарыnyň tapawudy bilen kesgitlendirilýär.

Akymlardaky komponentleriň konsentراسیالарыnyň üýtgemesiniň hakyky hasabyny, massa çalyşmanyň kinetikasyny hasaba alyp, hakyky gidrodinamiki ýagdaýda hasaplama çylşyrymly meseleleri biri bolup durýar. Şonuň üçin hem bug bilen suwuklygyň arasyndaky teoretiki gatlaşmadan soňra akymlar deňagramly ýagdaýda bolýar diýilip kabul edilýär. Bu bolsa aparatyň uzynlygy boýunça, akymlardaky komponentleriň üýtgemegine doly derejede gözegçilik edip boljakdygyna getirýär. Bug suwuklyk deňagramlylyk şertlerini kesgitlemek, rektifikasiya we absorbsiya prosesleriniň tilsimat hasabynyň wajyp ilkinji meselesi bolup durýar. Ondan başga-da deňagramly faza düzümleri esasynda kondensasiya we gaýnama temperaturaly we köp komponentleri garyndylaryň faza ýagdaýlary kesgitlenilýär.

Iki fazaly köp komponentli ulgamyň termodinamiki deňagramlygynyň gerekli şertleri - ähli ulgam boýunça basyş, temperaturalaryň we komponentleriň himiki potensiallarynyň deňligidir:

$$\begin{aligned}T_G &= T_L; \\P_G &= P_L \\M_{Gi} &= M_{Li}\end{aligned}$$

Ideal gaz we ideal suwuk ergin üçin komponentiň himiki potensialy M_i , komponentiň parsial basyşyna proporsionaldyr, şonuň üçin hem ulgamyň termodinamiki

deňagramlylygynyň şertleri - komponentleriň bugdaky we suwuklykdaky parsial basyşlarynyň deňligidir.

$$P_{Gi} = P_{Li}$$

Daltonyň kanunyna görä, gaz fazadaky komponentiň parsial basyşy, ulgamyň umumy basyşyna proporsionaldyr we onuň bug fazadaky mol paýyna proporsionaldyr:

$$P_{Gi} = \pi \gamma_i$$

Raulyň kanunyna görä, komponentiň erginiň üstündäki parsial basyşy, arassa komponentiň buglarynyň dykzlylygyna we onuň suwuklykdaky mol paýyna proporsional bolýar.

$$P_{Li} = P_i x_i$$

Şonuň üçin hem gatnaşyga görä, aşaky ideal gazlaryň we ideal suwuk erginiň garyndysynyň faza deňagramlylygynyň deňlemesi alýarys:

$$\pi \gamma_i = P_i x_i \qquad y_i = k_i x_i$$

bu ýerde $k = p_i / \pi$ - faza deňagramlylygynyň konstantasy ýa-da komponentleriň bug we suwuklygyň arasyndaky ýaýrama konstantasy.

Ideal erginlerinde uglewodorodlaryň faza deňagramlylygyň konstantasyny De-Pristeriň nomogrammasyny boýunça hem kesgitläp bolýar.

Real erginleriň şeýle hem tebigy we nebit gazlarynyň komponentleriniň häsiýetlerini pes temperaturada ýa-da ýokary basyşda, molekularyň arasyndaky özära täsir güýçlerine we molekulalaryň göwrümlerine bagly bolýar, şonuň üçin hem bu ulgamlaryň faza deňagramlylygy Reuluň Daltonyň kanuny boýunça häsiýetlendirmek örän kyn bolýar.

Şeýle bolýanlygyna garamazdan ideal erginleriniň termodinamiki gatnaşyklarynyň sadalygyny saklamak üçin, real erginleriniň termodinamiki deňagramlygynyň şertlerini, garyndy komponentleriň iki fazadaky parsial fugitiwliginiň deňligi esasynda kesgitlenýär:

$$f_{Gi} = f_{Li}$$

Bu deňle esasynda, faza deňagramlylygyň konstantasy, garyndynyň komponentleriniň fugitiw koeffisiýentleriniň gatnaşygy hökmünde taryp bolýar:

$$K_i = \varphi_{Li} / \varphi_{Gi}$$

$$\text{Bu ýerde } \varphi_{Li} = g_{Li} / x_i, \quad \varphi_{Gi} = f_{Gi} / y_i$$

Şeýlelikde iki fazaly köp komponentli garyndylaryň deňagramly faza düzümi, faza deňagramlylygynyň deňlemesi boýunça kesgitlenilýär, olardaky ideal gazyň we ideal erginiň faza deňagramlylygynyň konstantasyny deňleme boýunça, real erginiň faza deňagramlylyk konstantasy deňleme boýunça kesgitlenilýär.

Tebigy gazlaryň komponentleriniň faza deňagramlylygynyň konstantasyny hasaplamak üçin basyş meňzeşligi usuly giňden ulanylýar. Bu usulda goşmaça kesgitleýji parametr hökmünde, komponentleriň faza deňagramlylygynyň konstantasy birlige ymtylýan ($k_i \rightarrow 1$) basyşy kabul edilýär.

Basyş meňzeşligi, ordinata ergisiniň maksimal bahasy boýunça, berlen degişli uglewodorod garyndysy boýunça tapylýar. Basyş meňzeşligi usuly boýunça deňagramlylyk konstantalary, garyndynyň her bir komponenti üçin, tapylan basyşda $k_i = k_i(T, P)$ baglanşygyň grafikleri görnüşinde berilýär.

Köp ýagdaýlarda faza deňagramlygynyň deňligi otnositel uçujlyk koeffisiýentleriniň üsti

$$\alpha_i = k_i / k_i \quad \text{bilen aňladylýar.}$$

$$\frac{y_i}{y_j} = \alpha \cdot \frac{x_i}{x_j}$$

5 - nji deňlemäni we düzümi boýunça çäklendirmeleri

$$\sum_{i=1}^n y_i = 1$$

ulanyp 8 - nji gatnaşygyň ýerine, faza deňagramlylygyň deňlemesini alýarys:

$$Y = \frac{dx}{1 + (\alpha - 1) \cdot x}$$

Buglaryň we suwuk garyndylaryň dargamaklyk derejesi absorbsiýa, desorbsiýa we rektifikasiýa proseslerinde, buguň we suwuklygyň deňagramsyz akymларыnyň galtaşmagy esasynda birnäçe basgançakly tarelkasy apparat diýilýär, şeýle dargama prosesleri nasadkaly sütünlerinde hem amala aşyrylýar.

Ýönekeý, sada absorbsion we desorbsion sütünlerinde sowadyjy - kondensatorlar we bugardyjylar bolmaýarlar, rektifikasion sütüninde bolsa, ýokarky önüm üçin kondensator, aşagynda bolsa gaýnadyjy ýa-da bugardyjy bolýar. Rektifikasion sütüniň, çig mal girelgesinden ýokarka ýerleşýän, bug garyndysyny bölmek üçin niýetlenen bölegine, berkidiji bölek diýilýär, suwuk garyndysyny dargadýan aşak bölegine kowma bölegi diýilýär.

Absorber işlän wagtynda gaz sütüniň aşagyndan berilýär, absorbent bolsa sütüniň ýokarsyna berilýär. Sütüniň aşagyndan çykarylýp alynýan komponentlere doýgun absorben çykýar ýokarsyndan bolsa gury gaz çykýar.

Tebigy we nebit gazlarynyň absorbsiýa prosesi üçin absorbent hökmünde benzin ýa-da kerosin fraksiýalary ulanylýar. Absorbent, uglewodorodlary ýuwudan wagtynda, komponentleriň nebit fraksiýalarynda eremekligiň položitel ýylylyk effekti esasynda gyzýar, gazlaryň absorbsiýa prosesi sütüniň uzyn boýunça görä deň ölçegli geçmeýär, şol bir wagtda absorbentden komponentleriň desorbsiýa prosesi bilen bile geçýär. Şeýlelikde, ýokarky tabaklarda gaz garyndysynyň ýeňil komponentleri CH_4 we C_2H_6 ýuwdulýar, ortaky tabaklarda C_3H_8 we C_4H_{10} ýuwdulýar, has agyr komponentler bolsa, C_5H_{12} we ýokary, aşaky tabaklarda ýuwdulýar.

Desorbere bolsa pes basyşda we ýokary temperaturada, absorbenden desorbirleýän agentiň kömegi bilen buglanmak esasynda ýuwdulan komponentleri çykaryrlar. Desorbsiýa prosesi hem tarelkaly ýa-da nasadkaly sütünlerde geçirilýär, ýokarsynda doýgun absorbent berilýär aşagyndan buglaýjy agent berilýär, iň aşagyndan hor absorbent çykarylýar.

Rektifikasion sütün, iki bölümden ybarat bolup, iki sany önüm almak üçin niýetlenendir. Gaýnama temperaturasyna çenli gyzdyrylan çig mal sütüniň orta tabagyndan gelýän suwuklyk bilen, sütüniň kowýan böleginiň ýokarky tabagyna - iýmitlendiriji tabaga akyp gelýär. Soňra ýoakry galýan akymalar bilen galtaşyp tarelkadan tarelka aşaklygyna akýar, iň soňky tarelkadan gaýnadyjy barýar, berilýän ýylylyk esasynda bir bölegi bugaryp sütündäki bug akymlaryny emele getirýär.

Gaýnadyjydan suwuklygyň balans mukdary, galyndy sütüniň aşaky önümi hökmünde çykarylýar.

Kowýan bölümden konsentrasyon bölüme barýan bug, sütüniň ähli tabaklarynyň üsti bilen geçip, kolonna boýunça akýan suwuklyk bilen galtaşýar. Sütüniň ýokarky tabagyndan

bug kondensatora barýar we bir bölegi ýa-da doly kondensirlenýär. Kondensirlenen suwuklygyň bir bölegini, sütüni suwlaýan suwuklyk hökmünde yzyna gaýdyp gelýär, buguň ýa - da suwuklygyň balans mukdaryny distilýat - sütüniň ýokarky önümi hökmünde aýyryp alýarlar.

Uglewodorodlaryň giň fraksiýalary dargadylanda, sütüniň beýikligi boýunça komponentleriň konsentrasiýalarynyň ýerleşişi çylşyrymly bolýar: ýokary böleginde esasan hemýeňil uglewodorodlar, aşak böleginde bolsa, agyr uglewodorodlar bolýarlar.

Gazy gaýtadan işlemekde mundan başga-da buglaýjy-absorbsion sütüni giňden ulanylýar. Bu apparat doýgun absorbentiň detanizasiýa prosesi üçin ulanylýar. Buglaýjy-absorbsion süütni (BAS) çig mal girelgesinden ýokarka ýerleşýän absorbsion bölümden we aşakda ýerleşen gaýnadyjyly kowujy bölümden ybarat bolýar. Diýmek sütüniň aşak bölegi, rektifikasion sütüniň kowujy bölümi ýaly, ýokarky bölegi bolsa absorber ýaly işleýär. BAS -ni ulanmaklykda, doýgun absorbentiň deetanizasiýa prosesiniň, geçmekligi doly rektifikasion sütüni - deetanizator bilen deňeşdirilende has ýeňil şertlerde geçýär.

Gazlary absorbsiýa, adsorbsiýa usullary bilen gaýtadan işlemek

Nebit we tebigy gazlary absorbsion usul boýunça dargatmaklyk iki sany massa çalşyjy proseslere, ýagny absorbsiýa we desorbsiýa proseslerine esaslanýarlar. Köp komponentli garyndylaryň absorbsiýa prosesi üçin esasy deňlemeler, her bir dargadyjy basgançakdaky özara täsir edýän akymlaryň deňagramlylyk şertlerine esaslandyrylýar. Islendik tabak üçin deňagramlylyk deňlemesi aşaky ýaly ýazylýar:

$$\gamma_y = k_y x_y \frac{L_0 G_j}{L_j G_{n+1}}$$

bu ýerde

Y_{ij} - j tabakdan gityän gaz fazadaky

i komponentiň konsentrasiýasy.

x_{ij} - j tabakdan akýan suwuk fazadaky

i komponentiň konsentrasiýasy,

mol/mol;

k_{ij} - i komponentiniň j tabakdaky faza deňagramlylyk konstantasy;

L_0 - hlor absorbentiň harajaty, mol/sag.

L_j - j tarelkadan gidýän suwuk fazanyň harajaty, mol/sag;

G_j, G_{n+1} - j tabakdan gidýän gaz fazanyň we absorbere gelýän çig gazynyň harajaty, mol/sag.

$$\frac{L_j}{k_{ij} G_j} \gamma_{ij} = \frac{L_0}{G_{n+1}} x_{ij}$$

bu ýerde

$$\frac{L_j}{k_{ij} G_j} = A_{ij}$$

j - tabakdaky i komponentiň absorbsiýa faktory;

$$\frac{L_0}{G_{n+1}} x_{ij} = L$$

- gaýtadan dikeldilen hor absorbentiň udel harajaty, mol/mol.

Onda

$$A_{ij} y_{ij} = L x_{ij}$$

Absorberiň maddy balansynyň deňlemesi:

$$L_0(x_n - x_0) = G_{n+1}(y_{n+1} - y_1)$$

üçünji deňlemä görä alýarys

$$x_n = \frac{A_n}{l} x_n$$

(4,5) deňlemeleri bilelikde işläp alýarys:

$$y_n = \frac{y_{n+1} - y_1 + lx_0}{A_n}$$

3 - nji formuladan x_j we x_{j-1} - iň bahalaryny maddy balansyň deňlemesine ýerine goýup alýarys:

$$\frac{L_0}{l} (A_j y_j - A_{j-1}) = G_{n+1} (y_{j+1} - y_j)$$

onda

$$y_{jj} = \frac{y_{j+1} + A_{j-1} y_{j-1}}{1 + A_j}$$

bir sany teoretiki tabakly absorber üçin 7-nji deňleme aşaky görnüşde ýazylýar:

$$y_1 = \frac{y_2 + A_0 y_0}{1 + A_1}$$

y_1 we y_2 - çykarylýp alynýan komponentiň gyry we çig gazdaky konsentrasiýasy, mol/mol;

x_0 - çykarylyp alynýan komponentiň hor absorbentdäki konsentrasiýasy.

Deňagramlyk deňlemesine görä

$$A_0 y_0 = x_0 l$$

Onda 10 we 9 deňlemelere görä

$$y_1 = \frac{y_2 + l x_0}{1 + A_1}$$

bu baglaňsyk absorbere gelýän çig gazyň düzümindäki çykarylyp alynýan komponent bilen, bu komponentiň absorberden çykyp gidýän gury gazyň düzümindäki mukdary bilen baglaşygy görkezýär:

a) 2 teoretiki tarelkaly absorber üçin:

$$y_2 = \frac{y_3 + A_1 y_1}{1 + A_2}$$

11 - nji deňlemä görä

$$y_2 = \frac{(A_1 + 1)y_3 + A_1 l x_0}{1 + A_2 + A_1 A_2}$$

b) 3 sany teoretiki tarelkaly:

$$y_3 = \frac{y_4 + A_2 y_2}{1 + A_3}$$

$$y_3 = \frac{(A_1 A_2 + A_2 + 1)y_4 + A_1 A_2 l x_0}{A_1 A_2 A_3 + A_2 A_3 + A_3 + 1}$$

ýa-da

c) teoretiki tarekaly absorber üçin:

$$y_n = \frac{A_1 A_2 A_3 \dots A_{n-1} + A_2 A_3 \dots A_{n-1} + \dots + A_{n-1} + 1}{A_1 A_2 A_3 \dots A_n + A_2 A_3 \dots A_n + \dots + A_n + 1} y_{n+1} + A_1 A_2 \dots A_{n-1} x_0 l$$

6 - nji deňlemäniň kömegi bilen ýazýarys:

$$\frac{y_{n+1} - y_1}{y_{n+1}} = \frac{B}{B + 1} - \frac{L_0 x_0}{G_{n+1} y_{n+1}} \cdot \frac{c + 1}{B + 1}$$

$$B = A_1 A_2 A_3 \dots A_n + A_2 A_3 \dots A_n + \dots + A_n$$

$$B = A_2 A_3 A_4 \dots A_n + A_3 A_4 \dots A_n + \dots + A_n$$

$$\varphi = \frac{y_{n+1} - y_1}{y_{n+1}}$$

φ - gazdan çykarylýp alynýan komponentiň mukdary, şol komponentiň mukdary, şol komponentiniň çig maldaky mukdaryna bolan gatnaşygyna, komponentiň çykarylýp alynýş koefisienti ýa-da absorbsiýanyň netijeliligi diýilýär. Bu deňleme Harton we Franklin tarapyndan alyndy. Kremser absorbsiýa prosesiniň deňlemelerini sadalaşdyrýar, ýagny proses $T = \text{const}$, izotermiki ýagdaýda geçýär, suwuklyk gaz akymalary deň ölçegli ýagdaýda, sütüniň boýy boýunça diýip kabul edýär, onda

$$\varphi = \frac{A^{n+1} - A}{A^{n+1} - 1} - \frac{k x_0}{y_{n+1}} \cdot \frac{A^{n+1} - A}{A^{n+1} - 1}$$

Eger-de $x_0 = \text{bolsa}$, onda:

$$\varphi = \frac{A^{n+1} - A}{A^{n+1} - 1}$$

n - absorberdäki teoretiki tabaklaryň sany.

Absorbsion faktor: $A = \frac{L_0}{kG_I}$

Absorbsion desgalarynda etanyň we propanyň doly çykarylyşy, diňe pes temperaturada we ýokary basyşda, pes temperaturaly absorbsion prosesleriniň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Häzirki döwür absorbsion desgalarynda temperatura $-20-40^{\circ}\text{S}$, basyş $4 - 7 \text{ mPa}$ çenli bolýar.

Çig mal desga $30 - 40^{\circ}\text{S}$ temperaturada gelýär, şeýle hem desga ingibitor hökmünde kondensirlenen çyglygy aýyrmak üçin $70-80\%$ - li diýetilenglikolyň ergini berilýär. Çig mal ýylylyk çalyşyjyda we propan bugardyjysynda sowadylýar, soňra faza dargadyjysyna barýar. Faza dargadyjysyndan soňra gaz absorbsiýa barýar, kondensat deýetanizasiýa berilýär, doýgun DEG -yň ergini bolsa gaýtadan dikeldilmege berilýär. Gury gaz absorberden soňra bugardyjyda hor absorbent bilen galtaşýar we ýeňil uglewodorodlara baýlaşýar hem-de ýylylyk çalyşyjalaryň üsti bilen geçip desgadan çykýar, doýgunlaşan absorbent bolsa absorbere barýar. Doýgun absorbent faza dargadyjysyndan gelýän kondensat bilen ýylylyk çalyşyjydan 6, separator 11 geçýär we iki akym bolup buglaýjy absorbsion (BAS) sütüniň iýmitlendiriji bölüne barýar. BAS -iň ýokarsyna doýgunlaşan absorbent berilýär, ýokarsyndan ýangyç gazy aýrylýar, aşagyndan etany aýrylan doýgun absorbent aýrylýar. BAS -iň buglaýjy bölegine ýylylyk desorberden gelýän absorbentiň

ýylylygy ulanmak bilen berilýär. Etany aýrylan absorbent desorberiň ortasyna berilýär. Desorberiň ýokarsyndan çykýan buglar howa we suw sowadyjysynda, soňra bir bölegi desorberi suwlaýar, beýleki bölegi stabillenmedik benzin görnüşinde gazlary fraksiýalara bölügi desga barýar. Desorberiň aşagyndan çykýan önüm bolsa ýylylyk çalyşygyda, propan sowadyjysyndan soňra absorbiýa sikline gaýdyp gelýär.

Gazlary rektifikasiýa usuly bilen gaýtadan işlemek

Faza düzgüni. Deňagramlylygyň esasynda faza düzgüni ýatyr:

$$F + c + = k + 2$$

f-faza sany; c-erkinlik derejesiniň sany; k-ulgamyň komponentleriniň sany.

Absorbsiýa prosesi üçin ($F=2$) komponentleriň sany 3, ýagny ýaýraýan komponent absorbent we gaz onda 3 sany erkinlik derejesi bolýar:

$$C = k + 2 - f = 3 + 2 - 2 = 3$$

Bu ýagdaýda ulgamyň umumy basyşyny (p), temperaturasyny we ýaýraýan komponentiň konsentrasiýasyny üýtgedip bolýar, ýagny berlen temperaturada we basyşda ($t = \text{const}$ we $p = \text{const}$) haýsam bolsa bir fazanyň konsentrasiýasyna, beýleki fazanyň kesgitli bir konsentrasiýasy laýyk gelýär (gabat gelýär). Rektifikasiýa prosesi üçin ($f=2$) we $k=2$ onda

$$C = k + 2 - f = 2 + 2 - 2 = 2$$

Proses $p = \text{const}$ geçýär, onda temperaturanyň üýtgemegi bilen faza konsentrasiýasy hem üýtgeýär.

Işçi çyzyk. Fazalarda ýaýraýan maddalaryň işçi konsentراسیýalarynyň arasyndaky baglanşyk $\bar{y} = \bar{f}(x)$ çyzygy boýunça şekillendirilýär we prosesin işçi çyzygy diýilip atlandyrylýar.

Eger-de apparatyň ýokarsyna, düzüminde ýaýraýan komponentiň x_H agram paýy bolan L_H , kg/sec suwuk faza gelýän bolsa, onda apparatyň aşagyndan hem bu suwuklygyň x_k agram paýy bolan komponentli L_k kg/sec mukdary çykýar. Apparatyň aşagyna \bar{y}_H konsentراسیýaly G_H kg/sec gaz faza berilip, apparatyň ýokarsyndan şol fazanyň \bar{y}_k konsentراسیýaly G_k kg/sec mukdary çykýar. Onda ähl madda boýunça maddy balans:

$$G_H + L_H = G_k + L_k \quad (1)$$

Ýaýraýan komponent boýunça maddy balans:

$$G_H \bar{y}_H + L_H \bar{x}_H = G_k \bar{y}_k + G_k \bar{x}_k$$

Apparatyň aşak böleginden islendik bir kese kesige çenli bolan aralyk üçin maddy balansyň deňlemesini ýazalyň, fazalaryň harajatlaryň G we L kg/sec, olaryň konsentراسیýasy \bar{y}_H \bar{x}_H ;

Ähli madda boýunça maddy balans:

$$G_H + L = G + L_k$$

Komponent boýunça maddy balans:

$$G_H \bar{y}_H + L_H \bar{x}_H = G_k \bar{y}_k + G_k \bar{x}_k$$

Bu deňlemä işçi çyzygyň deňlemesi diýilýär, ol apparatyň islendik bir kese kesigi üçin fazalarda ýaýraýan komponentleriň işçi konsentراسیýalarynyň arasyndaky baglanşygy aňladýar.

Rektifikasiýa prosesinde apparatyň dikligine boýunça faza harajatlary hemişelik bolýar. Onda $L = \text{const}$ we $G = \text{const}$

kabul edýäris we bu ýagdaýda $L_k=L$ we $G_H=G$, 4-nji deňleme aşaky görnüşe gelýär:3

$$\bar{y} = \frac{L}{G} \bar{x} + \left(\bar{y}_H - \frac{L}{G} \bar{x}_k \right); \quad \frac{L}{G} = A$$

$$\left(\bar{y}_H - \frac{L}{G} \bar{x}_k \right) = B$$

diýip aňlatsak, onda deňleme aşaky görnüşe geler:

$$\bar{y} = A\bar{x} + B$$

Diýmek işçi çyzyp gorizonta tg-i A deň bolan burç boýunça gyşarýar we ordinatadan deň bolan çyzygy kesip geçýär.

Rektifikasion sütüniniň maddy balansy

Sütüniniň ýokarsyndan G mol bug çykýar. Alynýan distillýatyň mukdary kmol, onuň düzüminde x_p mol paýy pes gaýnaýan komponent bolýar. Sütüni suwarmak üçin f mol flegma gaýdyp gelýär, onuň düzümi distillýatyň düzümine deň bolýar, ýagny $X_f = x_p$ mol paý. Sütüniniň aşagyndan W kmol galyndy çykarylýar, onuň düzüminde x_w pes gaýnaýan komponentiň mol paýy bolýar. Onda sütüniniň maddy balansy:

$$F + \Phi = G + W; \quad G = P + \Phi$$

Onda

$$F = P + W$$

Işçi çyzyklaryň deňlemesi. Işçi çyzyklaryň deňlemesini almak üçin 4-nji, ýagny ähli massaçalyşygy prosesleri üçin umumy bolan deňlemäni ulanýarys.

Değişlilikde pes gaýnaýan komponent boýunça:

$$F_{XF} = P_{Xp} + W_{Xw}$$

Sütüniň berkleýji bölümi. Sütüniň bu bölegi boýunça akýan suwuklygyň (flegma) mukdary:

$$L = \Phi + PR$$

$$R = \Phi / P$$

- flegma sany, flegma mukdarynyň distilýat mukdaryna bolan gatnaşygy görkezýär.
- Sütün boýunça galýan buglaryň mukdary:

$$G = P + \Phi = P + PR = P(1 + R)$$

Sütüniň ýokarky berkleýji bölegi üçin

$$y_c = y_p; y_p = x_p; y_H = x_p; x_\Phi = x_p, \text{ ýagny } x_k = x_p,$$

onda

$$y = \frac{PR}{P(R+1)} x \left[x_p - \frac{PR}{P(R+1)} x_p \right]$$

$$y = \frac{R}{R+1} x + \frac{x_p}{R+1}$$

$$\frac{R}{R+1} = \operatorname{tg} \alpha = A$$

$$B = \frac{x_p}{R+1}$$

Bu deňleme sütüniň berkleýji böleginiň işçi çyzygynyň deňlemesi bolýar.

Sütüniň aşaky kowujy bölegi. Sütüniň aşaky bölegini suwlaýan suwuklygyň mukdary $L' = \Phi + F$

Eger-de berilýän ýymiti 1kmol distilýata görä alsak $f = F/p$, onda:

$$L' = \Phi + F = PR + Pf = P(R + f)$$

Sütüniň aşak bölegindäki buguň mukdary:

$$G' = G = P(R + 1);$$

Eger-de

$$x'_k = x_w \quad y'_H = y_w = x_w$$

onda G', L', x'_k, y'_H -iň bahalaryny ýerine goýup alýarys:

$$y = \frac{P(P + f)}{P(R + 1)} x + \left[x_w - \frac{P(R + f)}{P(R + 1)} x_w \right]$$

$$y = \frac{R + f}{R + 1} x + \frac{1 - f}{R + 1} x_w$$

Bu deňleme sütüniň kowujy böleginiň işçi çyzygynyň deňlemesi bolýar.

$\frac{R + f}{R + 1} = \operatorname{tg} \alpha' - A'$ - işçi çyzygyň ordinat okuna bolan tangens burçynyň

gyşarmasy.

$\frac{1 - f}{R + 1} = B'$ - işçi çyzygynyň absissa okunda kesýän otrezogy.

Diagrammanyň absissa okunda suwuklygyň berlen düzümi mukdarlaryna x_w , x_F , x_p alyp goýarys. x_p nokadyndan diagrammanyň dioganaly bilen kesişýänçä wertikal galdyrýarys, a nokady alýarys, koordinatalary $y_p=x_p$. R- ululyk

hemişelik. $B = \frac{x_p}{R+1}$ ululygy ordinata okunuň üstünde

alýarys (d nokat), a nokat bilen birleşdirýäris. x_F nokatdan ad çyzygy bilen kesişýänçä wertikal galdyrýarys, b nokady alýarys. ab –göni, sütüniň berkleýji böleginiň işçi çyzygy; $x_w = y_w$, x_w nokadyndan wertikal galdyrýarys, c nokady alýarys, b nokat bilen birleşdirýäris, bc – göni, sütüniň kowujy böleginiň işçi çyzygy, ab, bc, işçi çyzyklary deň ölçegli çyzygyň aşagynda ýerleşýär, bu ýagdaýda HK bug faza geçýär we suwuk faza bilen deň ölçegli ýagdaýda ymtylýar, ýagny suwuklykdan desorbirlenýär.

Gazlary pes temperaturaly rektifikasiýa usuly boýunça gaýtadan işlemek

Termodinamiki tarapdan rektifikasiýa prosesi, absorbsiýa prosesine görä amatly bolýar. Pes temperaturaly rektifikasiýa usuly boýunça işleýän ulgamlar, pes temperaturaly absorbsion shemalaryna görä has netijeli bolýar. Pes temperaturaly rektifikasion shemanyň, pes temperaturaly kondensasion shemadan tapawudy, desga gelýän çig mal sowadylandan soňra, separasiýa edilmezden rektifikasion sütüne gönümel berilýär, ol ýerde çig malyň gury gaza we uglewodorodlaryň giň fraksiýasyna dargamaklygy bolup geçýär.

Pes temperaturaly rektifikasiýa prosesiniň prinsipial shema baglylykda, esasy apparatlar – rektifikasion sütünleri buglaýjy-rektifikasion we buglaýjy-kondensasion sütünlerine bölünýärler. Öňürti sowadylan çig mal, buglaýjy rektifikasion sütüniň orta bölegine berilýär.

Buglaýjy-kondensasion sütünä bolsa gaz garyndysy ýokarky tarelka berilýär. Bu shemada sütünden çykýan distilýat sowadyjynyň öňünden çig gaz bilen garyşýar.

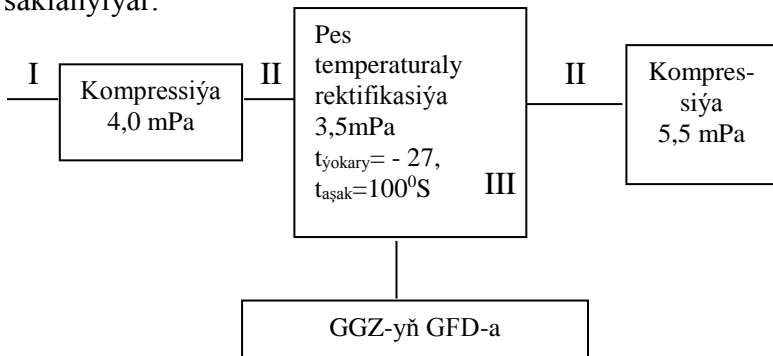
Rektifikasion sütünä çig gaz iki akym bilen berilen usuly termodinamiki tarapdan örän amatly bolýar. Bu ýagdaýda shemanyň hasaplamalaryna görä energetiki harajatlary 10% tygşytlap bolýar we prosesi has ýokary temperaturada alyp barmak bolýar.

Bu shema boýunça ulanylýan nebit gazynyň düzümini (% mass):

Azot	1,07
CH ₄	38,45
C ₂ H ₆	19,00
C ₃ H ₈	20,05
Izobutan	4,19
H-butan	8,20
I pentan	3,02
H-pentan	2,67
C ₆ H ₁₄	3,33
C ₃ +ýokary, gr/m ³	480,0

Çig gaz iki akymyna bölünýär, bir akym sowadylmazdan gönüel sütüniň orta bölegine berilýär, beýleki akym sowadylandan soňra sütüniň ýokarsyna berilýär. (1-nji akym umumy akymyň 60%, 2-nji akym bolsa 40% deň) Sütüniň ýokarsyna berilýän akym ilki başda rekuperatiw ýylylykçalşygyda, sütüniň ýokarsyndan çykýan benzinsizleşdirilen gaz akymy bilen sowadylýar, soňra sütüniň ýokarky önümi bilen garyşýar we propan bugardyjysynda, - 26⁰S temperatura çenli sowadylýar, bir bölegi kondensirlenýär. Iki fazaly akym bugardyjydan üç fazaly separatora barýar we ol ýerde gaz kondensatdan aýrylýar. Gaz öz sowuklygyny ýylylyk çalşygyda çig mal akymyna berýär we ulanyjlara ugradylyar. Suwuk faza bolsa nasosyň kömegi bilen rektifikasion sütüniň ýokarsyna berilýär. Sütüniň

aşagyndaky 100 °S temperatura riboýleriň kömegi bilen saklanylýar.



Iki akymly pes temperaturaly rektifikasion desgasynyň shemasynyň akym balansy.

Akym- laryň düzümi, %	I	II	III	Akym- laryň düzümi, %	I	II	III
C ₁	39,53	60,55	0,1	Izo-C ₅	3,02	0,04	8,51
C ₂	19,00	29,05	0,82	H-C ₅	2,67	0,02	7,59
C ₃	20,05	9,59	39,8 2	C ₆	3,33	0,01	9,34
Izo-C ₄	4,19	0,36	11,2 5	Σ,kg/ sag	58808,4	38166,8	20641,6
H-C ₄	8,2	0,38	22, 66				

Pes temperaturaly rektifikasion shemanyň netijeligini kesgitlemek üçin bir akymly pes temperaturaly rektifikasiýa shemalaryň (PRD) hem-de pes temperaturaly kondensasion shemanyň tehniki- ykdysady görkezijilerini deňeşdirmeli.

PTR-pes temp. Rektif PTK-pes temp kond. Hemme desgalar üçin gazyň düzümi bir meňzeş, öndüriligi 430 mln.m³ bir ýylda.

Çykarylyp alynşy, %	PTK	PTR bir akymly	PTR iki akymly
C ₃	76	66,3	73,1
C ₃ +ýokary	83,2	79,2	82,3
Sowugyň mukdary, mln. kj/sag	52,5	39,2	39,2
Ýylylygyň mukdary, mln. kj/sag	46,0	34,4	35,6
GYF mukdary, müň t/ýyl	780,18	174,35	179,17
Udel energetika harajaty, kwt.sag.	30,50	24,2	23,2

Bu maglumatlara görä, gazy pes temperaturaly kondensasion usul bilen gaýtadan işlenende GUF-nyň köp mukdary emele gelýär, bir akymly pes temperaturaly rektifikasion (PTR) shema boýunça in az mukdarda GUF çykýar. Iki akymly pes temperaturaly rektifikasion ulgamynyň ähli tehniki-ykdysady görkezijileri ýokary bolýar. Diýmek haryt önümi propan+ýokary bolýan ýagdaýynda, gazlar gaýtadan işlemek üçin iki akymly PTR usuly amatly bolýar.

Sowadyjy desgalarynyň kuwwaty boýunça PTK we PTR usullary deň bahaly bolýar. PTR usulyň esasy artylmaçlygy prosesler ýokary temperaturada geçýär. PTR ulgamyň galynda -30°S ; PTK – separatorynda bolsa -37°S bolýar. PTR – shemasynda kondensatyň sowugyny rekuperasiýa etmek gerek bolmaýar, şonuň üçin hem ýylylyk çalşyjy apparat gerek bolmaýar. PTR usulyň esasy artykmaçlygynyň biri hem, gaýnadyjydaky harçlanýan ýylylyk mukdary PTK shema görä 30% az bolýar.

Gazy fraksiýalara bölüji desgalar barada maglumat

Gaz garyndylary temperatura we aýratyn CH bölmek üçin absorbsiýa, absorbsiýa rektifikasiýa prosesleri ulanylýar.

Absorbsiýa prosesi – gaz garyndylardan düzüminde propilenden pentana çenli bolan temperaturany bölüp, çykaryp almaklyk üçin ulanylýar. Şeýle hem bu temperaturanyň düzüminde. $\text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6$ – etilen bolup biler. Bu prosesde gaz garyndysy tersleýiň almaklyk esasynda absorbent bilen özara täsirleşýär. Gaz komponentleri suwuklykda (absorbent) ereýärler, bolýar. Komponentiň molekulýar agramy näme ýokary bolsa onuň absorbentde eremekligi hem soňça ýokary bolýar.

Meselem: Pentan doly diýen ýoly ereýar. Butanyň 95-90% ereýär. Propanyň 75-80% ereýär. Etanyň 25-30% ereýär. Absorbsiýa prosesleriň düşgin şertleri (basyş temperatura absorbentiň gaza bolan gatnaşygy (komponentiň çykarylýş derejesiniň gerekligi esasynda saýlanyp alynýar.

Suwuklyk tarapyndan gazlaryň ýugdulmagy ýylylyk bölünip çykmaklygy esasynda geçýär. Netijede absorbent doýgunlaşan wagtynda gyzyýar. Bu bolsa absorbsiýa prosesini kynlaşdyrýar. Ýokary t^0 – da absorbsiýa prosesi doly ýagdaýda gutarýar we oňa ters bolan proses desorbsiýa prosesi başlanýar. Absorbentiň temperaturasynyň ýokarlanmagynyň önüni almak üçin absorberlerde aralyk sowadylma amala aşyrylýar.

Absorbsiýa prosesi 35^0C temperaturadan ýokarka geçirilmeli däl.

Asorbent höküminde, ligroin herosin, we nebitiň kerosin temperaturalary ulanylýar. Käbir temperaturasy ulanylýar. Doýgun absorbent desorbsiýa prosesine ugradylýar. Ol ýerde absorbentde erän gaz komponentleri kowulýar, kondensirlenýär. Eger-de aýry-aýry uglewodorod komponentleri gerek bolsa onda kondensat rektifikasiýa prosesine sezewar edilýär. Kondensasion düzüminde $\text{H}_2, \text{CH}_4,$

bolmaklygy onuň aýry-aýry komponentlere bolmeklige zyýan edýar. Şonuň üçin hem desorbsiýanyň öň ýanyndan absorbent şemalladylýar. Ýagny temperaturanyň ýokarlanmagy esasynda ýa-da basyň peselmegi esasynda desorbsiýanyň bir bölegi amala aşyrylýar. Bu ýagdaýda absorbentden H_2 , CH_4 , C_2H_6 – bir bölegi bölünip aýrylýar.

Uglewodorod gazlaryny absorbsiýa usuly bilen dargatmaklyk giňden ulanylýar. Sebäbi bu proses üznüksiz proses we ýeňil awtomatsyzlaşdyrylýar.

Absorber – Desorber – absorber.

Desorberiň ýokarsyndan çykýan gaz komponentleri kondensatorda - 8 sowadylýar we okumulýatora 9 barýar. Gaz benzini akumulýatordan nasosyň 6-kömegi bilen ulgamdan çykarylýar (niýetlenen önüm), III - benziniň bir bölegi desorberi smolaýar.

Absorbsiýa usulynda ýuduýy höküminde gaty ownujak öýjükli jisimler ýagny adsorbentler. (işjeň kömür, silikogel, glinatoýun, grafit we ş.m.) ulanylýarlar.

Adsorbentiň üst meýdanynyň ölçegleri onuň öýjükleriniň gurluşuna bagly bolýar. Öýjükler näçe ownuk bolsa şonça hem meýdan üsti köp bolýar. Absorbentiň işjeňligi hem onuň meýdanyna göni proporsinal bolýar. Adsorbentleriň hili udel üst meýdany bilen öýjükleriň ortaça diametri bilen we guýulan massa bilen häsiýetlendirilýar.

Adsorbentiň bir – birlik üst meýdanynyň onuň bir – birlik massasyna bolan gatnaşygyny udel üst diý. atl. m^2/g^2 .

Öýjükleriň ölçegleri boýunça adsorbentler iri öýjükli we ownuk öýjükli topara bölünýarler. Öýjükleriň ölçegleri diametri angstrom-de ölçenilýar.

$$A^0 = 10^{-8} \text{ sm}$$

Öýjükleriň ölçegleri 30 – ongstreme çenli, ownuk öýjükli adsorbentler diý 30 - angstremden ýokary iri öýjükli adsorbentlere girýär.

Adsorbsiýa prosesine esasy täsir edýän faktorlar temperatura we basyş. Temperaturanyň ýokarlanmagy bilen adsorbentiň işjeňligi peselýär. Temperaturanyň peselmegi bilen absorbsiýa prosesi gowlaşýar. Adsorbsiýanyň oktimal temperaturasy 20-25 °C

Basyşyň ýokarlanmagy bilen adsorbentiň öýjüklerine gaz molekulalaryň barmaklygy ýenilleşýar, bir gazyň bir-birlik göwrümindäki uglewodorodlaryň konsentrasiýasy ýokarlanýar. Şeýlelikde gaz garyndysydan komponentleri çykaryp almaklyk derejesi ýokarlanýar. Absorbsiýany 4-6 atm. basyşda geçirýärler işleýän adsorberlerde amala aşyrýarlar. Häzirki wagtda esasan hem uznuksiz adsorbsiýa prosesi gidorsorbsiýa giňden ulanylýar.

Pes temperaturaly kondensasiýa usuly bilen gazlary gaýtadan işlemekligiň tilsimat shemalary esasy seperatsiýa basgançaklarynyň sany boýunça, sowuk çeşmeleriniň görnüşleri boýunça, görlerilýän, niýetlenen önümleriň görnüşleri boýunça klassifikasirlenýar Separatsiýa basgançaklarynyň sany boýunça pes temperaturaly kondensasiýa shemalary bir basgançakly iki we üç basgançakly bolup bilýarlar.

Her basgançakdan hem suwuk faza çykarylýar. Sowuk çeşmeleriniň görnüşleri boýunça daşky zykyly, içki sowadyjy sykylly kombinirlenen sowadyjy sikilli shemalara bölünýarlar.

Daşky sowadyjy sikl tilsimat shemasyna bagly bolmaýar. Özüniň aýratyň sowadyjy agenti bolýar. Içki sowadyjy sikllarda bolsa. Sowuk tilsimat akymalaryny grosirlemek ýa-da gaz akymalaryna izoentropiki giňeltmek esasynda alynýar.

Termodinamiki tarapdan rektifikasiýa prosesi absorbsiýa prosesine görä amatly bolýar. Pes temperaturada

rektifikasiýa usuly boýunça işleýän ulgamlar absorbsiýa ulgamlaryna görä has netijeli bolýar.

Rektifikasiýa – prosesi diýip sowuk we bug akymalarynyň ikitaraplaýyň gapma garşylykly täsirleşme esasynda ýylylyk, massa çalyşma netijesinde, bu garyndylaryň dargamaklyk prosesine aýdylýar. Rektifikasiýa prosesleri içinde tarekalar ýerleşdirilen dik slindir görnüşli aparatlarda amala aşyrylýar.

Rektifikasiýa sütüni üç bölekden yba bol.

Efoporosiýon bölegi – ortaky bölüm ýagny çig mal berilýar, kowujy bölüm we konsentrirleýji bölüm.

Kombinirlenen prosesler

Kombinirlenen proses-de gazlary dargatmaklyk üçin kondensasiýa, absorbsiýa we desorbsiýa prosesleri ulanylýar.

Piroliz prosesi

Düzüminde köp mukdarda. Doýgun däl uglewodorodlary saklaýan uglewodorod gazlaryny almak maksady bilen 700-900⁰C amala aşyrylýan gaz çig mollarynyň we nebiň termiki izekindiz has agyr görnüşidir. Bu prosesiň düzgüni boýunça islendik niýetlenen önümleriň almaklygyna talap (etilen propilen, butilen, butadiiýen) ugrakdyryp bolýar. Gazlar bilen bir hatarda suwuk görnüşli önümleriň hem birnäçe mukdary ýagny düzüminde monosiklli aromatiki (C₆H₆, toluol ksilol) we polisiklli aromatiki uglewodorodlary (naftalin, antrasen) uglewodorodlardan durýan smolalaryň birnäçe mukdary emele gelýar. Birnäçe wagtlap katalitik reforming prosesi asylmadyk wagtynda piroliz prosesi nebitden aromatiki uglewodorodlary almaklygyň ýeketäk senagat usuly bolup durýardy. Häzirki döwürde piroliz esasynda esasy niýetlenen önüm etilen bolup durýar. Etileniň 40% -di

polietilen almak üçin ulanylýar. Ep-esli mukdary etil spirdini we steroly öndürmekde ulanylýar. Şeýle hem sintetiki kauçugy öndürmekde çig mol bolup hyzmat edýar.

Propilen - polipropilen almak üçin ulanylýar. Ýokary oktan sanly benziniň komponenti (izobutanyň alkilirlenşi). Polimerbenzin almak üçin ýangyç komponenti hökmünde ulanylýar.

Butadiýen – sintetiki kauçugy öndürmekde ulanyl.

Pirolizde çykýan smolanyň mukdary çig mal näse agyr bolsa şonça ýokary bolýar.

Çig mal

Piroliz prosesine gaz görnüşli uglewodorodlar (etan, propan, butan we olaryň garyndysy) we suwuk uglewodorodlar (pes oktanly benzinler, kerosin gazoýl fraksiýalary, nebit galyndylary sezewar edilýar. Çig mal piroliz prosesiniň niýetlenen önümine, maksadyna laýyklykda saýlanyp alynýar. Düzüminde etilen saklaýan gazy öndürmeklik üçin islendik çig maly ulanyp bolýar. Ýöne has ýokary mukdarda etileni etan gazy berýar.

Gazy fraksiýalara bölüji desgalar (GFD), PTK desgasyndan gelýän C_2H_6 – stabillenmedik benzini ýa-da PTA we PTR desgalaryndan gelýän C_3H_8 +ýokary fraksiýalary rektifikasion sütünlerinde dargamatlyk üçin ulanylýar. Gazlary fraksiýalara bölüji desgalaryň önümleri bolup stabillenen benzin, etan fraksiýasy propan, butan, izo-butan, H we izopentan (hyzmat edýär)-dan ybaratdyr.

Pes temperaturaly desgasyndan alynýan etany aýrylýan benzini üç sany rektifikasion sütünli desgada propan fraksiýasyna, izo- we H-butana stabillenen benzine dargatmaklyk prosesiniň tilsimat shemasy.

Rektifikasion sütünleriniň ýokarky önümleri bolan bug howa sowadyjlarynda kondensirlenýär; sütünleriň aşagynda ýylylyk ýörite peýan ýylylyk göterijileriň üsti bilen berilýär. Haryt parkyna iberilýän H-butan we stabillenen benzin howa

sowadyjylarynda sowadylýar. Butan garyndylaryny stabillenen benzin bilenb, regeneratiw ýylylyk çalşyjyda, izobutan sütünine dargatmaklyga barmagyndan önürte gyzdyrýarlar.

Bu desgalar GOST-yň talaplaryny kanagatlandyryan haryt benzinini almak üçin we gatnadylanda hem-de gaz kondensatlary gaýtadan işlenende ýeňil fraksiýalaryň ýitgilerini azaltmak üçin benzinlerden we gaz kondensatlaryndan ýeňil uglewodorodlary CH_4 – C_3H_8 bir az mukdarda C_4H_{10} çykaryp almaklyk üçin ulanylýar.

Olefinleriň polimerizasiýasy

Bir ýa-da birnäçe olefin molekulalarynyň bir sany çylşyrymly molekula jebislenme esasynda geçýän himiki reaksiýa polimerizasiýa reaksiýasy diýilýär.

Polimerizasiýa reaksiýasyna gatnaşýan monomerler – pes molekulýarly organiki birleşmeleri bolup molekulalary öz aralarynda birleşip, ýokary molekulýarly birleşmeleri emele getirýärler. Monomerler öz agregat haly boýunça gaz görnüşli, suwuk we gaty görnüşli bolup bilýär. Monomerleriň esasy aýratynlyklarynyň biri hem molekulada ikili baglansygyň bolmaklygydyr, ýagny daşky täsirleriň esasynda üzülip işjeň bölejikleri emele getirýär, bu bölejikler bolsa öz aralarynda birleşmek bilen polimer emele getirýär. Şeýle monomer toparlary bolup, olaryň molekulalarynyň düzüminde himiki işjeň funksional toparlary bolýar, olara uglerod zynjyrynyň bir tarapynda amin topary (NH_2), beýleki tarapynda karboksil topary (COOH) bolan aminokislotalary girýär. Beýle monomerleri bifunksional diýip atlandyryýarlar. Bu monomerlerden ýokary molekulýarly birleşmeleri polikondensasiý reaksiýasynyň kömegi bilen gapdal önümleriniň (suw, spirt) emele gelmegi bilen gelen polimeriň düzümi, berilen monomerleriň düzüminden tapawutlanýarlar.

Emeli uglewodorod gazlarynyň komponentlerinden polimerizasiýa reaksiýasyna doýgun däl uglewodorodlar

girýärler. Doýgun dälilik derejesiniň ýokarlanmagy bilen uglewodorodlaryň polimerizasiýa bolan ykyby hem ýokarlanýarlar.

Asetilen etilene görä ýeňil polimerizasiýalaşýar. Butadiýen bitelene görä ýeňil polimerizasiýalaşýar.

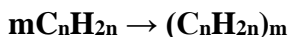
Şeýle hem doýgun däl uglewodorodlaryň polimerizasiýa bolan ukyby, olaryň molekulýar agramynyň we reaksiýanyň temperaturasynyň ýokarlanmagy bilen ýokarlanýar.

Nebiti gaýtadan işleýän senagatda butinleniň polimerizasiýasy esasynda polimerbenzin alynýar.

Polimerizasiýa prosesini katalizatoryň gatnaşmagynda we katalizatorsyz geçirip bolýar; katalizatorsyz proses ýokary temperaturada geçýär. Termiki polimerizasiý 700°C temperaturada 2-3 at basyşda geçirilýär.

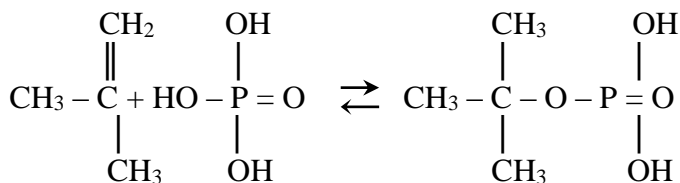
Katalitiki polimerizasiý 170-230°C temperaturada 17-18 at basyşda geçirilýär.

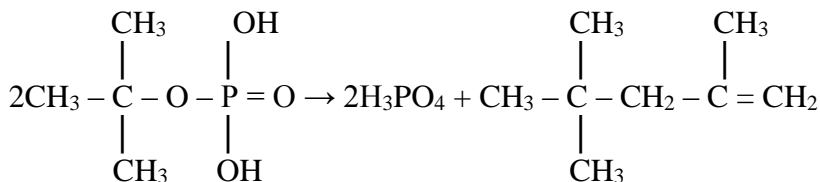
Polimerizasiýa prosesiniň himizmi aşaky reaksiýa boýunça aňladylýar.



Olefinleriň polimerizasiýa prosesinde katalizator hökmünde kükürt kislotasy H_2SO_4 we fosfor kislotasy H_3PO_4 ulanylýar. 9şeýle hem hlorly alýuminiý, fluorly bor, mis pirofosfaty ulanylýar.)

Fosfor kislotasynyň gatnaşmagynda izobutanyň polimerizasiýa reaksiýasynyň shemasy:





Basyşyň ýokarlanmagy has pes temperaturada gaýnaýan polimerleriň emele gelmegine getirýär. Temperaturanyň ýokarlanmagy ýokary gaýnaýan polimerleriň emele gelmegine getirýär.

Çig mal. Koks gazy, termiki kreking gazy, piroliz gazlary.

Termiki kreking gazlarynyň düzüminde doýgun uglewodorod gazlary (metan, etan, propan, butan) bilen bir hatarda doýgun däl uglewodorod gazlary hem bolýar (etilen, propilen, butilen). Termiki gazlary dargadylyp gury aýrylandan soňra propan –propilen we butan butilen fraksiýalary çig mal hökmünde ulanylýarlar. (Mazutynyň termiki krekingi esasynda alynýan gazlaryň düzüminde 20-25% çenli doýgun däl uglewodorod gazlaryň bolýar.

Koks gazy

Koks gazy düzümi boýunça termiki kreking gazlaryna meňzeş bolýar, ýöne düzüminde olefin uglewodorodlary azyrak bolýar. Eger-de kokslama has gaty derejede (ýokary temperaturada) geçirilse, onda doýgun däl uglewodorodlaryň mukdary köpeliýär. Meselem gaýnama gatlakda geçýän kokslama prosesiniň temperaturasyny 520⁰S-dan 540⁰S çenli ýokarlatsak onda çykýan doýgun däl uglewodorod gazlarynyň mukdary 45-den 52% çenli ýokarlanýar.

Katalitiki kreking gazy

Katalitiki kreking gazynyň düzüminiň 75-90% agram. % propan-propilen we butan-butilen fraksiýalaryndan durýar. Bu bolsa katalitiki kreking gazlaryny gazlaryň alkilirlenme, polimerizasiýa prosesleri örän gymmatly çig mala öwürýär.

Piroliz gazlarynyň düzüminde metan wodorod fraksiýasy etan, propan bilen bir hatarda etilen, propilen, butilen-diwinil fraksiýalary bolýar.

Polimerbenzini almaklykda köplenç katalizator hökmünde gaty turşy fosfor katalizatorynyň gatnaşmagyndaka katalitiki polimerizasiýa prosesi ulanylýar, çig mal hökmünde kreking we riforming desgalarynyň gaz gazyndylary we düzüminde propilen, butilen saklaýan suwuk önümler ulanylýar.

Ähli polimerizasiýa proseslerinde çig mal öňürti kükürtli wodoroddan merkaptanlardan arassalamak üçin aşgar bilen (8-10% suwly ergini) ýuwulýar, azotly birleşmelerden arassalamak üçin bolsa suw kondensaty bilen ýuwulýar.

Butan-butilen fraksiýasy I garyşdyryjy sygymda sirkulirlenýän aşgar ergini bilen garyşandan soňra çökdürijä barýar. Aşgar ergini çökdürijiden nasosyň kömegi bilen garyşdyryja gaýdyp gelýär. İşlenilen könelişen aşgar ergini kanalizasiýa guýulýar we ulgam täze aşgar bilen doldurylýar. (II). Çig mal çökdüriji sygymdan çykyp garyşdyryjyda suw kondensaty III bilen garyşýar, soňra mökdürijide suw kondensatyndan aýrylyp, garyşdyryja barýar, ol ýerde işlenilen butan fraksiýasy bilen (risaykl) garyşýar. Garyndy ýygnaýjy sygyma barýar. Sygymdan nasosyň kömegi bilen ýylylykçalyşyjynyň üsti bilen geçip gyzydyryja barýar, ýylylyk çalşyjyda reaksiýa önümleriniň ýylylygy esasynda çig mal 120 – 140⁰C-a çenli gyzyýar, gyzydyryjyda bolsa suw buglarynyň kömegi bilen polimerizasiýa reaksiýasynyň temperaturasyna çenli gyzyýar. Çyzydyryjydan soňra çig mal reaktora gelýär.

Reaktor dik görnüşli turbaly reaktor bolup, turbalaryň içi katalizator bilen doldurylýar.

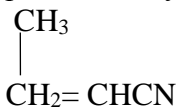
Reaktoryň turba aralyk boşlugynda aýlow hereketlenýan suw kondensatynyň kömegi bilen polimerizasiý reaksiýasynyň ýylylygy aýrylýar we netijede suw bugy alynýar. Reaktordan gelýän suwly bug garyndysy bug barabanlarynda suwa we buga aýrylýar, suw ýitgisiniň öwezini doldurmak üçin täze suw V goşulýar.

Gaz görnüşli reaksiýa önümleri reaktordan çykýar reduksion klapanda basyşy 80 at-dan 17 at çenli peselenden soňra ýylylykçalyşyjynyň üsti bilen geçip debutanizatora barýar. Debutanizatorda reaksiýa önümleri fraksionirlenýär, butan we reaksiýa girmedik butilenler ýokardan çykarylýar, sowadyjy-kondensatorda, sygymda ýygnanýan we nasosyň kömegi bilen bir bölegi sütüni suwlamak üçin berilýär, beýleki bölegi nasosyň kömegi bilen çig mal bilen garyşmaga ugradylýar. Pes molekulýarly uglewodorodlary aýrylan polimerizasiýa önümi (polimerizat) debutanizatoryň aşagyndan çykýar we sütüne barýar, ol ýerde ýokardan çykarylýan diisobutylene we aşakdan çykarylýan polimere dargadylýar. Diisobutilen sowadyjyda sowadylýar, sygymda ýygnanýar bir bölegi nasosyň kömek bilen sütüni suwlaýar, beýleki bölegi ulgamdan çykarylýar. Desgada alynýan polimerdistillýatyň 80% (agr) izooktilenden, 20% agyr polimerlerden durýar. Agyr polimerler sütüniň aşagyndan çykýar, sowadyjyda sowadylýar, nasosyň kömegi bilen rezerwuarlara ugradylýar.

Alynýan önüm

Monomerleriň sintezi kauçuk önümçiliginde, emeli süýmleri, plastmassalary, çalgy maddalary almaklykda esasy etaplaryň biri bolup durýar.

Izopren kauçugyny öndürmekde izopren monomer polimerizasiýa prosesine sezawar edilýar. Akrilnitriliň



$\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$ polimerizasiýasy sintetiki süýmleri we kauçugy öndürmeklik üçin ulanylýar. Plastmassalaryň dürli görnüşli häsiýetleri bolup, olaryň köpüsi suwdan ýeňil, polatdan berk, aýna ýaly dury, rezin ýaly maýyşgak bolýarlar, olar kislota durnukly, oda çydamly, elektroizolýasion häsiýetlerine eýe bolýar.

Organiki sintez önümçiliginde, senagatynda nebit gazlary esasynda alynýan monomerleriň örän köp mukdary ulanylýar, şolaryň içinde esasan hem pes molekulýarly olefin uglewodorodlary giňden ulanylýar.

Dürli polimerleri ulanmak esasynda häsiýetleri boýunça dürli görnüşli plastmassalar alynýar, olara goşantgy dolduryjy hökmünde agaç uny, asbest, aýna pagtasy, matalar hem goçylýar.

Sintetiki materiallaryň içinde etilenden ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$) alynýan polietilen ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2$)_n senagatyň dürli pudaklarynda has hem giňden peýdalanylýar. Plýonkalary, lentalary, sapaklary turbalary öndürmekde giňden ulanylýar. Şeýle hem polipropilen alynýar, sintetiki kauçuklar (butadiýen kauçugy) alynýar.

Politetraftoretillen (teflon) -tetraftoretileniň polimerizasiýalaşmagy esasynda alynýar. Teflon organiki eredijilerde, kislotalarda, aşgarlarda eremeýär, 450⁰C-da dargaýar, pes temperaturada (-100⁰C) öz formasyny üýtgetmeýär. Teflon ýader tehnikaşynda giňden ulanylýar, ol

elektronlaryň urma täsirine çydamly bolýar, izolýasion material.

Katalitiki polimerizasiýa netijesinde alynýan polimer benziniň düzüminde ip-esli mukdarda doýgun däl uglewodorodlar bolýar, bu bolsa benzin saklanan wagty onuň durnuksyzlygyny görkezýär. Şonuň üçin hem antiokislitel bolan agaç smolasyny ýa-da n-oksidifenilamin goşulýar. Polimer-benzin göni kowma esasynda alynan benzinler goşulýar we benziniň tebigatyna baglylykda polimer benzin goşulan önümiň oktan sany 100 ýetýär.

Katalitiki polimerizasiýa benzininiň oktan sany 80-85 deň bolýar.

Polimerbenzini gidrogenizasiýa reaksiýalarynyň kömegi bilen doýgun ýokary oktanly önümlere, ýagny izooktana öwürip bolýar, tehniki izooktan bolsa awiobenzine goşulýan komponent hökmünde ulanylýar.

Talaba baglylykda polimerbenzini rektifikasiýa usuly boýunça dargadyp dimerleri (başlangyç gaýnma temp. 125°C çenli), trimerler ($125\text{--}175^{\circ}\text{C}$ fraksiýa) tetramerler, pentamerler ($175\text{--}260^{\circ}\text{C}$ aralyk fraks), polimerler (260°C -dan ýokary fraksiýa).

Prossesiň iş şertleri desganyň hiline, gaýtadan işlenilýän çig malyň häsiýetine, alynýan önümiň hiline edilýän talaplara garaşly bolýar we aşaky çäklerde üýtgeýärler:

$175\text{--}220^{\circ}\text{C}$ temperatura aralygynda, 17-80 at basyşda. Orta fosfor kislotasynyň degidratasiýasynyň önüni almak üçin we onuň meta fosfor kislotasyna öwrülmezligi üçin çig malyň düzüminiň 2% deň bolan mukdarda bugly kondensatyň ýa-da suw buglarynyň gatnaşmagynda reaksiýany alyp barýarlar. Adaty ýagdaýda her bir desga ulgamynda birnäçe reaktorlar işleýärler, olaryň her üç sanysy yzygiderli birleşmek bilen aýry-aýry seksiyalary emele getirýär.

Desga umumy polimerizasiýa düzgüninde işlän ýagdaýynda polimerbenzini almak maksady bilen çig mal hökmünde butan-butilen fraksiýasy bilen propan-propilen

fraksiýasynyň gazyndysy ulanylýar. Butan- butilen fraksiýasy bilen bir hatarda çig malyň düzümine propan-propilen fraksiýasynyň goşulmagy, butan-butilen fraksiýasynyň alkilirlenme, degidrogenizasiýa, izomerizasiýa proseslerinde ulanýanlygy sebäpli, onuň mukdarynyň çäkliligine bagly bolýar.

Reaktorlar turbaly ýylylykçalyşygy görnüşinde bolýarlar, käbir daşary ýurtlarda kamera görnüşli reaktorlar hem ulanylýar, olarda katalizatorlar beýikligi 1,5-3 m çenli bolan birnäçe gatlak görnüşinde ýerleşýärler. Reaktor ownuk ownadyran kwars bilen doldurýarlar we soňra orta fosfor kislotasyny guýýarlar. Reaktordan kislotany akdyryp çykaranlaryndan soňra, kwarsyň üstünde kislotanyň ýukajyk örtügi galýar. Bu usul boýunça katalizatorlary taýýarlamak iň bir sada usulyň biridir.

Katalitiki polimerizasiýa prosesinde gaty turşy fosfor katalizatoryndan başga-da katalizator hökmünde kükürt kislotasy hem ulanylýar. Kükürt kislotasynyň gatnaşmagynda geçirilýän polimerizasiýa prosesi iki ugurda alynyp barylýar: pes temperaturada ($25-30^{\circ}\text{C}$) we ýokary temperaturada (90°C)

60-70% konsentراسiýaly kükürt kislotasy apparaturalara örän güýçli täsir edip, olaryň poslamagyny döredýär, şonuň üçin hem kükürt kislotaly polimerizasiýa prosesi senagatda ulanylmaýar.

Polimerizasiýa prosesiniň esasy aparaty turbaly reaktorlar bolup durýar. Reaktor diametri 152 mm we beýikligi 12 m bolan polat turbadan durýar. Reaksiýanyň ýylylygyny aýyrmak üçin suw aýlanýan suwly örtügiň diametri 203mm we beýikligi 11,8 m. Reaktor katalizator bilen doldurylýar. Bu reaktorlarda polimerizasiýa prosesi 230°C temperaturada we 80 at basyşda alynyp barylýar. Suw örtügindäki basyş bolsa 25-30 at.

Desgada bu reaktorlaryň birnäçe seksiyasy oturdylýar, köplenç dört sany seksiya bolýar. Her bir seksiya hatara ýerleşdirilen 8-16 sany reaktorlardan ybarat bolup, olar bir

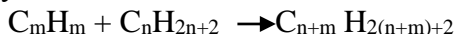
reaksion apparat ýaly işleýärler. Turbaly reaktorlaryň esasy döredýän kynçylygy, ol hem işlenilen katalizatory çykarmakdan durýar. Reaksion turbalary arassalamak işleri ýörite maşynlaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Katalizatorlaryň gatnaşmagynda olefin uglewodorodlarynyň polimerizasiýa prosesini geçirmek üçin ýylylykçalyşygy görnüşli apparatlar hem ulanylýar.

Apparatyň içinde içki diametri 50 mm bolan turba gözeneklerine birleşdirilen 188 sany turbajyklar bolýar, turbalaryň bir tarapy apparatyň daşky gabyna birleşdirilýär, beýleki tarapy bolsa reaktoryň gapagyna birleşdirilýär. Çig mal reaktoryň ýokarsyndan berilýär, aşagyndan bolsa çykarylýar. Sowadyjy agent bolsa apparatyň aşagyndan berilýär we ýokarsyndan çykarylýar.

Gazlaryň alkilirlleme prosesi, umumy düşünje

Ýokary oktanly benzin komponentlerini almak üçin esasy wajyp prosesleriň biri hem gazlaryň alkilirlenme prosesidir. Pes izoparafin uglewodorodlary olefinler bilen alkilirlenen ýagdaýynda, ýokary antidetonasion häsiýetlerine ukyply bolan uzyn zynjyrlý uglewodorodlar emele gelýärler. Olefinleriň alkilirlenme reaksiýasy umumy görnüşde aşaky reaksiýa bilen aňladylýar:



Alkilirlenme temperaturasy ýokary bolmadyk temperaturada we katalizatorlaryň gatnaşmagynda geçýär. Katalizator hökmünde kükürt kislotasy, ftorly wodorod kislotasy we ftorly bor ulanylýar.

Alkilirlleme reaksiýanyň geçiriliş şertleri olefinleriň polimerizasiýa reaksiýasynyň geçmegi üçin hem amatly ýagdaýy döredýär. Şonuň üçin hem polimerizasiýa reaksiýasynyň önüni almak maksady bilen alkilirlleme

reaksiýasy izoparafinleriň örän köp mukdarda (4-8esse) gatnaşmagy esasynda geçirilýär.

Izobutan butilenler alkirlenen ýagdaýynda has ýokary hilli alkilat alynýar. Bu prosesde katalizator hökmünde ulanylýan kükürt kislotasynyň udel harajaty örän az bolmaly. Kislotanyň udel harajaty ýokarlanan ýagdaýynda prosesiniň optimal şertleri bozulýar we çig malyň düzümi hapalanýar.

Alkilatyň çykýan mukdaryna, hiline we kislotanyň udel harajatyna täsir edýän ýene-de bir esasy parametrleriň biri hem alkirlleme reaksiýasynyň temperaturasy bolýar. Meselem, izobutanyň butinler bilen alkirlleme prosesi geçirilende optimal temperatura 7°C bolýar.

Alkirlleme prosesiniň ýene-de bir wajyp şertleriniň biri hem kislotanyň konsentrasiýasy bolýar. (kislotanyň işjeňligi) Köplenç ýagdaýlarda 96-100% konsentrasiýaly kükürt kislotasy ulanylýar. Kislotanyň konsentrasiýasynyň peselmegi bilen alkilatnyň oktan sany peselýär.

Alkirlleme prosesiniň optimal netijesini almak üçin wajyp faktorlaryň biri hem kislotanyň uglewodorod faza bolan gatnaşygy we olaryň reaksiýa zonada güýçli garyşdyrylmagydyr. Kislotanyň uglewodorod faza optimal gatnaşygy hökmünde, 42-50% göw. kislotadan we 50-58% göw. uglewodorod fazasyndan durýan garyndy alynýar.

Çig malyň düzüminde bolýan dürli görnüşli garyndylar alkirlleme prosesiniň geçmegine otrisatel täsir edýärler. Bu garyndylaryň birnäçesi kislota bilen özara täsirleşýärler ýa-da onuň düzüminde komponentleri erediji hökmünde galýarlar. Alkirlleme üçin ulanylýan çig malyň düzümindäki garyndylara kükürtli wodorod, merkaptanlar, suw, butadiýen, etilen degişli bolýar.

Alkirlleme prosesinde çig maly garyndylardan arassalamak hökmandyr. Kükürtli wodorody we merkaptanlary aýyrmak üçin çig maly aşgar bilen arassalaýarlar. Suwy aýyrmak prosesi bolsa esasan hem mehaniki usul bilen ýagny çökdürmek ýa-da süzmek esasynda amala aşyrylýar.

Alkilirleme prosesi üçin çig mal hökmünde köplenç katalitiki krekingden alynan butan-butilen fraksiýasynyň düzüminde butadiýeniň mukdary 0,1-den 0,5% göw. çenli bolýar (bir litr butadiýen 7 kg täze kislotany eredýär we onuň konsentrasiýasyny 98% - den 90%-e çenli peseldýär).

Etilen kükürt kislotasy bilen durnukly çylşyrymly efirleri emele getirýär we onuň örän az mukdarda bolmaklygy hem kislotanyň udel harajatyny örän çalt ýokarlandyrýar. Çig malyň düzümindäki etileniň mukdaryny peseltmek etan sütüninde (deetanizator) amala aşyrylýar. Bu sanalyp geçilen garyndylaryň biraz mukdarynyň çig malyň düzüminde bolmaklygy esasan hem alkilatýň hiline täsir etmezden, kislotanyň harajatynyň ýokarlanmagyna täsir edýär.

Aminleniň berýän alkilatynyň hili propileniň berýän alkilatynyň hiline golaý bolýar we amilen komponentli alkilatýň oktan sany butilen alkilatynyň oktan sanyna görä 2-2,5 punkt pes bolýar. Ýöne amilen komponentli alkilatýň kysymy n-butilenlerden alynan alkilatýň kysymyndan 10-14 birlik pes bolýar. Pentan-amilen fraksiýasy köplenç halatlarda awtomobil benzinleriniň komponenti hökmünde ulanylýar. Alkilirleme prosesinde çig malyň düzüminde amilenleriň köp bolmadyk mukdarynyň bolmaklygy alkilatýň hiline täsir etmeýär.

Alkilirleme prosesi üçin ulanylýan çig malyň düzüminde parafin uglewodorodlarynyň (n-pentan, n-butan, n-propan we ş.m.) mukdary 8%-den 40% aralykda bolýar. Bu uglewodorodlar kislota bilen reaksiýa girmeýär, ýöne izobutanyň olefinler we kislota bilen özara täsirini gowşadýar, peseldýär, netijede olefinler izobutan bilen täsirleşmän öz aralarynda bir-biri bilen we alynýan alkilatýň düzümindäki izoparafinler bilen täsirleşýär, bu bolsa alynýan alkilatýň mukdaryny we hilini ep-esli peseldýär.

Eger-de täze izobutanly çig malyň düzüminde n-butanyň mukdary izobutan sütüninde kowulma önümiň düzümine görä ep-esli köp bolsa, onda çig maly gönümel

amatly bolýar. Şu ýol bilen çig mal reaktora gelmeginiň ön ýanynda düzümindäki n-butanyň ep-esli mukdaryndan arassalanýar.

Alkilirleme prosesiniň mehanizmi

Alkilirleme prosesi olefinler parafinler bilen birleşip deňişli ýokary massaly uglewodorodlaryň emele gelmegine esaslanandyr. Molekulanyň gurluşyna görä, emele gelen alkilparafine seredilende, onuň bir wodorod atomynyň ornuny alkil toparynyň tutýandygyny ýüze çykýar. Ýöne esasy reaksiýa, birnäçe gapdal reaksiýalar bilen bilelikde geçýänligi sebäpli çylşyrymly uglewodorod garyndysy emele gelýär.

Senagatda ýokary oktanly benziniň komponentini alkilirleme prosesi esasynda almaklyk, öňden ulanylýan butilenleriň katalitiki polimerizasiýa prosesine görä has ýönekeý we arzan bolýar. Butinlenleriň polimerizasiýa prosesiniň izobutanyň butilenler bilen katalitiki alkilirleme prosesine çalşylmagy aşaky artykmaçlyklary berýär:

- 1) izooktana baý bolan benziniň iki basgançakda ýagny polimerizasiýa – digirilenme prosesinde almaklyk bir basgançakly prosesde ýerine ýetirilýär;
- 2) Şol bir mukdardaky ýokary oktanly komponenti almak üçin gymmat bahaly olefinler iki esse az harçlanýar;
- 3) gidrirlenme üçin wodorod harçlanmaýar.
- 4) Olefinler doly mukdarda reaksiýa girýärler.

Prosesiň esasy faktorlary

Senagatda geçirilýän alkilirleme prosesinde katalizator hökmünde kükürt kislotasy we suwuk ftorly wodorod ulanylýar. Butinlenler bilen alkilirleme prosesi üçin 96-98% kükürt kislotasy ulanylýar, propilen bilen alkilirleme prosesinde 98-100% kislota ulanylýar. Alkilirleme prosesinde çyglylygyň we doýguin däl uglewodorodlarynyň

täsiri astynda katalizatoryň işjeňligi peselýär, ýagny kislotanyň reňki garalýar, konsentrasiýasy peselýär. Bu ýagdaýda esasy alkilirlleme reaksiýa peselýär we olefinleriň polimerizasiýasy ýokarlanýar. Işlenilen katalizatory täze katalizator bilen doly ýa-da bölek leýin çalyşmak esasynda reaksiýa zonada kislotanyň gerekli konsentrasiýasyny saklaýarlar.

Termodinamiki alkilirlleme- pes temperaturaly reaksiýa. Kükürtturşy alkilirlleme prosesiniň temperatura aralygy 0-10°C çenli bolýar. 10°C temperaturadan ýokarda kükürt kislotasy uglewodorodlary güýçli ýagdaýda okislendirip başlaýar.

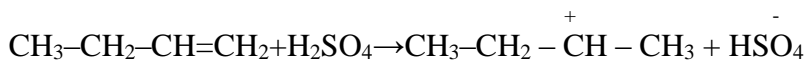
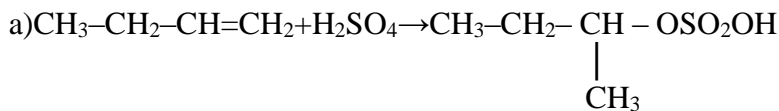
Reaktordaky basyş çig mal uglewodorodlarynyň suwuk halda bolmaklygyna esaslanyp saýlanyp alynýar. Senagat reaktorlaryndaky basyş ortaça 0,3-1,2 Mpa.

Ulanylýan katalizatorlar olefinleriň polimerizasiýasyna ýardam etýär, şonuň üçin hem çig mala ulgamda yzygiderli sirkulirlenýär izobutan akymy berilip durýar. Alkilirlenmäge gelýän uglewodorod garyndysyndaky izobutanyň we olefiniň gatnaşygy (4-10):1;

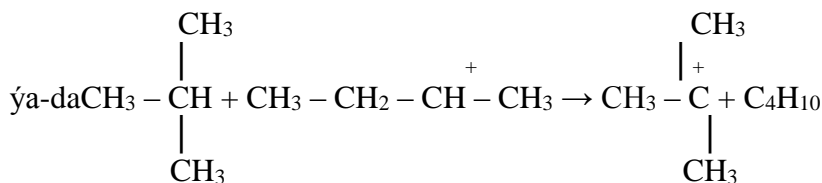
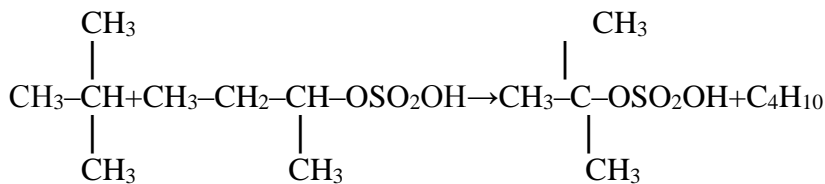
Alkilirlleme reaksiýasynyň mehanizmi

Alkilirlleme reaksiýasy karboniý ionynyň gatnaşmagy bilen ion mehanizmi esasynda etaplaýyn geçýär;

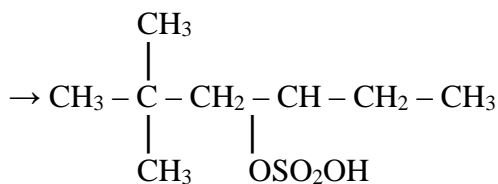
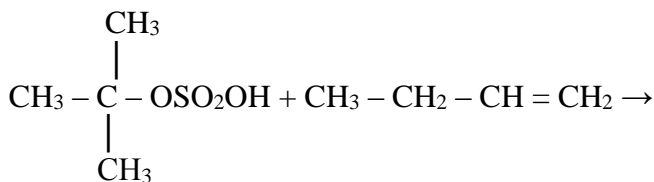
Birinji etapda katalizator olefinler bilen reaksiýa girýär:

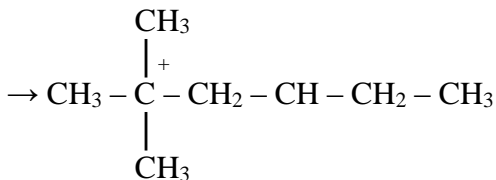
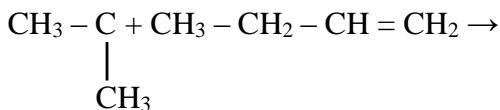


Soňra sinteze izobutan girýär:

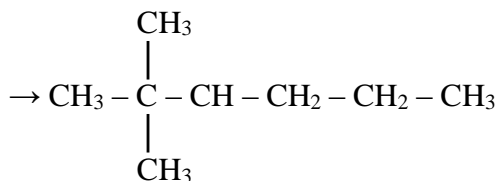
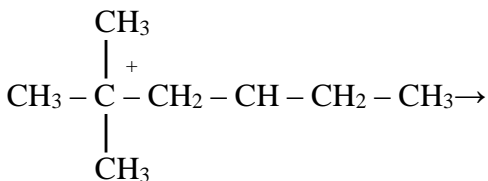


Ikinji etapda karboniniň üçülenji ionynyň gatnaşmagynda doýgun däl uglewodorodlar reaksiýa girýärler:

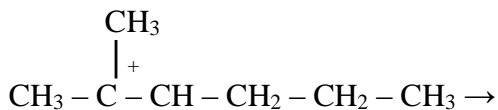


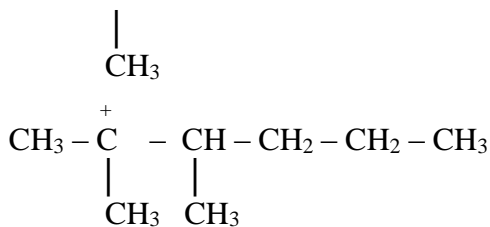


Üçünji etapda wodorodyň we zarýadyň ýeriniň üýtgemesi bolup geçýär:

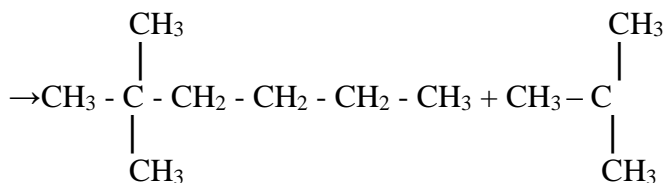
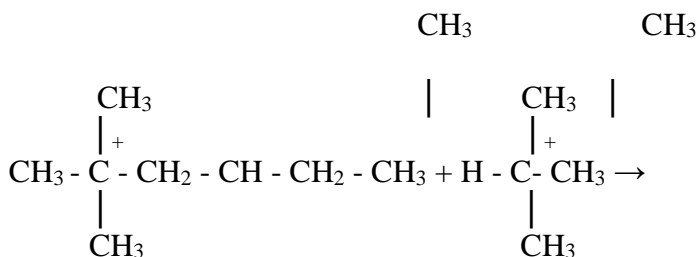


Şeýle hem skelet izomerizasiýasy geçýär, ýagny metil topary zarýadly ugleroda bolup geçýär:





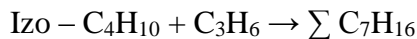
Bu etapda emele gelyän ähli izooktil ionlary iň soňunda izobutan bilen reaksiýa girýärler:



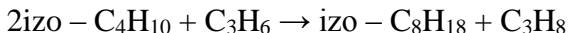
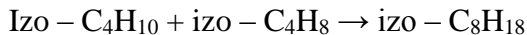
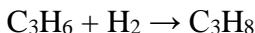
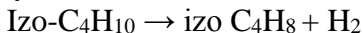
iň soňunda bu geçýän reaksiýalaryň esasynda dimetilgeksanlaryň garyndysy alynýar.

Alkilirleme şertlerinde goşmaça prosesler hem geçýär ;

1) destruktiv alkilirleme – emele gelen izoparafín uglewodorodlaryň täze uglewodorodlara dargamagy;



- 2) izobutan izobutilene çenli degidririlenýär. Emele gelen izobutilen izobutany alkilirleýär we izooktan emele gelýär.



Çig mal we prosesiniň önümleri

Izobutany butilenler bilen alkilirlleme prosesinde çig mal hökmünde, kokslamanyň, termiki kreking we katalitiki kreking gazlaryndan gazfraksionirleýji desgalarynda öndürilýän, butan-butilen fraksiýasy ulanylýar. Käbir daşary ýurt zawodlarynda butan-butilen fraksiýasy bilen bir hatarda propan-propilen fraksiýasy hem ulanylýar. Bu bolsa alkilirlleme desgalary üçin çig malyň görnüşlerini köpeldýär, şeýle hem çykýan alkilatyny mukdaryny köpeldýär.

Izobutany alkilirlleme esasynda, alkilirlleme desgalarynda agyr we ýeňil alkilat alynýar.

Ýeňil alkilat hili boýunça GOST-ynyň talaplaryna görä tehniki izooktana gabat gelýär.

Köp wagtyň dowamynda ýeňil alkilat awiasion benziniň esasy komponenti hökmünde ulanyldy. Häzirki döwürde bolsa ýeňil alkilat awtomobil benzininiň komponenti hökmünde ulanylýar. Ýeňil alkilatynyň ýokary antidetanasion häsiýetleriniň bolýanlygy sebäpli, ol ýokary oktanly AN-93 we AN -98 hilli benzinleriň düzümine girýärler. Agyr alkilat bolsa dizel ýangyjynyň komponenti hökmünde ulanylýar.

Alkilatlardan başga-da desgada goşmaça önümler propan we butan alynýar.

Tilsimat çyzgydy esaslandyrmak

Nebiti gaýtadan işleýän senagatda kükürtturşy alkilirlenme prosesi has giň ulanylýar. Reaktoryň gurluşyna we alynýan önümleriň görnüşine baglylykda desganyň tilsimat çyzgydynyň birnäçe wariantlary bolup biler:

- 1) reaksiön garyndy ýylylyk çalyşma üstün kömegi bilen sowadylýar;
- 2) garyndy bugarma esasynda sowadylýar. Degişlilikde iki kysymly reaktorlar bolýar.

Dikligine ýerleşen resktorda reaksiön garyndy ammiak ýa-da propan bilen sowadylýar. Sowadyjy turbalaryň içi bilen sirkulirlenýär. Reaksiön garyndy nasosyň kömegi bilen garyşdyrylýar.

Göni ýerleşen reaktorda çig mal we katalizator belilikde garyşdyryjy zona barýarlar. Bu kontaktorlarda sirkulýasiýa güýçli geçýär, gurluşy sada bolýar, sowadyjy hökmünde reaksiýa önümleriniň akymly ulanylýar.

Häzirki döwrüň ýokary kuwwatly zawodlarynyň talaplaryny kaskad reaktorlary ödeýär. Bu ikinji görnüşli reaktorlarda sowadylma garyndynyň bugarmasy esasynda amala aşyrylýar. Kaskad reaktory – silindr görnüşli, birnäçe garyşdyryjy seksiyaly göni ýerleşen apparat bolýar, iki sany hem durlandyryjy seksiýasy bolýar. Sirkulirlenýär izobutan we kükürt kislotasy birinji garyjy seksiýa berilýär; çig mal – izobutanyň olefinler bilen garyndysy seksiýalar boýunça deň ölçegli ýaýradylýar.

Kükürtturşy alkilirlenme desgasyň dört sany rektifikasion sütünlü, ýagny propan, izobutan, butan we alkilatý ikilenji kowýan sütünden ybarat bolan tilsimat çyzgydy saýlap alýarys.

Katalizatorlar we alkilirlleme desgasynyň iş düzgüni

Izobutany olefinler bilen alkilirlleme prosesinde kükürt kislotasy giňden ulanylýar we bu prosesiniň esasy katalizatorlary bolup durýar.

Kislotanyň adaty konsentrasiýasy 96-100%. Prosesiniň temperaturasy $+10^{\circ}\text{C}$ -dan ýokary bolmaly däl. Alkilatynyň maksimal mukdaryny almak üçin täsirleşme wagtyň dowamlylygy 20-den 40 mni aralykda bolmalydyr.

Işlenilen kükürt kislotasy (konsentrasiýasy 88-89%) berkleşdirilmäge (konsen -trasiýasyny ýokarlandyrmak) ugradylýar ýa-da beýleki önümçiliklerde ulanmak üçin ugradylýar. Alkilirlenme reaksiýasy ýylylyk çykarmak bilen geçýär, şonuň üçin hem prosesiniň optimal temperaturasyny saklamak üçin çykýan ýyllyky mukdaryny ýörite sowadyjy agentleriň kömegi bilen aýyrýarlar. Kükürt kislotasynyň orta harajaty alkilata görä hasaplananda takmynan 20% bolýar. Daşary ýurtlarda alkilirlenmäniň katalizatory hökmünde ftorly wodorod kislotasyny ulanýarlar. Ftorly wodorod alkilirlleme prosesiniň kükürtturşy alkilirlleme prosesine görä artykmaçlygy, bu prosesiniň has ýokary temperaturada ($25-30^{\circ}\text{C}$) geçirilýänligidir, şol sebäpli hem ýylylyk aýyrmak üçin ýörite sowadyjy agentleriň ulanmak zerurlygy hökman däl (ýylylyk suw bilen aýrylýar).

Ftorlywodorod kislotasynyň gatnaşmagynda geçýän reaksiýa butilen bilen bir hatarda propilen hem girýär, bu bolsa alkilat almak üçin çig mal resursyny ýokarlandyrýar. Alkilirlleme prosesinde ftorlywodorod okislenme, gaýtarma reaksiýalara sezewar bolmaýar, onuň himiki işjeňligi ýeňillik bilen gaýtdan dikeldilýar we katalizator prosesde ýene-de gaýtdan ulanylýar.

Ftorlywodorod kislotasyny ulanmaklygyň esasy kemçiligi, onuň zäherlilikidir, bu bolsa prosesde ýörite, aýratyň gurluşly apparatlary ulanmaklygy talap edýär, ýagny

ftorlywodorody aýyryp neýtralizasiýalaşdyrýan ýuwdujy sütünleriň we ýörite drenaž liniýalaryň bolmagy zerurdyr.

Izoparafinerleri olefinler bilen alkilirmek üçin katalizator hökmünde kompleks katalizatorlary (ftorly boryň fosfor kislotalary bilen kompleks birleşmeleri, meselem $\text{BF}_3 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$). Kompleks katalizatorlary çylşyrymly apparatura talap etmeýärler we gapdal önümsiz ýokary mukdarda alkat almaklyga mümkinçilik döredýär.

Kükürt kislotasynyň gatnaşmagynda izoparafinerleriň olefinler bilen alkilirme prosesiniň desgasynyň tilsimat çyzgysy.

Alkilirlenmäge gelýän çig mal öňürti 10% -li iýji natriniň kömegi bilen turşy komponentlerden arassalanýarlar. Onuň üçin çig mal I nasosyň 1 kömegi bilen diafragmaly garyşdyryja 2 berilýär, şeýle hem garyşdyryja nasosyň 29 kömegi bilen

"nasos 29 → garyşdyryjy 2 → çökdüriji 3 → nasos 29" shema boýunça sirkulirlenýän aşgar berilýär. Çökdürijiden soňra arassalanan çig mal dik ýerleşen akkumlyatora 4 barýar. Akkumlyatoryň ön ýanynda çig mala sirkulirlenýän izobutan II goşulýar. Çig malyň izobutan bilen garyndysy nasosyň 30, ýylylykçalşyjynyň 5 we ammiak sowadyjsynyň 6 üsti bilen geçip, düzümindäki suwdan aýrylmak üçin çökdürijä 7 barýar, soňra çig mal reaktoryň 8 aşak bölegine barýar. Reaktoryň ýokarky bölegine nasosyň 31 kömegi bilen katalizator berilýär. Ýylylyk mukdaryny aýyrmak üçin turba boşluklaryndan hereketlenmek esasynda bugarýan ammiakly turba toplumy reaktoryň içki boşlugynda oturdylýar. Reaksion ulgamyndan çykýan kükürt kislotasy uglewodorodlardan aýrylýar. Kükürt kislotasy nasosyň 31 üsti bilen reaktoryň 8 reaksiyon zonasyna gaýdyp gelýär, uglewodorod garyndysy bolsa ýylylykçalşyjynyň 5 üsti bilen geçip, neýtralizasiýalaşmak üçin garyşdyryjyda 10 aşgar bilen garyşýar we çökdürijä 11 barýar. Çökdürijede aşgar aýrylýar we nasosyň 32 üsti bilen sirkulýasiýa gaýdyp gelýär. Çökdürijiden 11 reaksiýa önümleri

kabul ediji sygyma 12 barýar, ol ýerden nasosyň 33 kömegi bilen desganyň fraksionirleýji bölümine berilýär.

Uglewodorolar ýylylykçalşyjyda 13 gyzdyrylýar we birinji rektifikasion sütünine 14 (izobutan sütüni) barýar, ol ýerde propanyň we izobutanyň alkilatdan aýrylmagy amala aşyrylýar (basyş 8,5at, sütüniň ýokarky böleginiň temperaturasy 143⁰C). Sütüniň aşaky böleginiň temperaturasy riboýleriň kömegi bilen kadalaşdyrylýar. Propan we izobutan kondensatoryň 15, akkumlýatoryň 16 üstünden geçýär, soňra nasosyň 17 kömegi bilen propanyň we izobutanyň bir bölegi sütüni suwlamak üçin berilýär, beýleki bölegi ikinji rektifikasion sütüne 18 (depropanizator) berilýär, sütündäki basyş 12 at, ýokarky bölegindäki temperatura 38⁰C, aşaky bölegindäki temperatura 75⁰C. Propan sütüniň ýokarky böleginden çykarylýar, kondensatoryň 19 üsti bilen geçip akkumulýatorda 20 ýygnanýar. Sütüniň ýokarky böleginiň temperaturasy nasos 21 bilen akkumulýatordan 20 alynýan suwlaýjy propan mukdary bilen kadalaşdyrylýar. Galyndy propan III sygymda ýygnanýar. Sütüniň aşak böleginden alynýajn izobutan sowadyjyda 23 sowadylýar we yzyna reaksion ulgama ugladylýar (sirkulirlenýän izobutan II). Izobutan sütüniniň 14 aşaky böleginden çykarylýan alkilatyň we n- butanyň garyndysy üçünji rektifikasion sütüne 22 (debutanizator) barýar, ol ýerde n-butan kowulyp çykarylýar. N-Butan sowadyjynyň 24, akkumulýatoryň 25 üstünden geçýär, nasosyň 26 kömegi bilen onuň bir bölegi sütüni suwlamak üçin berilýär, beýleki bölegi IV sygymda ýygnanýar. Debutanizatordaky basyş 3,5at, aşak bölegindäki temperatura 170⁰C. Debutanizatoryň 22 aşagyndan çykarylýan alkilirlleme önümleri ýylylykçalşyjynyň 27 üstünden geçip dördünji rektifikasion sütüne 28 fraksionirmek üçin barýar we ýerde fraksiýa VI we awiasion benzine V dargaýar.

Katalitiki alkilirlleme desgasyň esasy apparaty reaktor bolup, onuň esasy ýrine ýetirýän funksiýasy çig mal bilen katalizatoryň arasyndaky özara täsirleşmäni üpjün etmekden

durýar. Reaktor, ýokary öndürijilikli garyşdyryjy apparat bolýar.

Reaktorlaryň aşaky görnüşleri ulanylýar;
garyşmak üçin daşarda aturdylan sirkulýasion nasosy bolan ulgamly sygym görnüşli;
içki sirkulýasiýaly kaskad görnüşli;
reaktorlaryň sowadylyşy aşaky shema boýunça amala aşyrylýar;

sowadyjy agentleri (ammiak, freon, propan) ulanmak bilen ýapyk sowadyjy sikli we turba diwarlarynyň üsti ýylylyk çalyşmak arkaly. Şeýle sowadyjy ulgam sygym görnüşli we kontaktor reaktorlarynda ulanylýar;

izobutanyň bir böleginiň bugarmagy esasynda reaksiion garyndynyň içki sowadylmagy. Beýle sowadylma kaskad reaktorlarynda ulanylýar, şeýle hem sygym görnüşli reaktorlarda ulanylça bolýar;

öňürti sowadylan uglewodorodlaryň bir böleginiň reaktora gaýtaryp berilmegi esasynda sowadylmak ýoly. Bu usul kontaktor görnüşli reaktorlar bilen işlenilende ulanylýar.

Alkilirleme prosesiniň senagatda ulanyp ugran döwürlerinde, ilki başda sygym görnüşli reaktorlar ulanylýar. Bu reaktor nasosyň kömegi bilen reaktoryň we sowadyjynyň üsti bilen köp mukdarda kislotaly uglewodorod garyndysynyň akymynyň yzygiderli ýagdaýda sirkulirlenmegi esasynda işleýär. Sirkulirlenýän emulsiýanyň bir bölegi yzygiderli ýagdaýda çöksürijä çykarylýar we kislota hem-de uglewodorod faza dargadylýar, kislota nasosyň kömegi bilen gaýtadan reaktora berýärler. Olefin çig maly sirkulýasion nasosyň üsti bilen berilýär.

Häzirki döwürde has netijeli işleýän kaskad görnüşli reaktorlar ulanylýar. Bu reaktorlaryň ulanylmagy alkilirleme prosesiniň ykdysadyýetini has ýokary göterdi. Reaktor içi araçäkler bilen birnäçe reaksiion zonalara bölünen silindr görnüşli bolýar. Fazalaryň özara täsirini güýçlendirmek üçin

her bir zonada ýokary öndürijilikli propellerli garyşdyryjylary oturdylýar.

Izobutanyň, sowadyjy izobutanyň we kislotanyň akymlary öňdäki garyşdyryjy zona berilýär we soňra yzygiderli ýagdaýda beýleki reaksiýa zonalaryň üsti bilen geçýär. Olefin çig maly bolsa ähli reaksiýa zonalara bir deň mukdarda parallel akymlary boýunça berilýär we berlen zonanyň çäklerinde doly ýagdaýda reaksiýa girýär.

Kaskad reaktorlarynyň şygym görnüşli reaktorlara görä artykmaçlygy aşakdakydan ybarat. Bir seksiyaly reaktorda kislotanyň konsentrasiýasy işlenilen kislotanyň konsentrasiýasyna çenli ähli reaksiýa zonada bir wagtyň dowamynda peselýär, ýöne kaskad reaktorynda pes konsentrasiýaly kislota diňe in soňky seksiyasynda toplanýar. Başdaky reaksiýa zonalarynda bolsa has konsentirlenen udel harajatyňy kemeldip, alkilirlleme reaksiýasyny tizleşdirýär.

Alkilirlleme üçin ulanylýan häsirk döwrüň kontaktor reaktorynyň suraty.

Olefin çig maly we goşmaça izobutan bolsa depropanizatordan resirkulirlenýän izobutan akymy bilen bilelikde kontaktoryň reaksiýa seksiyasyna 3,5-5,3 at basyşynda berilýär.

Çig mal garyndysy reaktora gelmezinden öňürti sowadyjy sirkulirlenýän sowuk izobutan bilen garyşýar we 2-70°C temperaturada kontaktoryň propellerli garyşdyryjyly boşlugyna gelýär. Yzygiderli sirkulirlenýän massanyň tizliginiň has ýokarylygy netijesinde çig mal örän çaltlyk bilen ähli göwrüme ýaýraýar. Izobutan – olefiniň we kislotanyň gatnaşygy 500: 1 bolýar. Reaksiýanyň ýylylygyny turba boşlugyndan akýan sowadyjynyň kömegi bilen aýrylýar. Kontaktoryň içinde sirkulirlenýär suwuklygyň bir bölegi yzygiderli ýagdaýda kislota çökdürijisine çykarylyp durulýar we kislota kontaktoryň propellerli zonasyna gaýdyp gelýär.

Alkilat we onuň hili

Izobutanyň butilenler bilen katalitiki alkilirlleme prosesinde alynýan alkilat, başlangyç gaýnama temperaturasy 40-45⁰C we soňky gaýnama temperaturasy 180- 210⁰C bolan giň benzin fraksiýasyndan ybarat bolýar.

Giň benzin fraksiýasynyň emele gelmegi, esasy alkilirlleme reaksiýasy bilen bir hatarda birnäçe ikilenji we gapdal goşmaça reaksiýalaryň hem geçýänligi bilen düşündirilýär. Ikilenji reaksiýalaryna dialkilirlleme we önümleriň gaýtadan alkilirlenme reaksiýalary girýarlar. Goşmaça gapdal reaksiýalaryna bolsa polimerizasiýa reaksiýalary we wodorodyň ýerini üýtgemekligi girýär. Bu reaksiýa lar bolsa alkilirlleme prosesinde alynýan niýetlenen önümde çylşyrymly uglewodorod garyndylarynyň emele gelmegine sebäp döredýär.

Reaksiýa girýän olefinleriň agramyna baglylykda çykýan alkilatyň mukdary 170-den 200% çenli bolup bilýär. Alkilat fraksionirlenenden soňra çykýan alkilbenziniň mukdary 90-92% bolýar.

Daltonyň kanuny

Eger-de göwrümde gaz ýa-da basyş P, astyndaky bug ýerleşýän bolsa, haýsam bolsa başga bir gazy bu göwrüme goşşak, onda bu gaz gabyň ähli göwrümine ýaýraýar. Goşulan gazyň basyşyny P₂ 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:

$$P=P_1 + P_2 + P_3 + ... P_i$$

(1) we (2) deňlemäniň umumy görnüş: $P = \sum_i^i p_i$

deňleme Daltonyň kanunyny aňladýar we aşakdaky ýaly okalýar: bir-biri bilen himiki özara täsirleşmeýän gazlaryň garyndysynyň umumy basyşy berilen 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 konsentrasiýasyna x_i köpeltmek hasylyna deňdir: $P_i = Q_i x_i$

(5) we (6) deňlemeleriniň kömegi bilen her bir komponentiň bug we suwuk fazalardaky konsentrasiýalarynyň arasyndaky baglanyşgy 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;
 γ – aktiwlik koeffisienti

Bugarma prosesleri

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

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

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

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

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

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

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, 69,2⁰S temperaturada benzolyň buglarynyň basyşy 535 mm sim. st. deň bolýar. Bu temperaturada suw buglarynyň basyşy 225 mm sim. süt. deň bolýar; şeýlelikde benzolyň suw bilen garyndysynyň basyşy 69,2⁰S temperaturada 760 mm sim. süt. deň bolýar we bu temperaturada garyndy gaýnaýar; benzolyň gaýnama temperaturasy 80,2⁰S, suwuň gaýnama temperaturasy bolsa 100⁰S 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 (CO₂, N₂ we ş.m.) hem ulanylýar.

Wakuumda kowmak

Ulgamda pes basyş (wakuum) döredilen ýagdaýynda gyzdyrylýan önüm has pes temperaturada gaýnaýar; atmosfera basyşynda nebitiň ýag fraksiýalarynyň gaýnama temperaturasy 500⁰S, 700 mm sim. süt. st. deň bolan basyşda bolsa, gaýnama temperaturasy 100⁰S 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.

Rektifikasiýa

Bir ýa-da birnäçe komponentlerden durýan garyndynyň adaty kowma prosessi, 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 prosessi rektifikasion sütünlerinde ýerine ýetirilýär. Rektifikasion sütüni dikligine ýerleşen silindr görnüşli apparat bolýar.

Ýokarlygyna 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 gyzdrylan 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 gyzyýar 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 1m^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 $\gamma=100\%$

Nebitiň degazasiýasy we durnuklandyrylyşy

Ýer astyndan gazylp alynýan nebitiň her bir tonnasynda $50\text{-}100\text{m}^3$ ugurdaş gaz bolýar. Nebiti ugratmazdan öňürti we gaýtadan işlemezden ýňürti, gaz nebitden aýrylmaly.

Nebitden gazyň aýrylmagy- ýagny degazasiýa we durnuklandyrylmak arkaly amala aşyrylýar. Ýer asty nebit gatlaklarynda ýokary basyşda gaz nebitiň düzüminde erän görnüşde bolýar. Nebit ýer üstüne çykarlanda bolsa basyş peselýär we erän gaz çykýar. Şu wagt bu gazy tutup almak örän möhüm.

Nebiti duzsyzlandyrmak

Burawlaýjy suwlarda dürli görnüşli duzlar esasan hem hloridler we natriniň, kalsiniň, magniniň bikarbonatlary, karbonatlary hem-de sulfatlary erän görnüşinde bolýarlar. Bu bolsa nebiti gaýtadan işlenilende desgalaryň işleýişine erbet täsir edýär. Suw köp bolan wagtynda nebiti kowujy desgalaryň aparatlarynyň basyşy ýokarlanýar, olaryň öndürjiligi peselýär, suwy gyzdymak we bugartmak üçin artykmaç ýylylyk mukdary harçlanýar.

Has hem hloridler zyýanly täsir edýärler. Olar peçleriň we ýylylyk çalşyjylaryň turbalarynyň içinde çökündi görnüşinde çökýärler, bu bolsa ýylylyk berijilik koeffisiýentiň peselmegine getirýär hem-de turbalary çalt-çaltan arassalamaly bolýar.

Gatlak suwlaryň düzüminde duz has köp bolanda elektroduzsyzlandyryjy desgalar (ELOU) ulanylýar.

Nebitiň ilkilenji kowulyşy

Nebiti komponentlere bölmek mümkin däl. Senagatda temperatura aralyklary boýunça tapawutlanýan fraksiýalara bölýärler. Beýle bölmeklik nebiti ilkilenji we kowma desgalarynda destillýasiýa we rektifikasiýa proseslerini ulanmak bilen amala aşyrylýar. İlkilenji kowma- bu nebiti gaýtadan işlemekde birinji tilsimat prosesi. Nebitiň ilkilenji lowmasy atmosfera we wakuum basyşly turbaly peçlerde amala aşyrylýar.

Nebiti gaýtadan işlemegiň ugry, alynmaly önümleriň görnüşleri, nebitiň fiziki-himiki özboluşlylygyna, nebiti gaýtadan işlemegiň tehniki derejesinde alnan ykdysady sebit üçin harytlyk nebit önümlerine bolan islege laýyklykda seçilip alynýar. Nebiti gaýtadan işlemegi esasy üç görnüşe bölýärler: 1) ýangyç 2) ýangyç-ýag 3) nebit-himiki (toplumlaýyn)

Ýangyç ugry boýunça nebit esasan motor we kotelnýa ýangyjyny almak üçin gaýtadan işlenilýär. Ýangyç ugurly şol bir kuwwatly zawod tehnologiýa desgalaryň az sanlydygy, düýpli maýa goýumlarynyň azlygy bilen tapawutlanýar. Ýangyç ugry boýunça nebitiň gaýtadan işlenilişi çuň we çuň däl bolup biler. Nebit çuň işlenilende ýokary hilli awiasion, awtomobil benzinlerini, gyş we tomus üçin dizel ýangyçlaryny, reaktiw dwigateller üçin ýangyjy mümkingadar köp çykarmaga çalsylýar. Şeýlelikde agyr nebit fraksiýalaryndan we gudrondan ýeňil motor ýangyjyny almak üçin nebiti gaýtadan işlemegiň ikinji prosessiniň toplumy göz önünde tutulýar. Muňa katalitiki prosesler - katalitiki kreking, katalitiki riforming, gidrokreking, gidroarassalaýyş, şeýle hem termiki prosesler, meselem, kokslaşdyrmak degişlidir. Şeýle ýagdaýda zawod gazlaryny gaýtadan işlemek ýokary hilli benziniň çykyşyny artdyrmaga gönükdirilendir. Nebit çuň däl işlenilende kotelnýa ýangyjynyň köp çykmagy göz önünde tutulýar.

Nebit ýangyç-ýag ugry boýunça gaýtadan işlenende ýangyç bilen birlikde çalgy ýaglary alynýar. Çalgy ýaglarynyň önümçiligi üçin adaty, ýag fraksiýalary köp jemlenen nebiti saýlap alýarlar. Şeýle ýagdaýda ýokary hilli ýaglary işläp çykarmak üçin az sanly tehnologiýa desgalary gerek. Nebitden bölünip alnan ýag fraksiýalaryny (350⁰S ýokary gyzygynlykda gaýnaýan fraksiýalar) smola şekilli maddalary, pes indeksli uglewodorodlary aýyrmak üçin ilki eredijiler: fenol ýa-da furfurol bilen arassalaýarlar, soňra ýagyň sowaýyş temperaturasyny aşaklatmak üçin metiletilketonyň garyndysy ýa-da toluolly asetonyň kömegi bilen deparafinazasiýa-laşdyrmagy geçirýärler. Ýag fraksiýalaryny işlemek agardyjy toýundan doly arassalamak bilen tamamlanýar.

Soňky ýyllarda ýag öndürmegiň tehnologiýasyna selektiw arassalaýyşyň we agardyjy toýun bilen işlemegiň deregine gidroarassalaýyş prosesleri has giňden

ornaşdyrylýar. Şeýle usul bilen distillýat ýaglary (ýeňil we orta industrial, awtotraktor we beýleki ýaglar) alynýar. Galyndy ýaglar (awiasion, silindr) suwuk propan arkaly deasfaltizasiýalaşdyrmak ýoly bilen gudronlar bölünip alynýar. Şunda deasfaltizat we asfalt emele gelýär. Deasfaltizat soňam işlenilýär, ýag distillýaty şekilli bolýar, asfalt işlenip bolsa bitum ýa-da koks çykarylýar.

Nebiti gaýtadan işlemegiň islendik iki ugry boýunça-da nebit-himiýa senagaty üçin çig mal öndürmek proseslerini göz önünde tutmaly.

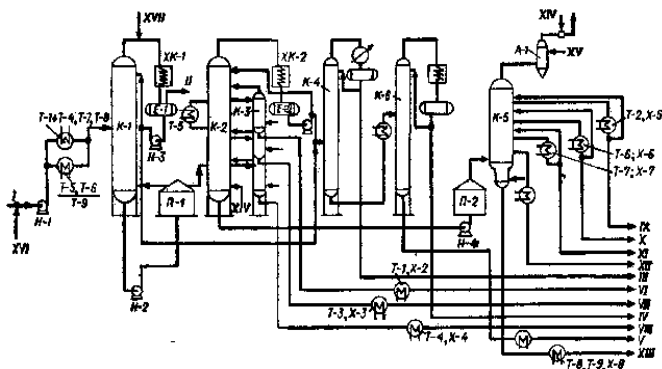
Nebiti gaýtadan işlemegiň nebit-himiýa (toplumlaýyn) ugry ýokarda agzalan ugurlar bilen denesdirilende nebit-himiýa önümleriniň uly assortimenti bilen tapawutlanýar, şonuň üçinem tehnologik desgalaryň örän kp, bolmagyny, köp maýa goýumlaryny talap edýär. Soňky döwürde nebit-himiýa prosesleriniň örän giňnen ulanylýan iri nebiti gaýtadan işleýän kombinatlary gurmaga ýykgyň edilýär. Nebiti gaýtadan işlemegiň nebit-himiýa usuly ýokary hilli motor ýangyjyny we ýaglary öndürýän kärhanalaryň utgaşmasydyr, ol diňe agyr organiki sintez üçin çig maly (olefinler, aromatik, kadaly we izoparafín uglewodorodlary we beýlekileri) taýýarlaman, eýsem azot önümlerini, sintetiki kauçugy, plastmassalary, sintetiki süýümleri, ýuwujy serişdeleri, ýagly kislotalary, fenoly, asetony, spirtleri, efirleri we himiki önümleriň köp möçberi önümçiligi bilen baglanyşykly çylşyrymly fiziki-himiki prosesleri amala aşyrýar.

Şeýle zawodlarda alefinleriň postawkaçylary esasan piroliz desgalarydyr, termiki kreking, kokslaşdyrmak prosesleri bu babatda yza galýar. Piroliz prosesleri üçin nebit gaýtadan işlenende alynýan gury gazlar, pes oktanly gaz benzinleri, riforming katalizatorlaryndan aromatik uglewodorodlary saýlaýan desgalaryň rafínatlary çig mal bolup hyzmat edýär. Aromatik uglewodorodlary öndürmek katalitik riformingiň ýörite desgalarynda amala aşyrylýar.

Adaty parafin uglewodorodlary dizel ýangyjyny karbamid deparafinirleýji desgasyndan, izoparafin uglewodorodlary adaty parafin uglewodorodlarynyň (butan, pentan we beýlekiler) izomerizasiýasy desgasyndan alynýar. Siklogeksan ýeňil benzinden anyk rektifikasiýasy ýa-da himiki taýdan benzolyň gidrirlenmegi arkaly alynýar.

Atmosfera sütüniniň galyndy mazuty nasos H-4 bilen turbaly peçe P-2 berilýär. Mzut peçde 420°S çenli gyzdrylyp wakuum sütünine K-5 berilýär. K-5 sütününde basyş 60 mm.sim.st. Sütüniň aşak böleginde temperaturany peseltmek üçin we gudrondan ýeňil komponentlariň bugarma şertlerini ýeňilleşdirmek üçin, sütüniň aşagyna suw bugy berilýär. Sütüniň ýokarsyndan suw buglary, dargama gazlary, howa we ýeňil nebit önümleriniň biraz mukdary çykýar we A-1 kondensatorda sowadylýar, kondensirlenýär, kondensirlenmedik gazlar sorulyp alynýar. Wakuum sütününde K-5. 16,12,8 we 5-nji tabaklardan gapdal önümleri alynýar.

Atmosfera-wakuum turbaly desgasynyň tilsimat çyzgysy



I-nebit; II-gaz; III-stabilizasiýa (ýokarky)başky önüm; IV- 85°S gaýnaýan fraksiýa; V- $85-180^{\circ}\text{S}$ -da gaýnaýan fraksiýa; VI- $180-240^{\circ}\text{S}$ -da gaýnaýan fraksiýa; VII- $240-300^{\circ}\text{S}$ -da gaýnaýan fraksiýa; VIII- $300-350^{\circ}\text{S}$ -da gaýnaýan fraksiýa;

IX-wakuumyň sütüniniň birinji porony 350⁰S-dan pes; X-wakuumyň sütüniniň ikinji porony (350-400⁰S); XI-wakuumyň sütüniniň üçünji porony (400-450⁰S). XII-wakuum sütüniniň 4-nji porony (450-490⁰S). XIII-gudron (490⁰S-dan ýokary).XIV- suw bugy, XV-suw, XVI-aşgar, XVII-ammiakly suw.

Wakuum sütündäki galyndy gudron ýylylyk çalşyjlarynyň üsti bilen T-8, T-9 geçip desgadan çykarylýar.

Atmosfera we wakuum turbaly desgalary aýratynlykda ýa-da bilelikde birleşdirilen desgalar hökmünde nebiti gaýtadan işleýän zawodlarda giňden ulanylýar.

Atmosfera turbaly desgalary tilsimat işleýiş çyzgylaryna baglylykda aşakdaky görnüşlere bölünýärler:

- 1) nebitiň bir saparlaýyn bugarmasy bilen işleýän desgalar;
- 2) nebitiň iki saparlaýyn bugarmasy bilen işleýän desgalar;
- 3) ýeňil fraksiýalaryň öňürti bugardylmagy bilen işleýän desgalar.

Käbir nebiti gaýtadan işleýän zawodlarda atmosfera-wakuum desgalary bilen birlikde nebiti duzsyzlandyrmak desgalary hem bilelikde kombinirlenen ýagdaýda ulanylýar.

Nebitiň öňürti iki saparlaýyn bugardylýp we duzsyzlandyryp gaýtadan işlenilmegi pejiň, esasan hem rektifikasion sütüniň iş düzgünini ýeňilleşdirýär.

Hödürlenilýän edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow.
Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler, 1-nji
tom, Aşgabat,
türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008
2. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow.
Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler, 2-nji
tom, Aşgabat,
türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak,
Watany, halky
söýmek bagtdyr. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat
gullugy, 2008.
4. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow.
Türkmenistan-sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy.
Aşgabat,
Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008.
5. T.Jürdekow. Ata arzuwyny amala aşyrýan agtyk. Aşgabat,
Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
6. И.А Александров Ректификационные и абсорбционные
аппараты. М.,
Химия, 1978.
7. Т.М.Бекиров. Промысловая и заводская обработка
природных и нефтяных
газов, М., 1980.
8. М.А.Берлин. Переработка нефтяных и природных газов,
Химия 1981.
9. А.И.Гриценко. Физические методы переработки и
использование газа,
Москва 1981.
10. И.Л.Гуревич Технология переработки нефти и газа,
Химия 1972.

11. А.А. Кузнецов, Е.Н. Судаков Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. М., Химия, 1974.
12. В.Н.Эрих. Химия и технология нефти и газа, Химия 1972.

MAZMUNY

Giriş	7
Nebit-himiýa önümçiligi	9
Uglewodorod gazlarynyň esasy şertli deňlemeleri.	15
Gazlaryň fiziki-himiki häsiýetleri.	19
Absorbsiýa prosessi.	26
Gazyň guradylyşy.	28
Gidrat emele gelmekligiň önüni almaklygyň usullary.	30
Gazlary guratmaklygyň usullary.	32
Uglewodorod gazlaryny turşy komponentlerden arassalamak	39
Gazlary tiollardan arassalamak.	44
Pes temperaturaly kondensasiýa usul bilen gazlary gaýtadan işlemekligiň shemasy.	46
Gazlary absorbsiýa, adsorbsiýa usullary bilen gaýtadan işlemek	54
Gazlary rektifikasiýa usuly bilen gaýtadan işlemek	60
Gazy fraksiýalara bölüji desgalar barada maglumat.	69
Piroliz prosesi	72
Olefinleriň polimerizasiýasy.	74
Gazlaryň alkilirlleme prosessi, umumy düşünje.	82
Alkilirlleme prosesiniň mehanizmi.	85
Alkilat we onuň hili.	97
Daltonyň kanuny.	97
Bugarma prosesleri.	99
Nebitiň degazasiýasy we durnuklandyrylyşy.	102
Nebiti duzsyzlandyrmak	103
Nebitiň ilkilenji kowulyşy	103
Edebiýatlar	108
Mazmuny	110